

ENGINEERING
TOMORROW



Zalecenia projektowe

iC2-Micro



drives.danfoss.com | **iC2**

Spis treści

1 Wprowadzenie i zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa

1.1 Przeznaczenie zaleceń projektowych	9
1.2 Materiały dodatkowe	9
1.3 Materiały pomocnicze przeznaczone do planowania i projektowania	9
1.4 Historia wersji	10
1.5 Symbole bezpieczeństwa	10
1.6 Wyroby medyczne	10
1.7 Uwagi ogólne dotyczące bezpieczeństwa	11
1.8 Wykwalifikowany personel	12

2 Zatwierdzenia i certyfikaty

2.1 Zatwierdzenia i certyfikaty produktu	13
2.2 Normy	14
2.3 Przepisy dotyczące kontroli eksportu	15

3 iC2-Micro

3.1 Użytkowanie zgodnie z przeznaczeniem	16
3.2 Schemat blokowy	16
3.3 Ecodesign dla układów napędowych	17
3.3.1 Przegląd	17
3.3.2 Straty mocy i wydajność	18
3.4 Wykonanie sprzętowe	19
3.5 Sterowanie i interfejsy	19
3.5.1 Zaciski sterowania	19
3.5.2 Złącze RJ45 i przełącznik terminacji RS485	20
3.5.3 Panel sterujący i panel sterujący 2.0 OP2	21
3.5.4 Przyciski i wskaźniki panelu sterującego	22
3.5.5 Przyciski i wskaźniki panelu sterującego 2.0 OP2	24
3.5.6 Zaślepka przesuwana na osłonie zacisków	25
3.6 Oprogramowanie aplikacyjne	26
3.6.1 Omówienie oprogramowania aplikacyjnego iC2-Micro	26
3.6.2 Funkcje podstawowe	27
3.6.2.1 Przegląd podstawowych funkcji	27
3.6.2.2 Obsługa wartości zadanych	27

3.6.2.3	Dwa zestawy parametrów	27
3.6.2.4	Czasy rozpędzania/zatrzymania	27
3.6.2.5	Szybkie zatrzymanie	27
3.6.2.6	Ograniczenie kierunku obrotów	27
3.6.2.7	Przełącznik faz silnika	27
3.6.2.8	Tryby impulsowania i pracy manewrowej	27
3.6.2.9	Obejście częstotliwości zabronionej	28
3.6.2.10	Automatyczny restart	28
3.6.2.11	Start w locie	28
3.6.2.12	Zanik zasilania	28
3.6.2.13	Podtrzymanie kinetyczne	28
3.6.2.14	Tłumienie rezonansu	28
3.6.2.15	Mechanical Brake Control	28
3.6.2.16	Sterowniki	28
3.6.3	Regulacja we/wy i odczyty	29
3.6.4	Funkcje sterowania silnikiem	29
3.6.4.1	Przegląd funkcji sterowania silnikiem	29
3.6.4.2	Typy silników	29
3.6.4.3	Charakterystyka obciążeń	29
3.6.4.4	Algorytm sterowania silnikiem	29
3.6.4.5	Tabliczka znamionowa silnika i katalog	29
3.6.4.6	Automatyczne dopasowanie do silnika (AMA)	29
3.6.4.7	Funkcja automatycznej optymalizacji energii (AEO)	30
3.6.5	Hamowanie obciążenia	30
3.6.5.1	Omówienie hamowania obciążenia	30
3.6.5.2	Hamowanie z rezystorem	30
3.6.5.3	Kontrola przepięcia (OVC)	30
3.6.5.4	Hamowanie DC	30
3.6.5.5	Hamowanie AC	30
3.6.5.6	Trzymanie stałoprądowe DC	30
3.6.5.7	Podział obciążenia	30
3.6.6	Funkcje ochronne	30
3.6.6.1	Zabezpieczenia sieci zasilającej	30
3.6.6.2	Funkcje ochrony przetwornicy	31
3.6.6.3	Funkcje zabezpieczenia silnika	31
3.6.6.4	Ochrona zewnętrznych urządzeń podłączonych do przetwornicy	31
3.6.6.5	Automatyczne obniżanie wartości znamionowych	31
3.6.7	Funkcje monitorowania	31

3.6.7.1 Przegląd funkcji monitorowania	31
3.6.7.2 Monitorowanie prędkości	31
3.6.7.3 Dziennik zdarzeń i liczniki operacyjne	31
3.6.8 Oprogramowanie narzędziowe	32
3.6.8.1 Przegląd oprogramowania narzędziowego	32
3.6.8.2 MyDrive® Select	32
3.6.8.3 MyDrive® Harmonics	32
3.6.8.4 MyDrive® ecoSmart™	32
3.6.8.5 MyDrive® Insight	32
3.7 Funkcje hamowania	33
3.7.1 Mechaniczny hamulec przytrzymujący	33
3.7.2 Hamowanie dynamiczne	33
3.7.3 Wybór rezystora hamowania	33
3.7.3.1 Wprowadzenie	33
3.7.3.2 Obliczanie rezystancji hamowania	34
3.7.3.3 Zalecany przez firmę Danfoss sposób obliczania rezystancji hamowania	34
3.7.3.4 Sterowanie za pomocą funkcji hamowania	35

4 Specyfikacja techniczna

4.1 Dane elektryczne	36
4.1.1 Zasilanie 1x100–120 V AC	36
4.1.2 Zasilanie 1 × 200–240 V AC	36
4.1.3 Zasilanie 3x200–240 V AC	37
4.1.4 Zasilanie 3 × 380–480 V AC	37
4.2 Ogólne dane techniczne	39
4.2.1 Zabezpieczenia i funkcje	39
4.2.2 Sieć zasilająca	39
4.2.3 Wyjście silnikowe z przetwornicy i dane silnika	40
4.2.4 Charakterystyka momentu	40
4.2.5 We/wy sterowania	40
4.2.5.1 Przegląd we/wy sterowania	40
4.2.5.2 Wejście cyfrowe i impulsowe	40
4.2.5.3 Wyjście cyfrowe i impulsowe	41
4.2.5.4 Wejście analogowe	41
4.2.5.5 Wyjście analogowe	42
4.2.5.6 Relay Output	42
4.2.5.7 Napięcia pomocnicze	43

4.2.6	Komunikacja szeregową RS485	43
4.2.7	Warunki otoczenia	43
4.2.7.1	Przegląd warunków otoczenia	43
4.2.7.2	Warunki otoczenia podczas przechowywania	43
4.2.7.3	Warunki otoczenia podczas transportowania	44
4.2.7.4	Warunki otoczenia podczas pracy	44
4.3	Bezpieczniki i wyłączniki	45
4.4	Złącza zasilania	46
4.5	Hałas akustyczny	47
4.6	Poziomy zgodności EMC	47
4.6.1	Przegląd poziomów zgodności EMC	47
4.6.2	Wymagania dotyczące emisji	48
4.6.3	Wymagania dotyczące odporności EMC	49
4.7	Kompatybilność EMC i długość kabla silnika	50
4.8	Warunki dU/dt	50
4.9	Obniżanie wartości znamionowych	52
4.9.1	Przegląd obniżania wartości znamionowych	52
4.9.2	Ręczne obniżanie wartości znamionowych	52
4.9.3	Automatyczne obniżanie wartości znamionowych	55

5 Wymiary zewnętrzne

5.1	Rozmiary i wymiary obudowy IP20/Open Type	56
5.2	Rozmiary i wymiary obudowy IP21/UL typ 1	57
5.3	Rozmiary i wymiary obudowy NEMA 1	58

6 Informacje dotyczące montażu mechanicznego

6.1	Zakres dostawy	59
6.2	Etykiety produktu	59
6.2.1	Przegląd etykiet produktu	59
6.2.2	Etykiety produktu na przetwornicach częstotliwości	59
6.2.3	Etykiety opakowania	60
6.3	Zalecana utylizacja	61
6.4	Przechowywanie do momentu instalacji	61
6.4.1	Ponowne formowanie kondensatorów	61
6.4.2	Bezpieczny transport i przechowywanie	63
6.5	Wymagania wstępne dotyczące instalacji	63

6.5.1 Przegląd wymagań wstępnych dotyczących instalacji	63
6.5.2 Środowisko pracy	63
6.6 Informacje dotyczące konserwacji	65
6.6.1 Regularna konserwacja	65
6.6.2 Zalecenia dotyczące konserwacji zapobiegawczej	65
6.6.3 Dostęp serwisowy	67
6.6.4 Konserwacja i serwisowanie radiatora i wentylatora	68
6.7 Instalacja mechaniczna	68
6.7.1 Wskazówki dotyczące montażu	68
6.7.2 Miejsca montażu	69
6.7.3 Instrukcja montażu	69
6.7.4 Zalecane śruby i wkręty	69
6.7.5 Schematy otworów	70
6.7.6 Ustawianie przetwornicy częstotliwości podczas instalacji	71
6.7.7 Chłodzenie	71
6.7.8 Zalecana przestrzeń dla dostępu serwisowego	72

7 Informacje dotyczące montażu elektrycznego

7.1 Instalacja elektryczna — środki ostrożności	74
7.2 Schemat montażowy połączeń	75
7.3 Typ sieci zasilającej i ochrona	76
7.3.1 Typy sieci zasilających	76
7.3.2 Prądy uziemienia ochronnego i prądy wyrównywania potencjałów/upływowe	76
7.3.3 Pomiar prądu PE	77
7.3.4 Ochrona z wykorzystaniem wyłącznika różnicowoprądowego RCD	78
7.3.5 Urządzenia monitorujące izolację	79
7.4 Instalacja zgodna z wymogami kompatybilności elektromagnetycznej (EMC)	79
7.4.1 Wytyczne dotyczące instalacji zgodne z wymogami EMC	79
7.4.2 Przewody silnoprądowe i uziemienie	81
7.4.3 Przewody sterownicze	83
7.5 Izolacja galwaniczna	83
7.6 Prąd upływu	84
7.7 Instalacja silnika	86
7.7.1 Uwagi dotyczące instalacji silnika	86
7.7.2 Obsługiwane typy silników	86
7.7.3 Izolacja silnika	86

7.7.4	Prądy łożyskowe	87
7.7.5	Motor Thermal Protection	87
7.8	Skrajne warunki pracy	88
7.9	Przewód silnoprządowy	90
7.9.1	Uwagi dotyczące przewodów silnoprządowych	90
7.9.2	Wymogi w zakresie momentu obrotowego	90
7.10	Instalacja elektryczna	90
7.10.1	Złącze zasilania, silnika i uziemienia	90
7.10.2	Podłączanie silnika	92
7.10.3	Podłączanie zasilania AC	92
7.10.4	Typy zacisków sterowania	93
7.10.5	Przekroje przewodów sterowania i długości ściągniętej izolacji	94
7.10.6	Podłączanie ekranu kabla	95
7.10.7	Podział obciążenia/hamulec	97

8 Sposób składania zamówień

8.1	Kod modelu	99
8.2	Zamawianie akcesoriów i części zamiennych	99
8.3	Zamówienie rezystorów hamowania	101
8.3.1	Wprowadzenie	101
8.3.2	Zamawianie 10% rezystorów hamowania	101
8.3.3	Zamawianie 40% rezystorów hamowania	102

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 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:

- 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 <http://www.danfoss.com>.
- Witryna <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/> 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 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. 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 go są mile widziane.

Oryginalnym językiem niniejszego podręcznika jest język angielski.

Tabela 1: Historia wersji

Wersja	Uwagi
AJ402315027937, wersja 0401	Aktualizacja do wersji ogólnej 4.

1.5 Symbole bezpieczeństwa

W dokumentach Danfoss wykorzystywane są poniższe symbole bezpieczeństwa.



NIEBEZPIECZEŃSTWO

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



OSTRZEŻENIE

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



OSTRZEŻENIE

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

UWAGA

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

Instrukcja zawiera również symbole ostrzegawcze ISO dotyczące gorących powierzchni i ryzyka poparzenia, wysokiego napięcia i porażenia prądem elektrycznym oraz odniesienia do instrukcji.

	Symbol ostrzegawczy ISO dotyczący gorących powierzchni i ryzyka poparzenia
	Symbol ostrzegawczy ISO dotyczący wysokiego napięcia i porażenia prądem elektrycznym
	Symbol ISO odniesienia do instrukcji

1.6 Wyroby medyczne



OSTRZEŻENIE

ZAKŁÓCENIA ELEKTROMAGNETYCZNE

Przetwornice częstotliwości i filtry mogą wytwarzać zakłócenia elektromagnetyczne sięgające 300 GHz, 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. Upewnić 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 usterki.
- Podczas pracy przetwornicy oraz po podłączeniu zasilania sieciowego, wszystkie drzwi i pokrywy muszą pozostawać zamknięte, a skrzynki zaciskowe przykręcone.
- Komponenty i akcesoria przetwornicy nadal mogą pozostawać pod napięciem i podłączone do zasilania sieciowego, nawet po zgaśnięciu wskaźników związanych z pracą urządzenia.



OSTRZEŻENIE

BRAK ŚWIADOMOŚCI BEZPIECZEŃSTWA

Niniejszy przewodnik podaje 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.

- Upewnić się, że zagrożenia i środki bezpieczeństwa występujące w danej aplikacji są w pełni zrozumiałe.
- 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 WYŁADOWANIA

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.

- 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 wyładowania*.

Tabela 2: Czas wyładowania

Rozmiar obudowy	Minimalny czas oczekiwania (minuty)
MA01c–MA02c and MA01a–MA03a	4
MA04a–MA05a	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

Przetwornica częstotliwości zawiera metalowe elementy, które są nadal gorące nawet po wyłączeniu przetwornicy. Niezachowanie ostrożności nakazywanej przez symbol wysokiej temperatury (żółty trójkąt) na przetwornicy częstotliwości może skutkować poważnymi oparzeniami.

- Wewnętrzne podzespoły, takie jak szynoprzewody, mogą być bardzo 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 w 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 są zgodne z odpowiednimi normami i dyrektywami. Aby uzyskać szczegółowe informacje na temat zatwierdzeń i certyfikatów produktu, zachęcamy do zapoznania się z etykietą produktu oraz do odwiedzenia witryny <http://www.danfoss.com>.

Certyfikaty i deklaracje zgodności dostępne są na życzenie lub w witrynie <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/>.

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, patrz .
	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 UL CCN LZGH2/8, które obejmuje komponenty chronione przed płomieniami do stosowania w urządzeniach chłodniczych i klimatyzacyjnych wykorzystujących czynniki chłodnicze A2L, które są skonstruowane tak, aby w normalnych lub oczekiwanych nietypowych warunkach pracy produktu końcowego.
	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/en/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 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 ErP (2009/125/WE)	Dyrektywa ErP jest europejską dyrektywą w sprawie ekoprojektu dla produktów związanych z energią. Dyrektywa ta określa wymagania 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 (2011/65/UE)	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: 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: Elektryczne układy napędowe mocy o regulowanej prędkości — Część 3:** Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) oraz określone metody badań.
- **EN IEC 61800-5-1: Elektryczne układy napędowe mocy o regulowanej prędkości — Część 5-1:** Wymagania dotyczące bezpieczeństwa — Elektryczne, cieplne i energetyczne.
- **EN IEC 61800-9-2: 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.

- **EN IEC UL 60335-2-40: 2022 Urządzenia elektryczne do użytku domowego i podobnego — Część 2-40:** Szczególne wymagania dotyczące elektrycznych pomp ciepła, klimatyzatorów i osuszaczy – Załącznik JJ, Dopuszczalne otwieranie przełączników i podobnych elementów w celu zapobiegania zapłonowi czynników chłodniczych A2L.

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.

W celu uzyskania dalszych informacji, proszę się skontaktować z Danfoss.

3 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.

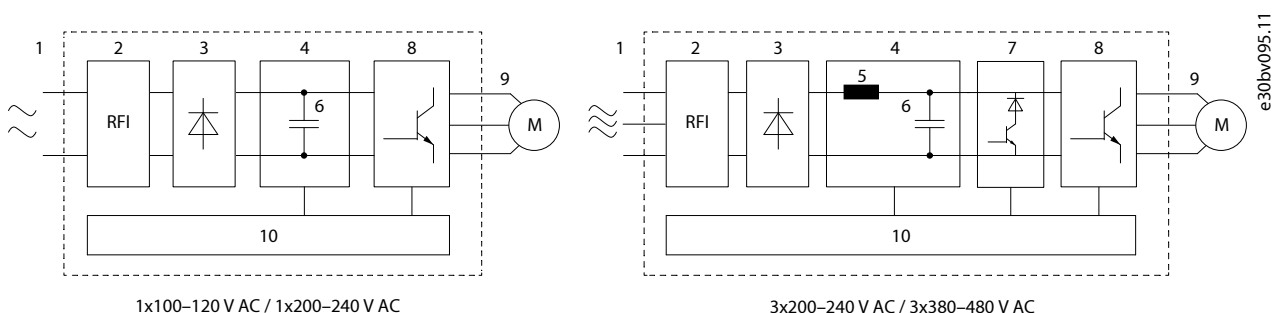
UWAGA

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



Rysunek 1: Schemat blokowy przetwornicy częstotliwości iC2-Micro

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.

Tabela 5: Funkcje każdego komponentu (ciąg dalszy)

Obszar	Element	Funkcje
5	Dławik DC ⁽¹⁾	- 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.
6	Bateria kondensatorów	- 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	- 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 jest dostępny tylko w obudowie MA05a.

2) Czopper hamulca nie jest dostępny w obudowie MA01a.

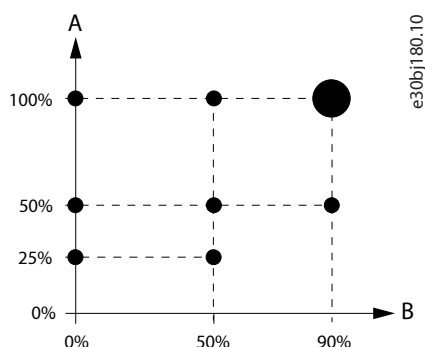
3.3 Ecodesign dla układów napędowych

3.3.1 Przegląd

Istotna 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 . 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 [3.3.2 Straty mocy i wydajność](#).



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

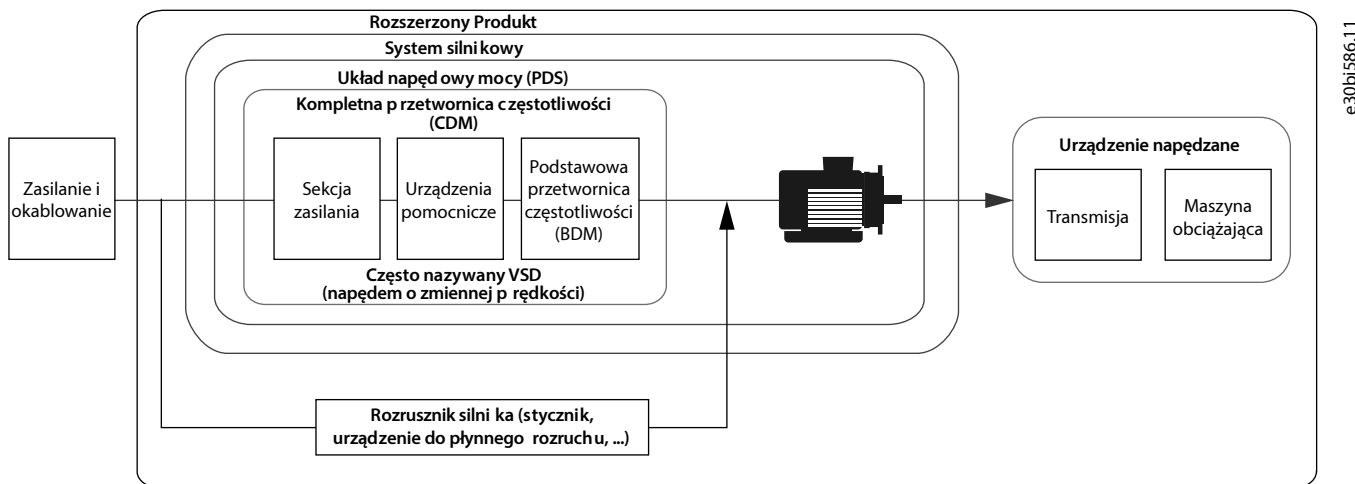
Przetwornica częstotliwości posiada oznaczenia dotyczące klasy sprawności i strat mocy przy 100% znamionowym prądzie wytwarzającym moment obrotowy i 90% znamionowej częstotliwości stojana silnika.

[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.

3.3.2 Straty mocy i wydajność

Elementy powodujące straty mocy w systemie zostały omówione w rozdziale .



Rysunek 3: Budowa układu napędowego

Straty 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

Straty 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 łagodzi 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 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 sterowniach, a także do montażu niezależnego.

- 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 nadają się do stosowania w szerokim zakresie temperatur. Zakres temperatur roboczych wynosi od -20°C do $+55^{\circ}\text{C}$ (od -4°F do $+131^{\circ}\text{F}$) oraz od -10°C do $+50^{\circ}\text{C}$ (od 14°F do $+122^{\circ}\text{F}$) bez obniżania wartości znamionowych.

Wyjście silnikowe z iC2-Micro zostało zabezpieczone pod kątem zwarć, doziemienia oraz przeciążeń. W celu ochrony silnika zapewniono również monitorowanie termiczne. Nieograniczone przełączanie na wyjściu umożliwia stosowanie stycznika lub rozłączanie 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).

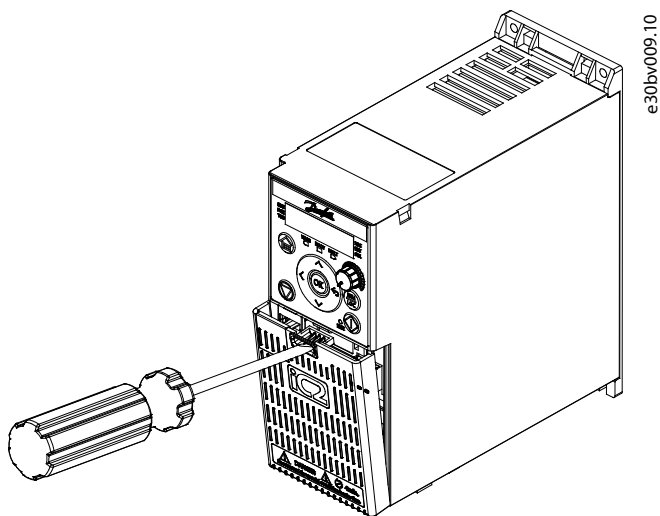
3.5 Sterowanie i interfejsy

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.

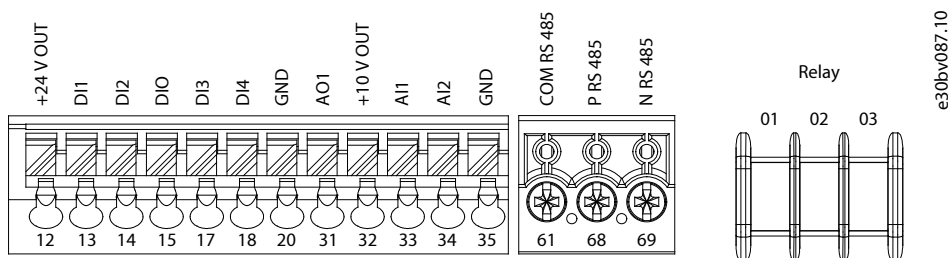
UWAGA

- Zdjąć osłonę zacisków, używając wkrętaka, patrz .



Rysunek 4: Zdejmowanie osłony zacisków

Wszystkie zaciski sterowania iC2-Micro zostały pokazane w rozdziale .

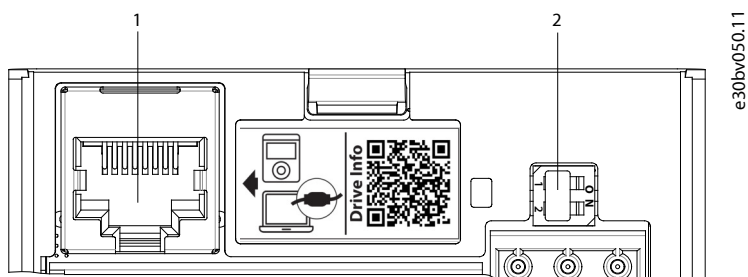


Rysunek 5: Omówienie zacisków sterowania

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:

- Zewnętrzny panel sterujący (Panel sterujący 2.0 OP2)
- Oprogramowanie konfiguracyjne (MyDrive® Insight) poprzez szybki adapter USB-C/RJ45 OAX00



Rysunek 6: Złącze RJ45 i przełącznik terminacji RS485

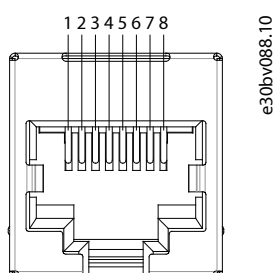
- | | | | |
|---|-----------|---|---|
| 1 | Port RJ45 | 2 | Terminator obwodu RS485 (ON=RS485 zamknięty, OFF=otwarty) |
|---|-----------|---|---|

UWAGA

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

UWAGA

- 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.



Rysunek 7: Objaśnienie pinów RJ45

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

3.5.3 Panel sterujący i panel sterujący 2.0 OP2

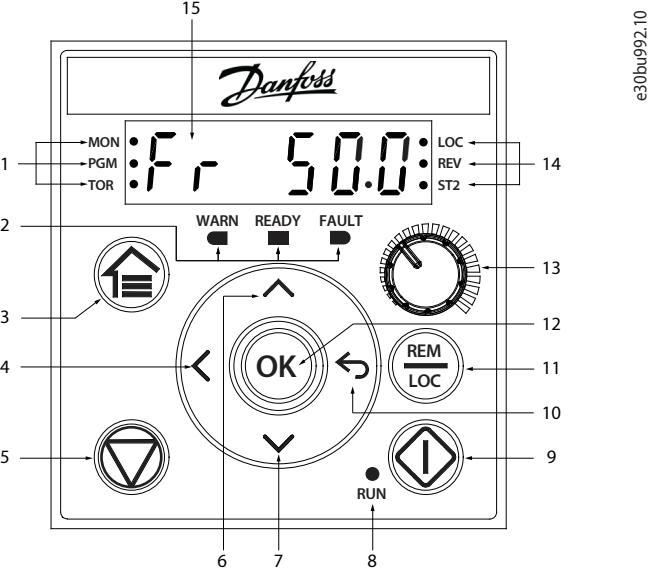
Przetwornica częstotliwości ma 2 typy paneli sterujących:

- **Panel sterujący:** Wbudowany i domyślnie dostarczany z przetwornicą częstotliwości. Przyciski i wskaźniki panelu sterującego opisano w części [3.5.4 Przyciski i wskaźniki panelu sterującego](#).
- **Panel sterujący 2.0 OP2:** Opcjonalny panel sterujący, który zapewnia lepszą obsługę. Ten typ panelu sterującego umożliwia łatwą konfigurację przetwornicy częstotliwości za pomocą parametrów, monitorowanie statusu przetwornicy częstotliwości i wizualizację powiadomień o zdarzeniach. Przyciski i wskaźniki panelu sterującego 2.0 OP2 opisano w części [3.5.5 Przyciski i wskaźniki panelu sterującego 2.0 OP2](#).

Bardziej szczegółowy przegląd panelu sterującego 2.0 OP2:

- Monochromatyczny interfejs użytkownika 2,03".
- Wizualne diody LED do identyfikacji stanu napędu.
- Sterowanie przetwornicą częstotliwości i łatwe przełączanie między pracą lokalną i zdalną.
- Wielojęzyczny wyświetlacz, który wyraźniej pokazuje parametry, opcje i statusy.
- 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 szafy sterującej przy użyciu zestawu montażowego.

3.5.4 Przyciski i wskaźniki panelu sterującego



Rysunek 8: Panel sterujący

1	Wskaźniki statusu	2	Kontrolki stanu pracy
3	Przycisk Home/Menu	4	Strzałka w lewo
5	Przycisk Stop/Reset	6	Strzałka w górę
7	Strzałka w dół	8	Kontrolka RUN
9	Start	10	Wstecz
11	Przycisk trybu zdalnego/lokalnego	12	OK
13	Potencjometr	14	Wskaźniki statusu
15	Ekran główny		

Tabela 6: Przyciski funkcyjne i potencjometr

Nazwa	Funkcja
Przycisk Home/Menu	Przełączanie między wyświetlaczem statusu a menu głównym. Długie naciśnięcie powoduje przejście do menu skrótów umożliwiających szybki odczyt i edycję parametrów.
Strzałki w górę/w dół	Przełączanie statusów/grup parametrów/numerów parametrów i dostrajanie wartości parametrów.
Strzałka w lewo	Przesunięcie kursora o 1 bit w lewo.
Wstecz	Przejście do poprzedniego kroku w strukturze menu lub anulowanie zmiany podczas edycji wartości parametrów.
OK	Potwierdzenie operacji.
Przycisk trybu zdalnego/lokalnego	Przełączenie pomiędzy trybem zdalnym i lokalnym.
Start	Uruchomienie przetwornicy w trybie sterowania lokalnego.
Przycisk Stop/Reset	Zatrzymanie przetwornicy częstotliwości w trybie lokalnym. Reset przetwornicy częstotliwości w celu skasowania usterki.
Potencjometr	Zmiana wartości zadanej, kiedy wartość zadana jest ustawiana potencjometrem.

Tabela 7: Lampki wskaźników statusu

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

Tabela 8: Lampki sygnalizacyjne pracy

Nazwa	Funkcja
WARN	Świeci światłem ciągłym w przypadku ostrzeżenia.
READY	Świeci światłem ciągłym, gdy przetwornica jest gotowa do pracy.
FAULT	Miga w przypadku usterki.

Tabela 9: Czerwona lampka sygnalizacyjna

Nazwa	Funkcja
RUN	Wł.: Przetwornica pracuje normalnie.
	Wyl.: Przetwornica została zatrzymana.
	Miga: Trwa proces zatrzymania silnika; lub przetwornica otrzymała polecenie <i>RUN</i> , ale nie otrzymała sygnału częstotliwości.

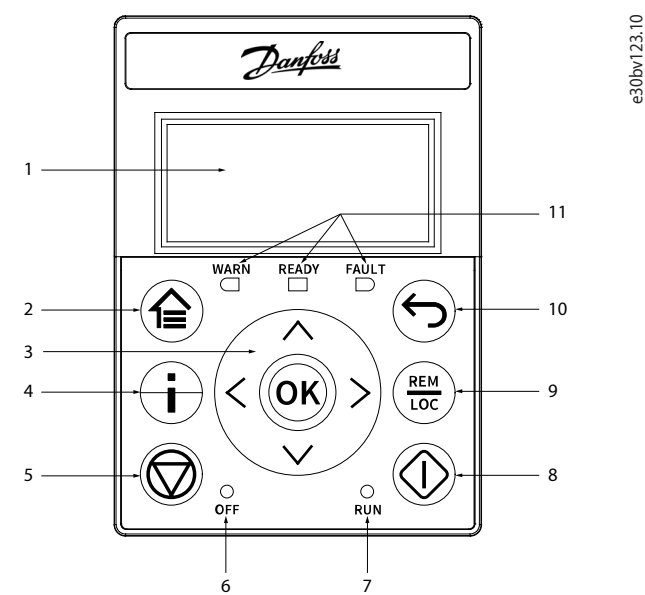
Tabela 10: Lampka sygnalizacyjna trybu wielu zestawów parametrów

ST2	Wyl.	Wł.	Miganie	Szybkie miganie
Aktywny zestaw parametrów ⁽¹⁾	Zestaw parametrów 1	Zestaw parametrów 2	Zestaw parametrów 1	Zestaw parametrów 2
Konfiguracja programowania ⁽²⁾	Zestaw parametrów 1	Zestaw parametrów 2	Zestaw parametrów 2	Zestaw parametrów 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 Przyciski i wskaźniki panelu sterującego 2.0 OP2



Rysunek 9: Omówienie panelu sterującego 2.0 OP2

Tabela 11: Opis elementów panelu sterującego

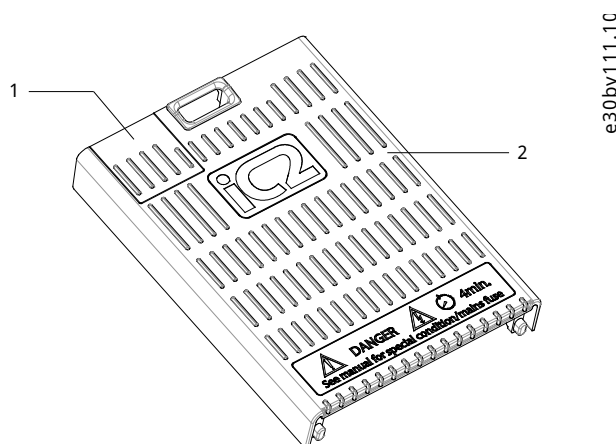
Legenda	Nazwa elementu	Opis
1	Wyświetlacz	Dostęp do treści i ustawień. Wyświetlacz zawiera szczegółowe informacje o stanie przetwornicy częstotliwości.
2	Przycisk Home/Menu	- Przełączanie między wyświetlaczem statusu a menu głównym. - Długie naciśnięcie powoduje przejście do menu skrótów umożliwiających szybki odczyt i edycję parametrów.
3	Strzałki i [OK]	Strzałki: Nawigacja po różnych ekranach i menu oraz dostrajanie wartości parametrów. [OK]: Potwierdzenie wyboru i danych na wyświetlaczu panelu sterującego.
4	Info	Naciśnięcie przycisku <i>Info</i> powoduje wyświetlanie na ekranie głównym informacji o przetwornicy częstotliwości, takich jak typ przetwornicy, zamówiony kod modelu, numer seryjny przetwornicy, wersja aplikacji.
5	Przycisk Stop/Reset	Zatrzymanie pracy przetwornicy.
6	Dioda LED OFF	Wskaźnik ma następujące stany: Świeci światłem stałym: Wskaźnik znajduje się w tym stanie, gdy: - Przetwornica częstotliwości nie moduluje i wykonuje wybieg silnika. - Zostaje podany sygnał stopu lub wybiegu silnika. Czasy rozpędzania/zatrzymania, zabezpieczenia i funkcje zatrzymania mogą wydłużyć ten stan. Wył.: Przetwornica częstotliwości pracuje, sygnał startu jest podany, a wyjście jest aktywne. Obejmuje to również rozpędzanie/zwalnianie, pracę zgodnie z wartością zadaną i regulację AMA.

Tabela 11: Opis elementów panelu sterującego (ciąg dalszy)

Legenda	Nazwa elementu	Opis
7	Dioda LED RUN	Wskaźnik ma następujące stany: • Wł.: Przetwornica pracuje normalnie. • Wył.: Przetwornica została zatrzymana. • Miga: Wskaźnik znajduje się w tym stanie, gdy: -Trwa zatrzymywanie silnika (zwalnianie). -Przetwornica otrzymała polecenie <i>RUN</i>, ale nie otrzymała sygnału częstotliwości.
8	Run	Uruchomienie pracy napędu.
9	REM/LOC	Przełączanie przetwornicy między pracą zdalną i lokalną.
10	Wstecz	Przejdźcie do poprzednio wyświetlanego ekranu lub do poziomu menu powyżej bieżącego menu.
11	Wskaźniki statusu przetwornicy	Odpowiednie diody LED wskazują stan przetwornicy częstotliwości. • [WARN]: Ciągły żółty kolor oznacza ostrzeżenie. • [READY]: Ciągły zielony kolor wskazuje, że przetwornica jest gotowa do pracy. • [FAULT]: Miganie na czerwono oznacza usterkę.

3.5.6 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, należy zdjąć zaślepkę przesuwną w celu upewnienia się, czy osłona zacisków pozostaje zamontowana na przetwornicy częstotliwości, co zapewnia bezpieczną pracę.

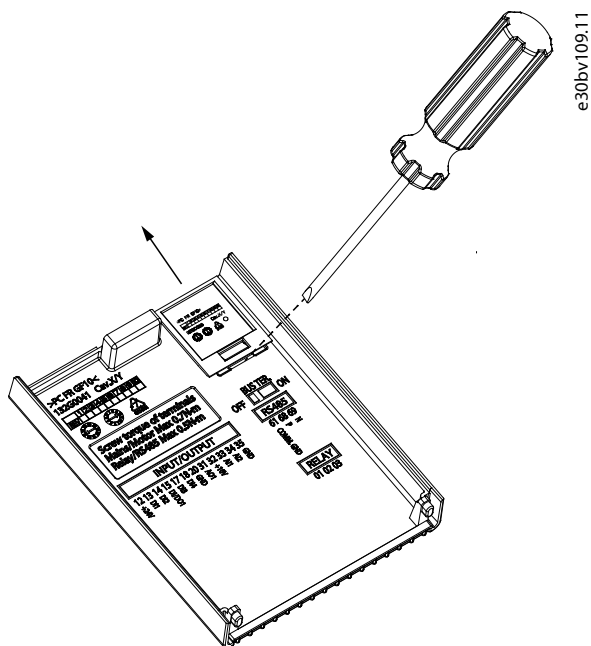


Rysunek 10: Zaślepka przesuwna na osłonie zacisków

1	Zaślepka przesuwna	2	Osłona zacisków
---	--------------------	---	-----------------

Demontaż

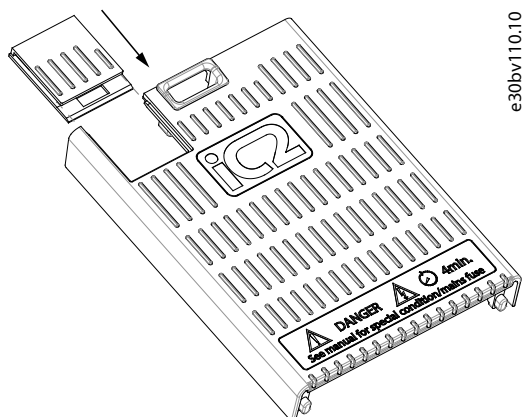
1. Zdjąć osłonę zacisków, używając wkrętaka, patrz [3.5.1 Zaciski sterowania](#).
2. Po wewnętrznej stronie osłony zacisków, za pomocą wkrętaka, wciśnij odpowiednie gniazdo w celu zwolnienia zaślepki przesuwnej i zapewnienia możliwości ich wysunięcia.



Rysunek 11: Demontaż zaślepki przesuwnej

Ponowny montaż

1. Wsuń zaślepkę przesuwaną do osłony zacisków.



Rysunek 12: Montaż zaślepki przesuwnej

3.6 Oprogramowanie aplikacyjne

3.6.1 Omówienie oprogramowania aplikacyjnego iC2-Micro

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

- Funkcje podstawowe
- Sterowniki
- Funkcje ochronne
- Oprogramowanie narzędziowe

3.6.2 Funkcje podstawowe

3.6.2.1 Przegląd podstawowych funkcji

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

3.6.2.2 Obsługa wartości zadanych

Istnieje możliwość dowolnego definiowania wartości zadanych z wielu źródeł, odpowiadających potrzebom w zakresie sterowania aplikacją.

Źródła wartości zadanej to:

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

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

3.6.2.3 Dwa zestawy parametrów

Przetwornica częstotliwości oferuje 2 zestawy parametrów. Każdy zestaw można sparametryzować niezależnie, aby dopasować go do różnych potrzeb aplikacji.

Zestawu parametrów można przełączać podczas pracy, co umożliwia szybką zmianę.

3.6.2.4 Czasy rozpędzania/zatrzymania

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.

3.6.2.5 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.

3.6.2.6 Ograniczenie kierunku obrotów

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

3.6.2.7 Przełącznik faz silnika

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

3.6.2.8 Tryby impulsowania i pracy manewrowej

Przetwornica częstotliwości posiada wstępnie zdefiniowane ustawienia prędkości do wykorzystania podczas uruchomienia, konserwacji lub serwisowania. Praca manewrowa odbywa się z ustawioną prędkością stałą.

3.6.2.9 Obejście częstotliwości zabronionej

Podczas pracy można obejść określone częstotliwości silnika. Funkcja ta pomaga zminimalizować rezonans mechaniczny lub uniknąć jego wystąpienia w maszynie, ograniczając wibracje i hałas systemu.

3.6.2.10 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.

3.6.2.11 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. Funkcja ta jest istotna w aplikacjach wentylatorów i wirówek.

3.6.2.12 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.

3.6.2.13 Podtrzymanie kinetyczne

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

3.6.2.14 Tłumienie rezonansu

Funkcji tłumienia rezonansu pozwala wyeliminować hałas w silniku związany z rezonansem wysokiej częstotliwości. Dostępne jest zarówno automatyczne, jak i ręczne tłumienie częstotliwości rezonansowych.

3.6.2.15 Mechanical Brake Control

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.

3.6.2.16 Sterowniki

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

- Regulację procesu
- Regulację prędkości w pętli otwartej
- Regulację momentu w pętli otwartej

Sterownik procesu

Sterownik 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. Sterownik zapewnia dopasowanie sygnału wyjściowego do wartości zadanej dzięki odpowiedniej kontroli prędkości obrotowej silnika. Źródło wartości zadanej i sygnały sprzężenia zwrotnego są konwertowane i skalowane do sterowanych wartości rzeczywistych.

Sterownik prędkości

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

W trybie pętli otwartej (bez zewnętrznego sygnału sprzężenia zwrotnego prędkości) czujniki zewnętrzne nie są potrzebne. Regulacja prędkości w pętli otwartej ułatwia instalację i uruchomienie oraz eliminuje ryzyko uszkodzenia czujników.

Sterownik momentu

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

3.6.3 Regulacja we/wy 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 za pośrednictwem przetwornicy częstotliwości.

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

3.6.4 Funkcje sterowania silnikiem

3.6.4.1 Przegląd funkcji sterowania silnikiem

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

3.6.4.2 Typy silników

Przetwornica obsługuje standardowo dostępne silniki, takie jak:

- Silniki indukcyjne
- Silniki z magnesami trwałymi

3.6.4.3 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.

3.6.4.4 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

3.6.4.5 Tabliczka znamionowa silnika i katalog

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

3.6.4.6 Automatyczne 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.

3.6.4.7 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

3.6.5.1 Omówienie hamowania obciążenia

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

3.6.5.2 Hamowanie z 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.

3.6.5.3 Kontrola przepięcia (OVC)

Jeśli czas zatrzymania nie jest krytyczny lub jeśli obciążenie zmienia się, do sterowania zatrzymaniem aplikacji używana jest funkcja kontroli przepięcia (OVC). Przetwornica częstotliwości wydłuża czas zwalniania, 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 hamowanie ciągłe.

3.6.5.4 Hamowanie DC

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

3.6.5.5 Hamowanie AC

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

3.6.5.6 Trzymanie stałoprądowe DC

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

3.6.5.7 Podział obciążenia

W niektórych aplikacjach jedną aplikacją sterują jednocześnie co najmniej dwie przetwornice. 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 Zabezpieczenia sieci zasilającej

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

Sieć zasilająca jest monitorowana pod kątem niezrównoważenia napięcia zasilania 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 zasilającej 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 ma postać albo funkcji obliczającej temperaturę silnika na podstawie rzeczywistego obciążenia, albo zewnętrznych czujników temperatury, na przykład PTC.

3.6.6.4 Ochrona zewnętrznych urządzeń podłączonych do przetwornicy

Istnieje 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 przełączania lub zmiany schematu kluczkowania, co skutkuje mniejszymi stratami termicznymi.

3.6.7 Funkcje monitorowania

3.6.7.1 Przegląd funkcji 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.

3.6.7.2 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.

3.6.7.3 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 eksploatacji przetwornicy, godziny pracy, zużycie kWh, liczba załączeń zasilania, przepięcia i przegrzania.

3.6.8 Oprogramowanie narzędziowe

3.6.8.1 Przegląd oprogramowania narzędziowego

Danfoss oferuje zestaw oprogramowania narzędziowego, który został zaprojektowany tak, aby zagwarantować łatwą obsługę i najwyższy poziom personalizacji przetwornic częstotliwości.

API i interfejs urządzeń Danfoss umożliwiają integrację narzędzi z własnymi systemami i procesami biznesowymi. Narzędzia MyDrive® obejmują narzędzia pomocne podczas całego cyklu życia przetwornicy, od etapu projektowania systemu aż po czynności serwisowe. Niektóre z narzędzi są dostępne bezpłatnie, a niektóre wymagają subskrypcji.

Więcej informacji na temat narzędzi MyDrive® można znaleźć w dokumentacji MyDrive.

3.6.8.2 MyDrive® Select

MyDrive® Select to narzędzie do dobierania przetwornic częstotliwości na podstawie obliczonych prądów obciążenia silnika, temperatury otoczenia i ograniczeń prądu. Wyniki doboru są dostępne w formacie graficznym i numerycznym oraz obejmują obliczenia sprawności, strat mocy i prądów obciążenia inwertera. Wynikowa dokumentacja jest dostępna w formacie .pdf lub .xls i może zostać zaimportowana do narzędzia MyDrive® Harmonics w celu oceny zniekształcenia harmonicznego lub zweryfikowania zgodności z najbardziej uznanymi normami i zaleceniami dotyczącymi harmonicznymi.

Narzędzie MyDrive® Select jest dostępne jako narzędzie internetowe na stronie select.mydrive.danfoss.com oraz jako aplikacja na urządzenia mobilne, którą można pobrać ze sklepów z aplikacjami.

3.6.8.3 MyDrive® Harmonics

MyDrive® Harmonics ocenia korzyści z zastosowania różnych rozwiązań ograniczających emisję wyższych harmonicznymi w instalacji i oblicza przewidywane zniekształcenia harmoniczne w systemie. Oceny można dokonać zarówno w przypadku nowych instalacji, jak i w przypadku rozbudowy istniejącej instalacji.

Bezpłatna wersja umożliwia dokonanie szybkiego przeglądu oczekiwanej ogólnej wydajności systemu. Wersja ekspercka MyDrive® Harmonics wymaga subskrypcji, która zawiera więcej funkcji, w tym możliwość zapisywania i udostępniania projektów harmonicznymi, importowania projektów z MyDrive® Select oraz dodawania produktów Danfoss do ograniczania harmonicznymi.

3.6.8.4 MyDrive® ecoSmart™

MyDrive® ecoSmart™ określa sprawność energetyczną używanej przetwornicy oraz klasę sprawności systemu zgodnie z normą IEC 61800-9.

MyDrive® ecoSmart™ wykorzystuje informacje o wybranym silniku, punktach obciążenia i przetwornicy częstotliwości do obliczenia klasy sprawności i wydajności przy obciążeniu częściowym dla przetwornicy częstotliwości Danfoss, zarówno w wersji wolnostojącej (CDM), jak i w wersji z silnikiem (PDS).

Narzędzie MyDrive® ecoSmart™ jest dostępne jako narzędzie internetowe na stronie ecosmart.mydrive.danfoss.com oraz jako aplikacja na urządzenia mobilne.

3.6.8.5 MyDrive® Insight

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

Tworzenie kopii zapasowych, przywracanie systemu z kopii zapasowej i rejestrowanie dziennika danych przy użyciu MyDrive® Insight wymaga karty micro SD jako urządzenia pamięci masowej.

3.7 Funkcje hamowania

3.7.1 Mechaniczny hamulec przytrzymujący

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

UWAGA

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

- Uwzględnić obwód rezerwowy dla sterowania hamulcem w całej instalacji.

3.7.2 Hamowanie dynamiczne

Hamowanie dynamiczne uzyskuje się poprzez:

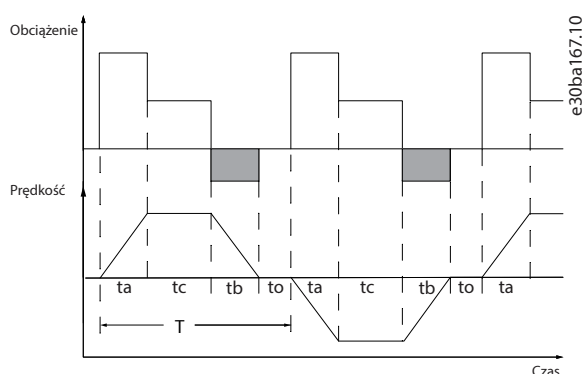
- Rezystor hamujący: Hamulec IGBT utrzymuje napięcia poniżej określonej wartości progowej poprzez skierowanie energii hamowania z silnika do podłączonego rezystora hamowania (*parametr P 3.2.1 Aktywacja czoppera hamulca = [1] Aktywuj*). Wspomnianą wyżej wartość progową dla $3 \times 380-480$ V zakresie 70 V można ustawić w *parametrze P 3.2.2 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 P 3.2.1 Aktywacja czoppera hamulca = [1] Aktywuj*).
- Hamowanie DC: Nadmodulowany prąd stały dodany do prądu zmiennego działa jak hamulec wirowodowy (*parametr P 5.7.3 Czas hamowania DC $\neq 0$ 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 przenoszonej do rezystora podczas każdego hamowania jest nieznana, istnieje możliwość obliczenia średniej wartości mocy na podstawie czasu cyklu i czasu hamowania. Przerywany cykl pracy rezystora jest wskaźnikiem cyklu pracy, w którym rezystor jest aktywny. Typowy cykl hamowania przedstawiony jest w .



Rysunek 13: Typowy cykl hamowania

Przerywany cykl pracy rezystora jest obliczany w następujący sposób:

$$\text{Cykl pracy} = t_b / T$$

t_b oznacza czas hamowania w sekundach.

T = czas cyklu w sekundach.

Tabela 12: Hamowanie przy wysokim poziomie momentu przeciążenia

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.

UWAGA

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:

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

gdzie

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

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

Tabela 13: Próg rezystancji hamowania

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

Wartość progową można ustawić w **parametrze P 3.2.2 Redukcja napięcia czoppera hamulca**, w zakresie 70 V.

UWAGA

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.

UWAGA

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 ($M_{ham(100\%)}$) wynoszącym 150%.

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

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

η_{LT} wynosi zazwyczaj 0,97.

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

$$480V: R_{rec} = \frac{396349}{P_{motor}} [\Omega] \text{ dla przetwornic } \leq 7,5 \text{ kW (10 KM) mocy na wale.}$$

$$480V: R_{rec} = \frac{397903}{P_{motor}} [\Omega] \text{ dla przetwornic 11-22 kW (15-30 KM) jako moc na wale.}$$

UWAGA

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} .

UWAGA

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.

UWAGA

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

3.7.3.4 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 P 3.3.3 Ograniczenie mocy rezystora hamowania**.



OSTRZEŻENIE

Monitorowanie mocy hamowania nie jest funkcją bezpieczeństwa. Aby uniknąć przekroczenia 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 P 2.3.1 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.

UWAGA

OVC może zostać aktywowana podczas pracy silnika z magnesami trwałymi (gdy **parametr P 4.2.1.1 Typ silnika** będzie ustawiony na [1] PM, **Silnik PM z magnesami na powierzchni wirnika**).

4 Specyfikacja techniczna

4.1 Dane elektryczne

4.1.1 Zasilanie 1x100–120 V AC

Tabela 14: Zasilanie 1x100–120 V AC

Normalne przeciążenie 150% przez 1 minutę		
Przetwornica częstotliwości	02A4	04A8
Typowa moc na wale [kW]	0,37	1,1
Typowa moc na wale [KM]	0,5	1,5
Rozmiar obudowy	MA01c	MA02c
Prąd wyjściowy		
Ciągły (3 × 200-240 V AC) [A]	2,4	4,8
Przerywany (3 × 200-240 V AC) [A]	3,6	7,2
Maksymalny rozmiar kabla		
(Zasilanie, silnik) [mm ² /AWG]	4/10	
Maksymalny prąd wejściowy		
Ciągły (1x100–120 V) [A]	11,6	25,6
Przerywany (1x100–120 V) [A]	17,4	38,4
Typ filtra EMC	C4	
Środowisko		
Straty mocy [W] ⁽¹⁾	18	24
Sprawność [%] ⁽¹⁾	97,4	98,2

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 1 × 200-240 V AC

Tabela 15: 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
Rozmiar obudowy	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				

Tabela 15: Zasilanie 1 × 200-240 V AC (ciąg dalszy)

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
Typ filtra EMC	C1/C4			
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.

4.1.3 Zasilanie 3x200–240 V AC

Tabela 16: Zasilanie 3x200–240 V AC

Normalne przeciążenie 150% przez 1 minutę								
Przetwornica częstotliwości	02A4	04A2	07A8	11A0	15A2	24A2	31A0	46A2
Typowa moc na wale [kW]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11
Typowa moc na wale [KM]	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	10	15
Rozmiar obudowy	MA01a	MA01a	MA02a	MA03a	MA03a	MA04a	MA04a	MA05a
Prąd wyjściowy								
Ciągły (3 × 200-240 V AC) [A]	2,4	4,2	7,8	11	15,2	24,2	31	46,2
Przerywany (3 × 200-240 V AC) [A]	3,6	6,3	11,7	16,5	22,8	36,3	46,5	69,3
Maksymalny rozmiar kabla								
(Zasilanie, silnik) [mm ² /AWG]	4/10					16/6		
Maksymalny prąd wejściowy								
Ciągły (3 × 200-240 V) [A]	3,8	6,7	12,5	17,7	24,3	33,0	42,0	42,0
Przerywany (3 × 200-240 V) [A]	5,7	8,3	18,8	26,6	35,3	49,5	63,0	63,0
Typ filtra EMC	C4							
Środowisko								
Straty mocy [W] ⁽¹⁾	21	36	53	80	92	162	228	385
Sprawność [%] ⁽¹⁾	97,3	97,4	97,9	97,7	97,5	97,7	97,6	97,3

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.

4.1.4 Zasilanie 3 × 380-480 V AC

Tabela 17: 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
Rozmiar obudowy	MA01a	MA01a	MA01a	MA02a	MA02a	MA02a

Tabela 17: Zasilanie 3 × 380-480 V AC, MA01a-MA02a (ciąg dalszy)

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) [mm²/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
Typ filtra EMC	C2/C4					
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.

Tabela 18: Zasilanie 3 × 380-480 V AC, MA03a-MA05a

Normalne przeciążenie 150% przez 1 minutę						
Przetwornica częstotliwości	12A0	15A5	23A0	31A0	37A0	43A0
Typowa moc na wale [kW]	5,5	7,5	11	15	18,5	22
Typowa moc na wale [KM]	7,5	10	15	20	25	30
Rozmiar obudowy	MA03a	MA03a	MA04a	MA04a	MA05a	MA05a
Prąd wyjściowy						
Ciągły (3 × 380-440 V) [A]	12	15,5	23	31	37	43
Przerywany (3 × 380-440 V) [A]	18	23,5	34,5	46,5	55,5	64,5
Ciągły (3 × 440-480 V) [A]	11	14	21	27	34	40
Przerywany (3 × 440-480 V) [A]	16,5	21,3	31,5	40,5	51	60
Maksymalny rozmiar kabla						
(Zasilanie, silnik) [mm²/AWG]	4/10		16/6			
Maksymalny prąd wejściowy						
Ciągły (3 × 380-440 V) [A]	19,2	24,8	33	42	34,7	41,2
Przerywany (3 × 380-440 V) [A]	27,4	36,3	47,5	60	49	57,6
Ciągły (3 × 440-480 V) [A]	16,6	21,4	29	36	31,5	37,5
Przerywany (3 × 440-480 V) [A]	23,6	30,1	41	52	44	53
Typ filtra EMC	C2/C4					

Tabela 18: Zasilanie 3 × 380-480 V AC, MA03a-MA05a (ciąg dalszy)

Środowisko						
Straty mocy [W] ⁽¹⁾	104	127	213	285	358	466
Sprawność [%] ⁽¹⁾	98,3	98,4	98,2	98,3	98,2	98

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 19: Zasilanie

Funkcja	Dane
Napięcie zasilania	1 × 100-120 V AC ±10%, -15% przy obniżonym momencie obrotowym, w zależności od typu silnika.
	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.
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 20: Wyjście silnikowe z przetwornicy (U, V, W)

Funkcja	Dane
Napięcie wyjściowe	0-100% napięcia zasilania
Częstotliwość wyjściowa ⁽¹⁾	Silnik indukcyjny • 0-200 Hz (tryb VVC+) • 0-500 Hz (tryb U/f) Silnik PM • 0-400 Hz (tryb VVC+)
Rozdzielczość częstotliwości	0,001 Hz
Przełączanie na wyjściu	±0,003 Hz

1) Uzależniona jest od napięcia, prądu i trybu sterowania.

4.2.4 Charakterystyka momentu

Tabela 21: 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

4.2.5.1 Przegląd we/wy sterowania

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

Standardowa konfiguracja dla iC2-Micro wygląda następująco:

- 4 wejścia cyfrowe.
- 1 cyfrowe we/wy (wybór wejścia lub wyjścia cyfrowego).
- 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.

4.2.5.2 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 22: 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	0: < 5 V DC 1: > 11 V DC
	NPN	0: > 19 V DC 1: < 13 V DC
	Maksymalne dopuszczalne napięcie	28 V DC
	Rezystancja wejściowa	Około 4 kΩ
Wejście termistora	PTC ⁽³⁾	Zgodnie z normą DIN 44081/DIN 44082
Wejście impulsowe	Zakres częstotliwości impulsowej	1 Hz – 32 kHz
	Minimalny cykl pracy	40%
	Dokładność	1% pełnego zakresu

1) T15 można 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.

4.2.5.3 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 23: 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.

4.2.5.4 Wejście analogowe

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

Tabela 24: Wejście analogowe

Funkcja	Dane
Numer zacisku	T33 i T34
Tryb wejścia	Prąd lub napięcie ⁽¹⁾
Tryb napięciowy	- Zakres napięcia: 0-10 V (skalowalne) - Impedancja wejścia: 10 kΩ - Napięcie maksymalne: +20 V/-12 V
Tryb prądowy	- 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.

4.2.5.5 Wyjście analogowe

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

Tabela 25: 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

4.2.5.6 Relay Output

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

Tabela 26: Relay Output

Funkcja	Dane
Numer zacisku	01, 02, i 03
Konfiguracja przełącznika	SPDT (NO/NC)
Maksymalne obciążenie zacisku (AC-1): Obciążenie rezystancyjne	250 V AC, 2 A
Maksymalne obciążenie zacisku (AC-15): Obciążenie indukcyjne przy $\cos\varphi = 0,4$	250 V AC, 0,2 A
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	24 V DC, 10 mA 24 V AC, 20 mA

4.2.5.7 Napięcia pomocnicze

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

Tabela 27: 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 28: 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 *iC2-MicroPrzewodniku programowania aplikacji*.

4.2.7 Warunki otoczenia

4.2.7.1 Przegląd warunków otoczenia

iC2-Micro 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 [4.2.7.2 Warunki otoczenia podczas przechowywania](#))
- Transportowania (patrz [4.2.7.3 Warunki otoczenia podczas transportowania](#))
- Obsługi (patrz [4.2.7.4 Warunki otoczenia podczas pracy](#))

4.2.7.2 Warunki otoczenia podczas przechowywania

Tabela 29: 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
Substancje aktywne chemicznie	1C2
Cząstki stałe (wyłącznie cząstki/pył o charakterze nieprzewodzącym)	1S11

Tabela 29: Warunki otoczenia podczas przechowywania (ciąg dalszy)

Funkcja	Dane
Drgania	1M11
Udary	1M11
Otoczenie biologiczne	1B1

4.2.7.3 Warunki otoczenia podczas transportowania

Tabela 30: 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

4.2.7.4 Warunki otoczenia podczas pracy

Tabela 31: Warunki otoczenia podczas pracy

Funkcja	Dane
Temperatura otoczenia	od -20°C do 55°C (od -4°F do 131°F) i od -10°C do 50°C (od 14°F do 131°F) bez obniżania wartości znamionowych
Warunki klimatyczne	3K22, maks. 95% bez kondensacji ¹⁾
Substancje aktywne chemicznie	C4
Cząstki stałe (cząstki/pył o charakterze nieprzewodzącym)	3S6
Drgania	3M11
Udary	3M11
Otoczenie biologiczne	3B1
Maksymalna wysokość nad poziomem morza	Bez obniżania wartości znamionowych: 1000 m (3280 ft) Z obniżaniem wartości znamionowych: 1000 m (3280 ft) do 4000 m (13123 ft), obniżyć wartość prądu wyjściowego o 1% na każde 100 m (328 ft). W odniesieniu do zgodności z normą IEC 61800-5-1 domyślna maksymalna wysokość wynosi 2000 m (6562 ft). Jeśli miejsce instalacji znajduje się na wysokości od 2000 m (6562 ft) do 4000 m (13123 ft), należy skontaktować się z firmą w Danfoss celu uzyskania dalszych informacji.

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 .

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 32: Bezpieczniki i wyłączniki

iC2-Micro	Wariant bez szafy sterującej					Wariant wraz z szafą sterującą			
	Bezpieczniki zgodne z UL				Bez- piecz- niki CE	Wyłącznik UL	Wyłącznik CE	Rozmiar testowej szafy sterującej. [wysokość × szero- kość × głębokość] [mm (cale)]	Mini- malna po- jemność szafy ste- rującej [L]
kW (KM)	RK1	T	J	CC	gG	Maksymalny poziom wy- łączenia awa- ryjnego ABB MS165	Maksymalny poziom wy- łączenia awaryjnego Eaton		
Standardowy prąd zwar- ciowy SCCR	5 kA	5 kA			5 kA	5 kA	5 kA		
Maksymalny prąd zwar- ciowy SCCR	–	100 kA			–	65 kA ⁽¹⁾	–		
1 x 100-120 V AC									
0,37 (0,5)	25 A				25 A	25 A	PKZM4-25	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,1 (1,5)	35 A				50 A	42 A	PKZM4-50		
1 x 200-240 V AC									
0,37-0,75 (0,5-1,0)	25 A				25 A	25 A	PKZM4-25	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,5 (2,0)	35 A				35 A	32 A	PKZM4-32		
2,2 (3,0)	40 A				50 A	42 A	PKZM4-50		
3 x 200-240 V AC									
0,37-0,75 (0,5-1,0)	15 A				16 A	16 A	PKZM0-16	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,5 (2,0)	30 A				32 A	32 A	PKZM4-32		
2,2-3,7 (3,0-5,0)	40 A				40 A	42 A	PKZM4-40		
5,5-7,5 (7,5-10)	60 A				63 A	65 A	PKZM4-63	800 x 400 x 300 (31,5 × 15,7 × 11,8)	96
11 (15)	60 A				80 A	80 A	NZMN1-A80		
3 x 380-480 V									
0,37-1,5 (0,5-2,0)	15 A				16 A	16 A	PKZM0-16	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
2,2-4,0 (3,0-5,5)	30 A				40 A	32 A	PKZM4-32		
5,5-7,5 (7,5-10)	40 A				40 A	42 A	PKZM4-40		

Tabela 32: Bezpieczniki i wyłączniki (ciąg dalszy)

11-15 (15-20)	60 A	63 A	65 A	PKZM4-63	800 x 400 x 300 (31,5 x 15,7 x 11,8)	96
18,5-22 (25-30)	60 A	80 A	80 A	NZMN1-A80		

1) Moce znamionowe iC2-Micro do 15 kW (20 KM) wynoszą 65 kA przy zabezpieczeniu przez CMC typu E, 18,5 kW (25 KM) i 22 kW (30 KM) wynoszą 50 kA przy zabezpieczeniu przez CMC typu E.

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.

UWAGA

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

Tabela 33: Rozmiary przewodów silnopiędowych

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

Tabela 33: Rozmiary przewodów silnoprądowych (ciąg dalszy)

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 × 200-240 V i 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 34: Typowe wartości pomiaru

Rozmiar obudowy	Pełna prędkość wentylatora [dBA]
MA01c	–
MA02c	45,9
MA01a	39,8
MA02a	54,1
MA03a	59,5
MA04a	63,8
MA05a	68,7

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

4.6.1 Przegląd poziomów zgodności EMC

Przetwornice zostały zaprojektowane i przetestowane pod kątem zgodności z odpowiednimi normami EMC. Poziom wydajności 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.

UWAGA

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.

4.6.2 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. Objasnienia 4 kategorii oraz wymagania dla emisji przewodzonych w napięciu zasilania przedstawiono w .

Tabela 35: 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.

UWAGA

Jeśli przetwornica jest podłączona do publicznej sieci zasilającej bez zainstalowanych zewnętrznych dławików, może nie spełniać wymogów dotyczących emisji harmoniczných zgodnie z normami IEC/EN 61000-3-2 i IEC/EN 61000-3-12.

4.6.3 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. Szczegółowe informacje zawiera .

Tabela 36: 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}

Tabela 36: Odporność EMC (ciąg dalszy)

Norma produktowa	61800-3				
Test	ESD	Odporność na promieniowanie	Szybkie zakłócenia impulsowe	Impulsowe zakłócenia udarowe	Odporność przewodzona
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: Wylądowanie 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

- 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 37: 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 38: Maksymalna długość kabli silnika

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

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 spełniają wymagania normy IEC 60034-25 dotyczącej silników sterowanych za pośrednictwem przetwornic częstotliwości. iC2-Micro 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 39: Dane dU/dt dla iC2-Micro

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	0,37 (0,5)	5 (16,4)	1 × 120	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,37 (0,5)	50 (164)	1 × 120	0,286	0,618	1,73
MA01c	0,75 (1,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,75 (1,0)	50 (164)	1 × 240	0,286	0,618	1,73
MA02c	1,1 (1,5)	5 (16,4)	1 × 120	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,1 (1,5)	50 (164)	1 × 120	0,31	0,622	1,62
MA02c	1,5 (2,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,5 (2,0)	50 (164)	1 × 240	0,31	0,622	1,62
MA01a	0,75 (1,0)	5 (16,4)	3 × 240	0,092	0,458	3,96
MA01a	0,75 (1,0)	50 (164)	3 × 240	0,296	0,616	1,66
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 × 400	0,132	0,732	4,46
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 × 400	0,389	1,056	2,18
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 × 480	0,143	0,848	4,76
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 × 480	0,417	1,232	2,36
MA02a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 × 240	0,09	0,52	4,69
MA02a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 × 240	0,23	0,56	1,95
MA02a	2,2 (3,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,078	0,562	5,71
MA02a	2,2 (3,0)	50 (164)	1 × 240	0,214	0,614	2,29
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3 × 400	0,136	0,752	4,47
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3 × 400	0,254	1,048	3,30
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3 × 480	0,149	0,896	4,85
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3 × 480	0,305	1,232	3,23
MA03a	3,7 (5,0)	5 (16,4)	3 × 240	0,078	0,529	5,46
MA03a	3,7 (5,0)	50 (164)	3 × 240	0,228	0,636	2,23
MA03a	7,5 (10)	5 (16,4)	3 × 400	0,098	0,804	6,08
MA03a	7,5 (10)	50 (164)	3 × 400	0,288	1,02	2,83
MA03a	7,5 (10)	5 (16,4)	3 × 480	0,112	0,926	6,02
MA03a	7,5 (10)	50 (164)	3 × 480	0,304	1,22	3,23

Tabela 39: Dane dU/dt dla iC2-Micro (ciąg dalszy)

Rozmiar obudowy	Moc [kW (KM)]	Długość kabla [m (stopy)]	Napięcie zasilania [V]	Czas narastania [μ sek.]	U_{SZCZYT} [kV]	dU/dt [kV/ μ sek.]
MA04a	7,5 (10)	5 (16,4)	3 × 240	0,116	0,5	3,47
MA04a	7,5 (10)	50 (164)	3 × 240	0,288	0,574	1,60
MA04a	15 (20)	5 (16,4)	3 × 400	0,144	0,71	3,96
MA04a	15 (20)	50 (164)	3 × 400	0,28	1,0	2,88
MA04a	15 (20)	5 (16,4)	3 × 480	0,172	0,794	3,71
MA04a	15 (20)	50 (164)	3 × 480	0,298	1,19	3,20
MA05a	11 (15)	5 (16,4)	3 × 240	0,078	0,407	4,14
MA05a	11 (15)	50 (164)	3 × 240	0,492	0,59	0,96
MA05a	22 (30)	5 (16,4)	3 × 400	0,108	0,66	4,89
MA05a	22 (30)	50 (164)	3 × 400	0,404	1,02	2,02
MA05a	22 (30)	5 (16,4)	3 × 480	0,148	0,78	4,26
MA05a	22 (30)	50 (164)	3 × 480	0,404	1,19	2,36

4.9 Obniżanie wartości znamionowych

4.9.1 Przegląd obniżania wartości znamionowych

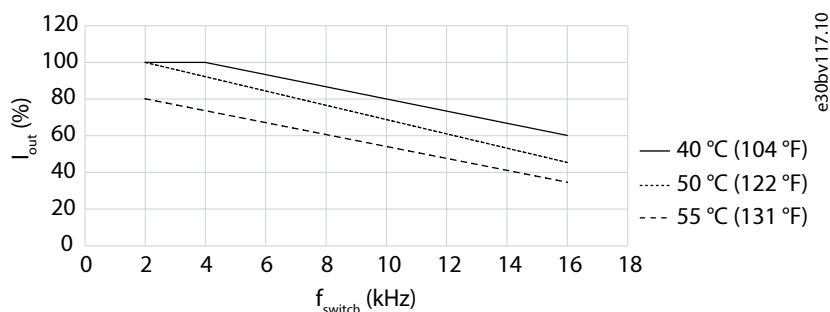
W przypadku gdy przetwornica narażona jest na występowanie szczególnych warunków, w takiej sytuacji należy rozważyć obniżenie wartości znamionowych. Obniżanie wartości znamionowych przetwornicy obejmuje:

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

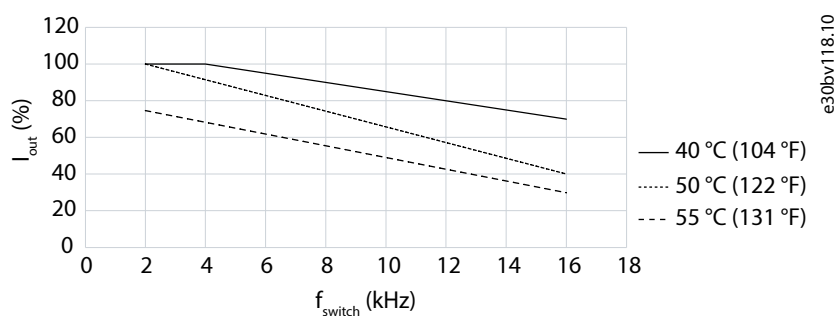
4.9.2 Ręczne obniżanie wartości znamionowych

Ręczne obniżenie wartości znamionowych należy rozważyć w przypadku:

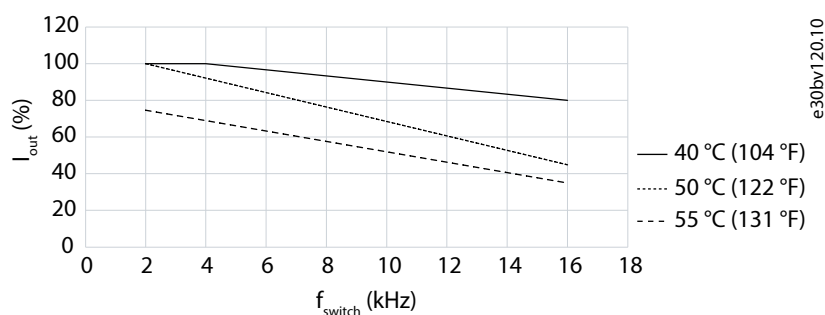
- Ciśnienie atmosferyczne — w przypadku instalacji znajdujących się wysokościach powyżej 1000 m (3281 stóp) n.p.m.
- Prędkość obrotowa silnika — przy pracy ciągłej z niską prędkością obrotową w zastosowaniach o stałym momencie obrotowym.
- Temperatura otoczenia — powyżej 40°C (104°F), aby zapoznać się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



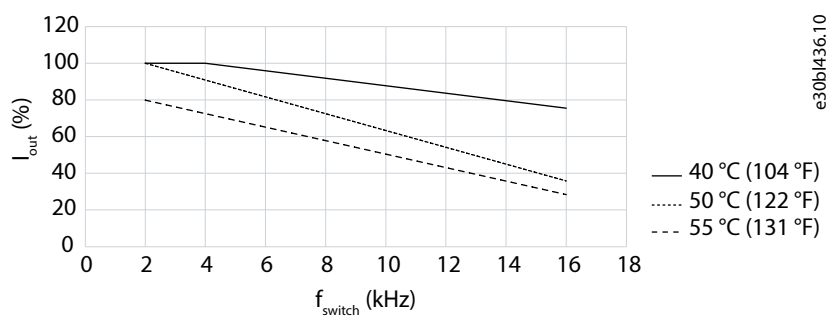
Rysunek 14: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA01c 1 × 100-120 V AC i 1 × 200-240 V AC)



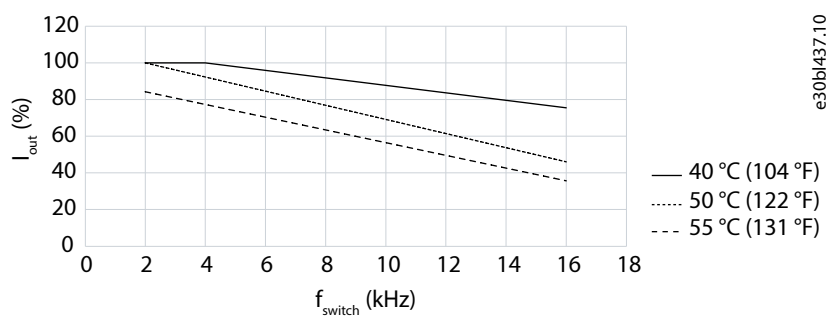
Rysunek 15: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA02c 1 x 100-120 V AC i 1 x 200-240 V AC)



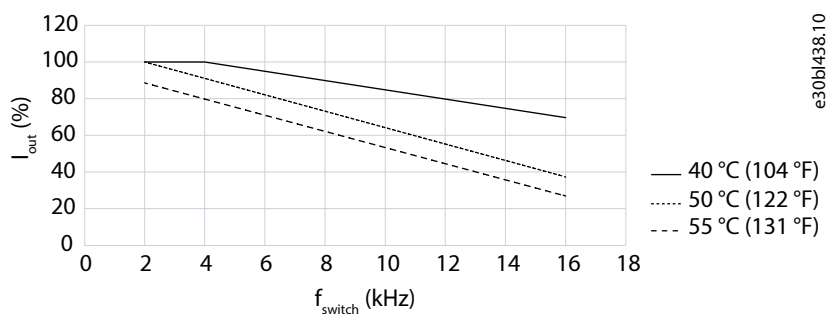
Rysunek 16: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA02a 1 x 200-240 V AC)



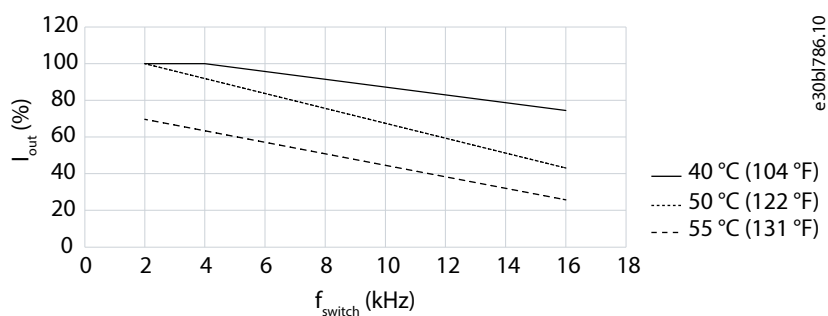
Rysunek 17: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA01a 3 x 200-240 V AC)



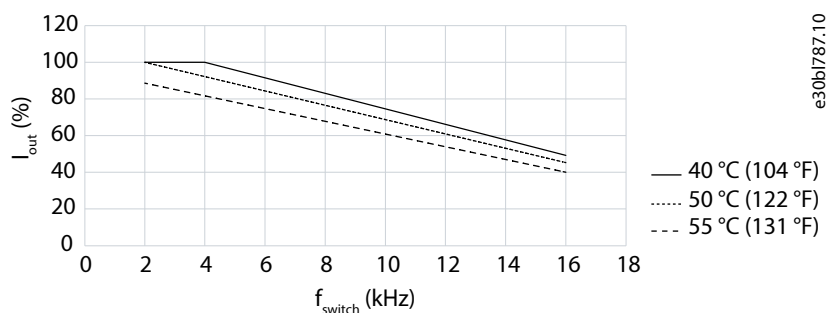
Rysunek 18: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA02a 3 x 200-240 V AC)



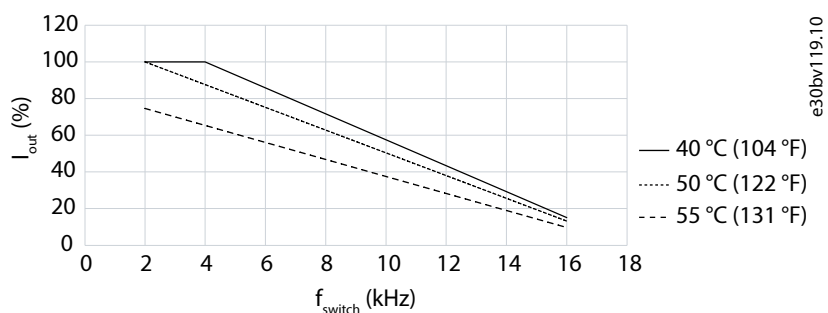
Rysunek 19: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA03a 3 x 200-240 V AC)



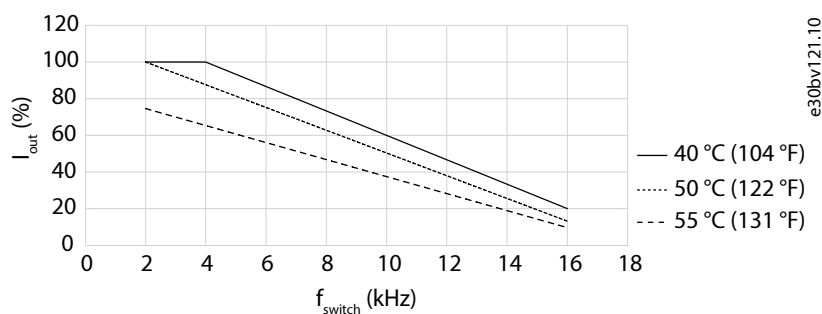
Rysunek 20: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA04a 3 x 200-240 V AC)



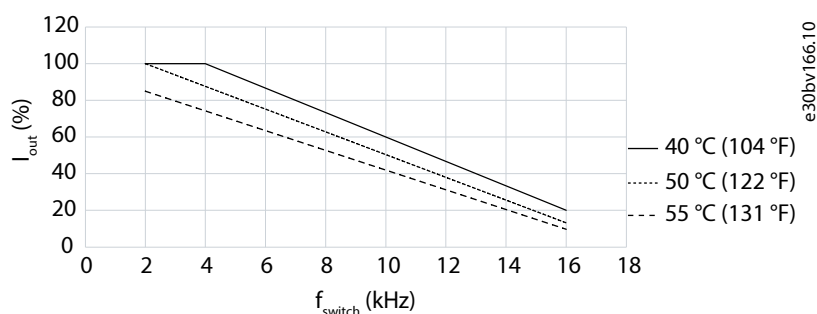
Rysunek 21: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA05a 3 x 200-240 V AC)



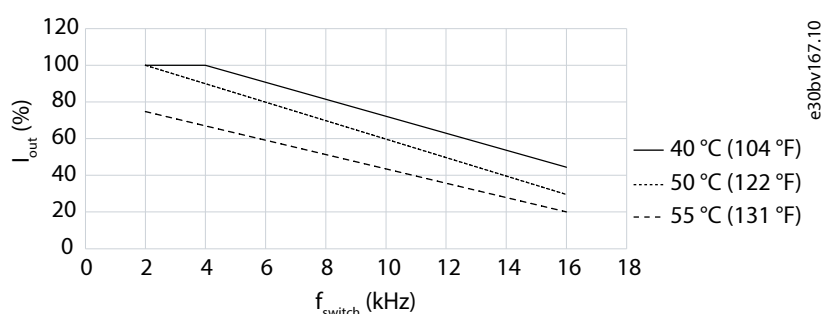
Rysunek 22: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA01a 3 x 380-480 V AC)



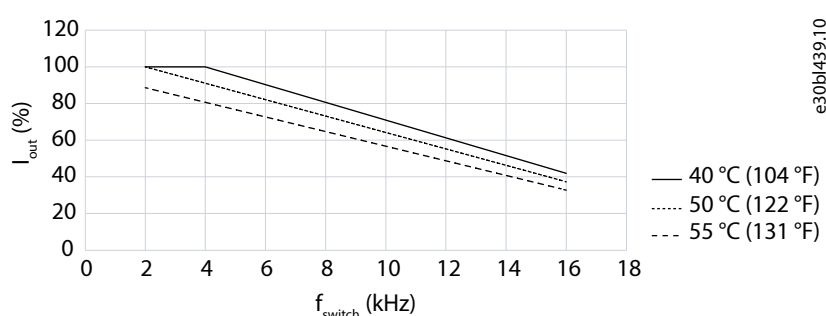
Rysunek 23: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA02a 3 x 380-480 V AC)



Rysunek 24: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA03a 3 x 380-480 V AC)



Rysunek 25: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA04a 3 x 380-480 V AC)



Rysunek 26: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA05a 3 x 380-480 V AC)

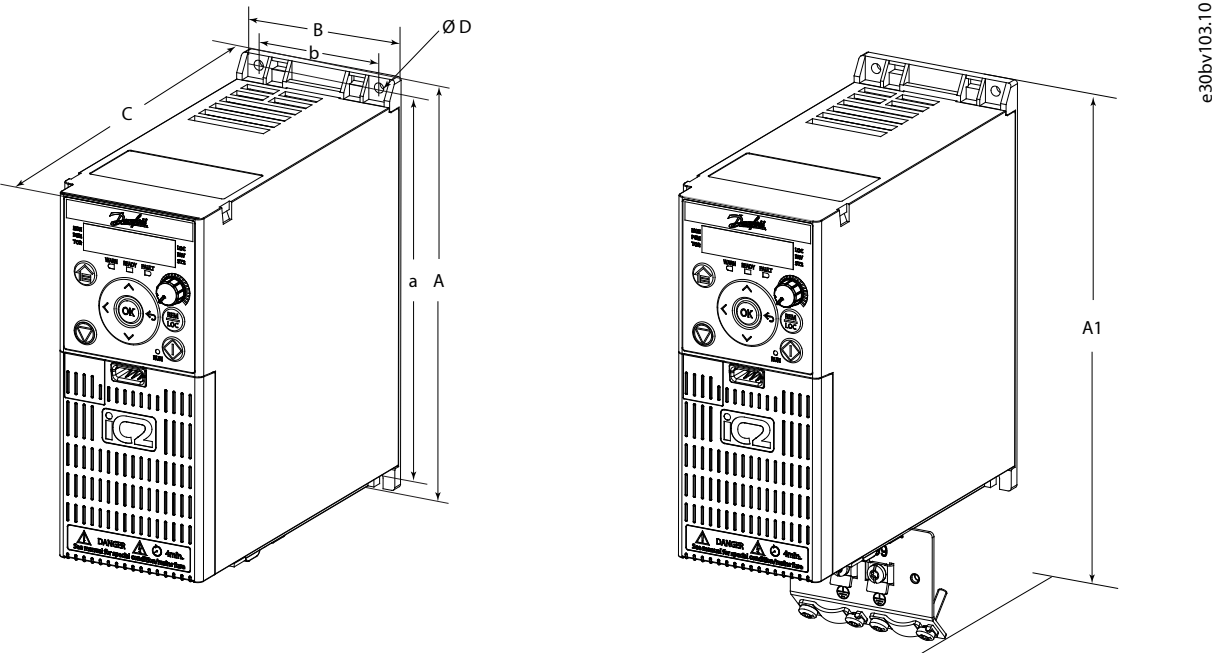
4.9.3 Automatyczne obniżanie wartości znamionowych

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

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

5 Wymiary zewnętrzne

5.1 Rozmiary i wymiary obudowy IP20/Open Type



Rysunek 27: Rozmiary i wymiary obudowy IP20/Open Type

Tabela 40: Rozmiary i wymiary obudowy IP20/Open Type

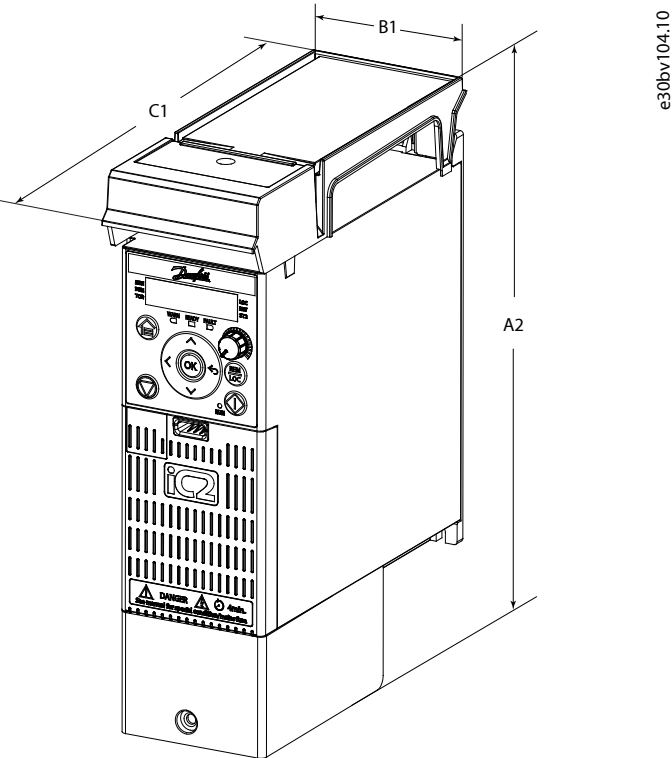
Obudowa	Wysokość [mm (cale)]			Szerokość [mm (cale)]		Głębokość [mm (cale)] ⁽¹⁾	Otwory montażowe [mm (cale)]	Maksymalna masa [kg (lb)] ⁽²⁾
	A	A1 ⁽³⁾	a	B	b			
MA01c	150 (5,9)	216 (8,5)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	143 (5,6)	4,5 (0,18)	1,0 (2,4)
MA02c	176 (6,9)	232,2 (9,1)	150,5 (5,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	157 (6,2)	4,5 (0,18)	1,3 (2,9)
MA01a	150 (5,9)	202,5 (8,0)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	158 (6,2)	4,5 (0,18)	1,1 (2,4)
MA02a	186 (7,3)	240 (9,4)	176,4 (6,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	175 (6,9)	4,5 (0,18)	1,6 (3,5)
MA03a	238,5 (9,4)	291 (11,5)	226 (8,9)	90 (3,5)	69 (2,7)	200 (7,9)	5,5 (0,22)	3,0 (6,6)
MA04a	292 (11,5)	365,5 (14,4)	272,4 (10,7)	125 (4,9)	97 (3,8)	244,5 (9,6)	7,0 (0,28)	6,0 (13,2)
MA05a	335 (13,2)	396,5 (15,6)	315 (12,4)	165 (6,5)	140 (5,5)	248 (9,8)	7,0 (0,28)	9,5 (20,9)

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

2) Bez płyty odsprężającej.

3) Wraz z płytką odsprężającą.

5.2 Rozmiary i wymiary obudowy IP21/UL typ 1

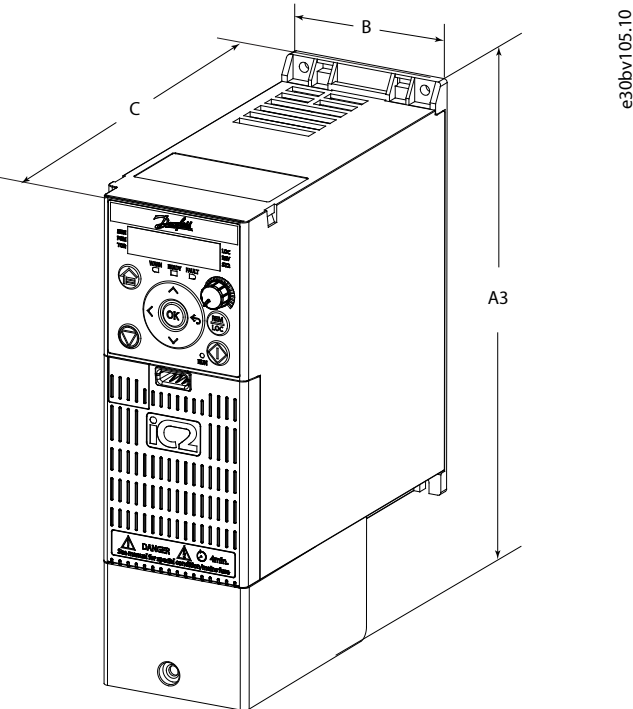


Rysunek 28: Rozmiary i wymiary obudowy IP21/UL typ 1

Tabela 41: Rozmiary i wymiary obudowy IP21/UL typ 1

Obudowa	Wysokość [mm (cale)]	Szerokość osłony górnej [mm (cale)]	Głębokość [mm (cale)]
	A2	B1	C1
MA01c	242,2 (9,5)	81,5 (3,2)	153,5 (6,0)
MA02c	257 (10,1)	92,4 (3,6)	165 (6,5)
MA01a	220,2 (8,7)	73,2 (2,9)	166,5 (6,6)
MA02a	255 (10,0)	78 (3,0)	184 (7,2)
MA03a	298 (11,7)	98 (3,9)	210 (8,3)

5.3 Rozmiary i wymiary obudowy NEMA 1



Rysunek 29: Rozmiary i wymiary obudowy NEMA 1

Tabela 42: Rozmiary i wymiary obudowy NEMA 1

Obudowa	Wysokość [mm (cale)]	Szerokość [mm (cale)]	Głębokość [mm (cale)]
	A3	B	C
MA01c	206,2 (8,1)	70 (2,8)	143 (5,6)
MA02c	221 (8,7)	75 (3,0)	157 (6,2)
MA01a	195 (7,7)	70 (2,8)	158 (6,2)
MA02a	231 (9,1)	75 (3,0)	175 (6,9)
MA03a	283 (11,1)	90 (3,5)	200 (7,9)
MA04a	352,5 (13,9)	125 (4,9)	244,5 (9,6)
MA05a	392 (15,4)	165 (6,5)	248 (9,8)

1) 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

6.2.1 Przegląd etykiet produktu

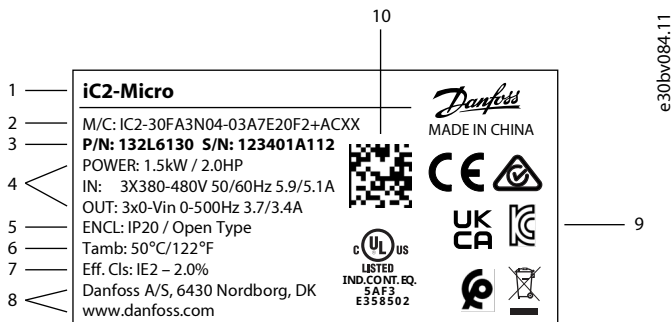
Przetwornica wraz z całym zestawem posiada tabliczki znamionowe zawierające informacje wymagane ze względów prawnych lub regulacyjnych, a także unikalne dane identyfikujące każdy z podzespołów oraz pozostałe istotne informacje.

6.2.2 Etykiety produktu na przetwornicach częstotliwości

Etykieta produktu znajdująca się na przetwornicy zawiera informacje umożliwiające identyfikację produktu oraz informacje prawne i regulacyjne. Patrz w celu sprawdzenia rozmieszczenia etykiet na przetwornicy.

Tabela 43: Rozmieszczenie etykiet

Rozmiar obudowy	Umieszczenie etykiety
MA01c–MA02c	Z boku przetwornicy.
MA01a–MA05a	Na górze przetwornicy.



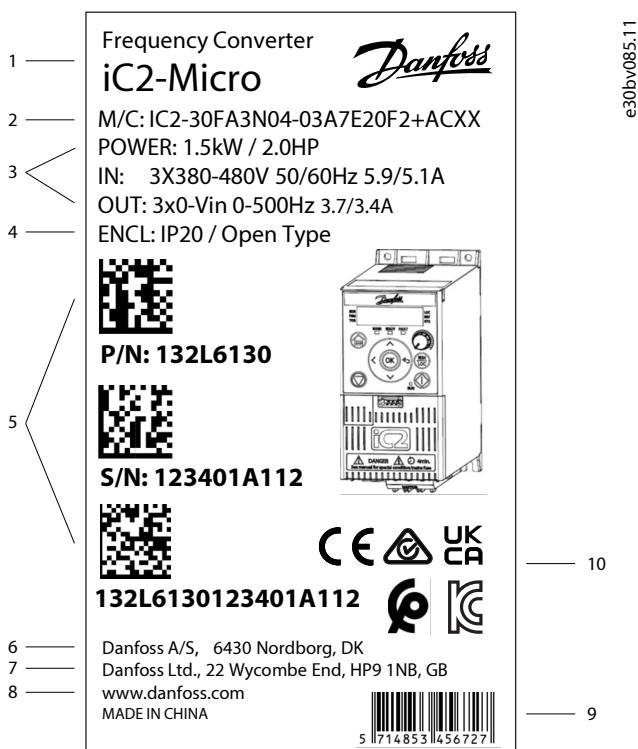
Rysunek 30: Przykładowa etykieta produktu

- Nazwa produktu
- Kod modelu: M/C zawiera 27 znaków składających się na kodu modelu.
- P/N i S/N
 - P/N jest numerem kodu danego produktu.
 - S/N zawiera numer seryjny.

- 4 Moc znamionowa:
 - 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).
- 5 Obudowa: Określa klasę ochrony przetwornicy częstotliwości zarówno jako klasę ochrony IP, jak i klasę zgodności z UL.
- 6 Temperatura otoczenia: Określa zakres temperatur otoczenia bez konieczności obniżania wartości znamionowych.
- 7 Klasa sprawności: Klasa sprawności zgodna z dyrektywą ErP. Wartość podana dla punktu 90% częstotliwości/100% prądu roboczego.
- 8 Nazwa firmy, adres i witryna internetowa.
- 9 Ostrzeżenia i informacje dotyczące zgodności.
- 10 Kod 2D: Kod 2D zawiera informacje dotyczące przetwornicy i można go odczytać za pomocą urządzeń przenośnych. Kod ten obejmuje:
 - P/N: Numer kodu.
 - S/N: Numer seryjny.

6.2.3 Etykiety opakowania

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



Rysunek 31: Przykład etykiety opakowania

- 1 Nazwa produktu
- 2 Kod modelu: M/C zawiera 27 znaków składających się na kodu modelu.

- 3 Moc znamionowa:
 - 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).
- 4 Obudowa: Określa klasę ochrony przetwornicy częstotliwości zarówno jako klasę ochrony IP, jak i klasę zgodności z UL.
- 5 Kod 2D zawierający informacje dotyczące zamówienia.
- 6 Nazwa firmy, adres.
- 7 Adres UKAC.
- 8 Witryna internetowa firmy.
- 9 Kod kreskowy dla europejskiego kodu towarowego (EAN).
- 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.



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.

Należy go przekazać do odpowiedniego punktu odbioru sprzętu elektrycznego i elektronicznego w celu dokonania recyklingu.

- 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 przetwornicy częstotliwości wyposażonych w zaciski DC. W celu przeprowadzania konserwacji i ponownego formowania kondensatora obwodu pośredniego DC, patrz .

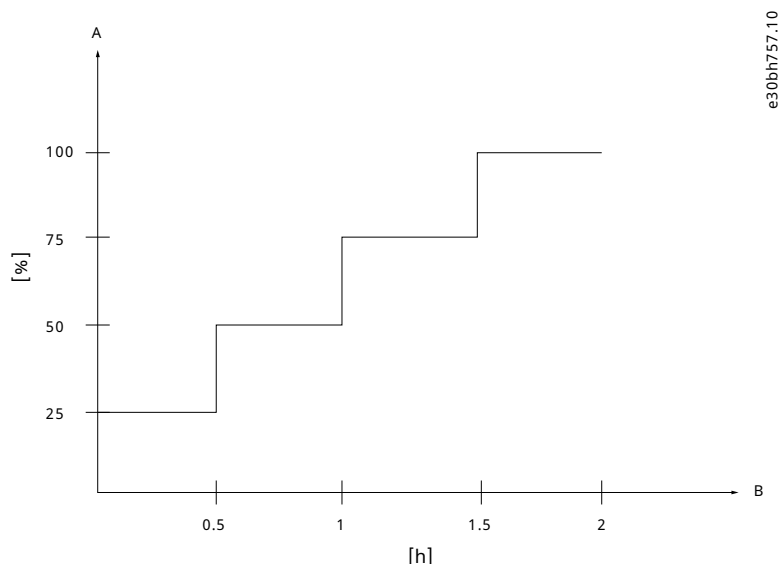
W przypadku ponownego formowania kondensatorów:

- 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 44: 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	Podłączyć 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 .



Rysunek 32: Procedura ponownego formowania kondensatorów DC

A	Napięcie ponownego formowania (procent napięcia znamionowego)	B	Godziny
----------	---	----------	---------

Tabela 45: Wartość narastania napięcia magistrali DC

Napięcie wejściowe AC	Napięcie w obwodzie pośrednim DC
1x100-120 V AC	320 V DC
1 x 200-240 V AC	320 V DC

Tabela 45: Wartość narastania napięcia magistrali DC (ciąg dalszy)

Napięcie wejściowe AC	Napięcie w obwodzie pośrednim DC
3x200-240 V AC	320 V DC
3 × 380-480 V AC	650 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 [4.2.7.2 Warunki otoczenia podczas przechowywania](#).
- Jeśli zestaw będzie przechowywany powyżej 4 miesięcy, w takim przypadku należy zapewnić kontrolowane warunki przechowywania:
 - 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

6.5.1 Przegląd wymagań wstępnych dotyczących 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 [4.2.7.4 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 rozdział *Instalacja mechaniczna*.
- Uwzględnić potrzeby związane z dostępem w celu przeprowadzania czynności konserwacyjnych. Patrz [6.7.8 Zalecana przestrzeń dla dostępu serwisowego](#).

6.5.2 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 46: Specyfika środowiska pracy

Środowisko	Specyfikacja techniczna
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 o obniżaniu wartości znamionowych, patrz 4.2.7.1 Przegląd warunków otoczenia i 4.9.1 Przegląd obniżania 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 przetwornicy 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. Ograniczenia podano w rozdziale <i>Ogólne dane techniczne</i>. Dodatkowe informacje znajdują się w 4.2.7.1 Przegląd warunków otoczenia i 4.9.1 Przegląd obniżania 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 specyfikację. 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, patrz 4.2.7.1 Przegląd warunków 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, patrz 4.2.7.1 Przegląd warunków otoczenia.
Pył, włókna i cząstki unoszące się w powietrzu	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. Prosimy upewnić się, że unoszące się w powietrzu cząsteczki nie zapychają radiatora i wentylatora, ponieważ zapychanie tych podzespołów ograniczy możliwość chłodzenia przetwornicy. Przetwornica będzie wykrywała tego rodzaju niedrożności, obniżając przy tym wydajność lub zatrzymując pracę. Przetwornicy częstotliwości nie należy instalować w miejscu narażonym na działanie cząstek przewodzących prąd elektryczny. Aby uzyskać więcej informacji, patrz 4.2.7.1 Przegląd warunków otoczenia. Aby dowiedzieć się więcej na temat konserwacji radiatora i wentylatora, patrz 6.6.4 Konserwacja i serwisowanie radiatora i wentylatora.
Gazy	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. Aby uzyskać więcej informacji, patrz 4.2.7.1 Przegląd warunków otoczenia.

6.6 Informacje dotyczące konserwacji

6.6.1 Regularna konserwacja

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

⚠ OSTRZEŻENIE	
	GORĄCE POWIERZCHNIE Przetwornica częstotliwości zawiera metalowe elementy, które są nadal gorące nawet po wyłączeniu przetwornicy. Niezachowanie ostrożności nakazywanej przez symbol wysokiej temperatury (żółty trójkąt) na przetwornicy częstotliwości może skutkować poważnymi oparzeniami. • Wewnętrzne podzespoły, takie jak szynoprzewody, mogą być bardzo 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.

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 Zalecenia dotyczące konserwacji zapobiegawczej

Ogólnie rzecz biorąc, wszystkie urządzenia techniczne, w tym przetwornice częstotliwości Danfoss, wymagają minimalnego poziomu konserwacji zapobiegawczej. Aby zapewnić bezproblemową pracę i długą żywotność przetwornicy, zaleca się regularną konserwację. Zaleca się również prowadzenie dziennika konserwacji z wartościami liczników, datą i godziną opisującego czynności związane z konserwacją i serwisem.

Danfoss zaleca następujące przeglądy i okresy międzyprzeglądowe dla przetwornic/systemów chłodzonych powietrzem.

UWAGA
Harmonogram serwisu części zamiennych może się różnić w zależności od warunków pracy. W określonych warunkach połączenie obciążającej pracy i warunków środowiskowych znacznie skraca czas użytkowania komponentów. Warunki te mogą obejmować na przykład ekstremalną temperaturę, zapylenie, wysoką wilgotność, godziny pracy, środowisko korozyjne i obciążenie.

Do pracy w trudnych warunkach Danfoss oferuje usługę DrivePro® Preventive Maintenance. Usługi DrivePro® wydłużają czas użytkowania i zwiększają wydajność produktu dzięki zaplanowanej konserwacji, w tym indywidualnej wymianie części. Usługi DrivePro® są dostosowane zarówno do konkretnej aplikacji, jak i warunków pracy.

Tabela 47: Harmonogram konserwacji przetwornic chłodzonych powietrzem

Element	Częstotliwość inspekcji ⁽¹⁾	Harmonogram serwisu ⁽²⁾	Działania z zakresu konserwacji zapobiegawczej
Instalacja			
Oględziny wzrokowe	1 rok	–	Sprawdzić, czy nie występują nietypowe oznaki, takie jak przegrzanie, starzenie się, korozja, zapylenie i uszkodzenie elementów.

Tabela 47: Harmonogram konserwacji przetwornic chłodzonych powietrzem (ciąg dalszy)

Element	Częstotliwość inspekcji ⁽¹⁾	Harmonogram serwisu ⁽²⁾	Działania z zakresu konserwacji zapobiegawczej
Urządzenia wspomagające	1 rok	Zgodnie z zaleceniami producenta	Sprawdzić sprzęt, rozdzielnice, przełączniki, rozłączniki lub bezpieczniki/wyłączniki. Sprawdzić działanie i stan w poszukiwaniu przyczyn błędów pracy lub wad. Kontrola ciągłości bezpieczników musi być wykonywana przez przeszkolony personel serwisowy.
Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)	1 rok	–	Sprawdzić okablowanie pod kątem kompatybilności elektromagnetycznej i odległości między okablowaniem sterowania a przewodami silnoprądowymi.
Prowadzenie kabli	1 rok	–	Sprawdzić, czy kable silnika, okablowanie sieci zasilającej i okablowanie sygnałowe przebiegają równolegle. Unikać układania równoległego. Unikać prowadzenia przewodów bez osłony. Sprawdzić izolację kabla pod kątem starzenia się i zużycia.
Okablowanie sterowania	1 rok	–	Sprawdzić, czy przewody nie są ściśnięte, uszkodzone lub zaciśnięte. Prawidłowo zakończyć połączenia za pomocą masywnych zaciśniętych końcówek. Zaleca się użycie kabli ekranowanych i uziemionej płyty EMC lub skrętki dwużyłowej.
Odstępy	1 rok	–	Sprawdzić, czy zewnętrzne odstępy zapewniające odpowiedni przepływ powietrza chłodzącego są zgodne z wymaganiami dla danej obudowy i typu produktu. Informacje na temat odstępów można znaleźć w lokalnych przepisach projektowych.
Uszczelnienie	1 rok	–	Sprawdzić, czy uszczelnienie obudowy, pokrywy i drzwi szafy sterującej są w dobrym stanie.
Środowiska korozyjne	1 rok	–	Przewodzące pyły i agresywne gazy, takie jak siarczki, chlorki i mgła solna, mogą uszkodzić podzespoły elektryczne i mechaniczne. Filtry powietrza nie usuwają substancji żrących unoszących się w powietrzu. Należy działać w oparciu o wyniki.
Przetwornica częstotliwości			
Programowanie	1 rok	–	Sprawdzić, czy ustawienia parametrów przetwornicy częstotliwości są prawidłowe dla danego silnika, aplikacji przetwornicy i konfiguracji we/wy. Czynność tę może wykonywać wyłącznie przeszkolony personel serwisowy.
Panel sterujący	1 rok	–	Sprawdzić, czy piksele wyświetlacza są nienaruszone. Sprawdzić dziennik zdarzeń pod kątem ostrzeżeń i usterek. Powtarzające się zdarzenia wskazują na potencjalne problemy. W razie potrzeby skontaktować się z lokalnym serwisem.
Wydajność chłodzenia przetwornicy	1 rok	–	Sprawdzić, czy kanały powietrza kanału chłodzącego nie są zablokowane lub zwężone. Na radiatorach nie może być pyłu ani skroplin.
Czyszczenie i filtry	1 rok	–	Wnętrze obudowy należy czyścić raz w roku, a w razie potrzeby częściej. Ilość pyłu w filtrze lub wewnątrz obudowy jest wskaźnikiem tego, kiedy wymagane jest kolejne czyszczenie lub wymiana filtra.
Wentylatory	1 rok	3–10 lat	Sprawdzić stan i status pracy wentylatorów chłodzących. Przy wyłączonym zasilaniu os wentylatora powinna wydawać się ciasna, a obracając wentylator palcem, jego ruch obrotowy powinien być niemal bezgłówny i nie wykazywać nietypowego oporu. W trybie RUN drgania wentylatora, nadmierny lub dziwny hałas są oznaką zużycia łożysk i konieczna jest wymiana wentylatora.

Tabela 47: Harmonogram konserwacji przetwornic chłodzonych powietrzem (ciąg dalszy)

Element	Częstotliwość inspekcji ⁽¹⁾	Harmonogram serwisu ⁽²⁾	Działania z zakresu konserwacji zapobiegawczej
Uziemienie	1 rok	–	System przetwornicy częstotliwości wymaga dedykowanego przewodu uziemienia łączącego przetwornicę częstotliwości, filtr wyjściowy i silnik z uziemieniem do budynku. Sprawdzić, czy połączenia z uziemioną masą są dobrze zamknięte i wolne od farby oraz nieutlenione. Połączenia łańcuchowe są niedozwolone. W stosownych przypadkach zaleca się stosowanie przewodów w oplocie.
Przewody silnoprądowe i okablowanie	1 rok	–	Sprawdzić pod kątem luźnych połączeń, zużycia, stanu izolacji i prawidłowego momentu obrotowego połączeń przetwornicy częstotliwości. Sprawdzić bezpieczniki pod kątem prawidłowej wartości znamionowej i ciągłości. Obserwować, czy występują jakiegokolwiek oznaki pracy w trudnych warunkach. Na przykład przebarwienie obudowy bezpiecznika może być oznaką kondensacji lub wysokich temperatur.
Drgania	1 rok	–	Sprawdzić, czy nie występują nietypowe drgania lub hałasy pochodzące z przetwornicy częstotliwości, aby upewnić się, że środowisko jest stabilne dla komponentów elektronicznych.
Części zamienne			
Części zamienne	1 rok	2 lata	Przechowywać części zamienne w oryginalnych pudełkach w suchym i czystym środowisku. Unikać przechowywania w wysokiej temperaturze. Kondensatory elektrolityczne wymagają ponownego formowania zgodnie z harmonogramem serwisu. Ponowne formowanie musi być wykonywane przez przeszkolony personel serwisowy.
Wymiana urządzeń i urządzenia przechowywane przez długi czas przed uruchomieniem	1 rok	2 lata	Sprawdzić wzrokowo pod kątem oznak uszkodzenia, obecności wody, wysokiej wilgotności, korozji i pyłu w miejscach widocznych bez demontażu. Wymiana urządzeń z zamontowanymi kondensatorami elektrolitycznymi wymaga ponownego formowania zgodnie z harmonogramem serwisu. Ponowne formowanie musi być wykonywane przez przeszkolony personel serwisowy.

1) Zdefiniowana jako czas od uruchomienia/rozruchu lub czas od poprzedniej inspekcji.

2) Zdefiniowany jako czas po uruchomieniu/rozruchu lub czas od poprzednich działań z zakresu harmonogramu serwisu.

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. Usługi serwisowe DrivePro® wydłużają czas użytkowania oraz zwiększają wydajność iC2-Micro 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 zajdzie 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 P 6.5.1 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 kodu 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.

6.7 Instalacja mechaniczna

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, patrz [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.

OSTRZEŻENIE



RYZYKO 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 wtyczki 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.

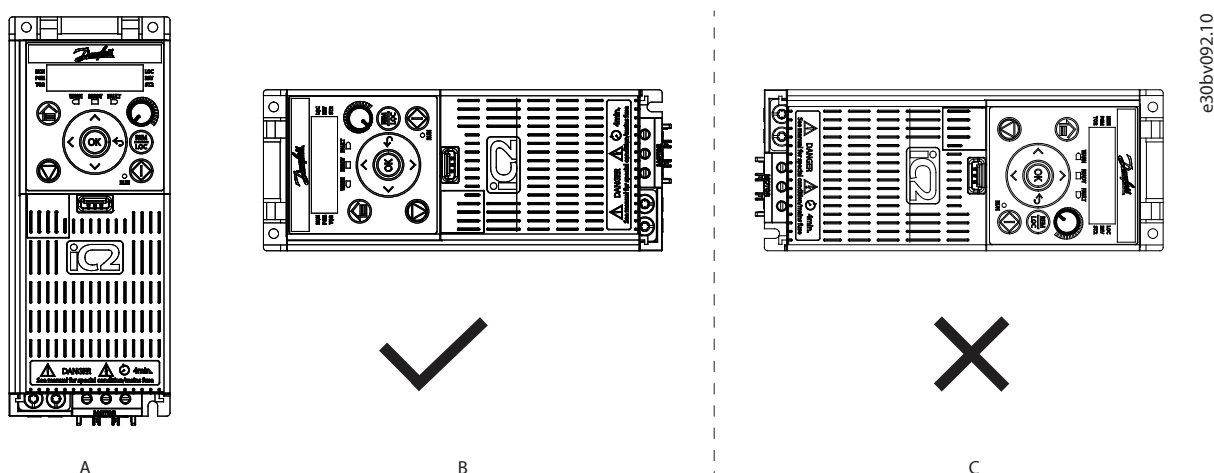
6.7.2 Miejsca montażu

Przetwornice przeznaczone są do instalowania w środowiskach chronionych przed wpływem warunków atmosferycznych. Aby uzyskać więcej informacji, patrz [4.2.7.1 Przegląd warunków otoczenia](#).

Przetwornica jest przeważnie montowana na ścianie lub w zabudowanej 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 , aby uzyskać więcej informacji na temat wpływu sposobu montażu przetwornicy na jej wydajność.



Rysunek 33: Wskazówki dotyczące sposobu montażu przetwornic

Tabela 48: 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	Wszystkie rozmiary obudowy	Brak
B: Montaż poziomy ((lewą stroną w dół))	MA02c, MA01a-MA02a	- Ograniczona odporność na drgania i wstrząsy. - Brak możliwości montażu obok siebie.
C: Montaż poziomy (prawą stroną w dół)	–	Nie dla wszystkich rozmiarów obudów.

UWAGA

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

6.7.4 Zalecane śruby i wkręty

Zachęcamy do sprawdzenia zalecanych rozmiarów śrub i wkrętów przeznaczonych do montażu przetwornicy, które znajdują się w tabeli .

Tabela 49: Zalecane śruby i wkręty

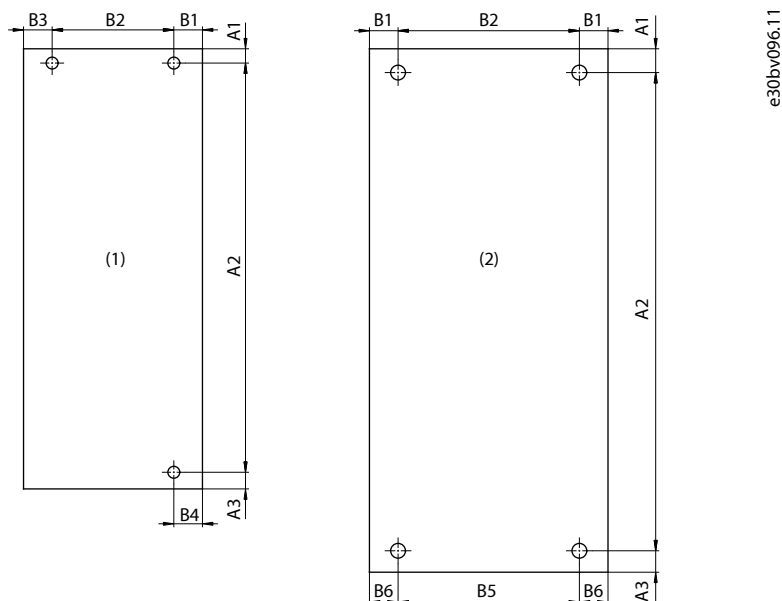
Klasa ochrony	Rozmiar obudowy	Zalecane śruby/wkręty	Maksymalny moment dokręcania [Nm (in-lb)]
IP20/Open Type	MA01c	M4	1,5 (13,3)
	MA02c	M4	1,5 (13,3)
	MA01a	M4	1,5 (13,3)
	MA02a	M4	1,5 (13,3)
	MA03a	M5	1,5 (13,3)
	MA04a	M6	1,5 (13,3)
	MA05a	M6	1,5 (13,3)

6.7.5 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*.



Rysunek 34: Schematy otworów

Tabela 50: Wymiary schematów otworów dla przetwornic przeznaczonych do montażu naściennego

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)]	B6 [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)	7,5 (0,30)	–	–
MA02c	1	5,5 (0,22)	150,5 (5,93)	4,0 (0,16)	6,75 (0,27)	59 (2,32)	9,25 (0,36)	6,75 (0,27)	–	–

Tabela 50: Wymiary schematów otworów dla przetwornic przeznaczonych do montażu naściennego (ciąg dalszy)

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)]	B6 [mm (cale)]
MA01a	1	4,8 (0,19)	140,4 (5,53)	4,8 (0,19)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	7,5 (0,30)	–	–
MA02a	1	4,8 (0,19)	176,4 (6,94)	4,8 (0,19)	8,0 (0,31)	59 (2,32)	8,0 (0,31)	8,0 (0,31)	–	–
MA03a	1	7,6 (0,30)	226,1 (8,90)	4,8 (0,19)	10,5 (0,41)	69 (2,72)	10,5 (0,41)	8,1 (0,32)	–	–
MA04a	2	11,1 (0,44)	272,4 (10,72)	8,5 (0,33)	14 (0,55)	97 (3,82)	–	–	99 (3,90)	13 (0,51)
MA05a	2	10 (0,39)	315 (12,4)	10 (0,39)	12,5 (0,49)	140 (5,5)	–	–	140 (5,5)	12,5 (0,49)

6.7.6 Ustawianie przetwornicy częstotliwości podczas instalacji

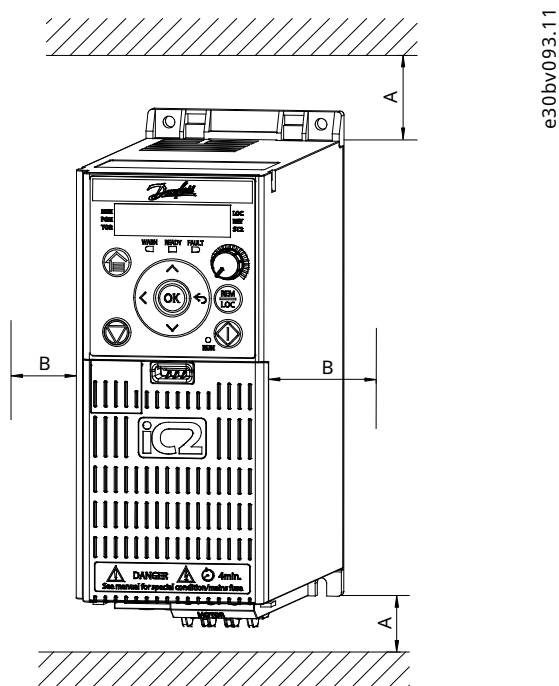
Przed zamontowaniem przetwornicy częstotliwości należy przygotować miejsce montażu, wykorzystując do tego celu odpowiednie mocowania, umożliwiające bezpieczne ustawienie przetwornicy. Prosimy upewnić się, czy zapewniona została odpowiednia ilość miejsca umożliwiająca bezpieczne obchodzenie się z przetwornicą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

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).



Rysunek 35: Minimalna przestrzeń wymagana do skutecznego chłodzenia

Tabela 51: Minimalna przestrzeń wymagana dla chłodzenia przetwornic IP20/typu otwartego

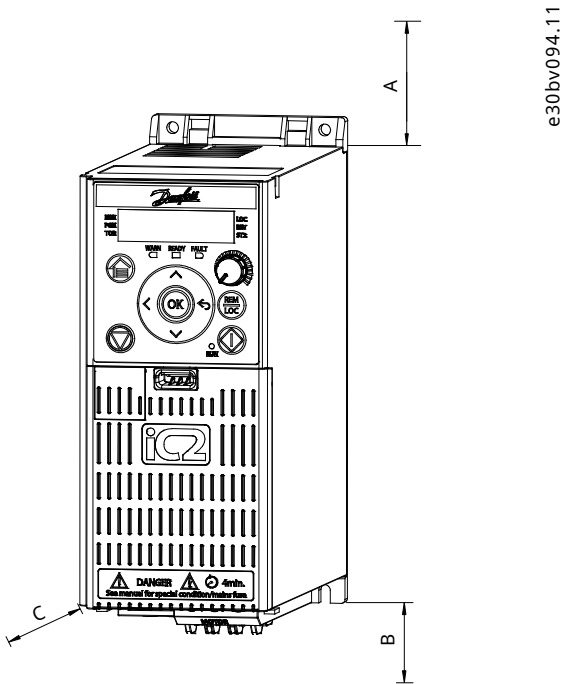
Rozmiar obudowy	A [mm (cale)]	B [mm (cale)]	Typ chłodzenia
MA01c	100 (3,9)	0 (0) przy 40°C (104°F). 10 (0,39) i powyżej 50°C (122°F).	Naturalne chłodzenie powietrzem
MA02c, MA01a-MA02a	100 (3,9)	0 (0)	Wymuszone chłodzenie powietrzem

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.



Rysunek 36: Zalecana wolna przestrzeń dla dostępu serwisowego

Tabela 52: 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)]
Wszystkie rozmiary obudowy	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.

UWAGA

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 przeciwzwarciove 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.

UWAGA

USZKODZENIE 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.

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/upływow

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 również 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 oraz 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.

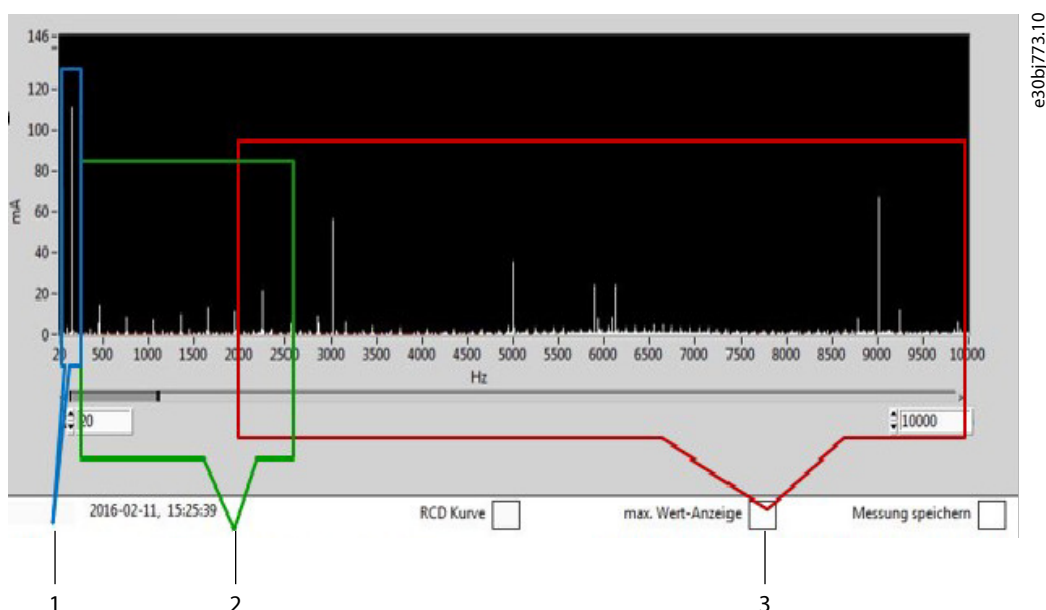
- Sprężenie indukcyjne spowodowane asymetrią w kablach zasilania i/lub szynoprzewodach może powodować powstawanie prądu PE przy częstotliwości zasilania i jej harmonicznym.
- Sprężenie indukcyjne spowodowane asymetrią kabli silnika może powodować powstawanie prądu PE przy podstawowej częstotliwości silnika.
- W ramach pojemnościowego odsprężania obwodu pośredniego DC filtra EMI do PE może dochodzić do powstawania prądów PE o częstotliwości 150/180 Hz.
- Odształcenie 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.

Prąd PE składa się z kilku składowych i uzależniony jest od różnych konfiguracji systemu:

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

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.



Rysunek 38: 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.</p> <p>$f = 150$ Hz: Typowy prąd składowej zerowej spowodowany 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 — PRĄD UPŁYWOWY > 3,5 MA

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 aluminium 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 zabezpieczonego na całej jego długości przed uszkodzeniami mechanicznymi.
 - części przewodnika PE przewodu silnopiętowego 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 rozpraszane 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 PORAŻENIA 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 zakłóceniewego, 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.

Charakterystyki częstotliwości RCD typu B nie zostały w pełni znormalizowane, a różnic dotyczących 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 okablowaniu zasilającym, silniku, okablowaniu silnika i przetwornicy częstotliwości.

Do typowych aplikacji należą:

- Profilaktyczne wykrywanie degradacji systemu izolacji.
- Wykrywanie błędów doziemienia 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 Instalacja zgodna z wymogami kompatybilności elektromagnetycznej (EMC)

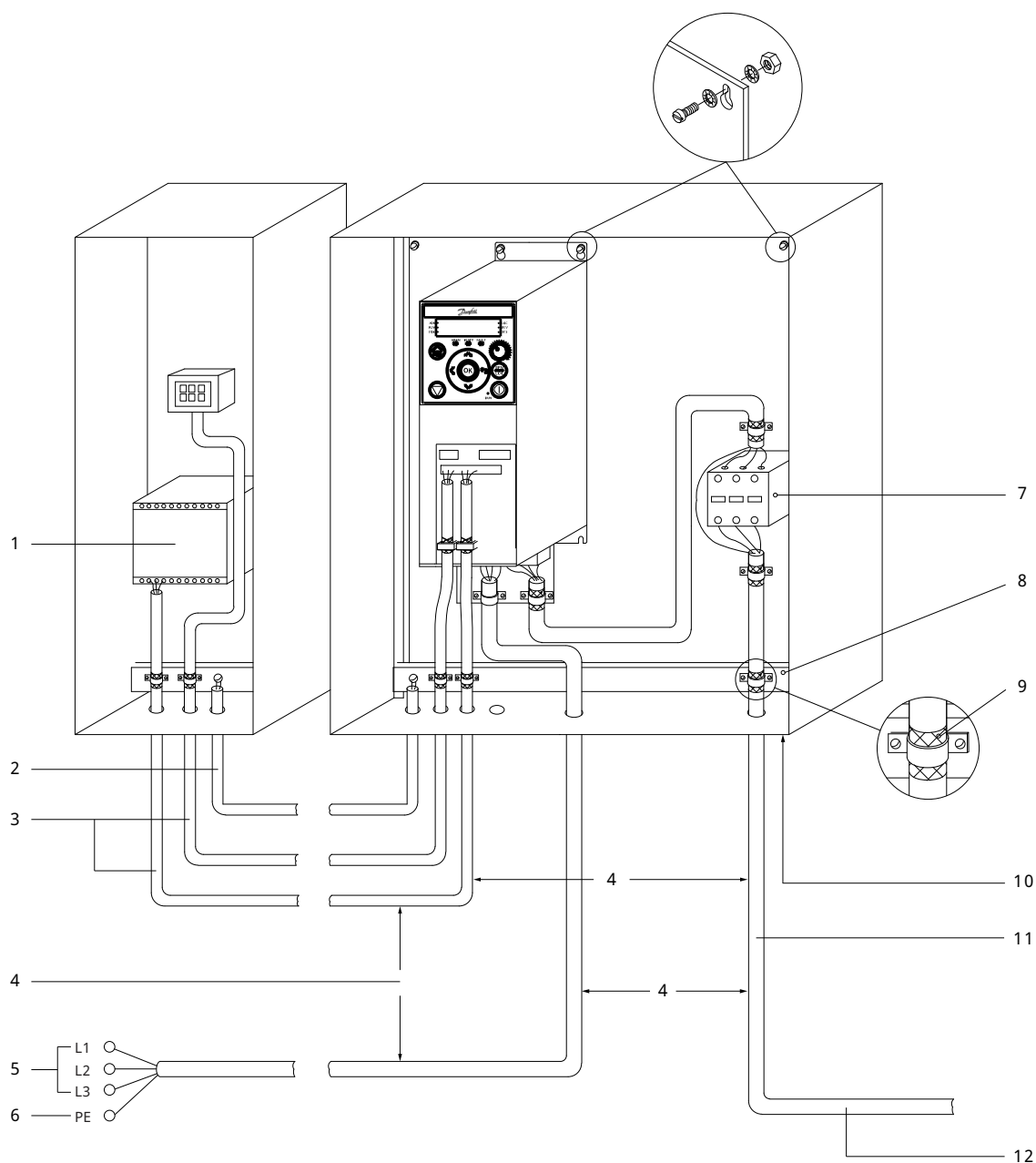
7.4.1 Wytyczne dotyczące instalacji zgodne z wymogami EMC

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 .

e30bv100.10



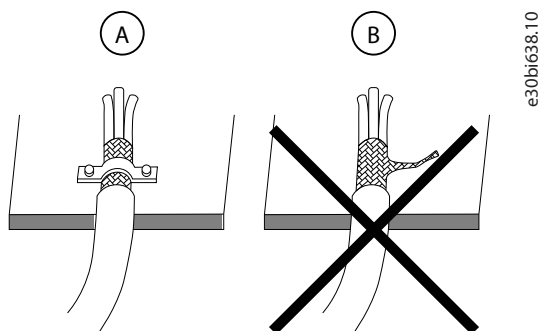
Rysunek 39: Przykład właściwej instalacji zgodnej z wymogami kompatybilności elektromagnetycznej (EMC)

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

7.4.2 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.



Rysunek 40: Instalacja ekranu kabla

UWAGA

KABLE EKROWANE

Jeśli nie zostaną zastosowane kable ekranowane lub metalowe kanały kablone, 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.

⚠ OSTRZEŻENIE**ZAGROŻENIE PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM — PRĄD UPŁYWOWY > 3,5 MA**

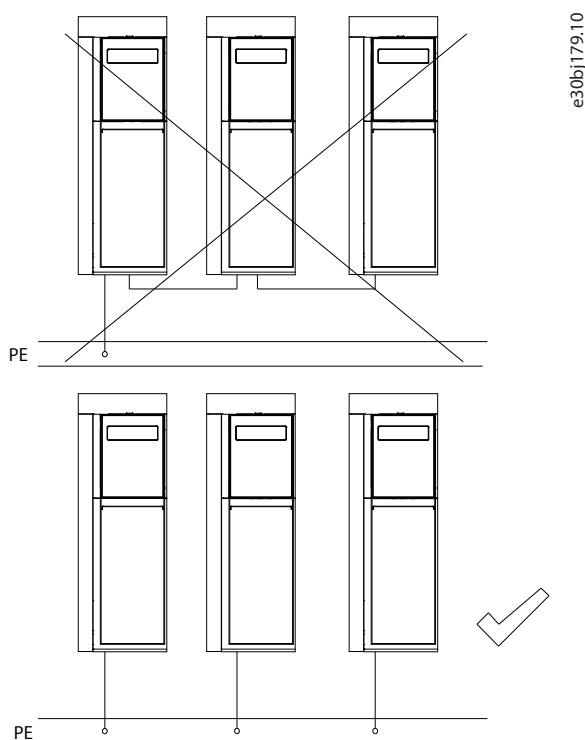
Prądy upływowe przekraczają 3,5 mA. Nieprawidłowe podłączenie przetwornicy częstotliwości do uziemienia ochronnego (PE) może skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

- 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 zabezpieczonego 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.

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 uziemiania przetwornic w układzie łańcuchowym (patrz).



Rysunek 41: Zasady uziemienia

7.4.3 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 przeznaczonej do komunikacji oraz linii poleceń/sterowania, należy postępować zgodnie ze standardem dotyczącym danego protokołu.

7.5 Izolacja galwaniczna

PELV zapewnia 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.

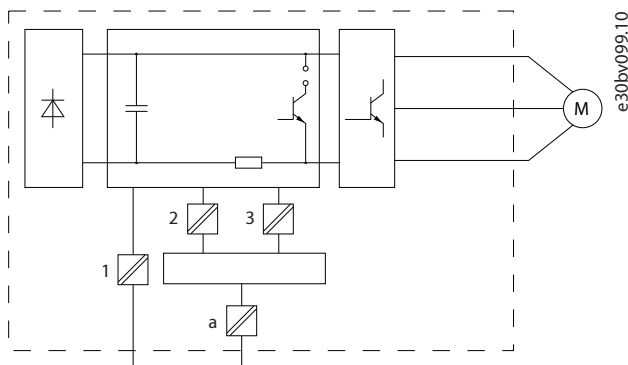
Wszystkie zaciski sterowania i zaciski przekaźnikowe 01-03 zapewniają zgodność z PELV (napięcie ochronne PELV).

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 pokazano w , również spełniają wymogi, dotyczące większej izolacji i odpowiedniego testu, zgodnie z normą EN 61800-5-1.

Izolacja galwaniczna PELV występuje w 3 punktach (patrz):

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



Rysunek 42: Izolacja galwaniczna

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

⚠ OSTRZEŻENIE

ZALECENIA DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA

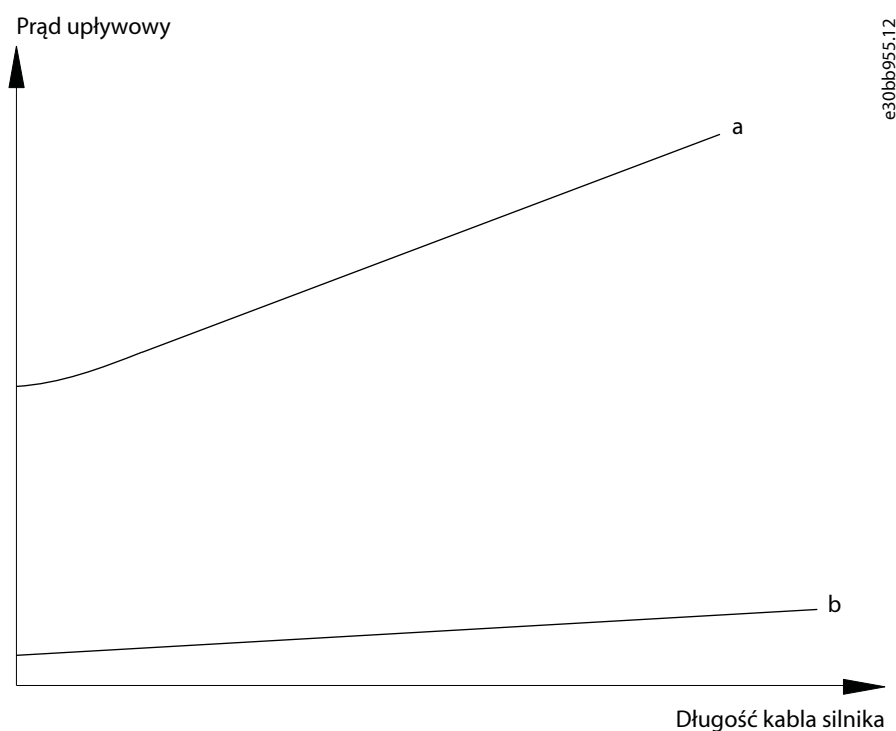
Nieprzestrzeganie powyższych zaleceń może skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

- 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 backup).
- Prosimy przestrzegać czasu rozładowania przedstawionego w instrukcji obsługi, w rozdziale *Bezpieczeństwo*.

7.6 Prąd upływu

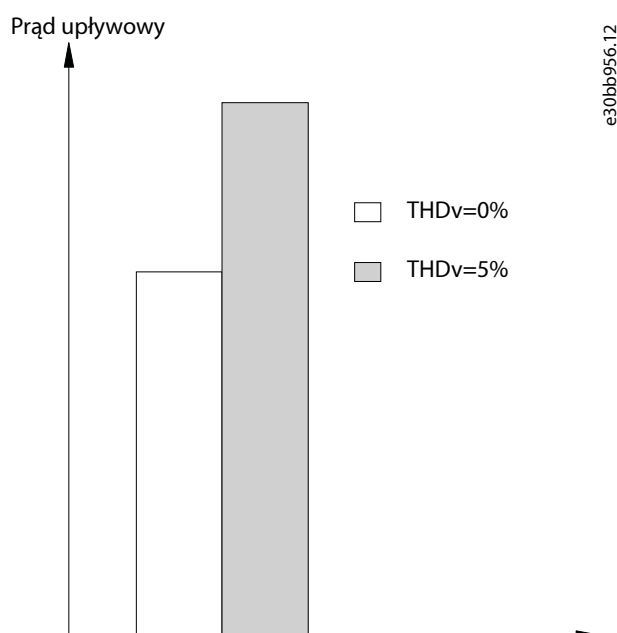
Prosimy przestrzegać krajowych i lokalnych przepisów dotyczących uziemienia ochronnego urządzeń, których prąd upływowy przekracza 3,5 mA. Sposób działania przetwornicy opiera się na wysokiej częstotliwości przełączania przy dużej mocy. To przełączanie powoduje powstawanie prądu upływowego na połączeniu 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.



Rysunek 43: Wpływ długości kabla i mocy na prąd upływu, $P_a > P_b$

Prąd upływu uzależniony jest również od zniekształceń linii.



Rysunek 44: 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.

7.7 Instalacja silnika

7.7.1 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 przeniesienie 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 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 [7.7.3 Izolacja silnika](#) i [7.7.4 Prądy łożyskowe](#).

7.7.2 Obsługiwane typy silników

iC2-Micro 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.

7.7.3 Izolacja silnika

Z uwagi na szybkie przeładowania 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.

7.7.4 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

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 , 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 53: 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/ μ s. 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 wspólnej	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.

7.7.5 Motor Thermal Protection

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:

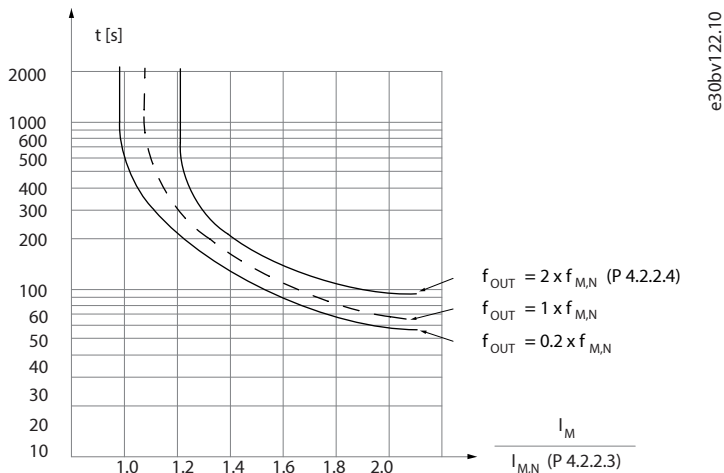
- Wbudowany elektroniczny układ monitorowania termicznego silnika
- Czujniki podłączone zewnętrznie (PTC wg DIN 44081)

Funkcja elektronicznego przekaźnika termicznego

Funkcja elektronicznego przekaźnika termicznego (ETR) chroni silnik przed przeciążeniem termicznym bez konieczności podłączania 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 zapewnienia poziom ochrony klasy 20.

ETR jest funkcją elektroniczną symulującą przełącznik bimetaliczny na podstawie pomiarów wewnętrznych. Charakterystyka jest przedstawiona w .



Rysunek 45: 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 prędkości 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 P 4.1.5 Obciążenie termiczne silnika**.

Czujniki podłączone zewnętrzne

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 we 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 P 2.3.1 Aktywacja regulatora przebiegów**). 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 P 2.3.1 Aktywacja regulatora przebiegów**, **parametr P 3.2.1 Aktywacja czoppera hamulca** i **parametr P 4.4.2.1 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:

- 180 V dla 1 × 100-120 V.
- 180 V dla 1 × 200-240 V.
- 202 V dla 3 × 200-240 V.
- 314 V dla 3 × 380-480 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 P 5.10.1 Limit momentu obrotowego silnika/parametr P 5.10.2 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 P 5.10.6 Opóźnienie wyłączenia przy ograniczeniu momentu**.

Ograniczenie momentu

Niezależnie od prędkości, ograniczenie momentu chroni silnik przed przeciążeniem. Ograniczenie momentu dostosowywane jest w **parametrze P 5.10.1 Limit momentu obrotowego silnika** i w **parametrze P 5.10.2 Limit momentu obrotowego regeneracji**. **Parametr P 5.10.6 Opóźnienie wyłączenia przy ograniczeniu momentu** pozwala dostosować czas przed aktywacją ostrzeżenia dotyczącego ograniczenia momentu.

Ograniczenie prądu

Parametr P 2.7.1 % ograniczenie prądu wyjściowego steruje ograniczeniem prądu, natomiast **parametr P 2.7.5 Opóźnienie wyłączenia awaryjnego przy ograniczeniu prądu** kontroluje czas przed wyłączeniem awaryjnym spowodowanym ostrzeżeniem o ograniczeniu prądu.

Ograniczenie prędkości minimalnej

Parametr P 5.8.3 Dolna granica prędkości silnika [Hz] określa minimalną prędkość wyjściową, jaką przetwornica częstotliwości może zapewnić.

Ograniczenie prędkości maksymalnej

Parametr P 5.8.2 Górna granica prędkości silnika [Hz] lub **parametr P 2.3.14 Maks. częstotliwość wyjściowa** pozwala ustawić maksymalną prędkość wyjściową, jaką przetwornica częstotliwości może zapewnić.

7.9 Przewód silnopiędowy

7.9.1 Uwagi dotyczące przewodów silnopiędowych

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 opływie 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.

7.9.2 Wymogi w zakresie momentu obrotowego

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

Tabela 54: 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)

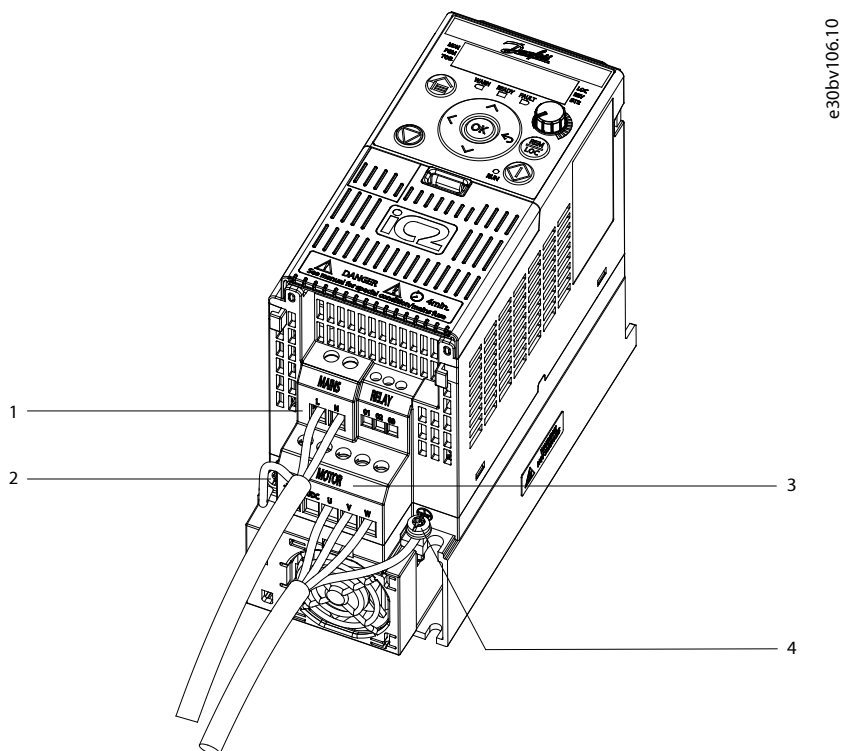
7.10 Instalacja elektryczna

7.10.1 Złącze zasilania, silnika i uziemienia

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

UWAGA

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.



Rysunek 46: Podłączenie zasilania, silnika i uziemienia w urządzeniach jednofazowych (przykład: MA02c)

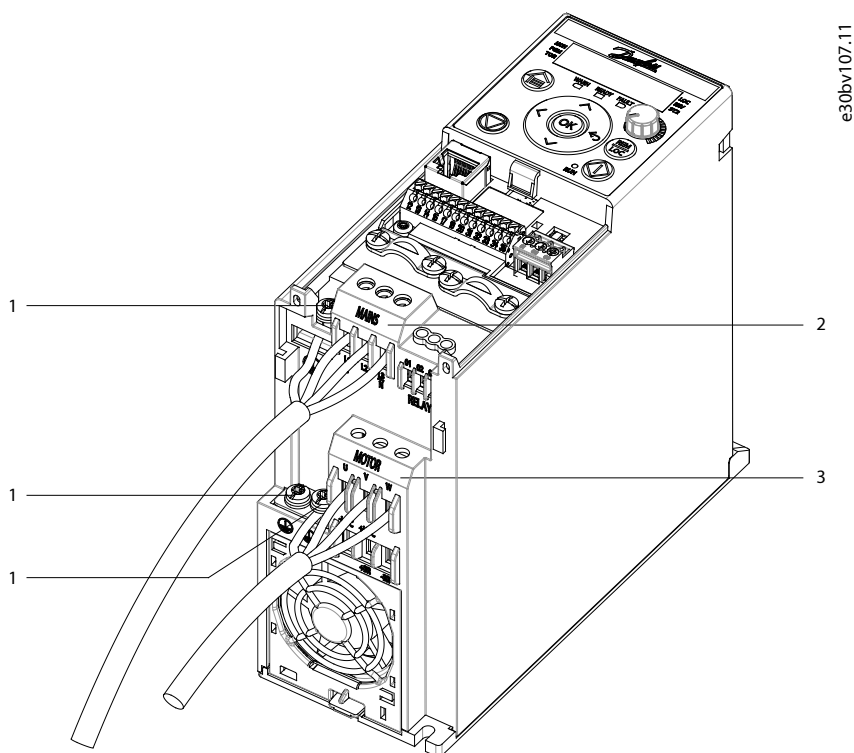
1	Zasilanie	2	Punkt uziemienia A
3	Silnik	4	Punkt uziemienia B

UWAGA

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*.

UWAGA

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



Rysunek 47: Podłączenie zasilania, silnika i uziemienia dla urządzeń 3-fazowych (np. MA02a)

1	Uziemienie	2	Zasilanie
3	Silnik		

7.10.2 Podłączanie 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.

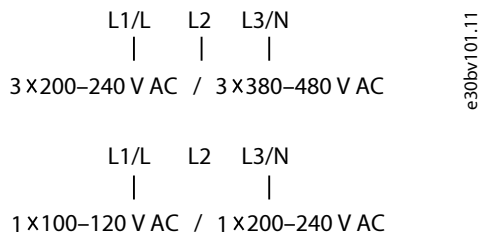
- Wyjściowe kable silnika należy poprowadzić osobno lub użyć kabli ekranowanych.
- Zablokować/zabezpieczyć wszystkie przetwornice częstotliwości równocześnie.

- Należy przestrzegać krajowych i lokalnych przepisów elektrycznych dotyczących rozmiarów kabli. Maksymalne przekroje 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.

7.10.3 Podłączanie zasilania AC

- Należy dobrać okablowanie na podstawie prądu wejściowego napędu. Informacje o maksymalnych rozmiarach przewodów zawiera [4.4 Złącza zasilania](#).

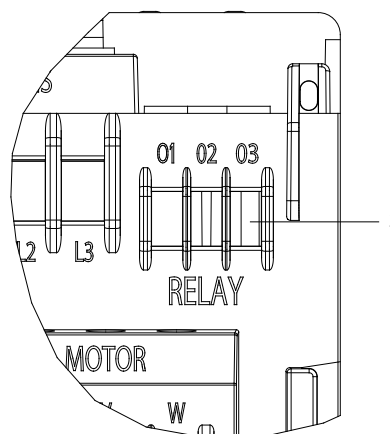
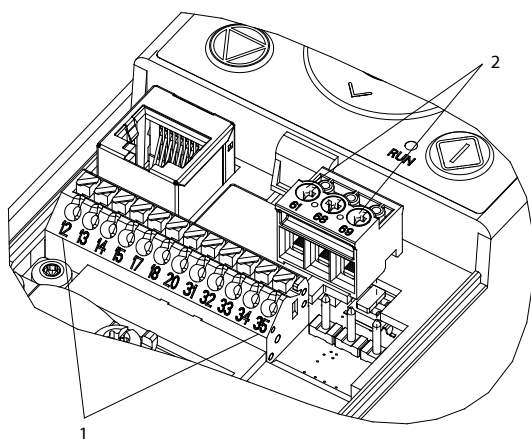
- Należy przestrzegać krajowych i lokalnych przepisów elektrycznych dotyczących rozmiarów kabli.
- 1. Podłączyć przewody silnoprądowe zasilania AC do zacisków N i L w przypadku urządzeń jednofazowych lub do zacisków L1, L2 i L3 w przypadku urządzeń 3-fazowych, jak pokazano na ilustracji (aby dowiedzieć się więcej, patrz [7.10.1 Złącze zasilania, silnika i uziemienia](#)).



Rysunek 48: 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 [7.4.2 Przewody silnoprądowe i uziemienie](#).

7.10.4 Typy zacisków sterowania



Rysunek 49: Numery i umiejscowienie zacisków sterowania

1	Zaciski sterowania we/wy	2	Komunikacja szeregową
3	Relay		

Tabela 55: Opis zacisków

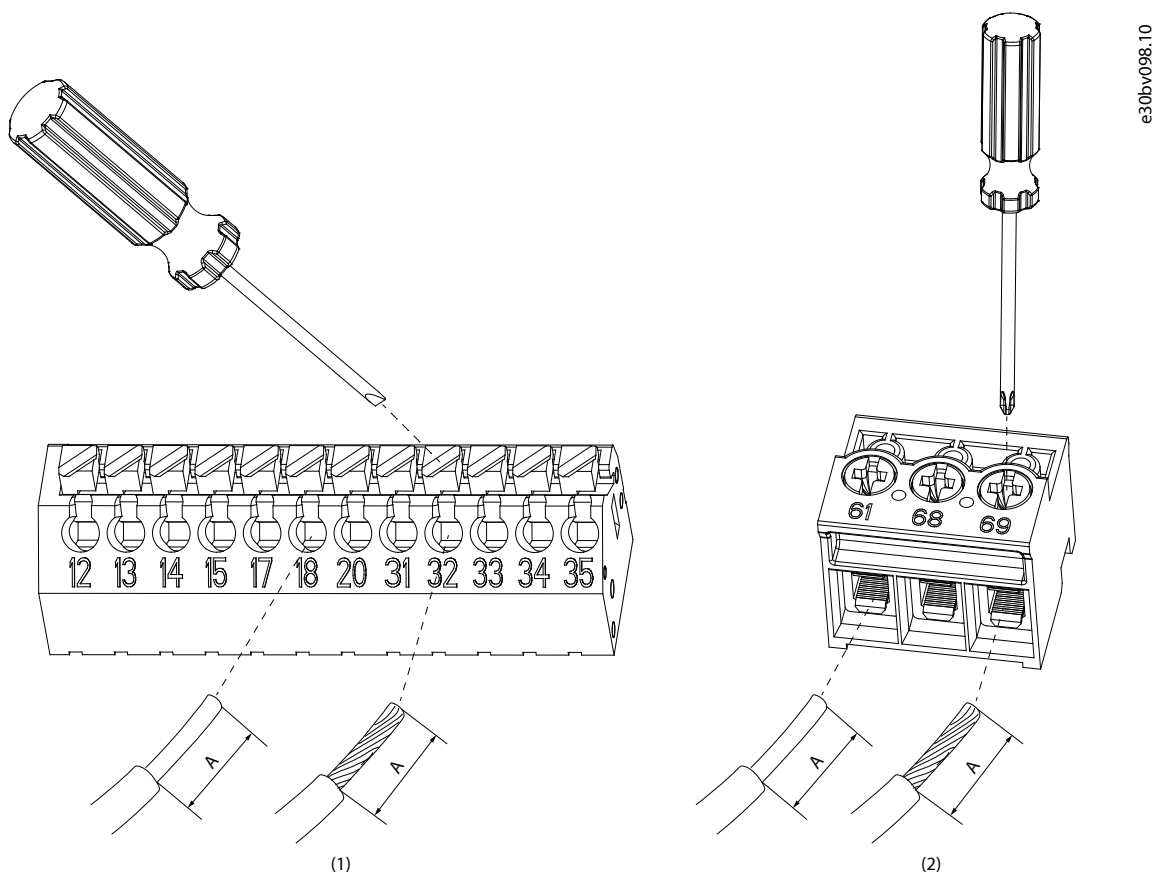
Zacisk	Parametr	Nastawy domyślne	Opis
We/wy cyfrowe, we/wy impulsowe			
12	–	+24 V DC	Napięcie zasilania 24 V DC. Maksymalny prąd wyjściowy wynosi 100 mA.
13	Parametr P 9.4.1.2 Zacisk 13, wejście cyfrowe	[8] Start	Wejście cyfrowe.
14	Parametr P 9.4.1.3 Zacisk 14, wejście cyfrowe	[10] Zmiana kierunku obr.	Wejście cyfrowe.

Tabela 55: Opis zacisków (ciąg dalszy)

Zacisk	Parametr	Nastawy domyślne	Opis
15	Parametr P 9.4.1.4 Zacisk 15, wejście cyfrowe	[1] Reset	Ustawia zacisk jako wejście cyfrowe, wyjście cyfrowe lub wyjście impulsowe. Nastawa domyślna to wejście cyfrowe.
	Parametr P 9.4.2.2 Zacisk 15, wyjście cyfrowe	[0] No Operation	
	Parametr P 9.4.5.1 Zacisk 15, wyjście impulsowe	[0] No Operation	
17	Parametr P 9.4.1.5 Zacisk 17, wejście cyfrowe	[14] Jog — praca ma- newrowa	Wejście cyfrowe.
18	Parametr P 9.4.1.6 Zacisk 18, wejście cyfrowe	[0] No Operation	Wejście cyfrowe, może być również wykorzystywane jako wejście impulsowe.
20	–	–	Masa dla wejść cyfrowych i analogowych.
Wejścia/wyjścia analogowe			
31	Parametr P 9.5.1.1 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 V DC	Zasilanie sygnałów analogowych 10 V DC. Dla potencjometrów lub termistorów powszechnie przyjęte obciążenie maksymalne wynosi 25 mA.
33	Parametr P 9.5.2.1 Zacisk 33, tryb	[1] Tryb napięcia	Wejście analogowe. Możliwość wyboru między trybem napięciowym a trybem prądowym.
34	Parametr P 9.5.3.1 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	–	–	Wspólna dla interfejsu RS485.
68 (+)	Grupa parametrów G 10.1 Ustawienia portu FC	–	Interfejs RS485. Zapewniono również przełącznik dla rezystancji terminującej.
69 (-)	Grupa parametrów G 10.1 Ustawienia portu FC	–	
Przełączniki			
01, 02, 03	Parametr P 9.4.3.1 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 (wielżyłowego) zaleca się stosowanie tulejek. W przypadku stosowania kabla giętkiego bez tulejek, złącze wciskane jest przy użyciu małego śrubokręta, jak pokazano w rozdziale . Maksymalny rozmiar śrubokręta wynosi 3 mm.



Rysunek 50: Umieszczanie przewodów w złączach

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

Tabela 56: Rozmiary kabli dla zacisków we/wy

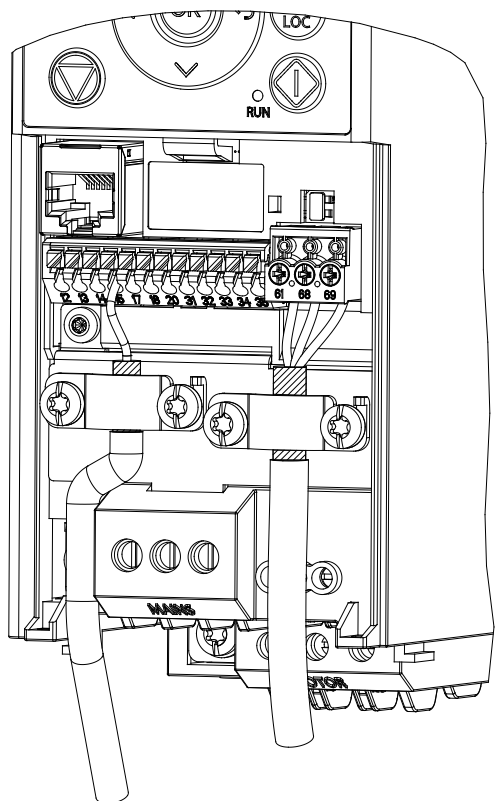
Typ kabla	Przekrój poprzeczny [mm ² (AWG)]	Długość ściągniętej izolacji A [mm (cale)]
Drut	0,2-1,5 (24-16)	8,5-9,5 (0,33-0,37)
Elastyczny z tuleją	0,2-1,5 (24-16)	8,5-9,5 (0,33-0,37)

Tabela 57: 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.

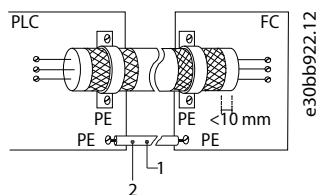


e30bv091.10

Rysunek 51: Prawidłowe podłączenie ekranu kabla

Preferowaną metodą jest zabezpieczenie kabli sterowniczych i komunikacji szeregowej za pomocą obejm ekranowania na obu końcach kabla, co zapewnia najwyższą styczność kabli wysokiej częstotliwości.

Jeśli potencjał uziemienia między przetwornicą i PLC jest różny, zakłócenia elektryczne mogą zaburzyć pracę całego systemu. Należy rozwiązać ten problem, montując kabel wyrównawczy jak najbliżej przewodu sterowniczego. Minimalny przekrój poprzeczny kabla: 16 mm² (6 AWG).

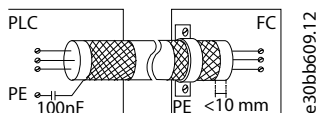


e30bb922.12

Rysunek 52: Obejmy ekranowania na obu końcach

1	Minimum 16 mm ² (6 AWG)	2	Przewód wyrównawczy
---	------------------------------------	---	---------------------

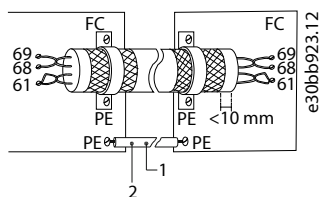
Jeśli zastosowano długie przewody sterownicze, mogą wystąpić pętle doziemienia. Można zlikwidować pętlę doziemienia, podłączając koniec ekranu do uziemienia przez kondensator 100 nF (spinający przewody).



e30bb609.12

Rysunek 53: Połączenie z kondensatorem 100 nF

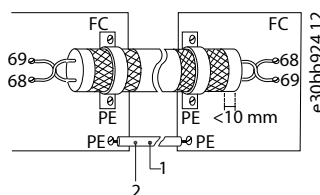
Aby uniknąć szumu EMC w kablach komunikacji szeregowej, zacisk 61 jest podłączony do uziemienia przez obwód wewnętrzny RC. Należy użyć kabli ze skrętki dwużyłowej, aby ograniczyć zakłócenia między przewodami. Zalecaną metodę przedstawiono w .



Rysunek 54: Dwużyłowe kable testowe

1	Minimum 16 mm ² (6 AWG)	2	Przewód wyrównawczy
---	------------------------------------	---	---------------------

Można również pominąć połączenie z zaciskiem 61.



Rysunek 55: Kable ze skrętki dwużyłowej bez zacisku 61

1	Minimum 16 mm ² (6 AWG)	2	Przewód wyrównawczy
---	------------------------------------	---	---------------------

7.10.7 Podział obciążenia/hamulec

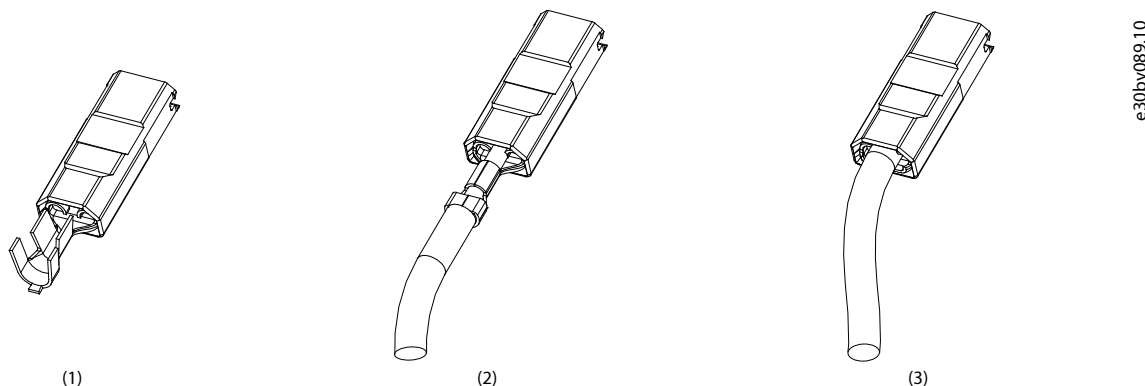
Tabela 58: Podłączanie zacisków

Podział obciążenia	-UDC i +UDC/+BR
Rezystor	-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.

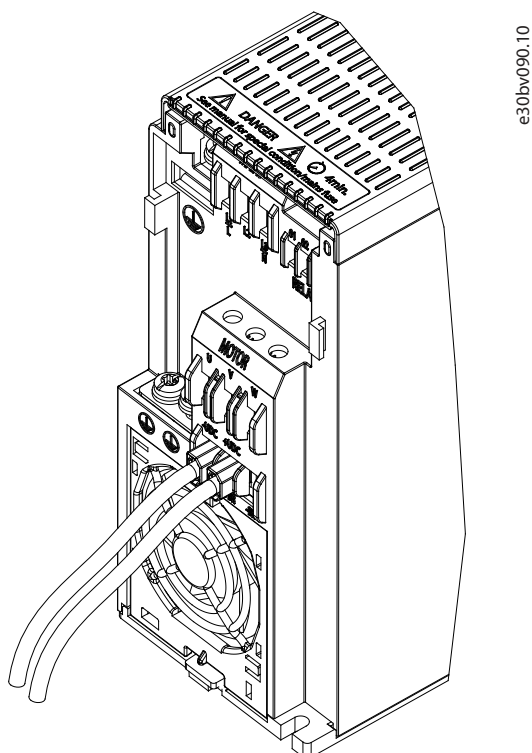
UWAGA

Między zaciskami +UDC/+BR i -UDC mogą wystąpić poziomy napięcia sięgające 850 V DC. Brak zabezpieczenia przeciwzwarcowego.



Rysunek 56: Okablowanie złącza podziału obciążenia i hamulca

1	Złącze	2	Okablowanie złącza
3	Okablowanie ukończone		



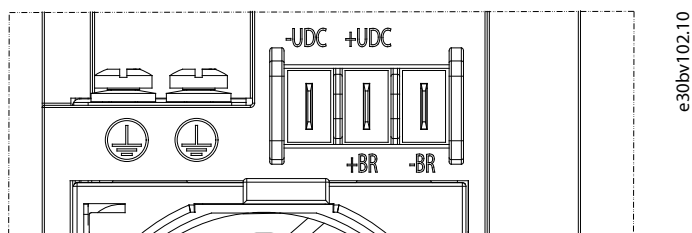
Rysunek 57: Podłączanie do sekcji podziału obciążenia i hamulca

UWAGA

FUNKCJA HAMOWANIA MA02A

W przypadku MA02a jedynie przetwornice $3 \times 200-240 \text{ V}$ i $3 \times 380-480 \text{ V}$ zostały wyposażone w funkcję hamowania.

- Zabrania się podłączania kabla hamulca do przetwornic MA02a $1 \times 200-240 \text{ V}$.



Rysunek 58: Funkcja hamowania MA02a ($3 \times 380-480 \text{ V}$)

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

Rysunek 59: Kod modelu

Tabela 59: 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	3N: Zasilanie 3-fazowe 1N: Zasilanie 1-fazowe
Napięcie zasilania	11-12	01: 100–120 V AC 02: 200–240 V AC 04: 380–480 V AC
Wartość znamionowa prądu	14-17	01A2-46A2
Klasa ochrony	18-20	E20: IP20/Open Type
Kompatybilność elektrom. (EMC)	21-22	- 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	+ACBC: Z wbudowanym czopperem hamulca +ACXX: Bez wbudowanego czoppera hamulca

8.2 Zamawianie akcesoriów i części zamiennych

Tabela 60: 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	132G0192

Tabela 60: Numery kodów do zamawiania akcesoriów (ciąg dalszy)

Kategoria	Nazwa części	Numer kodu
Zestawy do konwersji na 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	132G0199
	Zestaw do konwersji NEMA 1, MA04a	132G0200
	Zestaw do konwersji NEMA 1, MA05a	132G0201
Zestawy montażu płyty odsprężającej	Zestaw do podłączania ekranów kabli, MA01c	132G0202
	Zestaw montażu płytki odspręż., MA02c	132G0203
	Zestaw montażu płytki odspręż., MA01a	132G0204
	Zestaw montażu płytki odspręż., MA02/03a	132G0205
	Zestaw montażu płyty odspręż., MA04/05a	132G0206
Złącza	Złącze wspólnej szyny DC/rezystora hamowania	132G0207
HMI i powiązane z nim akcesoria	Panel sterujący 2.0 OP2	132G0234
	Zestaw montażu natynkowego OA2	132G0235
	Zestaw montażu podtynkowego OA2	132G0236
	Kabel panelu sterującego 1,5 m OA2	132G0237
	Kabel panelu sterującego 3 m OA2	132G0238
Złączka	Szybki adapter USB-C/RJ45 OAX00	132G0326

Tabela 61: 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	132G0218
	Wentylator chłodzący, MA04a	132G0219
	Wentylator chłodzący, MA05a	132G0220
Zestawy części zamiennych	Zestaw części zamiennych, MA01c	132G0221
	Zestaw części zamiennych, MA02c	132G0222
	Zestaw części zamiennych, MA01a	132G0223
	Zestaw części zamiennych, MA02a	132G0224
	Zestaw części zamiennych, MA03a	132G0225
	Zestaw części zamiennych, MA04a	132G0226
	Zestaw części zamiennych, MA05a	132G0227

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 kodu rezystorów hamowania. Rezystancja rezystora hamowania podana na podstawie numeru kodu 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 62: iC2-Micro– Zasilanie: 3 × 380-480 V AC, 10% cykl pracy

Moc znamionowa	P_m (HO)	R_{min}	$R_{ham. nom}$	R_{rec}	$P_{śr. ham.}$	Numer kodu	Przedział czasowy	Przekrój poprzeczny kabla ⁽¹⁾	Przebieżni k 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
12A0	5,5 (7,5)	54	63,33	60	0,492 (0,666)	3336	120	1,5 (16)	2,5	127
15A5	7,5 (10)	38	46,05	43	0,677 (0,894)	3337	120	1,5 (16)	3,3	132
23A0	11 (15)	27	32,99	31	0,945 (1,267)	3338	120	1,5 (16)	5,2	130
31A0	15 (20)	19	24,02	22	1,297 (1,739)	3339	120	1,5 (16)	6,7	129
37A0	18,5 (25)	16	19,36	18	1,610 (2,158)	3340	120	1,5 (16)	8,3	132
43A0	22 (30)	16	18,00	17	1,923 (2,578)	3357	120	1,5 (16)	10,1	128

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

Tabela 63: iC2-Micro– Zasilanie: 3 × 200-240 V AC, 10% cykl pracy

Moc znamionowa	P_m (HO)	R_{min}	$R_{ham. nom}$	R_{rec}	$P_{śr. ham.}$	Numer kodu	Przedział czasowy	Przekrój poprzeczny kabla ⁽¹⁾	Przebieżni k termiczny	Maksymalny moment hamowania z rezystorem
3-fazowa 200-240 V	[kW (KM)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (KM)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
07A8	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,128 (0,172)	3026	120	1,5 (16)	1,6	143
11A0	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,190 (0,225)	3031	120	1,5 (16)	1,9	140
15A2	3,7 (5,0)	20	24,47	23	0,327 (0,439)	3326	120	1,5 (16)	3,5	145
24A2	5,5 (7,5)	14	17,28	16	0,463 (0,621)	3327	120	1,5 (16)	5,3	144

Tabela 63: iC2-Micro– Zasilanie: 3 x 200-240 V AC, 10% cykl pracy (ciąg dalszy)

Moc znamionowa	P _m (HO)	R _{min}	R _{ham. nom}	R _{rec}	P _{śr. ham.}	Numer kodu	Przedział czasowy	Przekrój poprzeczny kabla ⁽¹⁾	Przebieżność termiczna	Maksymalny moment hamowania z rezystorem
3-fazowa 200-240 V	[kW (KM)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (KM)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
31A0	7,5 (10)	9	12,56	11	0,636 (0,853)	3328	120	1,5 (16)	6,8	145
46A2	11 (15)	7	8,49	8	0,942 (1,263)	3329	120	2,5 (14)	10,5	141

1) 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 64: iC2-Micro — Zasilanie: 3 x 380-480 V AC, 40% cykl pracy

Moc znamionowa	P _m (HO)	R _{min}	R _{ham. nom}	R _{rec}	P _{śr. ham.}	Numer kodu	Przedział czasowy	Przekrój poprzeczny kabla	Przebieżność termiczna	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
12A0	5,5 (7,5)	54	63,33	60	2,088 (2,799)	3315	120	1,5 (16)	5	127
15A5	7,5 (10)	38	46,05	43	2,872 (3,850)	3316	120	1,5 (16)	7,1	132
23A0	11 (15)	27	32,99	31	4,226 (5,665)	3236	120	2,5 (14)	11,5	130
31A0	15 (20)	19	24,02	22	5,804 (7,780)	3237	120	2,5 (14)	14,7	129
37A0	18,5 (25)	16	19,36	18	7,201 (9,653)	3238	120	4 (12)	19	132
43A0	22 (30)	16	18,00	17	8,604 (11,534)	3203	120	4 (12)	23	128

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

Tabela 65: iC2-Micro– Zasilanie: 3 × 200-240 V AC, 40% cykl pracy

Moc znamionowa	P _m (H0)	R _{min}	R _{ham. nom}	R _{rec}	P _{śr. ham.}	Numer kodu	Przedział czasowy	Przekrój poprzeczny kabla ⁽¹⁾	Przebieżność termiczna	Maksymalny moment hamowania z rezystorem
3-fazowa 200-240 V	[kW (KM)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (KM)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
07A8	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,541 (0,725)	3302	120	1,5 (16)	2,7	143
11A0	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,807 (1,082)	3303	120	1,5 (16)	4,2	140
15A2	3,7 (5,0)	20	24,47	23	1,386 (1,859)	3305	120	1,5 (16)	6,8	145
24A2	5,5 (7,5)	14	17,28	16	2,070 (2,776)	3306	120	1,5 (16)	10,4	144
31A0	7,5 (10)	9	12,56	11	2,847 (3,818)	3307	120	2,5 (14)	14,7	145
46A2	11 (15)	7	8,49	8	4,215 (5,652)	3176	120	4 (12)	23	141

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

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

Wszelkie informacje, w tym dotyczące wyboru produktu, jego zastosowania lub użycia, konstrukcji, wagi, wymiarów, pojemności lub inne dane techniczne zawarte w instrukcjach obsługi, opisach katalogowych, reklamach itp. oraz udostępnione w formie pisemnej, ustnej, elektronicznej, online lub poprzez pobranie, są traktowane jako informacyjne oraz są wiążące tylko wtedy oraz tylko w takim zakresie, w jakim zostały wyraźnie wskazane w ofercie lub potwierdzeniu zamówienia. Firma Danfoss nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne błędy w katalogach, broszurach, filmach oraz innych materiałach. Firma Danfoss zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian w swoich produktach bez wcześniejszego powiadamiania. Dotyczy to również produktów zamówionych, które nie zostały dostarczone, pod warunkiem, że zmiany te mogą zostać dokonane bez zmiany formy, dopasowania lub funkcji produktu. Wszystkie znaki towarowe w tym materiale są własnością firmy Danfoss A/S lub spółek grupy Danfoss. Nazwa oraz logo Danfoss są znakami towarowymi firmy Danfoss A/S. Wszelkie prawa zastrzeżone.

M00352

