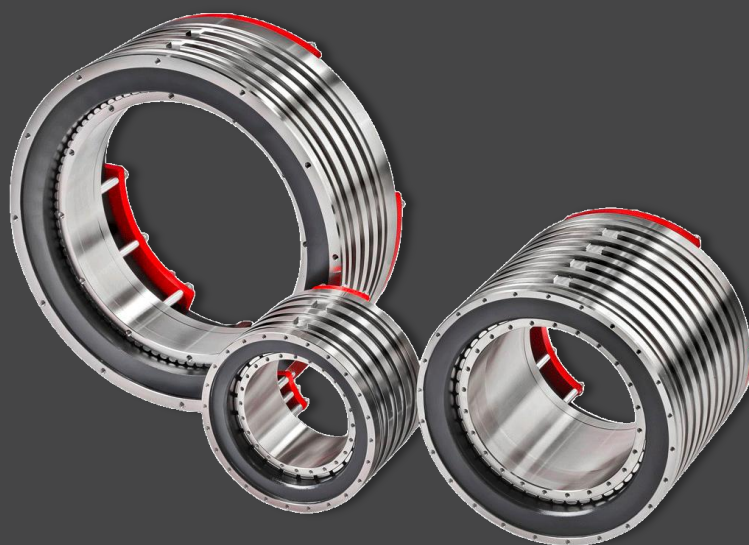


HIWIN®



INTSTRUKCJA MONTAZU

Silnik momentowy

TM-Komponenten-05-0-PL-2604-MA

Tłumaczenie z wersji oryginalnej MW99UE01-2602

hiwin.de

metryczka

HIWIN GmbH

Brücklesbünd 1

77654 Offenburg

Niemcy

Tel. +49 781 93278-0

info@HIWIN.de

HIWIN.de

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Powielanie, nawet we fragmentach, bez naszej zgody jest zabronione.







Niniejsza instrukcja montażu jest chroniona prawem autorskim. Każde powielanie, publikowanie w całości lub we fragmentach, zmiana lub skracanie wymaga pisemnej zgody firmy HIWIN GmbH.

Spis treści

1	Informacje ogólne	5
1.1	O niniejszej instrukcji	5
1.2	Ogólne środki zapobiegawcze	6
1.3	Instrukcje bezpieczeństwa	7
1.4	Podstawowe instrukcje bezpieczeństwa	8
1.5	Wymagania	12
1.6	Prawa autorskie	13
1.7	Gwarancja i odpowiedzialność	13
1.8	Dane producenta	13
1.9	Monitorowanie produktów	13
1.10	Zastosowanie zgodne z przeznaczeniem	14
2	Podstawowe instrukcje bezpieczeństwa	15
2.1	Rozsądnie przewidywalne niewłaściwe użytkowanie	15
2.2	Przebudowy i modyfikacje	16
2.3	Ryzyko resztkowe	16
2.4	Wymagania dotyczące personelu	17
2.5	Sprzęt ochronny	17
2.6	Tabliczka znamionowa na silniku momentowym	19
3	opis produktu	21
3.1	Opis silnika momentowego	21
3.2	Główne elementy silnika momentowego	22
3.3	kod katalogowy	23
3.4	konfiguracja	28
3.5	Wybór silnika momentowego	28
3.1	Obliczenia termiczne	32
3.2	Wybór wzmacniacza napędu	41
4	Transport i instalacja	51
4.1	Dostawa	51
4.2	Transport do miejsca ustawienia	52
4.3	Wymagania dotyczące miejsca ustawienia	54
4.4	Przechowywanie	56
4.5	Rozpakowanie i ustawienie	57
5	Montaż i podłączenie	59
5.1	Instalacja mechaniczna	59
5.2	Podłączenie elektryczne	84
6	uruchomienie	107
6.1	uruchomienie	107
7	Konserwacja i czyszczenie	109
7.1	Konserwacja i czyszczenie	109
7.2	Czyszczenie	110
7.3	Próba pracy	111
8	Utylizacja	112
8.1	Utylizacja odpadów	112

9	Rozwiązywanie problemów	114
9.1	Rozwiązywanie problemów	114
10	Deklaracja zgodności	116
10.1	1 Deklaracja zgodności	116
11	Załącznik	117
11.1	Słownik	117
11.2	Przeliczanie jednostek	120
11.3	Tolerancje i założenia	121
11.4	Cechy	122

1 Informacje ogólne

Model silnika	Certyfikaty		
	Dyrektywy UE		Certyfikaty UL
	Dyrektywa EMC: 2014/30/UE Norma odniesienia EN 61000-6-2:2005 EN 61000-6-4:2007+A1:2011	Dyrektywa niskonapięciowa: 2014/35/UE Norma odniesienia EN 60034-1:2010	Maszyny elektryczne wirujące Norma odniesienia UL 1004-1 UL 1446
TMRW□□			
Typ silnika	Certyfikaty		
	Dyrektywy UE		Certyfikaty UL
	Dyrektywa EMC: 2014/30/UE Norma odniesienia EN 61000-6-2:2019 EN 61000-6-4:2019	Dyrektywa niskonapięciowa: 2014/35/UE Norma odniesienia EN 60034-1:2010	Maszyny elektryczne wirujące Norma odniesienia UL 1004-1 UL 1446
TM-5-□□			
Model silnika	Certyfikaty		
	Dyrektywy UE		Certyfikaty UL
	Dyrektywa EMC: 2014/30/UE Norma odniesienia EN 61000-6-2:2005 EN 61000-6-4:2007+A1:2011	Dyrektywa niskonapięciowa: 2014/35/UE Norma odniesienia EN 60034-1:2017	Maszyny elektryczne wirujące Norma odniesienia UL 1004-1 UL 1446
IM-2-□□			

Uwaga:

EN: Normy europejskie = Norma europejska

Oznaczenie CE odnosi się do norm europejskich.

(Publikacja norm zharmonizowanych zgodnie z przepisami Unii dotyczącymi harmonizacji)

IEC: Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna

UKCA: brytyjska ocena zgodności

1.1 O niniejszej instrukcji

Niniejsza instrukcja dotyczy głównie standardowych serii silników momentowych HIWIN (oznaczanych w instrukcji jako „silniki”) TMRW/TM-5/IM-2. Niniejsza instrukcja zawiera informacje dla użytkowników dotyczące obsługi, montażu i eksploatacji silnika w całkowicie bezpiecznych warunkach. O ile nie wspomniano o konkretnym dokumencie, niniejsza instrukcja dotyczy również produktów dostosowanych do potrzeb klienta.

Odpowiedzialność firmy HIWIN ogranicza się w każdym przypadku do działania silnika momentowego i nie obejmuje całego systemu ani maszyny klienta. W przypadku awarii lub problemu technicznego, którego niniejszy produkt nie jest w stanie rozwiązać, prosimy o kontakt z firmą HIWIN w celu uzyskania pomocy technicznej. Prosimy o niezwłoczne poinformowanie nas, jeśli w niniejszym dokumencie zauważą Państwo błędy lub konieczne poprawki. Z wyjątkiem wymiany silnika, klient lub każda inna osoba, która jest właścicielem lub operatorem systemu, jest odpowiedzialna za sprawdzenie wszystkich aspektów bezpieczeństwa i kompatybilności całej aplikacji, o ile firma HIWIN nie może uzyskać pełnych informacji o systemie i aplikacji. Firma HIWIN nie może mieć wiedzy na temat awarii silnika lub systemu spowodowanych potencjalnymi przyczynami i nie ponosi za to żadnej odpowiedzialności.

1.2 Ogólne środki zapobiegawcze

Przed użyciem produktu należy uważnie przeczytać niniejszą instrukcję. HIWIN nie ponosi odpowiedzialności za szkody, wypadki lub obrażenia spowodowane nieprzestrzeganiem instrukcji montażu i obsługi zawartych w niniejszej instrukcji.

- Przed instalacją lub użyciem produktu należy upewnić się, że nie jest on uszkodzony na zewnątrz. Jeśli podczas kontroli stwierdzisz uszkodzenia, skontaktuj się z firmą HIWIN lub lokalnym partnerem handlowym.
- Upewnij się, że okablowanie nie jest uszkodzone i można je normalnie podłączyć.
- Nie należy demontować ani modyfikować produktu. Konstrukcja produktu została sprawdzona za pomocą obliczeń statycznych, symulacji komputerowych i testów praktycznych. HIWIN nie ponosi odpowiedzialności za szkody, wypadki lub obrażenia spowodowane demontażem lub modyfikacjami dokonanymi przez użytkownika.
- Trzymaj dzieci z dala od produktu.
- Osoby z chorobami psychosomatycznymi lub niewystarczającym doświadczeniem nie powinny używać produktu samodzielnie. Konieczny jest nadzór przełożonych lub specjalistów ds. produktu.
- Nieprzestrzeganie ostrzeżeń i instrukcji bezpieczeństwa zawartych w niniejszej instrukcji może prowadzić do śmierci, obrażeń ciała lub szkód materialnych. Jeśli dane rejestracyjne nie są zgodne z zamówieniem, prosimy o kontakt z firmą HIWIN lub lokalnym partnerem handlowym.

Gwarancja nie obejmuje szkód spowodowanych niewłaściwym użytkowaniem (patrz środki zapobiegawcze i instrukcje zawarte w niniejszej instrukcji) lub klęskami żywiołowymi.

1.2.1 Dostępność

Instrukcja montażu musi być zawsze dostępna dla wszystkich osób pracujących z wymienionymi produktami lub przy nich. Instrukcja montażu jest również dostępna na stronie HIWIN.de.

1.3 Instrukcje bezpieczeństwa

Urządzenie to zostało starannie zaprojektowane w celu zapewnienia bezpiecznej i niezawodnej pracy, pod warunkiem, że użytkownik zamontuje i zainstaluje zasilacz oraz systemy chłodzenia ściśle zgodnie z instrukcjami zawartymi w niniejszej instrukcji montażu, przestrzegając przy tym wszystkich podanych parametrów technicznych i dopuszczalnych tolerancji.

Chociaż treść niniejszej instrukcji montażu została opracowana zgodnie z najlepszą wiedzą i sumieniem, może ona nie obejmować wszystkich informacji niezbędnych do bezpiecznej eksploatacji lub wszystkich szczegółów, na które personel obsługujący musi zwrócić uwagę.

W razie pytań prosimy o kontakt z firmą HIWIN.

1.3.1 Instrukcje postępowania

Instrukcje postępowania są oznakowane kreskami w kolejności ich wykonywania. Wyniki wykonanych czynności są oznakowane strzałką.

Przykład:

- Instrukcja 1
- Instrukcja 2
- ✓ Wynik.

1.3.2 Wymienianie

Wykazy są oznakowane punktami.

Przykład:


Smary

- zmniejszają zużycie
- chronią przed zanieczyszczeniami
- ...

1.3.3 Przedstawienie instrukcji bezpieczeństwa

Instrukcje bezpieczeństwa są zawsze oznakowane słowem ostrzegawczym, a częściowo także symbolem specyficznym dla danego zagrożenia (patrz sekcja [1.3.4 Użyte symbole](#)).


Stosuje się następujące słowa ostrzegawcze lub poziomy zagrożenia:

 **Niebezpieczeństwo!** Bezpośrednie zagrożenie!


Nieprzestrzeganie instrukcji bezpieczeństwa może skutkować poważnymi obrażeniami lub śmiercią!

 **Ostrzeżenie!** Potencjalnie niebezpieczna sytuacja!

Nieprzestrzeganie instrukcji bezpieczeństwa grozi poważnymi obrażeniami lub śmiercią!

 **Uwaga!** Potencjalnie niebezpieczna sytuacja!





Nieprzestrzeganie instrukcji bezpieczeństwa grozi obrażeniami o nasileniu średnim lub lekkim!

 **Uwaga!** Potencjalnie niebezpieczna sytuacja!

Nieprzestrzeganie instrukcji bezpieczeństwa może spowodować szkody materialne lub zanieczyszczenie środowiska!

1.3.4 Użyte symbole

W niniejszej instrukcji montażu oraz na produkcie stosowane są następujące symbole:

Znak ostrzegawczy			
	Zakaz wstępu dla osób z rozrusznikami serca.		Substancja niebezpieczna dla środowiska!
	Ostrzeżenie!		Ostrzeżenie o ryzyku przygniecenia!
	Ostrzeżenie o niebezpiecznym napięciu elektrycznym!		Ostrzeżenie przed gorącymi powierzchniami!
	Ostrzeżenie o polach magnetycznych!		
znak nakazu			
	Należy nosić ochronę głowy!		Zapoznać się z instrukcją obsługi!
	Należy nosić rękawice ochronne!		Przed rozpoczęciem prac konserwacyjnych lub naprawczych odłączyć zasilanie.
	Należy nosić obuwie ochronne!		Punkt podnoszenia

1.3.5 Wskazówki

Wskazówka:

Opisuje ogólne wskazówki i zalecenia.

1.4 Podstawowe instrukcje bezpieczeństwa

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynoszący 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

⚠ Uwaga! Ryzyko fizycznego uszkodzenia zegarków i magnetycznych nośników danych.

Silne siły magnetyczne mogą zniszczyć zegarki i magnetyczne nośniki danych znajdujące się w pobliżu silnika momentowego!

- Nie należy umieszczać zegarków ani nośników danych podatnych na namagnesowanie w pobliżu (<300 mm) silników momentowych!

⚠ Uwaga! Bezpieczna odległość od wirnika.

Pole magnetyczne wirnika jest stałe. W przypadku bezpośredniego kontaktu ciała z wirnikiem nie przekracza się statycznej gęstości strumienia magnetycznego wynoszącej 2 T.

1.4.1 Transport na miejsce instalacji

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia z powodu silnych pól magnetycznych!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynoszący 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo związane z dużymi obciążeniami!

Podnoszenie dużych obciążeń może prowadzić do naciągnięć lub skręceń.

- Do przemieszczania dużych obciążeń powyżej 20 kg należy używać urządzenia podnoszącego, które zostało zaprojektowane w sposób odpowiedni!
- Podczas pracy z ładunkami zawieszonymi należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP!
- Silniki z urządzeniem transportowym stojana i wirnika (mostkiem) można zawieszać za otwory do zawieszania. Podczas zawieszania należy w każdym przypadku uwzględnić wytrzymałość elementów konstrukcyjnych.
- Należy stosować śruby oczkowe zgodne z wymaganiami normy DIN 580 lub JISB1168.

⚠ Uwaga! Ryzyko fizycznego uszkodzenia zegarków i magnetycznych nośników danych.

Silne siły magnetyczne mogą zniszczyć zegarki i nośniki danych podatne na namagnesowanie znajdujące się w pobliżu silnika momentowego!

- Nie należy umieszczać zegarków ani nośników danych podatnych na magnetyzację w pobliżu (<300 mm) silników momentowych!

⚠ Uwaga! Uszkodzenie układu silnika momentowego!

Silnik momentowy może ulec uszkodzeniu w wyniku oddziaływań mechanicznych.

- Nie należy ciągnąć bezpośrednio za przewód.
- Nie należy kłaść na silniku dużych obciążeń ani przedmiotów o ostrych krawędziach.

1.4.2 Montaż i podłączenie

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym!

Przed i podczas montażu, demontażu oraz prac naprawczych mogą płynąć niebezpieczne prądy.

- Prace mogą być wykonywane wyłącznie przez wykwalifikowanego elektryka i przy wyłączonym zasilaczu!
- Przed rozpoczęciem prac przy systemie napędowym napędu bezpośredniego należy odłączyć zasilacz i zabezpieczyć go przed ponownym włączeniem!

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynosi 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

⚠ Niebezpieczeństwo! Ryzyko przygniecenia spowodowane silnymi siłami przyciągania!

- Montować wirniki i stojany ostrożnie!
- Nie wkładać palców ani przedmiotów między wirniki a stojany!
- Wirnik i przedmioty magnetyczne mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Dwa wirniki mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Siła magnetyczna wirnika działająca na przedmiot może wynosić kilka kN, co może doprowadzić do przygniecenia części ciała.
- Nie należy lekceważyć siły przyciągania i należy postępować ostrożnie.
- W razie potrzeby należy nosić rękawice ochronne.
- Do wykonania pracy potrzebne są co najmniej dwie osoby.
- Jeśli etapy montażu nie są jeszcze na etapie instalacji wirnika, należy najpierw przechować wirnik w bezpiecznym i odpowiednim miejscu.
- Nigdy nie należy brać do rąk kilku wirników jednocześnie.
- Nigdy nie kładź dwóch wirników bezpośrednio obok siebie bez zabezpieczenia.
- Nie należy umieszczać materiałów magnetycznych w pobliżu wirnika! Jeśli narzędzie musi zostać namagnesowane, należy trzymać je obiema rękami i powoli zbliżać do wirnika!
- Zaleca się zamontowanie wirnika natychmiast po rozpakowaniu!
- Podczas montażu stojana i wirnika konieczne jest użycie przyrządu montażowego, aby złożyć stojan i wirnik osobno. Proszę postępować zgodnie z prawidłową procedurą.
- Należy zawsze mieć pod ręką następujące narzędzia, aby uwolnić części ciała (ręce, palce, stopy itp.) przytrzymane siłą magnetyczną.
- Młotek z niemagnetycznego, twardego materiału (ok. 3 kg)
- Dwa klinowe wózki z materiałów niemagnetycznych (w kształcie klina, kąt ostry 10°–15°, minimalna wysokość 50 mm).

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo związane z dużymi obciążeniami!

- Podnoszenie dużych obciążeń może prowadzić do naciągnięć lub skręceń.
- Do pozycjonowania dużych obciążeń powyżej 20 kg należy używać urządzenia podnoszącego o odpowiednim projektowaniu!
 - Podczas pracy z ładunkami zawieszonymi należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP!
 - Silniki z urządzeniem transportowym stojana i wirnika (mostkiem) można zawieszać za otwory do zawieszania. Podczas zawieszania należy w każdym przypadku uwzględnić wytrzymałość elementów konstrukcyjnych.
 - Należy stosować śruby oczkowe zgodne z wymaganiami normy DIN 580 lub JISB1168.

⚠ Uwaga! Uszkodzenie układu silnika momentowego!

- Silnik momentowy może ulec uszkodzeniu w wyniku oddziaływań mechanicznych.
- Nie ciągnąć bezpośrednio przewód.
 - Nie kłaść dużych obciążeń ani ostrych przedmiotów na silniku.

1.4.3 Instalacja elektryczna

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym!

- Przed i podczas montażu, demontażu oraz prac naprawczych mogą płynąć niebezpieczne prądy.
- Prace mogą być wykonywane wyłącznie przez wykwalifikowanego elektryka i przy wyłączonym zasilaczu!
 - Przed rozpoczęciem prac przy systemie napędowym napędu bezpośredniego należy odłączyć zasilacz i zabezpieczyć go przed ponownym włączeniem!

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym! Art und Quelle der Warnung

- W przypadku nieprawidłowego uziemienia silników istnieje ryzyko porażenia prądem.
- Przed podłączeniem zasilacza upewnić się, że układ silnika jest prawidłowo uziemiony.

1.4.4 Konserwacja i czyszczenie

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym!

- Nawet gdy silnik jest wyłączony, mogą przepływać prądy elektryczne.
- Przed odłączeniem połączeń elektrycznych od silników należy upewnić się, że system napędowy z napędem bezpośrednim jest odłączony od zasilacza.
 - Po odłączeniu wzmacniacza napędu od zasilacza należy odczekać co najmniej 5 minut przed dotknięciem części pod napięciem lub rozłączeniem połączeń.

⚠ Niebezpieczeństwo! Niebezpieczeństwo przygniecenia spowodowane silnymi siłami przyciągania!

- Montować wirniki i stojany ostrożnie!
- Nie wkładać palców ani przedmiotów między wirniki a stojany!
- Wirnik i przedmioty magnetyczne mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Dwa wirniki mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Siła magnetyczna wirnika działająca na przedmiot może wynosić kilka kN, co może doprowadzić do przygniecenia części ciała.
- Nie należy lekceważyć siły przyciągania i należy postępować ostrożnie.

- W razie potrzeby należy nosić rękawice ochronne.
- Do wykonania pracy potrzebne są co najmniej dwie osoby.
- Jeśli etapy montażu nie dotarły jeszcze do instalacji wirnika, należy najpierw przechować wirnik w bezpiecznym i odpowiednim miejscu.
- Nigdy nie należy brać do rąk kilku wirników jednocześnie.
- Nigdy nie należy układać dwóch wirników bezpośrednio obok siebie bez zabezpieczenia.
- Nie należy zbliżać materiałów magnetycznych do wirnika! Jeśli narzędzie wymaga namagnesowania, należy trzymać je obiema rękami i powoli zbliżać do wirnika!
- Zaleca się zamontowanie wirnika natychmiast po rozpakowaniu!
- Podczas montażu stojana i wirnika konieczne jest użycie przyrządu montażowego, aby złożyć stojan i wirnik osobno. Proszę postępować zgodnie z prawidłową procedurą.
- Należy zawsze mieć pod ręką następujące narzędzia, aby uwolnić części ciała (ręce, palce, stopy itp.) przytrzymane siłą magnetyczną.
- Młotek z niemagnetycznego, twardego materiału (ok. 3 kg)
- Dwa klinowe wózki z materiałów niemagnetycznych (w kształcie klina, kąt ostry 10°–15°, minimalna wysokość 50 mm).

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo przygniecenia przez ruchome części!

- Operator powinien zapewnić urządzenia zapobiegające sięgnięciu do strefy zagrożenia maszyny!

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo poparzenia

- Silnik nagrzewa się podczas pracy, dlatego dotknięcie silnika może spowodować oparzenia!
- Po odłączeniu wzmacniacza napędu od zasilacza należy odczekać co najmniej 5 minut przed zdjęciem osłony i dotknięciem silnika.

⚠ Ostrzeżenie! Nieautoryzowane naprawy systemu.

- Silnik nagrzewa się podczas pracy, dlatego dotknięcie silnika może spowodować oparzenia!
- Nieuprawnione prace przy systemie stwarzają ryzyko obrażeń i mogą spowodować utratę gwarancji.
 - Konserwacja systemu może być wykonywana wyłącznie przez wykwalifikowany personel!

1.5 Wymagania

Za wykwalifikowany personel techniczny uznaje się osoby zaznajomione z procedurami instalacji, montażu, uruchomienia i obsługi tego produktu oraz posiadające następujące wymagane kwalifikacje i wiedzę specjalistyczną:

- Operatorzy zostali przeszkoleni w zakresie procedur eksploatacyjnych silników momentowych oraz w pełni zapoznali się z niniejszą instrukcją montażu.
- Personel konserwacyjny wykonuje prace konserwacyjne i naprawcze silników momentowych, aby uniknąć zagrożeń dla osób, mienia lub środowiska.
- Znajomość wszystkich odpowiednich norm, przepisów, zasad BHP i warunków pracy.
- Umiejętność rozpoznawania i ograniczania potencjalnych zagrożeń.
- Stosowanie odpowiednich środków ochrony indywidualnej.
- Ukończenie podstawowego kursu pierwszej pomocy.

1.6 Prawa autorskie

Niniejsza instrukcja montażu jest chroniona prawem autorskim. Każde powielanie, publikowanie, w całości lub w części, zmiana lub skracanie wymaga pisemnej zgody firmy HIWIN.

HIWIN zastrzega sobie prawo do zmiany treści niniejszej instrukcji lub specyfikacji produktu bez uprzedniego powiadomienia.

1.7 Gwarancja i odpowiedzialność

Zasadniczo obowiązują „Ogólne warunki sprzedaży i dostawy” producenta.

1.8 Dane producenta

Adres	HIWIN GmbH Brücklesbünd 1 77654 Offenburg
Telefon	+49 (0) 781 / 9 32 78 - 0
Serwis techniczny	+49 (0) 781 / 9 32 78 - 77
Faks	+49 (0) 781 / 9 32 78 - 90
Serwis techniczny – faks	+49 (0) 781 / 9 32 78 - 97
E-mail	support@HIWIN.de
Strona internetowa	HIWIN.de

1.9 Monitorowanie produktów

Prosimy o poinformowanie firmy HIWIN, jako producenta wymienionych produktów, o:

- Wypadki
- Potencjalnych źródeł zagrożeń związanych z silnikami momentowymi
- Niejasności w niniejszej instrukcji

1.10 Zastosowanie zgodne z przeznaczeniem

⚠ Ostrzeżenie! Zagrożenie życia i szkody materialne spowodowane nieprawidłowym użytkowaniem

W przypadku użytkowania silników momentowych HIWIN lub ich komponentów niezgodnie z przeznaczeniem istnieje ryzyko śmierci, poważnych obrażeń ciała i/lub szkód materialnych.

- Silniki należy stosować wyłącznie w instalacjach przemysłowych lub komercyjnych.
- • Nie należy stosować silników w zakresach zagrożonych wybuchem (zakresy Ex).
- • Należy chronić silniki przed zanieczyszczeniem i kontaktem z substancjami agresywnymi.
- • Należy upewnić się, że warunki w miejscu użytkowania są zgodne ze wszystkimi
- dane zawarte w niniejszej dokumentacji. Należy uwzględnić
- ewentualnych odstępstw wynikających z przepisów obowiązujących w danym kraju.
- • Jeśli chcą Państwo zastosować wersje specjalne i warianty konstrukcyjne, które pod względem szczegółów technicznych odbiegają od silników opisanych w niniejszej dokumentacji, prosimy o kontakt z firmą HIWIN.

⚠ Ostrzeżenie! Nieprzestrzeganie dyrektywy maszynowej 2006/42/WE lub rozporządzenia UE w sprawie maszyn 2023/1230 może spowodować obrażenia ciała lub szkody materialne

Nieprzestrzeganie dyrektywy maszynowej lub rozporządzenia w sprawie maszyn stwarza ryzyko śmierci, poważnych obrażeń ciała i/lub szkód materialnych. Silniki należy stosować wyłącznie w instalacjach przemysłowych lub komercyjnych.

- •Dostarczone produkty są przeznaczone wyłącznie do montażu w maszynie. Uruchomienie jest zabronione do czasu stwierdzenia zgodności produktu końcowego z dyrektywą maszynową 2006/42/WE lub rozporządzeniem UE w sprawie maszyn 2023/1230.

Silniki momentowe są komponentami systemu napędowego służącego do precyzyjnego pozycjonowania w czasie i przestrzeni stałych obciążeń, np. elementów systemu, w ramach zautomatyzowanego urządzenia.

Silniki momentowe są projektowane do montażu i pracy w dowolnej pozycji. Przenoszone obciążenia muszą być trwale zamontowane na wirniku.

Komponenty silnika momentowego nie wolno używać na zewnątrz ani w zakresach zagrożonych wybuchem.

Komponenty silnika momentowego mogą być używane wyłącznie zgodnie z opisem.

- Silniki momentowe muszą być eksploatowane w granicach podanych parametrów mocy.
- W celu zapewnienia bezpiecznej pracy silników momentowych należy podjąć odpowiednie środki zapobiegawcze, aby chronić silnik przed przeciążeniem.
- Do prawidłowego użytkowania silników momentowych należy przestrzeganie instrukcji montażu oraz instrukcji konserwacji i napraw.
- Wykorzystanie komponentów silnika momentowego do innych celów uznaje się za niewłaściwe użytkowanie.
- Należy stosować wyłącznie oryginalne części zamienne firmy HIWIN.

2 Podstawowe instrukcje bezpieczeństwa

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynoszący 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

⚠ Uwaga! Ryzyko fizycznego uszkodzenia zegarków i magnetycznych nośników danych.

Silne siły magnetyczne mogą zniszczyć zegarki i magnetyczne nośniki danych znajdujące się w pobliżu silnika momentowego!

- Nie należy umieszczać zegarków ani nośników danych podatnych na namagnesowanie w pobliżu (<300 mm) silników momentowych!

⚠ Uwaga! Bezpieczna odległość od wirnika

Pole magnetyczne wirnika jest stałe. W przypadku bezpośredniego kontaktu ciała z wirnikiem nie przekracza się statycznej gęstości strumienia magnetycznego wynoszącej 2 T.

- Podczas podnoszenia lub odkładania produktu nie należy ciągnąć za przewód ani przeciągać go po podłodze.
- Nie narażać produktu na uderzenia.
- Upewnij się, że produkt pracuje przy obciążeniu znamionowym.
- Zgodnie z normą IEC 60034-5 wszystkie silniki momentowe HIWIN mają następujące klasy ochrony: IP20 dla stojana i IP00 dla wirnika.
- Silniki momentowe HIWIN mają zgodnie z normą IEC 60085 klasę izolacji F (seria TM-5 / IM-2) oraz klasę B (seria TMRW).

2.1 Rozsądnie przewidywalne niewłaściwe użytkowanie

Należy unikać następujących niewłaściwych zastosowań i warunków:

Błędy eksploatacyjne i konserwacyjne:

- Nieprzestrzeganie instrukcji bezpieczeństwa i instrukcji zawartych w niniejszej instrukcji obsługi.
- Bezpośrednie podłączenie silnika momentowego do sieci (napięcie sieciowe).
- Bezpośrednie podłączenie czujników temperatury do falownika.
- Obsługa lub konserwacja silnika przez niewykwalifikowany lub nieupoważniony personel.
- Prace przy silniku, gdy nie jest on odpowiednio zabezpieczony.
- Nieostrożne lub umyślnie niedbałe obchodzenie się z silnikiem.
- Niedocenianie siły przyciągania magnesów trwałych.
- Nieprzestrzeganie wymaganych odległości bezpieczeństwa dla osób z rozrusznikami serca, wszczepionymi defibrylatorami i/lub metalowymi implantami.
- Niedocenianie napięć indukcyjnych występujących w przewodach.
- Nieprawidłowe ustawienie komutacji podczas montażu lub wymiany enkodera.

- Kontakt z gorącymi powierzchniami.
- Obsługa silnika bez środków ochrony indywidualnej (ŚOI).
- Ignorowanie uszkodzeń sprzętu.

Błędy dotyczące środowiska i warunków pracy:

- Wykorzystanie silnika do aplikacji nieprzemysłowych lub niekomercyjnych (np. w gospodarstwie domowym).
- Praca w niedopuszczalnych warunkach otoczenia (np. poza podanym zakresem temperatur lub wilgotności).
- Użytkowanie w obszarach niebezpiecznych (np. w środowiskach zagrożonych wybuchem).
- Praca w stanie zabrudzonym (np. pokryty kurzem lub olejem).
- Dopuszczenie do kontaktu z substancjami agresywnymi (np. kwasami, zasadami, żrącymi chemikaliami).
- Eksploatacja przy niewystarczającym chłodzeniu.

Błędy związane z utylizacją i modyfikacją:

- Nieprzestrzeganie informacji i specyfikacji podanych na tabliczce znamionowej.
- Nieprawidłowe pakowanie, przechowywanie lub transport.
- Demontaż (otwarcie) obudowy silnika.
- Nieprawidłowa utylizacja zużytego silnika.

2.2 Przebudowy i modyfikacje

- Produktu nie wolno modyfikować, rozbierać ani uszkadzać bez zgody producenta. Jeśli mają Państwo specjalne wymagania, prosimy o kontakt z działem sprzedaży naszej firmy i przedstawienie swoich potrzeb.
- Nie należy samowolnie usuwać etykiet produktu ani dołączonych kart identyfikacyjnych.
- Kartony z logo naszej firmy nie mogą być wykorzystywane do sprzedaży lub wysyłki innych produktów.

2.3 Ryzyko resztkowe

⚠ Ostrzeżenie! Obrażenia ciała i szkody materialne spowodowane nieprzestrzeganiem dyrektywy maszynowej 2006/42/WE lub rozporządzenia UE w sprawie maszyn (UE) 2023/1230 Art und Quelle der Warnung

Istnieje ryzyko śmierci, poważnych obrażeń ciała i/lub szkód materialnych, jeśli nie przestrzega się dokładnie dyrektywy maszynowej

2006/42/WE lub rozporządzenia UE w sprawie maszyn (UE) 2023/1230.

- Produkty zawarte w zakresie dostawy są przeznaczone wyłącznie do montażu w maszynie. Uruchomienie jest zabronione do czasu całkowitego ustalenia, że produkt końcowy jest zgodny z dyrektywą maszynową 2006/42/WE lub rozporządzeniem UE w sprawie maszyn (UE) 2023/1230.
- Należy przestrzegać wszystkich instrukcji bezpieczeństwa i przekazać je użytkownikowi końcowemu.

Jeśli użytkownik będzie prawidłowo obsługiwał produkt i przestrzegał instrukcji oraz środków zapobiegawczych zawartych w instrukcji montażu, będzie mógł skutecznie kontrolować i zmniejszać ryzyko wystąpienia zdarzeń niepożądanych. Odpowiednie rozdziały instrukcji montażu zawierają informacje dotyczące konserwacji, a także potencjalnych zagrożeń i ostrzeżeń związanych z użytkowaniem produktu.

Niemniej jednak mogą istnieć pewne pozostałe zagrożenia związane z użyciem tego produktu. Na przykład, choć ważne jest, aby poinformować klientów i operatorów o konieczności zapoznania się z instrukcją montażu, nie ma pewności, czy w pełni zrozumieją oni instrukcje dotyczące produktu. W razie pytań dotyczących instrukcji montażu prosimy o kontakt z działem sprzedaży naszej firmy pod adresem . Udzielimy Państwu profesjonalnej porady.

2.4 Wymagania dotyczące personelu

Wszelkie prace i montaż tego urządzenia mogą być wykonywane wyłącznie przez wykwalifikowany i odpowiednio przeszkolony personel, który zapoznał się z niniejszą instrukcją montażu i ją zrozumiał. Prace przy komponentach silnika momentowego mogą być wykonywane wyłącznie przez upoważnione i kompetentne osoby. Przed rozpoczęciem pracy muszą one zapoznać się z urządzeniami zabezpieczającymi i przepisami bezpieczeństwa.

Czynność	Kwalifikacje
uruchomienie	Przeszkolony personel operatora lub producenta
Instalacja mechaniczna	Wykwalifikowany i doświadczony personel
Podłączenie elektryczne	Prace przy instalacji elektrycznej mogą wykonywać wyłącznie wykwalifikowani elektrycy. Alternatywnie prace mogą być wykonywane przez przeszkolonych techników pod bezpośrednim kierownictwem i nadzorem wykwalifikowanego elektryka, z zachowaniem wszystkich wytycznych technicznych.
Czyszczenie	Wykwalifikowany i doświadczony personel
Konserwacja	Przeszkolony personel operatora lub producenta
Naprawy	Przeszkolony personel operatora lub producenta

- Urządzenie może być montowane i eksploatowane wyłącznie zgodnie z instrukcją montażu.
- Podczas eksploatacji należy przestrzegać wszystkich obowiązujących przepisów, dyrektyw i wytycznych dotyczących bezpieczeństwa, zapobiegania wypadkom i ochrony środowiska.
- Wszystkie wymagane konstrukcyjne urządzenia zabezpieczające i odpowiednie znaki ostrzegawcze muszą być umieszczone w obszarze roboczym i dostępne.
- Wszelkie prace mogą być wykonywane wyłącznie przez odpowiednio wykwalifikowany i kompleksowo przeszkolony personel techniczny.
- Należy upewnić się, że operator ukończył praktyczne szkolenie z zakresu bezpieczeństwa dotyczącego silnika momentowego oraz że w pełni zapoznał się z niniejszą instrukcją montażu.
- Personel ma obowiązek noszenia odpowiednich środków ochrony indywidualnej (ŚOI), zgodnych ze wszystkimi wytycznymi BHP.
- Urządzenia nie wolno modyfikować konstrukcyjnie bez zgody.
- Należy przestrzegać zalecanych terminów przeglądów i wykonywać związane z nimi czynności konserwacyjne.

2.5 Sprzęt ochronny

Środki ochrony indywidualnej

Tabela 2.1 : Środki ochrony indywidualnej


Faza eksploatacji	znak nakazu	Środki ochrony indywidualnej
Transport, montaż,		Podczas transportu produktu należy nosić obuwie ochronne, aby uniknąć ryzyka przypadkowego upadku i obrażeń.

Faza eksploatacji	znak nakazu	Środki ochrony indywidualnej
czyszczenie i konserwacja		Podczas montażu wirnika, ze względu na silną siłę ssania, konieczne jest użycie urządzenia podwieszającego oraz noszenie kasku ochronnego.
		Podczas smarowania powierzchni produktu i wycierania go alkoholem należy nosić rękawiczki lateksowe.
uruchomienie		W przypadku wystąpienia hałasu nie należy narażać się na jego działanie przez długą długość czasu i należy nosić ochronniki słuchu.

Wyposażenie bezpieczeństwa

Produkt jest dostępny w różnych wielkościach i wersjach. Jeśli nie można go przenosić ręcznie, do podnoszenia należy używać dźwigu. Podczas podnoszenia należy bezwzględnie nosić kask ochronny, aby chronić głowę

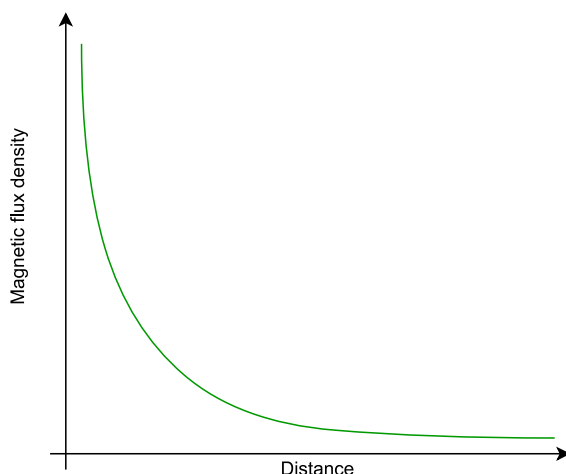
Tabela2 .2 :

Faza eksploatacji	znak nakazu	Wyposażenie bezpieczeństwa
Zawieszanie		Upewnić się, że ucha do podnoszenia są mocno zaciśnięte, a obciążenie mieści się w dopuszczalnym zakresie.

2.5.1 Zagrożenie związane z silnymi polami magnetycznymi

Magnes trwały w wirniku silnika z napędem bezpośrednim wytwarza bardzo silne pole magnetyczne. Gdy nie przepływa prąd wejściowy, silny magnetyzm silnika pochodzi z magnesów trwałych na wirniku, a natężenie pola magnetycznego jest odwrotnie proporcjonalne do odległości; podczas ruchu wytwarzane są dodatkowe pola elektromagnetyczne.

Ilustracja2 .1 : Schematyczne przedstawienie statycznego pola magnetycznego wirnika



⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych



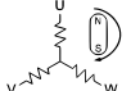






- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynoszący 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

⚠ Niebezpieczeństwo! Ryzyko przygniecenia spowodowane silnymi siłami przyciągania!

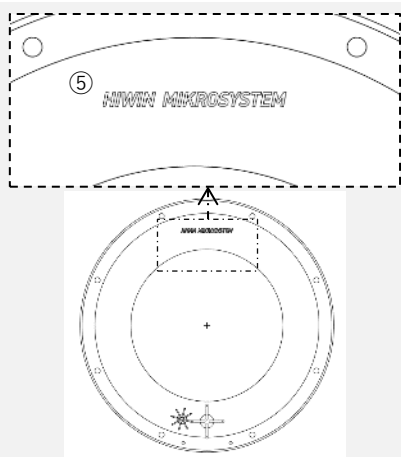
- Montować wirniki i stojany ostrożnie!
- Nie wkładać palców ani przedmiotów między wirniki a stojany!
- Wirnik i przedmioty magnetyczne mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Dwa wirniki mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Siła magnetyczna wirnika działająca na przedmiot może wynosić kilka kN, co może doprowadzić do przygniecenia części ciała.
- Nie należy lekceważyć siły przyciągania i należy postępować ostrożnie.
- W razie potrzeby należy nosić rękawice ochronne.
- Do wykonania pracy potrzebne są co najmniej dwie osoby.
- Jeśli etapy montażu nie są jeszcze na etapie instalacji wirnika, należy najpierw przechować wirnik w bezpiecznym i odpowiednim miejscu.
- Nigdy nie należy brać do rąk kilku wirników jednocześnie.
- Nigdy nie kładź dwóch wirników bezpośrednio obok siebie bez zabezpieczenia.
- Nie należy umieszczać materiałów magnetycznych w pobliżu wirnika! Jeśli narzędzie musi zostać namagnesowane, należy trzymać je obiema rękami i powoli zbliżać do wirnika!
- Zaleca się zamontowanie wirnika natychmiast po rozpakowaniu!
- Podczas montażu stojana i wirnika konieczne jest użycie przyrządu montażowego, aby złożyć stojan i wirnik osobno. Proszę postępować zgodnie z prawidłową procedurą.
- Należy zawsze mieć pod ręką następujące narzędzia, aby uwolnić części ciała (ręce, palce, stopy itp.) przytrzymane siłą magnetyczną.
- Młotek z niemagnetycznego, twardego materiału (ok. 3 kg)
- Dwa klinowe wózki z materiałów niemagnetycznych (w kształcie klina, kąt wierzchołkowy 10°-15°, minimalna wysokość 50 mm).

2.6 Tabliczka znamionowa na silniku momentowym

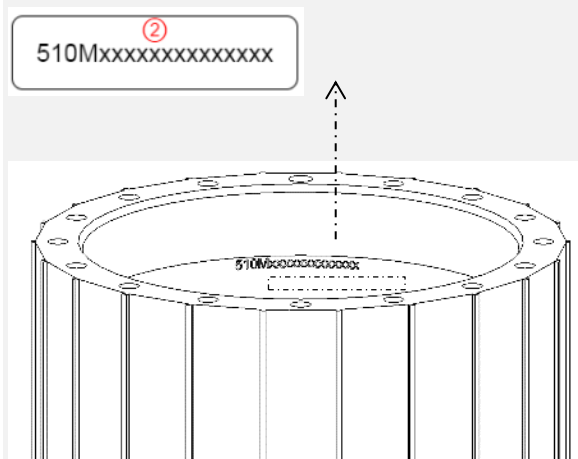
Każdy wirnik i każdy stojan są opatrzone specyficznym oznakowaniem. W zakresie dostawy znajdują się 2 etykiety z nazwą, 3 etykiety i 2 pierścienie O-ring. Ponadto na wirniku znajduje się magnetyczna tabliczka ostrzegawcza. Oto przykład tych etykiet

Tabliczka znamionowa	etykieta										
<p>HIWIN MIKROSYSTEM</p> <p>① TM - 2 - AF-SF0-0-20P-00 ② S/N: 510MXXXXXXXXXXXXXXXXXX</p> <table border="0"> <tr> <td>Cont. Torque(S1): 1240 Nm</td> <td>Mass of motor: 79.3 kg</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Peak Torque: 2350 Nm</td> <td>n max @ Tnom: 367 rpm</td> </tr> <tr> <td>Cont. Current(S1): 114.4 Arms</td> <td>n max @ Tmax: 210 rpm</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Peak Current: 255 Arms</td> <td>3-Synchronous Motor</td> </tr> </table> <p>Rate Power: 47.6 kW Max. DC Bus: 750 Vdc Temp. Sensor: PTC100+PTC130+ Pt1000 IP 00 Insulation Class: F</p> <p>No.6, Jingke Central Rd., Precision Machinery Park, Taichung 40852, Taiwan</p> <p> </p> <p>MADE IN TAIWAN</p>	Cont. Torque(S1): 1240 Nm	Mass of motor: 79.3 kg		Peak Torque: 2350 Nm	n max @ Tnom: 367 rpm	Cont. Current(S1): 114.4 Arms	n max @ Tmax: 210 rpm		Peak Current: 255 Arms	3-Synchronous Motor	<p> ② 510MXXXXXXXXXXXXXXXXXX</p> <p>③ FMXXXXXXXXXXXX</p> <p>① TMRW43</p> <p>④ M20xxxA1</p>
Cont. Torque(S1): 1240 Nm	Mass of motor: 79.3 kg										
Peak Torque: 2350 Nm	n max @ Tnom: 367 rpm										
Cont. Current(S1): 114.4 Arms	n max @ Tmax: 210 rpm										
Peak Current: 255 Arms	3-Synchronous Motor										

Oznaczenie stojana



Etykieta wirnika



- 1 Wersja silnika
- 2 numer seryjny
- 3 numer artykułu
- 4 Liczba rysunków
- 5 Grawerowane laserowo logo

Magnetyczna tabliczka ostrzegawcza



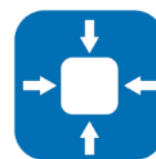
3 opis produktu

3.1 Opis silnika momentowego

Silnik momentowy oparty jest na konstrukcji silnika synchronicznego z magnesami trwałymi (PMSM), co zwiększa jego sprawność i zapewnia wysoki moment obrotowy. W przeciwieństwie do silników serwo z przekładnią, silnik momentowy może być podłączony bezpośrednio do obciążenia i przekazywać moment obrotowy. Zalety są następujące.

Prosta konstrukcja

- Duży wał drążony – wirnik z dużym wałem drążonym upraszcza konstrukcję. Przewody można łatwo poprowadzić, a w środku można umieścić różne elementy.
- Niewielka liczba elementów – dzięki bezpośredniemu połączeniu z obciążeniem można zmniejszyć liczbę elementów pośrednich i jeszcze bardziej zwiększyć niezawodność.
- Kompaktywność – właściwości dużego wału drążonego i bezpośredniego połączenia umożliwiają bardziej kompaktową konstrukcję mechaniczną.



Obniżenie kosztów

- Bez przekładni – zmniejsza nakłady instalacyjne i koszty konserwacji.
- Brak części zużywających się – Znaczne skrócenie czasu przestojów i konserwacji. Produkcja może być kontynuowana w sposób ciągły.
- Długa żywotność – Brak zużycia i przekładni redukcyjnych znacznie wydłuża żywotność maszyny.



Zwiększona wydajność

- Wysokie właściwości dynamiczne – bez opóźnień w przenoszeniu ruchu, takich jak połączenia elastyczne, luz i tarcie, zapewnia najlepsze właściwości ruchowe.
- Niski moment obrotowy – wiele biegunowości w połączeniu z zoptymalizowaną konstrukcją silnika HIWIN zmniejsza moment obrotowy podczas pracy.
- Niski moment bezwładności – duży wirnik wału drążonego zmniejsza obciążenie.

- Wysoka dokładność – dzięki bezpośredniemu połączeniu z obciążeniem sprzężenie zwrotne położenia jest dokładniejsze.



3.2 Główne elementy silnika momentowego

3.2.1 Widok ogólny

Silnik momentowy HIWIN może osiągnąć najlepszą wydajność dzięki chłodzeniu wodą. Łożyska, systemy pomiaru położenia i inne powiązane części nie wchodzi w skład dostawy.

Podstawowa konstrukcja silnika została przedstawiona na rysunku 3.1 [REF_Ref76634463](#) \h *Charformat * MERGEFORMAT .

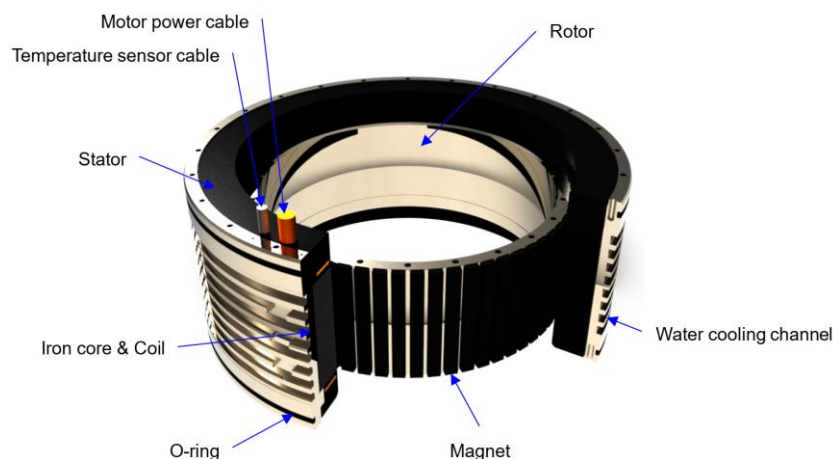
- stojan

Stojan serii TMRW/TM-5/IM-2 zawiera kanał chłodzenia wodą. Obudowa zewnętrzna wykonana jest ze stopu aluminium lub stali, a wewnątrz z żelaznym rdzeniem i cewkami pokrytymi powłoką epoksydową. Z jednej strony znajdują się dwa wyjścia przewodów: kabel silnika i kabel czujnika temperatury. Stojan należy zamontować na stałej części maszyny dostarczonej przez klienta.

- Wirnik

Główna konstrukcja składa się ze stalowego pierścienia z równomiernie rozmieszczonymi magnesami. Wirnik należy zamontować na obracającej się części maszyny klienta. Ze względu na silną siłę przyciągania magnetycznego podczas montażu i obsługi wymagana jest odpowiednia ochrona. Aby uniknąć zagrożeń, należy trzymać produkt z dala od przewodników magnetycznych (np. przedmiotów żelaznych).

Rys.3.1 : Podstawowa konstrukcja silnika momentowego



3.3 kod katalogowy

3.3.1 Kod katalogowy serii TMRW

		Specyfikacja silnika		Funkcja		Cechy	
Numer		1	2	3	4	5	6
Kod		TMRW	4	7	L	C	XX
1	TMRW	Typ: TMRW: silnik momentowy					
2	4	Średnica zewnętrzna stojana: 1: Ø160 mm 2: Ø198 mm 4: Ø230 mm 7: Ø310 mm A: Ø385 mm D: Ø485 mm G: Ø565 mm					
3	7	Wysokość wirnika (magnesu): 3: 30 mm 5: 50 mm 7: 70 mm A: 100 mm F: 150 mm					
4	L	Kod uzwojenia: Standard L: Niska siła elektromotoryczna					
5	C	Opcjonalnie: Standard C: Dostosowane do potrzeb klienta					
6	XX	Zarezerwowane: Standard XX: Kod właściwości Patrz karta techniczna silnika					

Kod katalogowy serii IM-2

		Specyfikacja silnika		Czujnik		wyjście kablowe		Zarezerwowane	
Numer		1	2	3	4	5	6	7	8
Kod		IM-2	7	5	SD0	0	20	V	XX
1	IM-2	Typ: IM-2: Silnik IM							
2	7	Średnica zewnętrzna stojana: 1: Ø160 mm 2: Ø198 mm 4: Ø230 mm 7: Ø310 mm A: Ø385 mm D: Ø485 mm G: Ø565 mm							
3	5	Wysokość wirnika (magnesu): 3: 30 mm 5: 50 mm 7: 70 mm A: 100 mm F: 150 mm							
4	SD0	Kod Charakterystyka momentu obrotowego i prędkości obrotowej Patrz karta techniczna silnika							
5	0	Konfiguracja czujnika temperatury: 0: PTC130+PTC100+Pt1000 (standard) 1: PTC130+PTC100+Pt1000x3							
6	20	Długość przewodu: 20: 2,0 m (standard) 05: 0,5 m 10: 1,0 m							
7	V	Typ wykonania przewodu: S: Wyjście proste V: Wyjście proste z zaciskiem kablowym H: Odgańlenie pod kątem 90° w kierunku stycznym z zaciskiem przewodu (tymczasowe odgańlenie proste) P: Wszystkie przewody (U/ V/ W/ G) oddzielone zaciskiem kablowym (prosto)							
8	XX	Zarezerwowane: 00 : Stojan i wirnik są dostarczane osobno (wersja standardowa) 03 : Montaż stojana i wirnika oraz ostateczna wysyłka (most po stronie przewodu) Uwaga: Dotyczy tylko wirników (magnesów) o wysokości poniżej 101 mm.							

II.3 .2 : Typ wyjścia przewodu

S: Wyjście proste



V: Wyjście proste z zaciskiem przewodu



P: Wszystkie przewody oddzielone zaciskiem przewodu (wyjście proste)



H: Wylot 90° w kierunku stycznym z zaciskiem przewodu (przewód temp. wylot prosty)



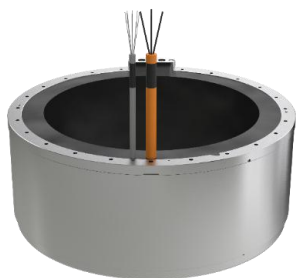
1. Tylko przewód.
2. Powyższy rysunek jest schematycznym szkicem; dokładne wymiary można znaleźć na rysunkach certyfikacyjnych.

3.3.2 Kod katalogowy serii TM-5

		Specyfikacja silnika		Czujnik		wyjście kablowe		Zarezerwowane	
Numer		1	2	3	4	5	6	7	8
Kod		TM5	7	5	PB6	0	20	V	XX
1	TM5	Typ: TM-5: silnik momentowy							
2	7	Średnica zewnętrzna stojana: 1: Ø160 mm 2: Ø198 mm 4: Ø230 mm 7: Ø310 mm A: Ø385 mm D: Ø485 mm G: Ø565 mm							
3	5	Wysokość wirnika (magnesu): 3: 30 mm 5: 50 mm 7: 70 mm A: 100 mm F: 150 mm							
4	PB6	Kod Charakterystyka momentu obrotowego i prędkości obrotowej Patrz karta techniczna silnika							
5	0	Konfiguracja czujnika temperatury: 0: PTC130+PTC100+Pt1000 (standard) 1: PTC130+PTC100+Pt1000x3							
6	20	Długość przewodu: 20: 2,0 m (standard) 05: 0,5 m 10: 1,0 m							
7	V	Kształt wyjścia kablowego ¹⁾ : S: Wyjście proste V: Wyjście proste z zaciskiem przewodu H: Wyjście pod kątem 90° w kierunku stycznym z zaciskiem przewodu (przewód temperatury, wyjście proste) P: Wszystkie przewody oddzielone zaciskiem (wyjście proste)							
8	XX	Zarezerwowane: 00 : Stojan i wirnik są dostarczane osobno (wersja standardowa) 03 : Montaż stojana i wirnika oraz ostateczna wysyłka (most po stronie przewodu) Uwaga: Dotyczy tylko wirników (magnesów) o wysokości poniżej 101 mm. T0 : Wersja o małym przepływie, stojan i wirnik są dostarczane osobno T3 : Wersja o niskim przepływie, zespół stojana i wirnika oraz dostawa końcowa (most po stronie przewodu) Uwaga: Dotyczy tylko wirników (magnesów) o wysokości poniżej 101 mm.							

Rys.3 .3 : Typ wyjścia przewodu

S: Wyjście proste



V: Wyjście proste z zaciskiem przewodu



P: Wszystkie przewody oddzielone zaciskiem przewodu (wyjście proste)



H: Wylot 90° w kierunku stycznym z zaciskiem przewodu (przewód temp. wylot prosty)



1. Tylko przewód.
2. Powyższy rysunek jest schematycznym szkicem; dokładne wymiary można znaleźć na rysunkach certyfikacyjnych.

3.4 konfiguracja

3.5 Wybór silnika momentowego

W poniższych sekcjach opisano wybór odpowiedniego silnika na podstawie prędkości, dystansu i bezwładności obciążenia. Podstawowa procedura doboru silnika wygląda następująco.

Wymagania

- Środowisko pracy
- Montaż (poziomy lub pionowy)
- Sposób jazdy
- Warunki obciążenia (bezwładność obciążenia, tarcie i siła poprzeczna)
- Warunki prędkości (maksymalne przyspieszenie i prędkość)
- Czas pracy



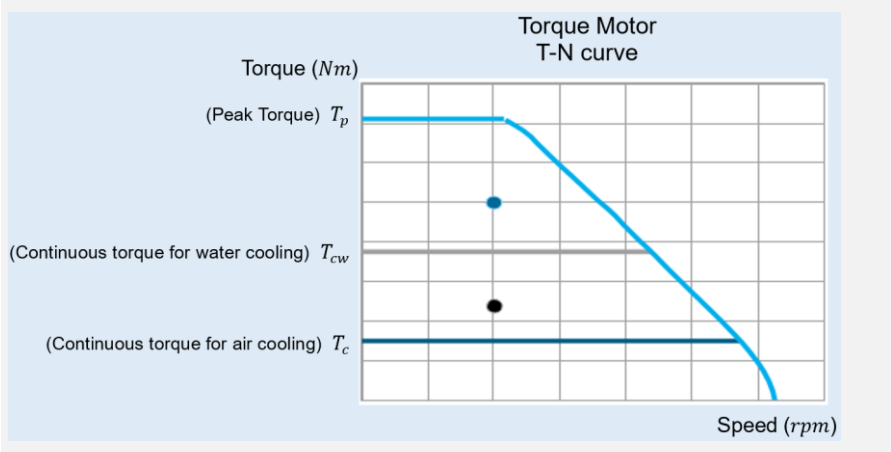
Obliczanie momentu obrotowego

- Obliczanie momentu obrotowego odpowiadającego prędkości obrotowej w każdych warunkach pracy
- Obliczanie momentu obrotowego równoważnego



Dobór silnika i potwierdzenie krzywej T-N

- Wybierz odpowiedni silnik z katalogu HIWIN zgodnie z obliczonym maksymalnym momentem, momentem równoważnym i prędkością obrotową.
- Upewnij się, że prędkość obrotowa i odpowiadający jej moment obrotowy w każdych warunkach pracy mieszczą się w zakresie krzywej momentu obrotowego w funkcji prędkości obrotowej silnika.
- Upewnij się, że moment równoważny mieści się w zakresie momentu ciągłego silnika.



- Symbol

φ	Przesunięcie kątowe (rad)	I_p	prąd szczytowy (A_{eff})
t	Czas ruchu (sek)	I_e	Prąd równoważny (A_{eff})
α	Przyspieszenie kątowe (rad/s^2)	I_c	prąd ciągły (A_{eff})
ω	Prędkość kątowa (rad/s)	ω_0	Początkowa prędkość kątowa (rad/s)
J_L	Bezwładność obciążenia (kgm^2)	m	Masa obciążenia (kg)
J	Bezwładność masowa wirnika (kgm^2)	R_L	Średnica zewnętrzna obciążenia (m)
T_p	Moment szczytowy (Nm)	r_L	Średnica wewnętrzna obciążenia (m)
T_c	Moment ciągły (Nm)	a_L, b_L	Długość boku obciążenia (m)
T_i	Moment bezwładności (Nm)	S	Odległość od środka ciężkości do środka obrotu (m)
K_t	Stała momentu obrotowego (Nm/A_{eff})		

1 Wymagania

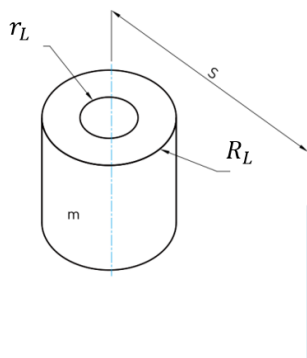
Aby dobrać odpowiedni silnik, przed dokonaniem wyboru należy zrozumieć poniższy wzór dotyczący bezwładności obciążenia i ruchu.

Obliczanie bezwładności obciążenia

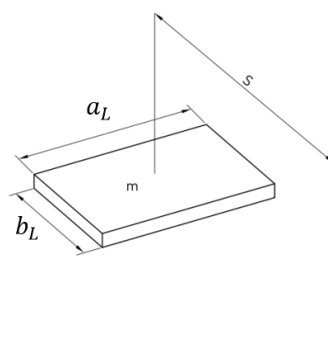
Bezwładność obciążenia można określić za pomocą oprogramowania do rysowania 3D lub wzoru. Podstawowy wzór wygląda następująco.

$$\text{Moment bezwładności walca drążonego } J_L = m \left(\frac{R_L + r_L}{2} + S^2 \right)$$

$$\text{Moment bezwładności prostokąta } J_L = m \left(\frac{a_L + b_L}{12} + S^2 \right)$$



rotary center



rotary center

Określenie prędkości i parametrów ruchu

Poniżej opisano podstawowe równania kinematyczne.

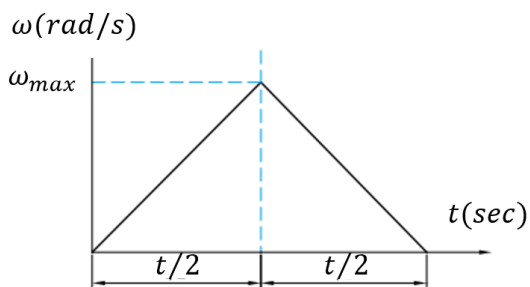
$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

ω to prędkość kątowa, α to przyspieszenie kątowe, t to czas ruchu, a φ to przemieszczenie kątowe. Użytkownicy mogą dokonać wyboru dwóch z czterech parametrów (ω, α, t i φ) jako parametry projektowe. Dwa parametry po lewej stronie można obliczyć za pomocą powyższych równań.

Profil prędkości ruchu

Profile ruchu silników momentowych można podzielić na „profil trapezowy” i „profil trójkątny”. Profil trapezowy jest zazwyczaj stosowany w zastosowaniach skanujących. Jego profil ruchu można podzielić na przyspieszenie, stałą prędkość i opóźnienie. Maksymalne przyspieszenie kątowe można określić za pomocą powyższych podstawowych równań kinematyki. Profil trójkątny jest zwykle stosowany w zastosowaniach typu punkt-punkt. Jego profil ruchu można podzielić na przyspieszenie i opóźnienie, a jego profil ruchu i wzór można uprościć w następujący sposób.



$$\omega_{max} = 2 \times \frac{\varphi}{t}$$

$$\omega_{max} = \sqrt{\alpha \times \varphi}$$

$$\alpha_{max} = \frac{4\varphi}{t^2}$$

2 Obliczanie momentu obrotowego

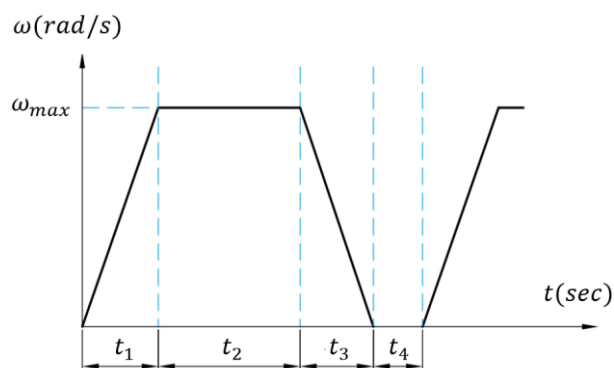
Maksymalny moment obrotowy można obliczyć za pomocą poniższego równania.

$$T_{max} = (J + J_L) \times \alpha_{max} + T_f = T_i + T_f$$

Gdzie T_i to moment bezwładności, a T_f to moment obrotowy spowodowany momentem tarcia, siłą cięcia lub siłą zewnętrzną.

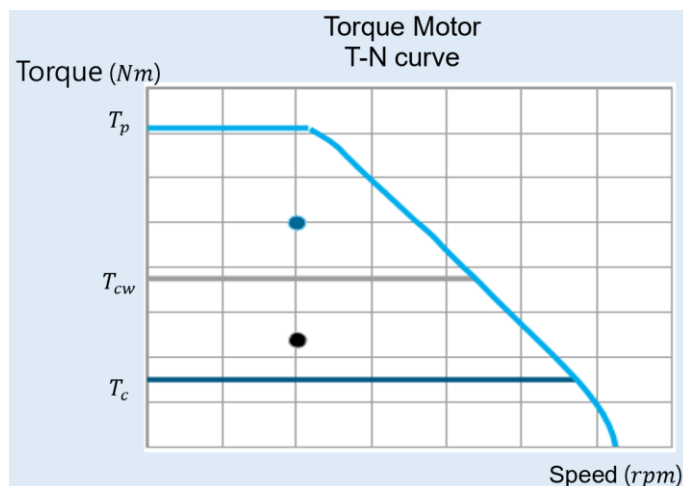
W większości przypadków są to cykliczne ruchy punkt-punkt. Moment równoważny ruchu cyklicznego o czasie trwania t_4 sekund można obliczyć w następujący sposób.

$$T_e = \sqrt{\frac{(T_i + T_f)^2 \times t_1 + T_f^2 \times t_2 + (T_i - T_f)^2 \times t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}$$



3 Dobór silnika i potwierdzenie krzywej T-N

Korzystając ze specyfikacji silników HIWIN, użytkownik może dokonać wyboru odpowiedniego silnika na podstawie momentu szczytowego i momentu równoważnego oraz upewnić się, że prędkość obrotowa i moment obrotowy w każdych warunkach pracy mieszczą się w zakresie krzywej T-N silnika.



Wymiarowanie silnika określa się w następujący sposób.

$$T_{\max} < T_p$$

$$T_e < T_c$$

Użytkownicy muszą uwzględnić stosunek momentu równoważnego do momentu ciągłego. Ogólnie zaleca się, aby stosunek (T_e / T_c) mieścił się w zakresie 0,7. Moment ciągły dla serii TMRW/TM-5/IM-2 można podzielić na chłodzenie powietrzem i chłodzenie wodą. Jeśli silnik jest zasilany chłodzeniem wodnym, moment ciągły przy chłodzeniu wodnym może służyć jako wartość orientacyjna do porównania.

Uwaga:

Krzywa momentu obrotowego w funkcji prędkości obrotowej podana w specyfikacji odnosi się do określonego napięcia, niezależnie od granicznej prędkości obrotowej łożyska i układu pomiaru położenia. Podczas doboru parametrów użytkownik powinien również określić maksymalną prędkość całego mechanizmu, aby uniknąć sytuacji, w której skrócenie żywotności łożysk lub awaria układu pomiaru położenia doprowadziłyby do nieprawidłowej pracy lub uszkodzenia silnika.

3.1 Obliczenia termiczne

3.1.1 Straty ciepła

Gdy silnik przekształca energię elektryczną w energię kinetyczną, nie da się uniknąć strat miedzi, strat żelaznych i strat mechanicznych. Straty miedzi to straty wynikające z oporu, gdy prąd przepływa przez cewkę stojana silnika. Straty żelazne, które można podzielić na straty histerezowe i straty prądów wirowych, powstają w wyniku przemiany pola magnetycznego między żelaznym rdzeniem stojana a magnesem wirnika. Straty mechaniczne są na ogół znacznie mniejsze niż straty miedziane i żelazne, dlatego można je pominąć.

Straty miedzi przy momencie ciągłym oblicza się w następujący sposób.

$$P_c = \frac{3}{2} R_{25} \{1 + [0,00393(\theta_c - 25)]\} I_c^2$$

P_c = straty miedzi przy temperaturze cewki θ_c [W]

R_{25} = Rezystancja przewodów przy temperaturze cewki 25 °C [Ω]

I_c = prąd ciągły przy temperaturze cewki θ_c [A_{eff}]

θ_c = temperatura cewki [°C] (120 °C dla serii TMRW, 130 °C dla serii TM-5/IM-2)

Straty w żelazie są spowodowane głównie zmianą strumienia magnetycznego podczas procesu komutacji i są silnie zależne od częstotliwości. Ponieważ prędkość obrotowa jest wprost proporcjonalna do częstotliwości, straty w żelazie są większe przy wysokich prędkościach obrotowych. Prędkość obrotowa silnika momentowego HIWIN jest jednak niska, więc straty w żelazie są stosunkowo mniejsze niż straty miedzi. Wartość prędkości obrotowej podana na rysunku i w specyfikacji HIWIN to maksymalna prędkość, jaką silnik może osiągnąć. W przypadku pracy ciągłej przy wysokich prędkościach obrotowych straty żelaza muszą uwzględniać dodatkowy dopływ ciepła do wirnika. W tym momencie straty silnika gwałtownie rosną. Aby uniknąć przegrzania, operatorzy muszą odpowiednio dostosować warunki pracy lub zapewnić odprowadzanie ciepła z wirnika.

Straty żelaza są spowodowane głównie przez prądy wirowowe i częstotliwość. Im wyższa prędkość, tym większe straty żelaza.

$$P_{Fe} \propto f^2$$

P_{Fe} = strata żelaza [W]

f = częstotliwość [Hz]

Definicja częstotliwości :

$$f = \frac{n \cdot p}{60}$$

n = prędkość obrotowa (obroty na minutę)

p = liczba par biegunów

Straty ciepła są przenoszone głównie poprzez przewodzenie ciepła z uzwojeń i żelaznego rdzenia do obudowy silnika. Weźmy na przykład naturalne chłodzenie powietrzem: źródło ciepła jest oddawane do otoczenia poprzez konwekcję cieplną z powierzchni obudowy stykającej się z powietrzem, a następnie przekazywane do powierzchni montażowej klienta poprzez promieniowanie cieplne oraz przewodzenie ciepła. W przypadku chłodzenia chłodzonego wodą źródło ciepła jest przenoszone przez przewodzenie cieplne z centrum źródła ciepła do wody chłodzącej. Ponieważ współczynnik przewodzenia cieplnego wody chłodzącej jest znacznie wyższy niż powietrza, efekt oddawania ciepła do powietrza przez konwekcję można pominąć. Seria TMRW jest dostępna zarówno w wersji chłodzonej wodą, jak i powietrzem, podczas gdy serie TM-5 i IM-2 są dostępne głównie w wersji chłodzonej wodą. Należy upewnić się, że stosowane parametry są zgodne ze specyfikacjami i zadbać o to, aby temperatura uzwojenia nie przekraczała 130 ° C. (W przypadku TMRW wartość ta wynosi 120 ° C). W przypadku innych aplikacji prosimy o kontakt z firmą HIWIN.

3.1.2 Temperatura pracy ciągłej

Temperatura ustalona uzwojenia silnika jest określana przez stosunek strat miedzi do strat żelaznych. Przy niskich prędkościach obrotowych straty żelazne można pominąć. Zarówno

strata całkowita, jak i znamionowy prąd ciągły (T_c) są zdefiniowane przy temperaturze uzwojenia wynoszącej 120° C. (Dla TM-5 i IM-2 wynosi ona 130° C). Jeśli moment obrotowy równoważny (T_e) jest mniejszy niż znamionowy moment ciągły (T_c), temperaturę ustaloną cewki silnika w różnych warunkach pracy można obliczyć za pomocą poniższego wzoru.

$$\theta_e = \theta_{surr} + \left(\frac{I_e}{I_c}\right)^2 (\theta_c - 25)$$

θ_c = temperatura ustalona dla cewki w warunkach znamionowych (TMRW: 120 / TM-5 i IM-2: 130) [°C]

θ_e = temperatura ustalona cewki przy momencie obrotowym równoważnym [°C]

θ_{surr} = temperatura otoczenia [°C] (temperatura otoczenia w przypadku chłodzenia powietrzem / temperatura wody w przypadku chłodzenia wodą)

I_e = prąd równoważny w rzeczywistym trybie pracy [A_{rms}] (gdy temperatura uzwojenia wynosi θ_e)

I_c = znamionowy prąd ciągły [A_{rms}] (przy temperaturze uzwojenia $\theta_{(cont.)}$), zależy to od warunków odprowadzania ciepła. W przypadku chłodzenia powietrzem oznacza to prąd ciągły przy chłodzeniu powietrzem. W przypadku chłodzenia wodą oznacza to prąd ciągły przy chłodzeniu wodą.

I_p = prąd szczytowy [A_{rms}]

T_e = moment obrotowy równoważny w rzeczywistych warunkach pracy [Nm] (przy temperaturze uzwojenia θ_e)

T_c = nominalny moment ciągły [Nm] ((przy temperaturze uzwojenia $\theta_{(cont.)}$))

T_p = szczytowy moment obrotowy [Nm]

Gdy silnik pracuje, stosunek momentu obrotowego wyjściowego do prądu przy rosnącym natężeniu prądu prowadzi do nasycenia rdzenia żelaznego. Zależność liniowa staje się nieliniowa, co utrudnia oszacowanie prądu. Zależności tej nie da się opisać bezpośrednio za pomocą równania. Prąd można jednak oszacować zgodnie z poniższymi warunkami przedstawionymi na rysunku 3.4:

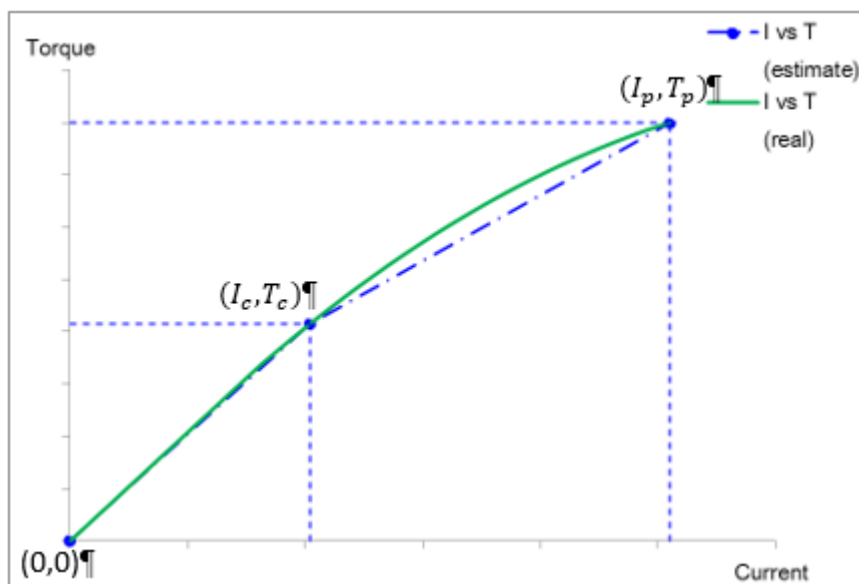
Przypadek A: ($T_e < T_c$) jest równe ($I_e < I_c$)

$$I_i = I_{cw} + \frac{(T_i - T_{cw})(I_p - I_{cw})}{T_p - T_{cw}}$$

Przypadek B: ($T_c < T_e < T_p$) jest równe ($I_c < I_e < I_p$)

$$I_i = I_{cw} + \frac{(T_i - T_{cw})(I_p - I_{cw})}{T_p - T_{cw}}$$

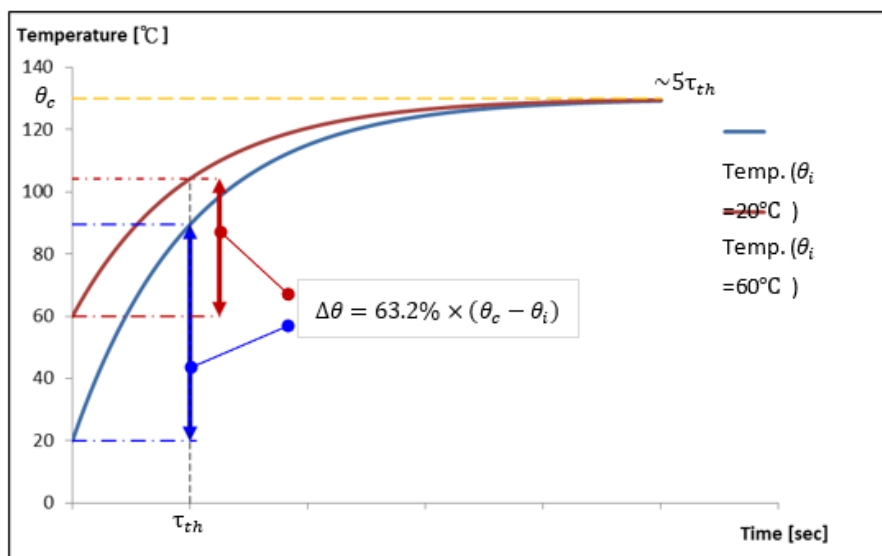
Rys.3 .1 : Krzywa prądu w funkcji momentowego



3.1.2.1 Termiczna stała czasowa

Temperatura uzwojenia silnika podczas pracy zależy od termicznej stałej czasowej. Termiczna stała czasowa jest zdefiniowana jako czas potrzebny do osiągnięcia różnicy temperatur wynoszącej 63,2% różnicy między temperaturą ustaloną a temperaturą początkową. Czas potrzebny do osiągnięcia równowagi termicznej wynosi około pięciokrotności termicznej stałej czasowej.

Rys.3 .2 : Krzywa wzrostu temperatury



Zależność między termiczną stałą czasową a temperaturą wynosi

$$\theta(t) = \theta_i + (\theta_c - \theta_i) \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau_{th}}\right)}\right)$$

- $\theta(t)$ = temperatura uzwojenia [°C] (w momencie pracy t)
- θ_i = temperatura uzwojenia [°C]
- t= czas pracy [sec]
- τ_{th} = termiczna stała czasowa [sec]

Jeśli prąd roboczy mieści się w zakresie od prądu znamionowego do prądu szczytowego ($I_c < I_e < I_p$), należy ustawić czas wyłączenia w celu schłodzenia silnika. Powyższa termiczna stała czasowa może posłużyć do obliczenia czasu cyklu obciążenia. Zobacz [3.1.2 Temperatura pracy ciągłej](#), aby określić temperaturę ustaloną cewki przy momencie równoważnym (θ_e) na podstawie momentu równoważnego w rzeczywistej pracy (T_e). Następnie należy obliczyć względny maksymalny czas pracy, korzystając z poniższego wzoru.

Zależność między temperaturą ustaloną dla cewki przy równoważnym momencie obrotowym (θ_e) a maksymalnym czasem pracy wynosi

$$t_0 = -\tau_{th} \cdot \ln \left(1 - \frac{\theta_c - \theta_i}{\theta_e - \theta_i} \right)$$

t_0 = maksymalny czas pracy [sec]

Uwaga: Temperatura uzwojenia (θ_c) nie może tutaj przekraczać wartości maksymalnej podanej w danych technicznych.

(120°C dla serii TMRW, 130°C dla TM-5 / IM-2)

Stosunek między temperaturą uzwojenia a czasem wyłączenia wynosi

$$t_b = -\tau_{th} \cdot \ln \left(1 - \frac{\theta(t_b) - \theta_c}{\theta_{surr} - \theta_c} \right)$$

$\theta(t_b)$ = temperatura uzwojenia wymagająca chłodzenia [°C] (po czasie wyłączenia t_b)

t_b = czas wyłączenia [sec]

Rozkład czasowy cyklu obciążenia podczas pracy silnika można określić na podstawie dwóch powyższych wzorów.

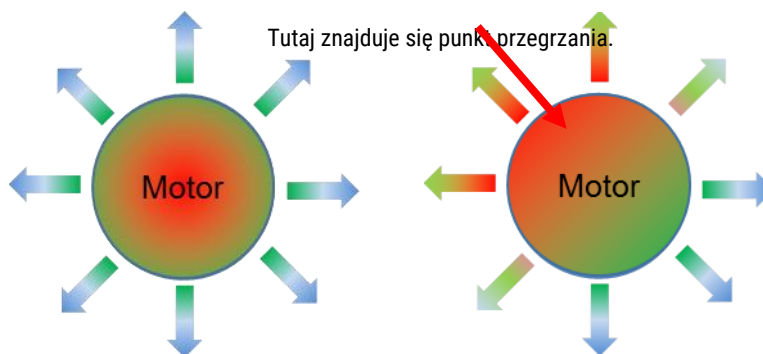
3.1.2.2 Warunki postoju

Gdy prędkość obrotowa silnika jest bardzo niska (w tym podczas postoju), prędkość komutacji prądu w silniku jest bardzo mała, co powoduje gromadzenie się prądu w określonych grupach cewek silnika. Zastosowanie w tym momencie prądu ciągłego prowadzi ostatecznie do niewystarczającego odprowadzania ciepła, co powoduje przegrzanie silnika.

Koncepcja jest następująca:

- Strzałka przedstawia przepływ wody służący do odprowadzania ciepła wokół silnika, przy czym ilość wody odprowadzanej w jednostce jest stała.
- W stanie zablokowania temperatura silnika koncentruje się w określonych dwóch fazach lub w jednej konkretnej fazie silnika.
- Ponieważ przepływ wody wokół silnika nie wzrósł, ciepło silnika nadal gromadzi się w niektórych cewkach.

Rys.3 .3 : Normalna praca (po lewej), stan zablokowania (po prawej)



Gdy silnik pracuje z częstotliwością poniżej 1 Hz, uznaje się to za stan zablokowania.

Zależność między częstotliwością silnika, prędkością obrotową silnika i liczbą biegunów jest następująca:

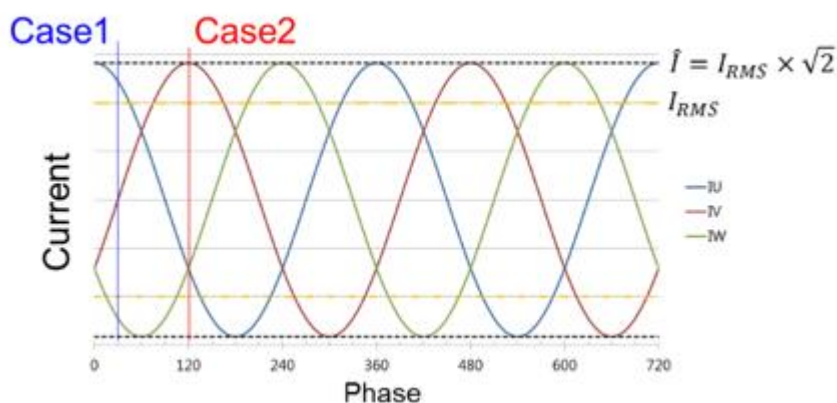
$$n = \frac{f}{p} [1/s]$$

n = prędkość obrotowa [1/s]

f = częstotliwość elektryczna [1/s]

p = pary biegunów

Rys.3 .4 : Prąd w silniku przy różnych fazach



Jak już wspomniano, przy ekstremalnie niskiej prędkości obrotowej silnika i w stanie zablokowania prąd przekracza prąd ciągły, jaki każda faza może wytrzymać w trybie dwufazowym lub jednofazowym, jak pokazano na Rys.3 .4 : Prąd w silniku przy różnych fazach . Aby uniknąć przegrzania, prąd roboczy należy odpowiednio zmniejszyć. W stanie zablokowania występują dwie wartości graniczne. Dla każdego kąta elektrycznego prąd musi mieścić się w zakresie między następującymi dwoma przypadkami:

Przypadek 1: Prąd nadmierny w obu fazach. (Przykład dla faz U i W)

- Zmniejszenie prądu do **81%** prądu ciągłego ($\frac{1}{\sqrt{1.5}}$)
- Dostosowanie prądu: $I_{\text{phase}_U} = I_{\text{phase}_W} = \frac{1}{\sqrt{1.5}} I_{C(W)}$

Przypadek 2: Prąd nadmierny w jednej fazie. (Przykład: faza V)

- Zmniejszenie prądu do **70%** prądu ciągłego ($\frac{1}{\sqrt{2}}$)

Dostosowanie prądu: $I_{\text{phase}_V} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_{C(W)}$

Dla prądu postojowego: TMRW = 70 %, IM-2 i TM-5 = 80 %.

Stan zablokowania jest często pomijany przez użytkowników podczas aplikacji i obliczeń. Jeśli prędkość obrotowa silnika jest niższa od wartości podanej w Tabeli 3 .1 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** , należy to uznać za stan zablokowania. Warunki pracy należy dokładnie oszacować. Należy monitorować prąd i temperaturę. Ma to na celu zapobieżenie uszkodzeniu silnika w wyniku przegrzania.

Tabela 3 .1 : Prędkość blokowania silnika momentowego HIWIN

TMRW	TM-5	IM-2	Prędkość obrotowa [obr/min]
TMRW1x, TMRW2x, TMRW4x	TM-5-1x, TM-5-2x	IM-2-2x	5,45
-	-	IM-2-4x	3
TMRW7x	TM-5-4x, TM-5-7x	-	2,73
-	TM-5-A, TM-5-Dx	-	2
TMRWax	-	IM-2-Ax	1,82
-	TM-5-Gx	-	1,71
TMRWDx, TMRWGx	-	IM-2-Gx	1,36

3.1.3 Chłodzenie

3.1.3.1 Obliczenia systemu chłodzenia

Właściwości silnika podane na rysunku i w danych technicznych silnika momentowego HIWIN są projektowane do pracy w środowisku chłodzonym wodą, przy temperaturze chłodziwa wynoszącej 20 °C . Dopuszczalne jest również stosowanie oleju jako chłodziwa. Należy po prostu dostosować moc silnika do właściwości chłodziwa. Warunki chłodzenia podane w danych technicznych: Temperatura uzwojenia powinna wynosić poniżej 120°C (130°C dla TM-5/IM-2), jeśli stojan pracuje w trybie ciągłym przy momencie

ciągłym. Jeśli moment obrotowy równoważny w rzeczywistej eksploatacji jest niższy niż moment ciągły podany w danych technicznych, należy zmniejszyć przepływ wody chłodzącej, aby uniknąć nadmiernego zużycia pompy. Warunki chłodzenia można odpowiednio dostosować za pomocą poniższych wzorów.

Dostosować warunki brzegowe układu chłodzenia zgodnie ze stratami mocy silnika:

Jeśli moment obrotowy jest niższy niż moment ciągły ($T_e < T_c$), należy obliczyć odpowiedni przepływ chłodziwa na podstawie poniższych wzorów.

$$P_e = \frac{P_c}{\left(\frac{T_c}{T_e}\right)^2}$$

$$P_e = 69.7 \cdot q_e \cdot \Delta\theta$$

P_e = Całkowita strata silnika przy momencie obrotowym równoważnym [W]

$\Delta\theta$ = Różnica temperatur między wlotem a wylotem silnika [°C]

q_e = Przepływ płynu chłodzącego [l/min] (przy tym samym momencie obrotowym)

Różnica ciśnień między wlotem a wylotem (ΔP_{eff}) zależy od przepływu płynu chłodzącego (q)

$$\Delta P_{eff} = \Delta P \cdot \frac{q_e}{q}$$

ΔP_{eff} = Różnica ciśnień między wlotem a wylotem [bar] (przy tym samym momencie obrotowym)

ΔP = różnica ciśnień między wlotem a wylotem [bar] (w karcie katalogowej)

q = Przepływ płynu chłodzącego [l/min] (w karcie katalogowej)

⚠ Uwaga! Przegrzanie silnika w przypadku niewystarczającego chłodzenia silnika

Uszkodzenie silnika; części silnika lub układu izolacyjnego mogą ulec uszkodzeniu w przypadku zbyt małego przepływu w układach chłodzonych wodą.

- Należy ustawić przepływ wody na wartość podaną w karcie katalogowej
- Aby zmniejszyć przepływ wody chłodzącej silnika do mniej niż 70% podanego minimalnego przepływu, prosimy o kontakt z firmą HIWIN w celu uzyskania potwierdzenia.

Przykład

W specyfikacji wersji TMRWAF moment ciągły (T_c) przy chłodzeniu wodnym wynosi 1290Nm , strata mocy (P_c) 8262 W, przepływ chłodziwa (q) 23,7 l/min , a różnica ciśnień między wlotem a wylotem (ΔP) 3bar . Jeśli stosowany moment obrotowy ciągły wynosi tylko 600Nm , a różnica temperatur między wlotem a wylotem ma wynosić 6°C , to jaka jest wówczas wydajność chłodziwa (q_e) oraz różnica ciśnień między wlotem a wylotem (ΔP_{eff}) w układzie chłodzenia? [$v_{water} = 10^{-3}(m^3/kg)$]

$$P_e = \frac{P_c}{\left(\frac{T_c}{T_e}\right)^2} = \frac{8262}{\left(\frac{1290}{600}\right)^2} = 1787(W)$$

$$1787 = 69.7 \times q_e \times 6$$

$$q_e = 4.27(l/min)$$

$$\Delta P_{eff} = \Delta P \cdot \frac{q_e}{q} = 3 \times \frac{4.27}{23.7} = 0.54(bar)$$

Różnice między parametrami podanymi w karcie katalogowej a parametrami użytkowymi przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela3 .2 : Różnica między parametrami z karty katalogowej a parametrami użytkownika

Parametr (w warunkach chłodzenia wodą)	karta katalogowa	Użytkownik
Moment obrotowy (T)	1290 Nm	600 Nm
Strata mocy (P)	8262 W	1787 W
Różnica temperatur między wlotem a wylotem ($\Delta\theta$)	5 °C	6 °C
Przepływ chłodziwa (q)	22 l/min	4,27 l/min
Różnica ciśnień między wlotem a wylotem (ΔP)	3 bar	0,54 bar

3.1.3.2 Wybór płynu chłodzącego

Płyn chłodzący musi być zapewniony przez użytkownika. W silnikach momentowych HIWIN należy stosować płyn chłodzący o właściwościach antykorozyjnych. Konstrukcja i testy wydajności silników momentowych HIWIN opierają się na czystej wodzie. Jeśli klienci używają oleju jako płynu chłodzącego, przy tym samym natężeniu przepływu zmniejsza się odprowadzanie ciepła, a tym samym również moc silnika; w przeciwnym razie należy zwiększyć natężenie przepływu, aby utrzymać moc silnika. Aby uzyskać więcej informacji, prosimy o kontakt z firmą HIWIN.

Płyn chłodzący musi być wcześniej uzdatniony i przefiltrowany, aby uniknąć zatkania kanału chłodzącego. Maksymalna dopuszczalna wielkość cząstek w płynie chłodzącym wynosi 100 mikrometrów, a płyn nie może zamarzać. Stosowanie nieuzdatnionej wody może prowadzić do awarii lub uszkodzeń spowodowanych osadami, rozwojem glonów lub tworzeniem się szlamu, a także korozją, np.: zmniejszoną przewodnością cieplną, utratą ciśnienia spowodowaną zmniejszeniem przekroju i zatkanie różnych elementów. Jeśli chodzi o jakość wody, muszą być spełnione co najmniej następujące wymagania:

Zawartość chlorków i siarczanów musi wynosić poniżej 100 ppm.

Zawartość soli mineralnych musi wynosić poniżej 2000 ppm.

$6,5 \leq \text{pH} \leq 9,5$

Kompatybilność z materiałem uszczelki typu O-ring

%W przypadku dodania środka antykorozyjnego (substancją podstawową jest eter monoetylowy glikolu etylenowego) nie może on reagować z wodą, a temperatura zamarzania musi wynosić co najmniej -5 °C (°C). Środek antykorozyjny musi być kompatybilny z przyłączami i materiałami w systemie chłodzenia, w tym z pierścieniem O-ring silnika. Proszę skonsultować się w tej sprawie z dostawcą środka! Ogólnie zaleca się, aby stężenie nie przekraczało 50 ppm ().

Oprócz oleju, dodanie do wody różnych rozpuszczalników również prowadzi do zmniejszenia jej ciepła właściwego (C_p) (proszę skonsultować właściwości z dostawcą). Konieczne jest odpowiednie zmniejszenie mocy silnika. W przypadku stosowania glikolu jako dodatku, proszę zapoznać się z poniższą tabelą.

Tabela3 .1 : Ciepło właściwe roztworów wodnych na bazie glikolu etylenowego w różnych temperaturach

Stężenie glikolu etylenowego (procent wagowy)	Ciepło właściwe C_p (KJ/kg K)			
	Zakres temperatur			
	0 °C	10 °C	20 °C	30 °C
0	4 203	4 195	4 189	4 185
10	4 071	4 079	4 087	4 096
20	3 918	3 935	3 951	3 968
30	3 764	3 807	3 807	3 828
40	3 595	3 647	3 647	3 674
50	3 412	3 473	3 473	3 504

Uwaga

Zaleca się mieszanie wody z odpowiednim neutralizatorem jonów zamiast stosowania glikolu, ponieważ ma to dodatkową zaletę w postaci zmniejszenia korozji i ryzyka zatorów.

Przykład

W tym miejscu możemy przeprowadzić obliczenia w oparciu o warunki pracy silnika podane w powyższych przykładach. Zakładając, że klient stosuje wyłącznie wodę z 20% dodatkiem glikolu jako płyn chłodzący, należy uwzględnić wpływ zmniejszonej pojemności cieplnej i zwiększyć natężenie przepływu, aby utrzymać odprowadzanie ciepła na jednostkę.

Z tabeli wynika, że pojemność cieplna czystej wody poniżej 20 °C wynosi 4,189 (KJ/kg K), a pojemność cieplna wody z 20% glikolem wynosi 3,951 (KJ/kg K).

$$q_e = \frac{4.189}{3.951} \times 22 = 23.3 \text{ (l/min)}$$

Tabela3 .3 :

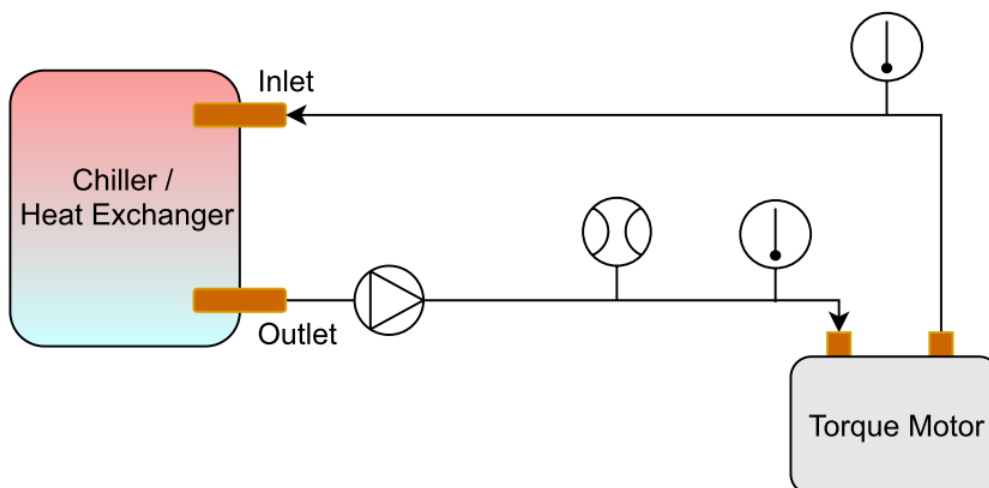
Parametry (w warunkach chłodzenia wodą)	karta katalogowa	Użytkownik
Moment obrotowy (T)	1290 Nm	1290 Nm
Strata mocy (P)	8262 W	8262 W
Różnica temperatur między wlotem a wylotem (Δθ)	5°C	5°C
Przepływ chłodziwa (q)	22 l/min	23,3 l/min
Czynnik	0% czysta woda	Glikol 20% z wodą

3.1.3.3 Wykres płynów chłodzących

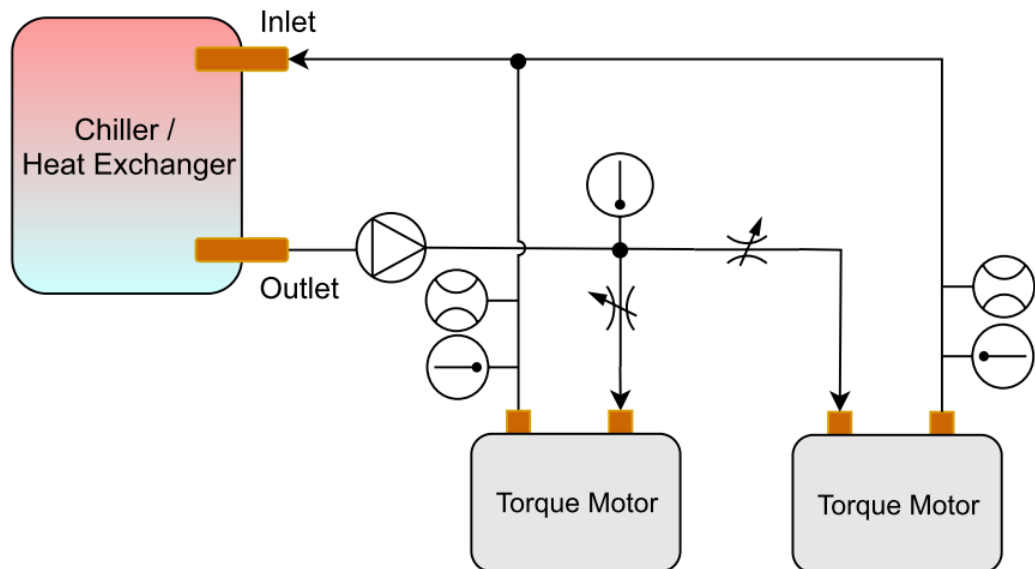


W tej sekcji przedstawiono prosty schemat chłodzenia wodnego:

a. Pojedynczy silnik momentowy

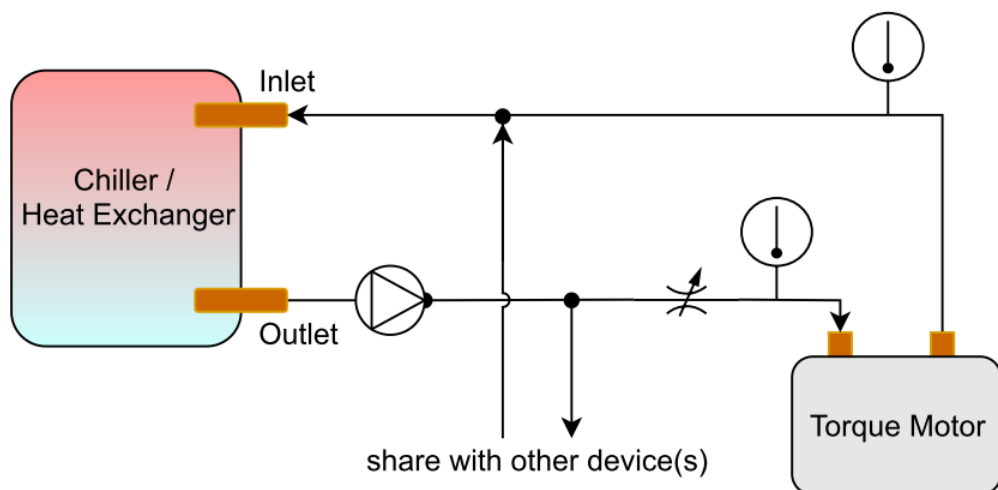


b. Praca równoległa



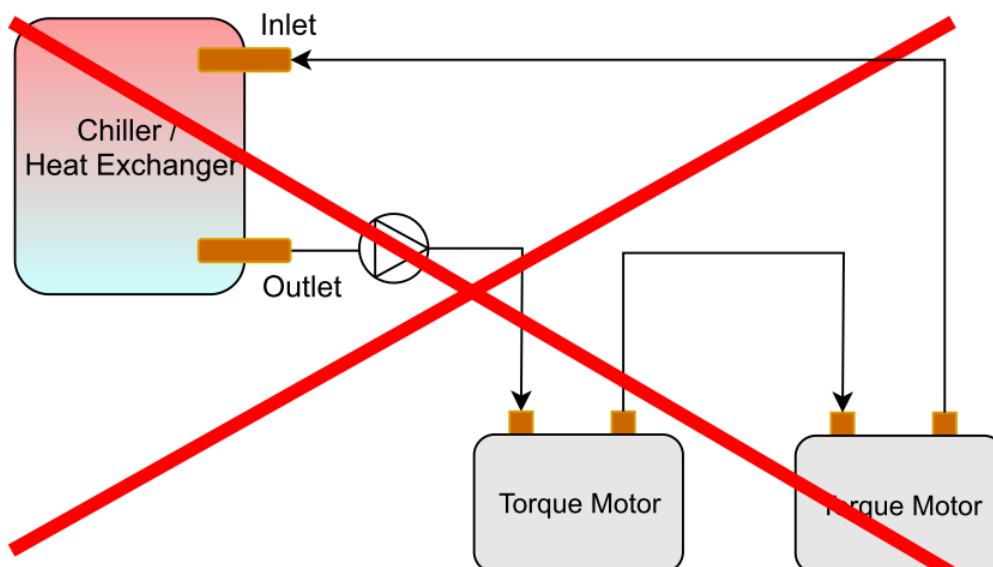
c. Wspólne użytkowanie z innymi urządzeniami

W każdym przypadku, gdy przepływ jest współdzielony z innymi urządzeniami, należy go monitorować i regulować.



d. Połączenie szeregowe

Nigdy nie stosować połączenia szeregowego!



3.2 Wybór wzmacniacza napędu

3.2.1 Wybór zasilacza i regulatora

Przy wyborze zasilacza należy uwzględnić prąd ciągły, prąd szczytowy oraz napięcie magistrali. Ponadto należy wziąć pod uwagę efekt rezonansu, który może być wywoływany przez niektóre systemy napędowe w silnikach. Silniki składają się z kilku pojedynczych cewek połączonych szeregowo. Każda z tych cewek ma indukcyjność szeregową i pojemność rozproszoną względem uziemienia. Powstała w ten sposób sieć LC ma częstotliwość rezonansową. Gdy więc na wejścia fazowe zostanie przyłożona fala elektryczna (w szczególności częstotliwość modulacji PWM), punkt neutralny silnika może oscylovąć względem uziemienia z bardzo dużymi amplitudami, a izolacja może ulec uszkodzeniu w wyniku tych drgań. Zjawisko to jest bardziej wyraźne w silnikach o dużej liczbie biegunów (takich jak np. silniki momentowe).

W idealnych warunkach napięcie magistrali $600 - V_{DC}$, generowane przez zasilacz, powinno wynosić $\pm 300V_{DC}$ względem uziemienia. Jednak w niektórych konfiguracjach napięcie między magistralą a uziemieniem wykazuje napięcie oscylacyjne, a szczytowe wartości wysokiego napięcia są przenoszone na silnik. Napięcie oscylacyjne między magistralą a uziemieniem zależy od właściwości systemu. Z doświadczenia wynika, że system z niewielką liczbą osi podłączonych do napięcia magistrali jest mniej podatny na zakłócające drgania na magistrali, jednak na przykład w przypadku dużej obrabiarki z wieloma osiami i kilkoma śrubami drgania mogą osiągać duże amplitudy. Jeśli częstotliwość tych drgań jest zbliżona do częstotliwości rezonansowej silnika, może to prowadzić do awarii spowodowanych przepięciem w punkcie gwiazdowym.

Sytuacja, w której częstotliwość modulacji PWM regulatora przypadkowo pokrywa się z częstotliwością rezonansową silnika. W tym przypadku podstawowa częstotliwość modulacji PWM bezpośrednio wzbudza częstotliwość rezonansową silnika, co powoduje powstanie bardzo wysokich napięć w punkcie gwiazdowym. Ponieważ napięcie PWM jest ponadto falą prostokątną, zawiera ono nieparzyste harmoniczne (1, 3, 5, 7 itd.), które również mogą wzbudzać rezonans silnika. Na szczęście harmoniczne te mają mniejszą amplitudę niż drganie podstawowe.

W innym przypadku może również dojść do awarii spowodowanej przepięciem. W tym przypadku częstotliwość podstawowa modulacji PWM bezpośrednio wzbudza częstotliwość rezonansową silnika, co powoduje powstanie bardzo wysokich napięć w punkcie gwiazdowym. Ponieważ napięcie PWM jest ponadto falą prostokątną, zawiera ono nieparzyste harmoniczne (1, 3, 5, 7 itd.), które również mogą wzbudzać rezonans silnika.

Podsumowując, można stwierdzić, że aby uniknąć awarii, należy wziąć pod uwagę dwa czynniki: drgania między napięciem magistrali a uziemieniem oraz częstotliwość modulacji PWM. Jeśli oba wyżej wymienione czynniki nie wchodzą w rezonans z silnikiem, nie ma zagrożenia dla silnika.

Przy wyborze zasilacza należy uwzględnić następujące warunki:

dV/dt Szczytowe napięcia i gradienty prądu generowane przez zasilacz nie mogą przekraczać następujących wartości:

Regulator 300- V_{DC} : $750V_p$ (faza do masy przy częstotliwości PWM), gradient napięcia: $8kV/\mu s$

Regulator 600- lub 750- V_{DC} : maksymalnie $1050V_p$ (faza do ziemi przy częstotliwości PWM) i gradient napięcia $11 kV/\mu s$.

Przewód między regulatorem a silnikiem generuje falę odbitych z powodu niedopasowania impedancji między przewodem a silnikiem, a napięcie odbite nakłada się na następujące napięcie wejściowe, powodując wzrost napięcia. Zjawisko to jest tym bardziej widoczne, im większa jest długość kabla silnika. Konieczne jest zmierzenie napięć na zaciskach silnika, aby upewnić się, że są one niższe od podanych powyżej wartości. Jeśli zmierzona wartość jest wyższa, w celu zapewnienia ochrony należy zainstalować filtr (dV/dt) pomiędzy regulatorem a silnikiem.

Rys.3 .5 : Schematyczne przedstawienie oscylacji napięcia fazowego względem ziemi w przypadku „ ” (regulator 600/750- V_{DC})

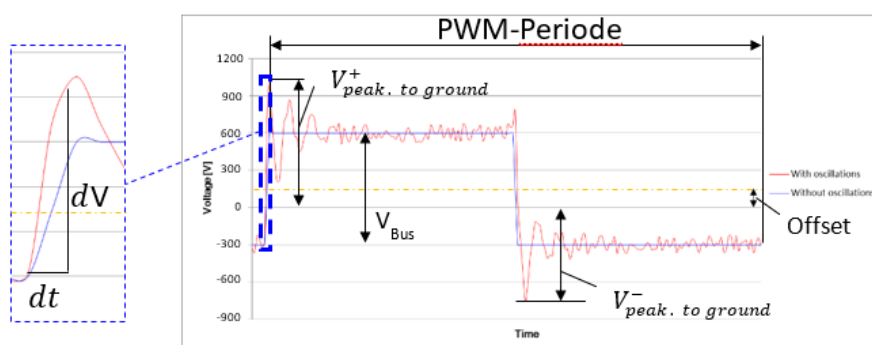


Tabela3 .4 :

Punkt	Regulator 600/750 V_DC
V_{bus}	Maks. 750
$ V_{peak+ \text{ to ground}} $	< $1050V_p$ (faza do ziemi) przy częstotliwości PWM
$ V_{peak- \text{ to ground}} $	< $1050V_p$ (faza do ziemi) przy częstotliwości PWM
Gradient napięcia $ dV/dt $	< $11kV/\mu s$ (chwilowy) Jeśli trudno jest określić chwilowy gradient napięcia, do oszacowania można użyć poniższego wzoru. $ dV/dt = (90\%V_{pp}-10\%V_p)/t_r $

3.2.2 Odbicie napięcia w przewodzie

Gdy fala elektromagnetyczna jest przenoszona w przewodzie, wzdłuż jego długości występują wahania napięcia i prądu. Jeśli długość przewodu jest stosunkowo krótka w porównaniu z długością fali, zjawisko to można pominąć, a napięcie uznaje się za stałe na całej długości przewodu. Jeśli jednak częstotliwość fali elektromagnetycznej jest wystarczająco wysoka, długość fali staje się bardzo krótka. W takim przypadku można zaobserwować wyraźny rozkład napięcia w przewodzie. Rozkład napięcia w przewodzie należy obliczyć na podstawie teorii linii transmisyjnych. W teorii linii transmisyjnych prąd elektryczny traktowany jest jako fala elektromagnetyczna przenoszona w przewodzie. Niedopasowanie impedancji podczas transmisji prowadzi do odbicia fali padającej. Zjawisko to występuje częściej w przypadku stosowania silnika. Wynika to z faktu, że impedancja silnika jest stosunkowo większa niż impedancja przewodu. W związku z tym powstaje napięcie odbite, które nakłada się na przebieg napięcia padającego.

Na zjawisko to ma wpływ czas narastania sygnału napięcia. Zgodnie z normą IEC 61800-8 typowy czas narastania wynosi t_r od 50 ns do $1\mu s$. Po obliczeniu prędkości propagacji na

podstawie indukcyjności charakterystycznej i pojemności charakterystycznej przewodu można oszacować długość krytyczną l_{cr} , przy której występuje maksymalne napięcie odbite:

$$v = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}} \text{ (typical } 50 \sim 300 \text{ m}/\mu\text{s)}$$

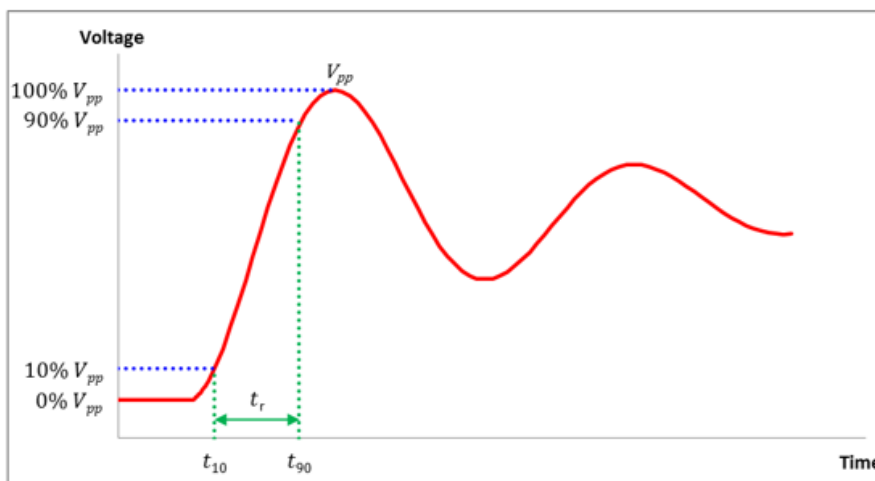
$$l_{cr} = \frac{vt_r}{2}$$

v = Impulsy rozprzestrzeniają się z prędkością propagacji w kablu silnika

L_0 = indukcyjność charakterystyczna przewodu

C_0 = pojemność charakterystyczna przewodu

Rys.3 .6 : czas narastania t_r



Najpierw należy obliczyć l_{cr} . Jeśli znane są impedancje charakterystyczne silnika Z_m oraz przewodu Z_0 , można oszacować maksymalne napięcie, które powstaje na silniku w następujących warunkach:

1. Gdy długość kabla silnika l_c przekracza długość krytyczną l_{cr} :

$$V_{mot} = (1 + \Gamma)V_{inv}$$

2. Gdy długość kabla silnika l_c jest mniejsza od długości krytycznej l_{cr} :

$$V_{mot} = \left(1 + \frac{l_c}{l_{cr}} \Gamma\right) V_{inv}$$

V_{mot} = Napięcie szczytowe na zaciskach silnika

V_{inv} = Napięcie wyjściowe prostownika

Γ = Współczynnik odbicia w zależności od niedopasowania impedancji między kablem silnika a silnikiem:

$$\Gamma = \frac{Z_m - Z_0}{Z_m + Z_0}$$

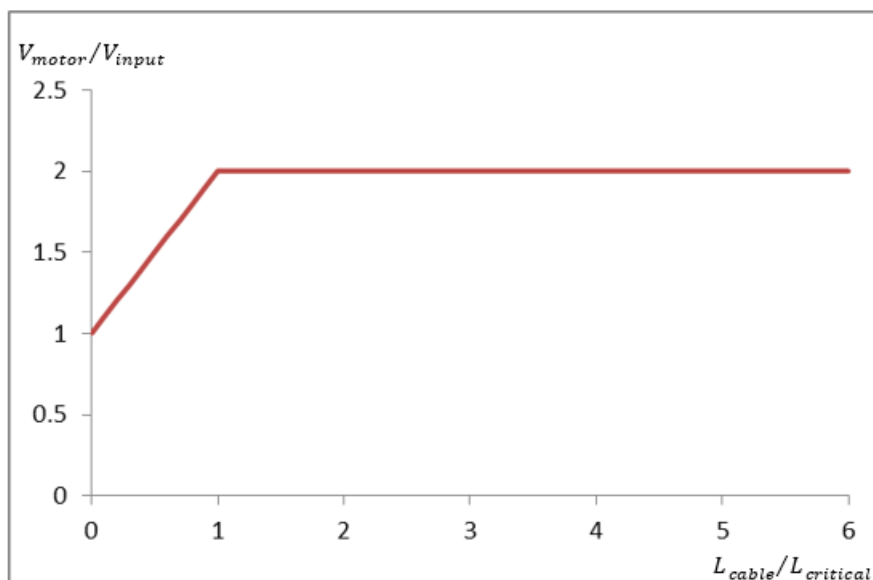
Impedancja charakterystyczna Z_0 przewodu jest dokładnie zdefiniowana i zależy od parametrów przewodu, takich jak np. L_0 , C_0 impedancji charakterystycznej R_0 admittancji charakterystycznej G_0 . Jeśli założymy, że jest to przewód bezstratny, Z_0 można przedstawić w następujący sposób:

$$Z_0 \sim \sqrt{\frac{L_0}{C_0}}$$

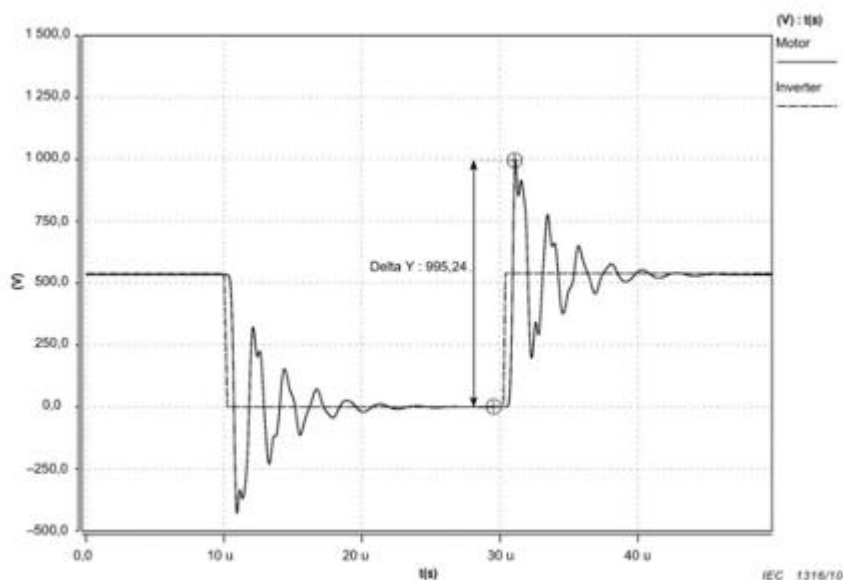
Impedancja silnika Z_m nie jest jednak łatwa do określenia. Wiadomo jedynie, że wraz ze wzrostem mocy silnika impedancja Z_m maleje, a współczynnik odbicia również się zmniejsza.

W przypadku wystąpienia odbicia napięcia i zbyt wysokiego napięcia, najgorszym scenariuszem jest niemal całkowite odbicie ($\Gamma \approx 1$), co prowadzi do $V_{mot} \approx 2V_{inv}$.

Rys.3 .7 : Stosunek napięć jako funkcja stosunku długości przewodów (wykres)

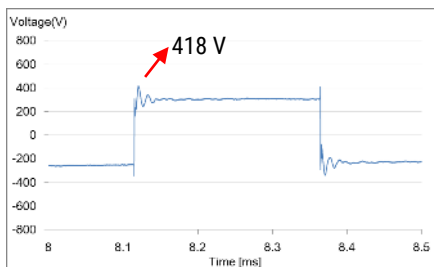
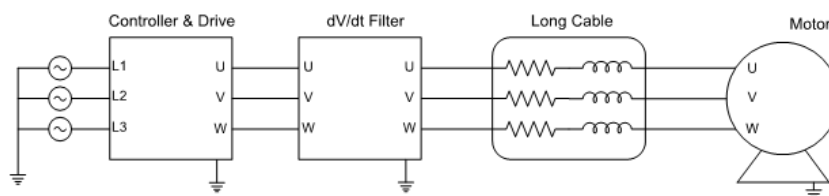


Rys.3 .8 : 4 Przykład napięcia wyjściowego falownika i napięcia na zaciskach silnika przy długości kabla silnika wynoszącej 200 m (IEC 61800-8:2010)

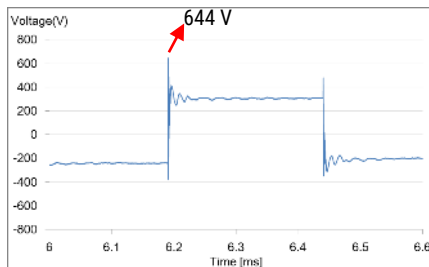


Oprócz wydłużenia czasu narastania napięcia wejściowego i maksymalnego skrócenia długości kabla silnika można również zainstalować filtr (dV/dt , fala sinusoidalna, dławik itp.) między silnikiem a regulatorem, aby zmniejszyć gradient napięcia i ograniczyć ryzyko przebicia izolacji silnika spowodowanego nadmiernym obciążeniem napięciowym. Zasadniczo producent filtrów wymaga, aby filtr był zainstalowany w pobliżu regulatora – im bliżej, tym lepiej.

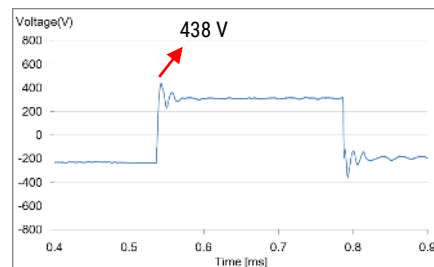
Rys.3 .9 : Konfiguracja filtra dV/dt



(a). Długość przewodu 2 m



(b). Długość przewodu 23 m



(c). Długość przewodu 23 m + filtr dV/dt

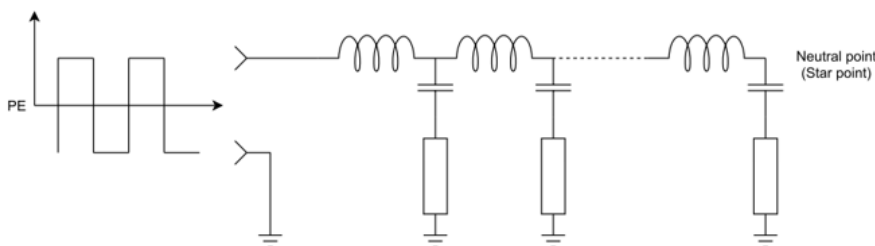
Rys.3 .10 : Przykład zależności między napięciem silnika (faza do ziemi).

3.2.3 Punkt neutralny lub punkt gwiazdowy Zjawisko oscylacji

Gdy do silnika przyłożone jest napięcie o wysokiej częstotliwości przełączania, silnik można traktować jako obwód RLC, składający się z oporu, indukcyjności i pojemności rozproszonej. Punkt gwiazdowy znajduje się na końcu obwodu, jak pokazano poniżej. W tym momencie napięcie między silnikiem a uziemieniem w obwodzie oscyluje, a wartość maksymalna jest generowana w punkcie gwiazdowym, jak pokazano na poniższym rysunku. Jeśli częstotliwość napięcia wejściowego jest zbliżona do częstotliwości rezonansowej, izolacja cewki w pobliżu punktu gwiazdowego ulega zniszczeniu z powodu stale generowanego wysokiego napięcia względem uziemienia.

Uwaga: Zjawisko to jest bardziej widoczne, gdy silnik jest w stanie spoczynku.

Rys.3 .11 : Uproszczony schemat zastępczy (sieć kratowa)



Jak pokazano na rysunku, można to po prostu traktować jako filtr dolnoprzepustowy od zacisku wejściowego silnika do punktu neutralnego. Jego właściwości są określone przez wersję silnika i okablowanie. Ze względu na charakterystykę dolnoprzepustową oraz fakt, że częstotliwość graniczna mieści się zazwyczaj w zakresie od 20 kHz do 200 kHz, nie ma możliwości, aby na układ oddziaływały odbicia z przewodów, których napięcie wynosi około 1–2 MHz. Dlatego uszkodzenie izolacji w pobliżu punktu gwiazdowego nie powinno być spowodowane odbiciami z przewodów ani gradientami napięcia.

W przypadku wystąpienia drgań amplituda napięcia nie jest zbyt duża nawet w pobliżu częstotliwości rezonansowej, o ile zapewnione jest wystarczające tłumienie. Jednak naturalne tłumienie wewnątrz silnika zazwyczaj nie wystarcza, aby zapobiec powstawaniu nadmiernych skoków napięcia. W takim przypadku punkt neutralny jest poddawany napięciu o częstotliwości modulacji PWM tak długo, aż dojdzie do przebicia izolacji. Ogólnie można stwierdzić, że w przypadku silników o tej samej wielkości, ale z różnymi wariantami okablowania, wersja o wyższej stałej momentu obrotowego raczej prowadzi do częstotliwości rezonansowej. Tłumienie maleje, a wartość szczytowa napięcia rezonansowego w punkcie neutralnym rośnie.

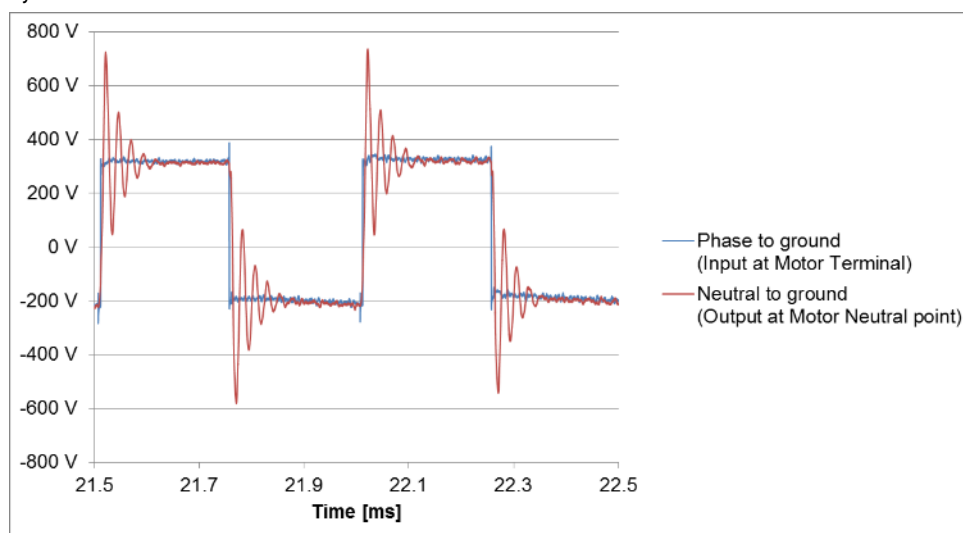
Bardzo trudno jest przewidzieć, czy rezonans ten wystąpi w całym układzie z silnikiem. Nawet jeśli napięcie względem ziemi przed wejściem do silnika spełnia wymagania, w niektórych przypadkach w punkcie neutralnym może jednak powstać duża różnica napięcia względem ziemi. Dlatego zaleca się, z wyjątkiem silników serii TM-5, w których przy napięciu wyjściowym regulatora poniżej 600 V_{DC} a nie ma ryzyka uszkodzenia silnika, użycie dla pierwszego urządzenia silnika z przewodem neutralnym i pomiar napięcia względem ziemi w punkcie neutralnym podczas uruchamiania silnika. Jeśli wynik pomiaru napięcia nie wskazuje na ryzyko uszkodzenia izolacji silnika, przewód neutralny silnika można zignorować lub nie wyciągać po izolacji.

Jeśli jednak sytuacja wydaje się ryzykowna, powszechnym rozwiązaniem jest odłączenie przewodu neutralnego od silnika i zainstalowanie „snubbera” w celu stłumienia tego napięcia. Jeśli chodzi o stosowanie „snubbera”, konfiguracja różni się w zależności od zasad działania opracowanych przez różnych dostawców. Nie jest możliwe omówienie wszystkich szczegółów w niniejszej instrukcji.

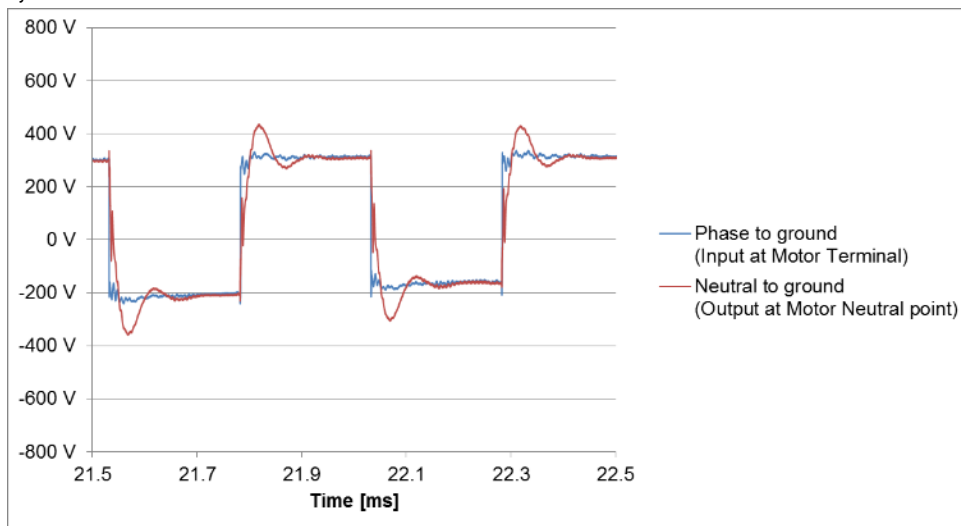
Uwaga

Po wykonaniu pomiaru można skontaktować się z firmą HIWIN w celu uzyskania informacji na temat oceny zagrożeń związanych z napięciem oraz możliwych rozwiązań. W sprawie aplikacji prosimy o kontakt z firmą HIWIN. Tip_Cross-Ref

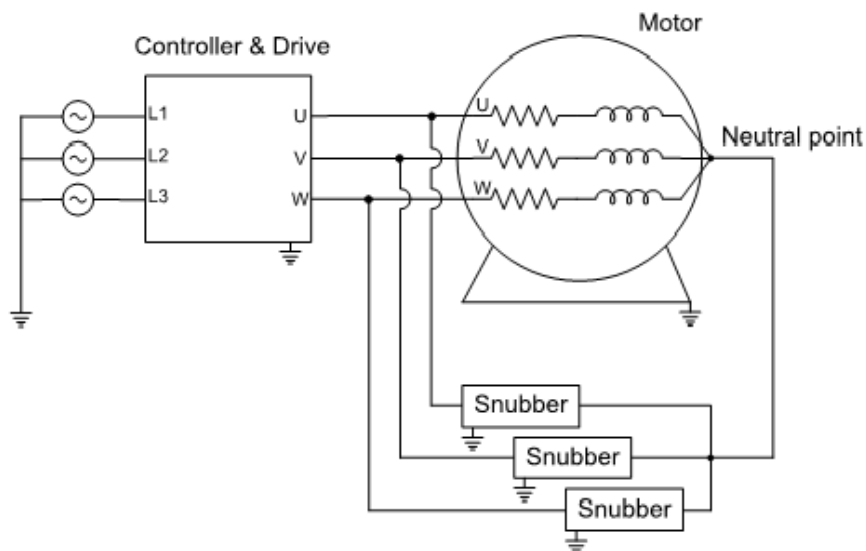
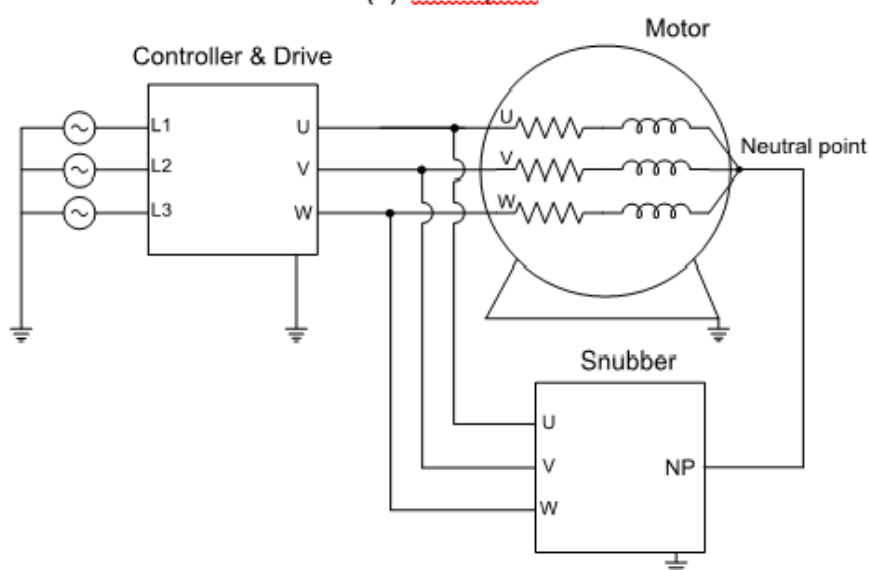
Rys.3 .12 : bez snubbera



Rys.3 .13 : z tłumikiem



Rys.3 .14 : okablowanie snubbera

(a). Schaltplan A

3.2.4 Pomiar napięcia zerowego

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym!

Przed rozpoczęciem i w trakcie prac związanych z podłączeniem lub pomiarami mogą płynąć niebezpieczne prądy.

- Prace związane z podłączeniem mogą być wykonywane wyłącznie przez wykwalifikowanego elektryka i przy odłączonym zasilaczu!
- Przed rozpoczęciem prac związanych z podłączeniem i pomiarami w układzie silnika należy odłączyć zasilacz i zabezpieczyć go przed ponownym włączeniem!

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym!

Niebezpieczeństwo porażenia prądem w miejscu połączenia punktów pomiarowych.

- Miejsca nakładania się przewodów pomiarowych należy osłonić materiałami izolacyjnymi, takimi jak papier izolacyjny, taśma izolacyjna itp.

Wymagania dotyczące urządzenia

- (1) Napęd
- (2) Silnik (z wyprowadzonym punktem neutralnym)
- (3) Oscyloskop (pasmo > 150 MHz)
- (4) Wysokonapięciowe sondy różnicowe (maksymalne napięcie: $V_{pk-pk} \pm 1500$ V, szerokość pasma > 5 MHz)

Procedura pomiaru napięcia

- 1 Odłączyć zasilacz i zabezpieczyć go przed ponownym włączeniem.
- 2 Podłączyć urządzenie zgodnie ze schematem połączeń [Rys.3.16](#) i połączyć za pomocą sondy różnicowej wysokiego napięcia następujące dwa punkty:
- 3 Zmierzyć napięcie względem masy (zdefiniowanej jako CH1) na wyjściu napędu.
- 4 Zmierzyć napięcie od punktu neutralnego do uziemienia (zdefiniowanego jako CH2).
- 5 Punkty pomiarowe uziemienia muszą znajdować się w tym samym miejscu.
- 6 Po zakończeniu podłączania włącz zasilacz i uruchom silnik (nie jest wymagany obrót).
- 7 Obserwuj przebieg napięcia za pomocą oscyloskopu. Oto przykład przebiegu napięcia [Rys.3.15](#).
- 8 Zrzut ekranu przedstawiający przebieg napięcia wyjściowego. Konieczne jest zarejestrowanie maksymalnej różnicy napięć i uwzględnienie co najmniej 5 pełnych przebiegów (jak pokazano na **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** [Rys.3.15](#)).
- 9 Zapisz dane przebiegu napięcia jako plik CSV, który musi zawierać dane dotyczące czasu i wartości napięcia w oparciu o synchronizację dwóch punktów pomiarowych.
- 10 Jeśli silnik napędowy ma różne częstotliwości modulacji PWM, należy zmienić częstotliwość modulacji PWM napędu. Wszystkie częstotliwości modulacji, które mogą być używane, powinny zostać zmierzone i zarejestrowane osobno.
- 11 Powtórz powyższe kroki, aby kolejno zmierzyć napięcie między punktem neutralnym a uziemieniem.

Podczas rejestrowania przebiegu napięcia należy pamiętać, że napięcie może ulegać okresowym zmianom (jak pokazano na [Rys.3.15](#)). Proszę zarejestrować napięcie szczytowe.

Ponieważ silnik znajduje się w stanie zablokowania, nagrzewa się. Podczas pomiaru należy włączyć chłodnicę.

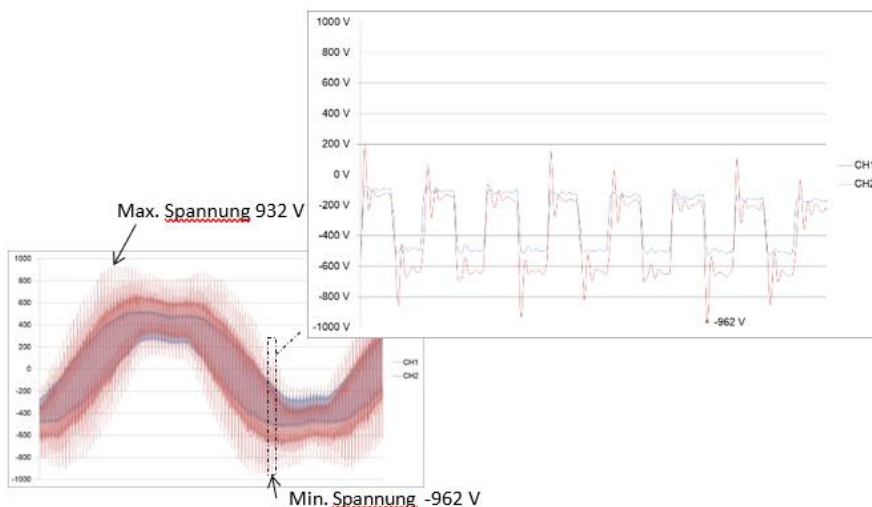
Prąd rozruchowy powinien być ograniczony i nie może być większy niż prąd postoju.

Analiza danych

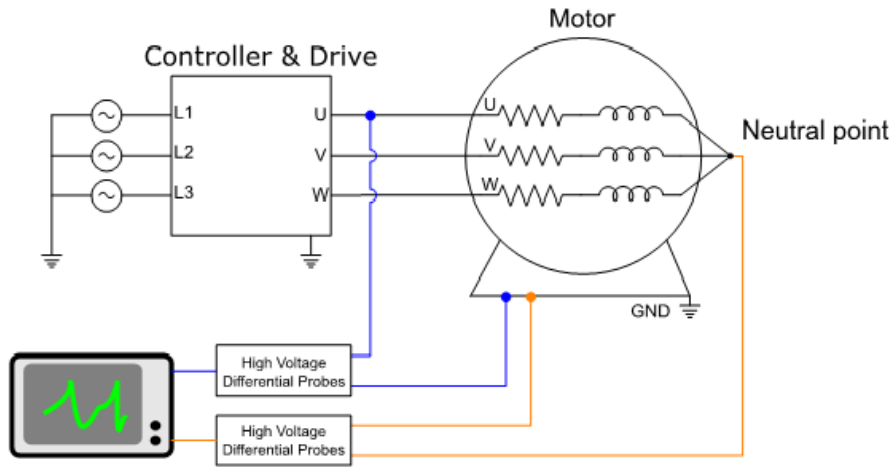
Należy zanotować długość przewodu od punktu pomiaru mocy napędowej do interfejsu silnika (w pobliżu powierzchni montażowej silnika).

Prosimy o udostępnienie firmie HIWIN zrzutów ekranu przedstawiających przebieg napięcia oraz plików CSV z danymi, aby firma HIWIN mogła pomóc Państwu w ocenie ryzyka i dostarczeniu rozwiązań.

Rys.3.15 :A zarejestrowany wykres przebiegu napięcia.



Rys.3 .16 : Schemat połączeń do pomiaru punktu neutralnego.



4 Transport i instalacja

4.1 Dostawa

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynoszący 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy z polami magnetycznymi

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo związane z dużymi obciążeniami!

Podnoszenie dużych obciążeń może prowadzić do naciągnięć lub skręceń.

- Do przemieszczania dużych obciążeń powyżej 20 kg należy używać urządzenia dźwigowego o odpowiednim projektowaniu!
- Podczas pracy z ładunkami zawieszonymi należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP!
- Silniki z urządzeniem transportowym stojana i wirnika (mostkiem) można zawieszać za otwory do zawieszania. Podczas zawieszania należy w każdym przypadku uwzględnić wytrzymałość elementów konstrukcyjnych.
- Należy stosować śruby oczkowe zgodne z wymaganiami normy DIN 580 lub JISB1168.

⚠ Uwaga! Ryzyko fizycznego uszkodzenia zegarków i magnetycznych nośników danych.

Silne siły magnetyczne mogą zniszczyć zegarki i nośniki danych podatne na namagnesowanie znajdujące się w pobliżu silnika momentowego!

- Nie należy umieszczać zegarków ani nośników danych podatnych na magnetyzację w pobliżu (<300 mm) silników momentowych!

⚠ Uwaga! Uszkodzenie systemu silnika momentowego!

Silnik momentowy może ulec uszkodzeniu w wyniku oddziaływań mechanicznych.

- Nie ciągnąć bezpośrednio za przewód.
- Nie kładź dużych obciążeń ani ostrych przedmiotów na silniku.

Środki zapobiegawcze podczas transportu

- Magnesy trwale są klasyfikowane przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Transportu Lotniczego (IATA) jako towary niebezpieczne (materiał namagnesowany: UN2807).
- W przypadku produktów zawierających magnesy trwale nie są wymagane żadne dodatkowe środki opakowaniowe w celu stworzenia oporu wobec pola magnetycznego podczas transportu morskiego i lądowego.
- Podczas transportu lotniczego produktów zawierających magnesy trwale nie wolno przekraczać maksymalnych dopuszczalnych wartości natężenia pola magnetycznego określonych w odpowiednich instrukcjach pakowania IATA. Wysyłka tych produktów może wymagać podjęcia specjalnych środków. Powyżej określonej siły pola magnetycznego

przesyłki takie muszą być oznakowane zgodnie z instrukcją pakowania IATA 953 (patrz poniżej lub aktualne przepisy IATA).

- Produkty, których maksymalne natężenie pola przekracza $0,418\text{A/m}$ ($0,525\mu\text{T}$) lub 2° odchylenia kompasowego, mierzone w odległości $4,6\text{m}$ od produktu, wymagają zezwolenia na wysyłkę wydanego przez właściwy organ krajowy kraju, z którego produkt jest wysyłany (kraj pochodzenia), a także kraju, w którym ma siedzibę przewoźnik lotniczy. Konieczne jest podjęcie specjalnych środków w celu umożliwienia wysyłki produktu.
- W przypadku wysyłki produktów, których maksymalne natężenie pola wynosi $0,418\text{A/m}$ ($0,525\mu\text{T}$) lub 2° odchylenia kompasowego, mierzone w odległości $2,1\text{m}$ od produktu, wysyłka odbywa się zgodnie z przepisami dotyczącymi transportu towarów niebezpiecznych.
- W przypadku wysyłki produktów, których maksymalna siła pola wynosi mniej niż $0,418\text{A/m}$ ($0,525\mu\text{T}$), mierzona w odległości $2,1\text{m}$ od produktu, nie ma obowiązku powiadamiania właściwych organów ani oznakowania produktu.
- Wysyłka elementów silnika w oryginalnym opakowaniu nie wymaga zgłoszenia ani oznakowania.
- Warunki transportu muszą być zgodne z normą EN 60721-3-2:2018.

Tabela 4.1 : Warunki transportu

Parametry środowiskowe	jednostka	Wartość
Temperatura powietrza	(°C)	-5~40
Względna wilgotność powietrza	(%)	5-85
Szybkość zmiany temperatury	(°C/min)	0,5
Kondensacja		Niedopuszczalna
Tworzenie się lodu		Niedopuszczalne
Warunki transportu		Klasa 2K11
Silnik należy transportować w środowisku zapewniającym dobrą ochronę przed warunkami atmosferycznymi (wnętrze/fabryka)		
Warunki biologiczne		Klasa 2B1
Substancje chemicznie aktywne		Klasa 2C1
Substancje mechanicznie aktywne		Klasa 2S5
Warunki mechaniczne		Klasa 2M4

4.2 Transport do miejsca ustawienia

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi przebywających w ich pobliżu. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynosi $0,5\text{mT}$ zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo związane z dużymi obciążeniami!

Podnoszenie dużych obciążeń może prowadzić do naciągnięć lub skręceń.

- Do przemieszczania dużych obciążeń powyżej 20 kg należy używać urządzenia podnoszącego o odpowiednim projektowaniu!
- Podczas pracy z ładunkami zawieszonymi należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP!
- Silniki z urządzeniem transportowym stojana i wirnika (mostkiem) można zawieszać za otwory do zawieszania. Podczas zawieszania należy w każdym przypadku uwzględnić wytrzymałość elementów konstrukcyjnych.
- Należy stosować śruby oczkowe zgodne z wymaganiami normy DIN 580 lub JISB1168.

⚠ Uwaga! Ryzyko fizycznego uszkodzenia zegarków i magnetycznych nośników danych.

Silne siły magnetyczne mogą zniszczyć zegarki i nośniki danych podatne na namagnesowanie znajdujące się w pobliżu silnika momentowego!

- Nie należy umieszczać zegarków ani nośników danych podatnych na magnetyzację w pobliżu (<300 mm) silników momentowych!

⚠ Uwaga! Uszkodzenie systemu silnika momentowego!

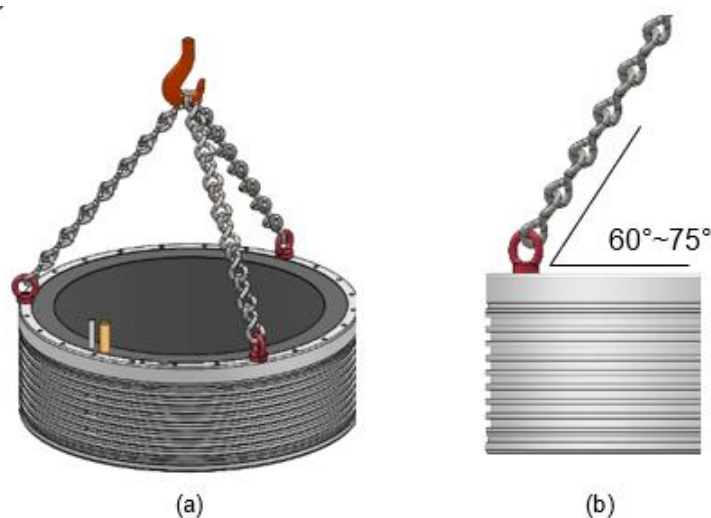
Silnik momentowy może ulec uszkodzeniu w wyniku oddziaływań mechanicznych.

- Nie ciągnąć bezpośrednio za przewód.
- Nie kłaść dużych obciążeń ani ostrych przedmiotów na silniku.

Do podnoszenia silnika, stojana i wirnika należy zawsze używać ucha do podnoszenia

Jeśli stosuje się trzy lub więcej pierścieni (zgodnie z normą DIN 580), należy je zamocować w równych odstępach. Długość liny między punktami podnoszenia silnika musi być wszędzie taka sama.

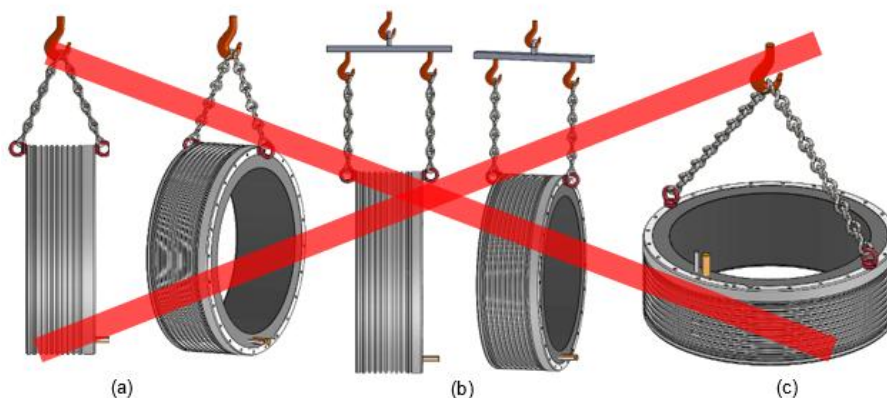
Rys.4 .1 : Obsługa silnika bezpośrednio za pomocą ucha do podnoszenia



(a). Należy używać więcej niż trzech pierścieni (b). Kąt zamknięcia pierścienia

Proszę unikać podwieszania silników o masie powyżej 30 kg oraz silników o wielkości większej niż seria D. Pozwoli to zapobiec uszkodzeniu silnika w wyniku nadmiernego obciążenia. Do montażu zaleca się stosowanie przedniego systemu trzypunktowego, albo przy użyciu dodatkowego uchwytu, albo metodą z regulowaną odległością.

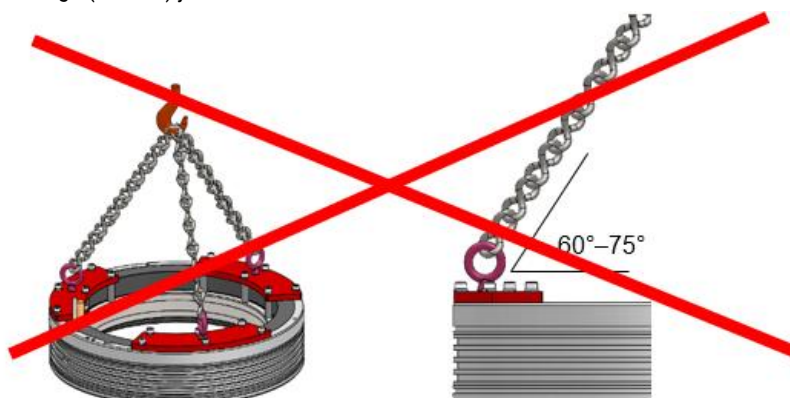
Rys.4 .2 : Należy unikać zawieszania na zbyt ciężkich lub zbyt dużych przedmiotach



Nie należy używać ucha do podnoszenia ani urządzenia transportowego (mostka) do bezpośredniego przenoszenia silnika (stojana i wirnika).

Do podnoszenia należy używać otworów montażowych na wirniku i stojanie. Należy używać ucha do podnoszenia, które są rozmieszczone w równych odstępach. Długość liny między punktami podnoszenia silnika musi być wszędzie taka sama.

Rys.4 .3 : Manipulowanie silnikiem przy użyciu uchwytów do podnoszenia i urządzenia transportowego (mostka) jest niedozwolone



Uwaga

W zależności od masy silnika i warunków konstrukcyjnych liczba urządzeń transportowych (mostów) różni się w poszczególnych przypadkach. Dokładną liczbę urządzeń transportowych (mostów) można znaleźć na rysunkach zatwierdzających.

4.3 Wymagania dotyczące miejsca ustawienia

⚠ Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynosi 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo związane z dużymi obciążeniami!

Podnoszenie dużych obciążeń może prowadzić do naciągnięć lub skręceń.

- Do przemieszczania dużych obciążeń powyżej 20 kg należy używać urządzenia podnoszącego, które zostało zaprojektowane w sposób odpowiedni!
- Podczas pracy z ładunkami zawieszonymi należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP!
- Silniki z urządzeniem transportowym stojana i wirnika (mostkiem) można zawieszać za otwory do zawieszania. Podczas zawieszania należy w każdym przypadku uwzględnić wytrzymałość elementów konstrukcyjnych.
- Należy stosować śruby oczkowe zgodne z wymaganiami normy DIN 580 lub JISB1168.

⚠ Uwaga! Ryzyko fizycznego uszkodzenia zegarków i magnetycznych nośników danych.

Silne siły magnetyczne mogą zniszczyć zegarki i nośniki danych podatne na namagnesowanie znajdujące się w pobliżu silnika momentowego!

- Nie należy umieszczać zegarków ani nośników danych podatnych na magnetyzację w pobliżu (<300 mm) silników momentowych!

⚠ Uwaga! Ryzyko uszkodzenia układu silnika momentowego!

Silnik momentowy może ulec uszkodzeniu w wyniku oddziaływań mechanicznych.

- Nie ciągnąć bezpośrednio za przewód.
- Nie kłaść dużych obciążeń ani ostrych przedmiotów na silniku.

⚠ Niebezpieczeństwo! Ryzyko przygniecenia spowodowane silnymi siłami przyciągania!

- Montować wirniki i stojany ostrożnie!
- Nie wkładać palców ani przedmiotów między wirniki a stojany!
- Wirnik i przedmioty magnetyczne mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Dwa wirniki mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Siła magnetyczna wirnika działająca na przedmiot może wynosić kilka kN, co może doprowadzić do przygniecenia części ciała.
- Nie należy lekceważyć siły przyciągania i należy postępować ostrożnie.
- W razie potrzeby należy nosić rękawice ochronne.
- Do wykonania pracy potrzebne są co najmniej dwie osoby.
- Jeśli etapy montażu nie dotarły jeszcze do instalacji wirnika, należy najpierw przechować wirnik w bezpiecznym i odpowiednim miejscu.
- Nigdy nie należy brać do rąk kilku wirników jednocześnie.
- Nigdy nie kłaść dwóch wirników bezpośrednio obok siebie bez zabezpieczenia.
- Nie należy umieszczać materiałów magnetycznych w pobliżu wirnika! Jeśli narzędzie musi zostać namagnesowane, należy trzymać je obiema rękami i powoli zbliżyć do wirnika!
- Zaleca się zamontowanie wirnika natychmiast po rozpakowaniu!
- Podczas montażu stojana i wirnika konieczne jest użycie przyrządu montażowego, aby złożyć stojan i wirnik osobno. Proszę postępować zgodnie z prawidłową procedurą.
- Należy zawsze mieć pod ręką następujące narzędzia, aby uwolnić części ciała (ręce, palce, stopy itp.) przytrzymane siłą magnetyczną.
- Młotek z niemagnetycznego, twardego materiału (ok. 3 kg)
- Dwa klinowe wózki z materiałów niemagnetycznych (w kształcie klina, kąt wierzchołkowy 10°-15°, minimalna wysokość 50 mm).

4.4 Przechowywanie

⚠ Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynoszący 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

Środki zapobiegawcze dotyczące przechowywania

- Nie przechowuj produktu w środowisku łatwopalnym ani razem z substancjami chemicznymi.
- Produkt należy przechowywać w miejscu wolnym od wilgoci, kurzu, szkodliwych gazów lub cieczy.
- Zainstalować produkt w miejscu o niskim poziomie wibracji.
- Czyszczenie produktu: przetrzeć alkoholem (70%)
- Utylizacja uszkodzonego produktu: Należy go utylizować zgodnie z lokalnymi przepisami i regulacjami.
- Warunki przechowywania muszą być zgodne z normą EN 60721-3-1:2018
- Silnik można przechowywać w pomieszczeniach przez okres do dwóch lat w następujących warunkach:
 - W suchym miejscu
 - Bez kurzu
 - Bez wibracji
 - Dobra wentylacja
 - Opór wobec ekstremalnych warunków pogodowych
 - Powietrze w pomieszczeniu nie zawiera gazów korozyjnych
 - Należy unikać wibracji silnika i wilgoci
- Jeśli nie ma możliwości zapewnienia suchego środowiska dla łożysk, należy podjąć następujące działania:
 - Owinąć silnik materiałem pochłaniającym wilgoć i założyć na niego uszczelkę.
 - Włożyć środek osuszający do opakowania z uszczelką; środek osuszający należy sprawdzać i w razie potrzeby wymieniać.
 - Należy regularnie sprawdzać silnik.
- Rys.4 .4 poniżej.
- Po długotrwałym przechowywaniu i wyjęciu silnika wartość rezystancji izolacji może ulec zmniejszeniu z powodu wilgoci. Przed montażem maszyny należy sprawdzić rezystancję izolacji silnika. Należy użyć miernika zgodnego z normą EN61557. Po 60 sekundach przy napięciu 1000 V (V_{DC}) wynik pomiaru musi wynosić 100 Ω (M Ω). Jeśli specyfikacje nie są spełnione, silnik może być zawilgocony. Bezpośrednie użycie może spowodować uszkodzenie izolacji. Prosimy o kontakt z firmą HIWIN w celu uzyskania zaleceń.

Rys.4 .4 : Schematyczne przedstawienie łożyska poza opakowaniem

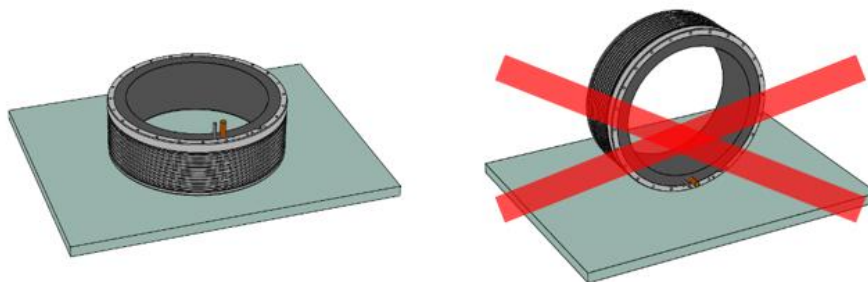


Tabela4 .2 : Warunki przechowywania

Parametry otoczenia	jednostka	Wartość
Temperatura powietrza	(°C)	Od -5 do 40
Względna wilgotność powietrza	(%)	5–85
Wilgotność bezwzględna	(g/m ³)	1–25
Szybkość zmiany temperatury	(°C/min)	0,5
Ciśnienie atmosferyczne	(kPa)	70–106
Nasłonecznienie	(w/m ²)	700
Kondensacja		Niedopuszczalne
Tworzenie się lodu		Niedopuszczalne
Warunki długotrwałego przechowywania		Patrz klasa 1K21
Silnik należy przechowywać w miejscu dobrze zabezpieczonym przed warunkami atmosferycznymi. (W pomieszczeniu/fabryka)		
Warunki biologiczne	Klasa 1B1	
Substancje chemicznie aktywne	Klasa 1C1	
Substancje mechanicznie aktywne	Klasa 1S11	
Warunki mechaniczne	Klasa 1M11	

4.5 Rozpakowanie i ustawienie

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo związane z dużymi obciążeniami!

Podnoszenie dużych obciążeń może prowadzić do naciągnięć lub skręceń.

- Do ustawiania dużych obciążeń powyżej 20 kg należy używać urządzenia podnoszącego o odpowiednim projektowaniu!
- Podczas pracy z ładunkami zawieszonymi należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP!
- Silniki z urządzeniem transportowym stojana i wirnika (mostkiem) można zawieszać za otwory do zawieszania. Podczas zawieszania należy w każdym przypadku uwzględnić wytrzymałość elementów konstrukcyjnych.
- Należy stosować śruby oczkowe zgodne z wymaganiami normy DIN 580 lub JISB1168.

Proszę demontować i montować ten produkt w pomieszczeniach zamkniętych. Środki zapobiegawcze dotyczące rozpakowywania produktu są następujące:

- Należy sprawdzić, czy ilość i dane na etykiecie są prawidłowe.
- Proszę ostrożnie otworzyć karton i pamiętać, że wirnik zawiera magnes.
- Jeśli produkt musi zostać zwrócony do firmy HIWIN z powodu jakiegokolwiek usterki, należy użyć oryginalnego opakowania, aby zapewnić bezpieczny transport. Jeśli produkt jest w nienaruszonym stanie, należy utylizować opakowanie w sposób przyjazny dla środowiska.

- Proszę odpowiednio przechowywać opakowanie; jeśli produkt musi zostać odesłany do oryginalnego producenta z powodu problemów z produktem, przed wysłaniem produktu proszę użyć oryginalnego opakowania lub opakowania przyjaznego dla środowiska, aby zapewnić bezpieczeństwo produktu podczas transportu.
- Proszę ostrożnie wyjąć produkt z opakowania, sprawdzić, czy opakowanie zewnętrzne nie jest uszkodzone, a zawartość jest prawidłowa, a w razie potrzeby wykonać zdjęcia w celach dokumentacyjnych.
- Przed montażem prosimy o ostrożny transport produktu do miejsca instalacji. Ponieważ wirnik zawiera magnes, należy unikać umieszczania w jego pobliżu przedmiotów przewodzących pole magnetyczne.

5 Montaż i podłączenie

5.1 Instalacja mechaniczna

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym!

Przed montażem, demontażem i pracami naprawczymi oraz w ich trakcie mogą płynąć niebezpieczne prądy.

- Prace mogą być wykonywane wyłącznie przez wykwalifikowanego elektryka i przy wyłączonym zasilaczu!
- Przed rozpoczęciem prac przy systemie napędowym napędu bezpośredniego należy odłączyć zasilacz i zabezpieczyć go przed ponownym włączeniem!

⚠ Niebezpieczeństwo! Niebezpieczeństwo przygniecenia spowodowane silnymi siłami przyciągania!

- Montować wirniki i stojany ostrożnie!
- Nie wkładać palców ani przedmiotów między wirniki a stojany!
- Wirnik i przedmioty magnetyczne mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Dwa wirniki mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Siła magnetyczna wirnika działająca na przedmiot może wynosić kilka kN, co może doprowadzić do przygniecenia części ciała.
- Nie należy lekceważyć siły przyciągania i należy postępować ostrożnie.
- W razie potrzeby należy nosić rękawice ochronne.
- Do wykonania pracy potrzebne są co najmniej dwie osoby.
- Jeśli etapy montażu nie dotarły jeszcze do instalacji wirnika, należy najpierw przechować wirnik w bezpiecznym i odpowiednim miejscu.
- Nigdy nie należy brać do rąk kilku wirników jednocześnie.
- Nigdy nie kładź dwóch wirników bezpośrednio obok siebie bez zabezpieczenia.
- Nie należy umieszczać materiałów magnetycznych w pobliżu wirnika! Jeśli narzędzie musi zostać namagnesowane, należy trzymać je obiema rękami i powoli zbliżać do wirnika!
- Zaleca się zamontowanie wirnika natychmiast po rozpakowaniu!
- Podczas montażu stojana i wirnika konieczne jest użycie przyrządu montażowego, aby złożyć stojan i wirnik osobno. Proszę postępować zgodnie z prawidłową procedurą.
- Należy zawsze mieć pod ręką następujące narzędzia, aby uwolnić części ciała przyciągnięte siłą magnetyczną (dłonie, palce, stopy itp.).
- Młotek z niemagnetycznego, twardego materiału (ok. 3 kg)
- Dwa klinowe wózki z materiałów niemagnetycznych (w kształcie klina, kąt ostry 10°–15°, minimalna wysokość 50 mm).

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynoszący 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo związane z dużymi obciążeniami!

Podnoszenie dużych obciążeń może prowadzić do naciągnięć lub skręceń.

- Do przemieszczania dużych obciążeń powyżej 20 kg należy używać urządzenia podnoszącego o odpowiednim poziomie projektowania!
- Podczas pracy z ładunkami zawieszonymi należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP!
- Silniki z urządzeniem transportowym stojana i wirnika (mostkiem) można zawieszać za otwory do zawieszania. Podczas zawieszania należy w każdym przypadku uwzględnić wytrzymałość elementów konstrukcyjnych.
- Należy stosować śruby oczkowe zgodne z wymaganiami normy DIN 580 lub JISB1168.

⚠ Uwaga! Ryzyko fizycznego uszkodzenia zegarków i magnetycznych nośników danych.

Silne siły magnetyczne mogą zniszczyć zegarki i nośniki danych podatne na namagnesowanie znajdujące się w pobliżu silnika momentowego!

- Nie należy umieszczać zegarków ani nośników danych podatnych na magnetyzację w pobliżu (<300 mm) silników momentowych!

⚠ Uwaga! Uszkodzenie systemu silnika momentowego!

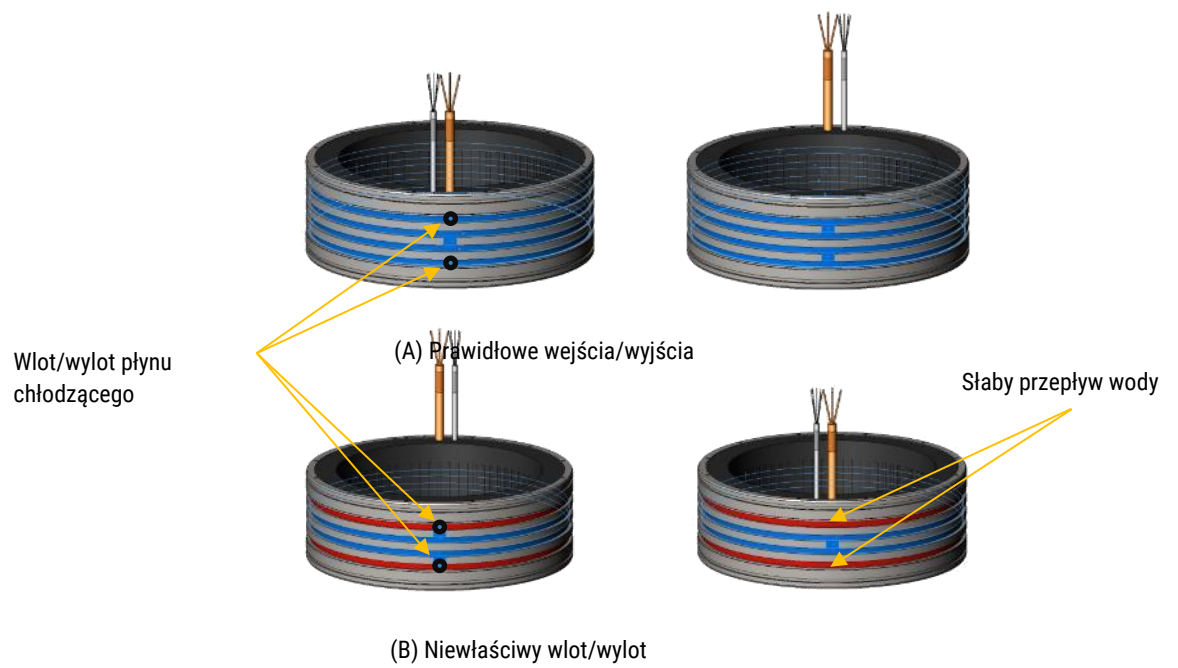
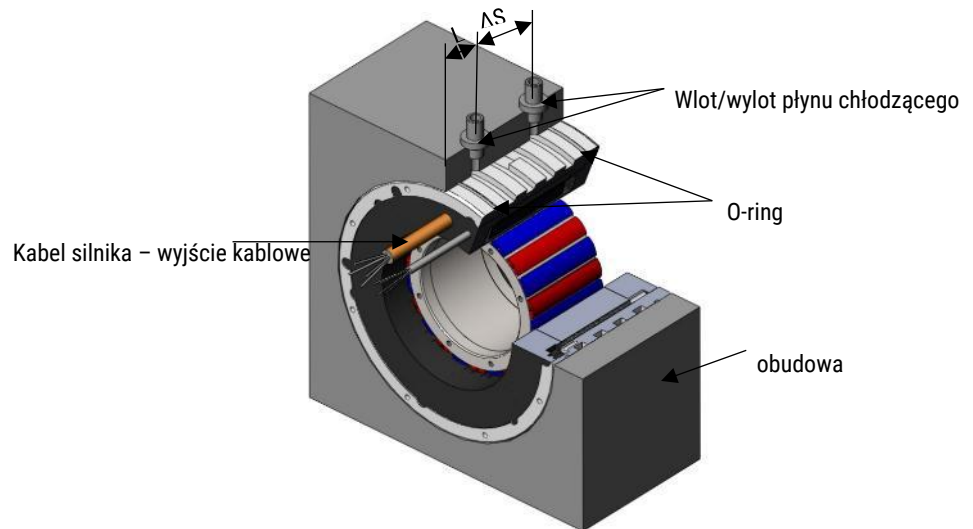
Silnik momentowy może ulec uszkodzeniu w wyniku oddziaływań mechanicznych.

- Nie ciągnąć bezpośrednio za przewód.
- Nie kłaść dużych obciążeń ani ostrych przedmiotów na silniku.

5.1.1 Konstrukcja chłodzona wodą

Silniki momentowe HIWIN mogą być chłodzone wodą lub powietrzem. (Modele TM-5 i IM-2 są standardowo chłodzone wodą.) Kanał chłodzący jest umieszczony na zewnętrznej obudowie stojana. Jako uszczelnienie na zewnątrz kanału chłodzącego zainstalowano o-ring. Aby zapewnić dobrą cyrkulację płynu chłodzącego, wloty i wyloty płynu chłodzącego należy ustawić zgodnie z pozycją na zatwierdzonym rysunku.

Rys.5 .1 : Podstawowa budowa silnika momentowego HIWIN



Rys.5 .2 : Wpływ miejsca montażu na dopływ/odpływ płynu chłodzącego

5.1.1 Położenie kanału chłodzenia wodnego

Zalecane położenie wlotu/wylotu płynu chłodzącego dla poszczególnych serii podano poniżej.

Tabela 5.1 : Położenie wlotów i wylotów płynu chłodzącego w serii TMRW Tabela 6.1

L (mm)	ΔS (mm)				
	20	40	60	90	140
25	TMRW13(L) TMRW43(L)	TMRW15(L) TMRW45(L)	TMRW17(L) TMRW47(L)	TMRW1A(L) TMRW4A(L)	TMRW1F(L) TMRW4F(L)
30	TMRW23(L)	TMRW25(L)	TMRW27(L)	TMRW2A(L)	TMRW2F(L)
35	TMRW73(L) TMRWA3(L)	TMRW75(L) TMRWA5(L)	TMRW77(L) TMRWA7(L)	TMRW7A(L) TMRWAA(L)	TMRW7F(L) TMRWAF(L)
43	TMRWD3(L)	TMRWD5(L)	TMRWD7(L)	TMRWDA(L)	TMRWDF(L)
35	TMRWG3(L)	TMRWG5(L)	TMRWG7(L)	TMRWGA(L)	TMRWGF(L)

Tabela 5.2 : Seria IM-2: Położenie wlotu/wylotu chłodziwa

L (mm)	ΔS (mm)				
	20	40	60	90	140
25	IM-2-13 IM-2-43	IM-2-15 IM-2-45	IM-2-17 IM-2-47	IM-2-1A IM-2-4A	IM-2-1F IM-2-4F
30	IM-2-23	IM-2-25	IM-2-27	IM-2-2A	IM-2-2F
35	IM-2-73 IM-2-A3	IM-2-75 IM-2-A5	IM-2-77 IM-2-A7	IM-2-7A IM-2-AA	IM-2-7F IM-2-AF
43	IM-2-D3	IM-2-D5	IM-2-D7	IM-2-DA	IM-2-DF
35	IM-2-G3	IM-2-G5	IM-2-G7	IM-2-GA	IM-2-GF

Tabela 5.3 : Seria TM-5: Położenie wlotu/wylotu chłodziwa

L (mm)	ΔS (mm)				
	20	40	60	90	140
25	TM-5-13 TM-5-43	TM-5-15 TM-5-45	TM-5-17 TM-5-47	TM-5-1A TM-5-4A	TM-5-1F TM-5-4F
30	TM-5-23	TM-5-25	TM-5-27	TM-5-2A	TM-5-2F
35	TM-5-73 TM-5-A3	TM-5-75 TM-5-A5	TM-5-77 TM-5-A7	TM-5-7A TM-5-AA	TM-5-7F TM-5-AF
43	TM-5-D3	TM-5-D5	TM-5-D7	TM-5-DA	TM-5-DF
35	TM-5-G3	TM-5-G5	TM-5-G7	TM-5-GA	TM-5-GF

5.1.1.1 Wymiary kanału chłodzenia wodnego

Wymiary kanałów chłodzenia wodnego dla poszczególnych serii podano w poniższej tabeli.

Rys.5.1 : Schemat wymiarów kanału chłodzenia wodnego

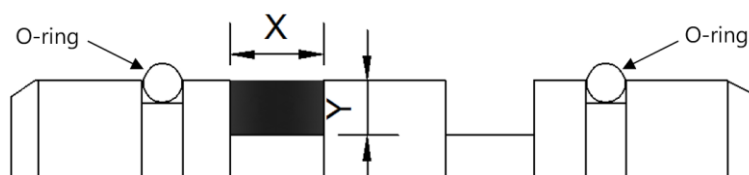


Tabela 5.4 : Wymiary kanału chłodzącego serii TMRW

Typ	X (mm)	Y (mm)	Średnica wewnętrzna wlotu/wylotu (mm)	Typ	X (mm)	Y (mm)	Średnica wewnętrzna wlotu/wylotu (mm)
TMRW13(L)	8	5	8	TMRWA3(L)	8	5	8
TMRW15(L)	8	5	8	TMRWA5(L)	8	5	8
TMRW17(L)	9	5	8	TMRWA7(L)	9	5	8
TMRW1A(L)	8	5	8	TMRWAA(L)	8	5	8
TMRW1F(L)	9	5	8	TMRWAF(L)	9	5	8
TMRW23(L)	8	5	8	TMRWD3(L)	8	5	8
TMRW25(L)	8	5	8	TMRWD5(L)	8	5	8
TMRW27(L)	9	5	8	TMRWD7(L)	9	5	8
TMRW2A(L)	8	5	8	TMRWDA(L)	8	5	8
TMRW2F(L)	9	5	8	TMRWDF(L)	9	5	8
TMRW43(L)	8	5	8	TMRWG3(L)	8	5	10
TMRW45(L)	8	5	8	TMRWG5(L)	8	5	10
TMRW47(L)	9	5	8	TMRWG7(L)	9	5	10
TMRW4A(L)	8	5	8	TMRWGA(L)	8	5	10
TMRW4F(L)	9	5	8	TMRWGF(L)	9	5	10
TMRW73(L)	8	4	8				
TMRW75(L)	8	4	8				
TMRW77(L)	9	4	8				
TMRW7A(L)	8	4	8				
TMRW7F(L)	9	4	8				

Uwaga:

Wymienione powyżej wloty i wyloty układu chłodzenia wodnego muszą mieć najmniejszą średnicę wewnętrzną, aby zapewnić minimalny przepływ wody podany w karcie katalogowej. Maksymalne ciśnienie, jakie mogą wytrzymać silniki momentowe HIWIN, wynosi 10 barów.

Wymiary kanałów chłodzących serii IM-2

Typ	X (mm)	Y (mm)	Średnica wewnętrzna wlotu/wylotu (mm)	Typ	X (mm)	Y (mm)	Średnica wewnętrzna wlotu/wylotu (mm)
IM-2-23	8	5	8	IM-2-A3	8	6	8
IM-2-25	8	5	8	IM-2-A5	8	6	8
IM-2-27	9	5	8	IM-2-A7	9	6	8
IM-2-2A	8	5	8	IM-2-AA	8	6	8
IM-2-2F	9	5	8	IM-2-AF	9	6	8
IM-2-43	8	5	8	IM-2-G3	8	5	10
IM-2-45	8	5	8	IM-2-G5	8	5	10
IM-2-47	9	5	8	IM-2-G7	9	5	10
IM-2-4A	8	5	8	IM-2-GA	8	5	10
IM-2-4F	9	5	8	IM-2-GF	9	5	10
IM-2-73	8	4	8				
IM-2-75	8	4	8				
IM-2-77	9	4	8				
IM-2-7A	8	4	8				
IM-2-7F	9	4	8				

Uwaga:

Wymienione powyżej wloty i wyloty układu chłodzenia wodnego muszą mieć najmniejszy średnicę wewnętrzną, aby zapewnić minimalny przepływ wody podany w karcie katalogowej. Maksymalne ciśnienie, jakie mogą wytrzymać silniki momentowe HIWIN, wynosi 10 barów.

5.1.1.3 Konfiguracja kanału chłodzącego

Wymiary kanałów chłodzących serii TM-5

Typ	X (mm)	Y (mm)	Średnica wewnętrzna wlotu/wylotu (mm)	Typ	X (mm)	Y (mm)	Średnica wewnętrzna wlotu/wylotu (mm)
TM-5-13	8	5	8	TM-5-A3	8	6	8
TM-5-15	8	5	8	TM-5-A5	8	6	8
TM-5-17	9	5	8	TM-5-A7	9	6	8
TM-5-1A	8	5	8	TM-5-AA	8	6	8
TM-5-1F	9	5	8	TM-5-AF	9	6	8
TM-5-23	8	5	8	TM-5-D3	8	5	8
TM-5-25	8	5	8	TM-5-D5	8	5	8
TM-5-27	9	5	8	TM-5-D7	9	5	8
TM-5-2A	8	5	8	TM-5-DA	8	5	8
TM-5-2F	9	5	8	TM-5-DF	9	5	8
TM-5-43	8	5	8	TM-5-G3	8	5	10
TM-5-45	8	5	8	TM-5-G5	8	5	10
TM-5-47	9	5	8	TM-5-G7	9	5	10
TM-5-4A	8	5	8	TM-5-GA	8	5	10
TM-5-4F	9	5	8	TM-5-GF	9	5	10
TM-5-73	8	4	8				
TM-5-75	8	4	8				
TM-5-77	9	4	8				
TM-5-7A	8	4	8				
TM-5-7F	9	4	8				

Uwaga

Wspomniane powyżej przyłącze wlotowe/wylotowe wody chłodzącej musi mieć najmniejszy średnicę wewnętrzną, aby zapewnić minimalny przepływ wody podany w karcie katalogowej. Maksymalne ciśnienie, jakie mogą wytrzymać silniki momentowe HIWIN, wynosi 10 barów. Silniki momentowe z płaszczem chłodzącym (kod rezerwowi: J□) wytrzymują ciśnienie 5 MPa.

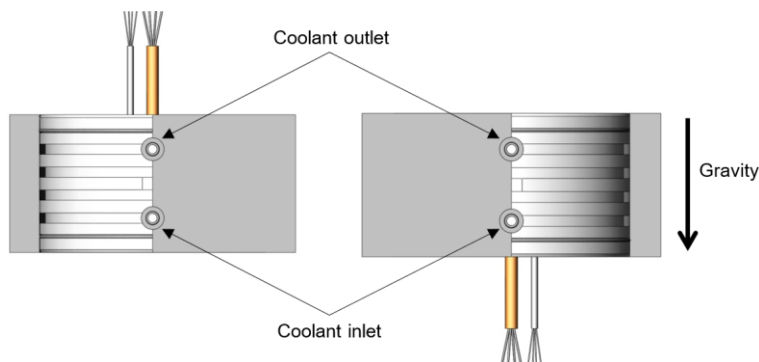
5.1.1.2 Konfiguracja kanału chłodzącego

Poniżej opisano dwie typowe konfiguracje kanałów chłodzących. Niezależnie od zastosowanej konfiguracji należy bezwzględnie upewnić się, że wlot i wylot są zgodne z położeniem wskazanym na zatwierdzonym schemacie oraz że po montażu z obiegu chłodzącego zostanie usunięte całe powietrze.

Śruba jest zamontowana pionowo

Niezależnie od tego, czy wyjście kablowe jest skierowane do góry, czy w dół, wyjście chłodziwa powinno znajdować się u góry, a wlot chłodziwa u dołu. (Określone przez kierunek siły grawitacji.) Ponadto wlot i wylot chłodziwa muszą być wyrównane z wyjściem kablowym (patrz rysunek zatwierdzony przez HIWIN dotyczący położenia wyjścia kablowego). Wlot i wylot płynu chłodzącego silnika momentowego z płaszczem chłodzącym (kod zarezerwowany J□) znajdują się na czołowej powierzchni po stronie wyjściowej silnika. Połączenia między wlotem i wylotem płynu chłodzącego a kanałem chłodzącym można znaleźć w sekcji „. Dolny kanał chłodzący (określony przez kierunek siły grawitacji) powinien służyć jako wlot płynu chłodzącego, a górny kanał chłodzący jako wylot płynu chłodzącego.

Rys.5 .3 : Położenie wlotu / wylotu chłodziwa przy montażu w pozycji poziomej



Śruba jest zamontowana poziomo

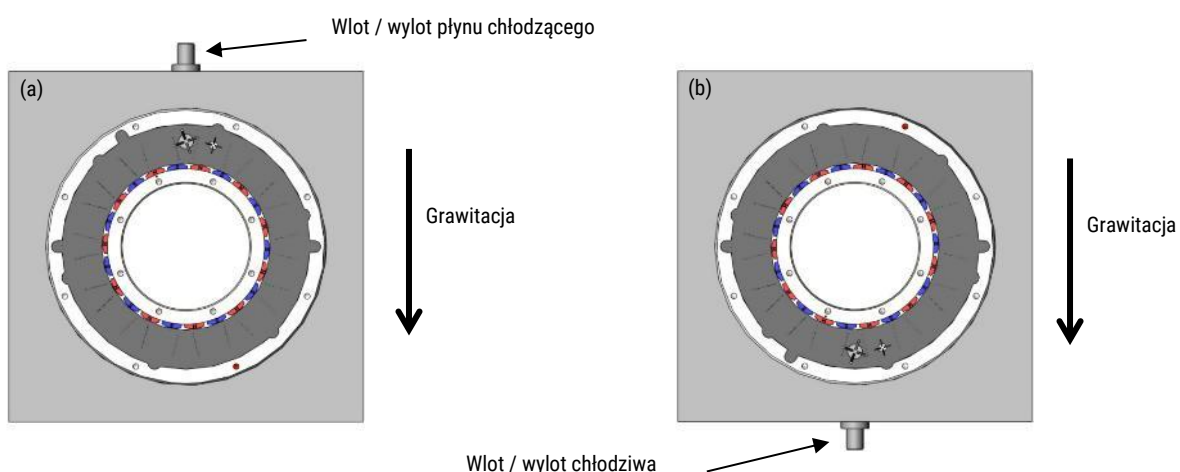
Jeśli natężenie przepływu odpowiada minimalnemu przepływowi wody silnika, klienci mogą określić kierunek wlotu i wylotu płynu chłodzącego zgodnie z rysunkiem przedstawionym na [stronie 5.1.1.5 Adapter interfejsu chłodzenia dla silnika momentowego z płaszczem chłodzącym \(kod zarezerwowany: J□\)](#). Wlot i wylot płynu chłodzącego muszą być ustawione w linii z wyjściem kablowym silnika (patrz rysunek zatwierdzony przez HIWIN przedstawiający położenie wyjścia kablowego silnika). Należy pamiętać, że pęcherzyki powietrza w kanale chłodzącym mogą nie być w stanie uciec, jeśli wlot/wylot płynu chłodzącego nie znajduje się w najwyższym punkcie (określonym przez kierunek siły grawitacji). Zaleca się umieszczenie otworu odpowietrzającego i śruby odpowietrzającej w najwyższym punkcie. W przypadku silników momentowych z płaszczem chłodzącym (kod zarezerwowany J□) zaleca się umieszczenie wlotu/wylotu płynu chłodzącego w najwyższym punkcie, jak pokazano na [stronie 5.1.1.6 Montaż przyłącza chłodzenia dla silników momentowych z płaszczem chłodzącym \(kod rezerwoy: J□\)](#).

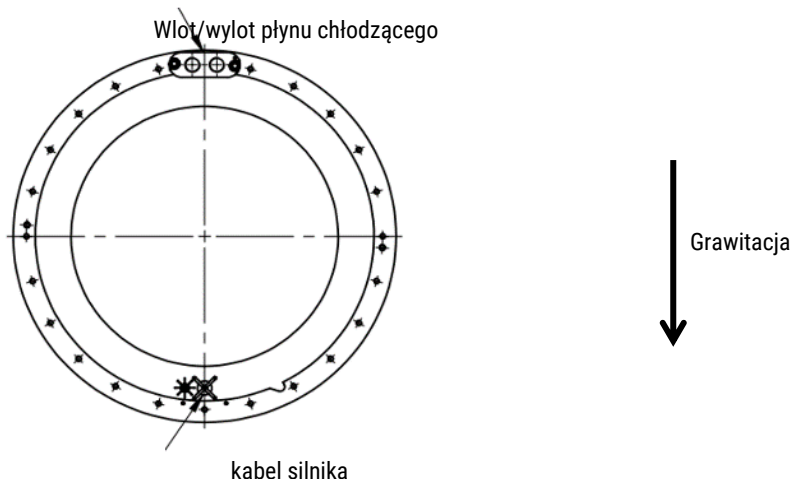
Uwaga!

Jeśli natężenie przepływu nie odpowiada minimalnemu przepływowi wody silnika, wlot i wylot płynu chłodzącego można zainstalować tylko w najwyższym punkcie, jak pokazano na [Rys.5 .4](#).

Rys.5 .4 : Położenie wlotu i wylotu płynu chłodzącego przy montażu pionowym (a) Wlot i wylot w najwyższym punkcie

(b) Wlot i wylot w najniższym punkcie





Rys.5 .5 : Położenie wlotu i wylotu płynu chłodzącego przy montażu pionowym (dla silnika momentowego z płaszczem chłodzącym)

Po zakończeniu montażu należy odpowietrzyć obieg chłodzący

Pęcherzyki powietrza i nagromadzone powietrze w obiegu chłodzenia zmniejszają wydajność chłodzenia. Prowadzi to do lokalnego przegrzania, a nawet do przegrzania jednostki. Dlatego po montażu i podłączeniu układu chłodzenia należy odpowietrzyć obieg chłodzenia.

Obieg chłodzący musi być wyposażony w śrubę odpowietrzającą, aby umożliwić usunięcie pęcherzyków powietrza.

- 1 Jednostka należy ustawić tak, aby śruba odpowietrzająca znajdowała się w najwyższym możliwym miejscu (w stosunku do siły grawitacji).
- 2 Poluzować śrubę odpowietrzającą i uruchomić system chłodzenia.
- 3 Jeśli wycieka płyn, jak najszybciej dokręć śrubę odpowietrzającą.
- 4 Po wytarciu sprawdzić wzrokowo, czy nie ma wycieków. Płyn chłodzący nie może kapać ani wyciekać.

5.1.1.3 Cechy pierścieni uszczelniających

Cechy pierścieni O-ring dla każdej serii przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela5 .5 : Cechy pierścieni O-ring

wersja	Materiał	Shore A	Grubość pierścienia O-ring (mm)	Średnica wewnętrzna pierścienia O-ring
TMRW1□ / TM-5-1□	VITON	70°	2,62	152,07
TMRW2□ / TM-5-2□ / IM-2-2□	VITON	70°	2,62	190,17
TMRW4□ / TM-5-4□ / IM-2-4□	VITON	70°	2,62	221,92
TMRW7□ / TM-5-7□ / IM-2-7□	VITON	70°	2,5	296
TMRWA□ / TM-5-A□ / IM-2-A□	VITON	70°	4	370
TMRWD□ / TM-5-D□	VITON	70°	4	465
TMRWG□ / TM-5-G□ / IM-2-G□	VITON	70°	4	550

Wskazówka

Smarowanie pierścienia O-ring standardowym smarem przyczynia się do poprawy szczelności.

Jakość pierścieni O-ring dostarczanych przez HIWIN jest zgodna z normami ISO 3601 (seria G i klasa N); różne marki fluoroelastomerów mają różne nazwy produktów, znane również jako FKM i FPM. Są to Viton® firmy DuPont™ z USA, Dyneon™ firmy 3M z USA oraz DAI-EL firmy Daikin® z Japonii. Jeśli klienci muszą samodzielnie wymienić pierścień O-ring, mogą go nie tylko kupić bezpośrednio w firmie HIWIN, ale również zwrócić się do lokalnych dostawców w celu uzyskania materiałów odpowiadających Vitonowi. Należy pamiętać, że twardość musi wynosić powyżej 70° Shore A. O-ring silnika momentowego z płaszczem chłodzącym jest zamontowany wewnątrz. Klienci nie mogą demontować płaszcza chłodzącego w celu wymiany o-ringu.

5.1.1.4 Wymiary urządzenia transportowego (mostu)

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo związane z dużymi obciążeniami!

Podnoszenie dużych obciążeń może prowadzić do naciągnięć lub skręceń.

- Do pozycjonowania dużych obciążeń powyżej 20 kg należy używać urządzenia podnoszącego o odpowiednim projektowaniu!
- Podczas pracy z ładunkami zawieszonymi należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP!
- Silniki z urządzeniem transportowym (mostkiem) na stojan i wirnik można zawieszać za otwory do zawieszania. Podczas zawieszania należy w każdym przypadku uwzględnić wytrzymałość elementów konstrukcyjnych.
- Należy stosować śruby oczkowe zgodne z wymaganiami normy DIN 580 lub JISB1168.

⚠ Uwaga! Ryzyko fizycznego uszkodzenia zegarków i magnetycznych nośników danych.

Silne siły magnetyczne mogą zniszczyć zegarki i nośniki danych podatne na namagnesowanie znajdujące się w pobliżu silnika momentowego!

- Nie należy umieszczać zegarków ani nośników danych podatnych na magnetyzację w pobliżu (<300 mm) silników momentowych!

⚠ Uwaga! Uszkodzenie systemu silnika momentowego!

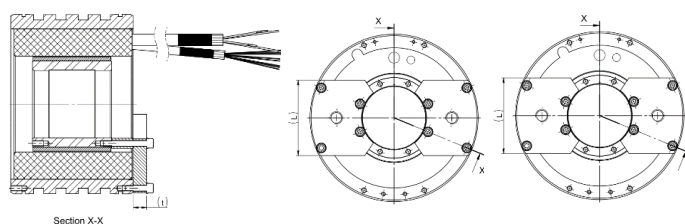
Silnik momentowy może ulec uszkodzeniu w wyniku oddziaływań mechanicznych.

- Nie ciągnąć bezpośrednio za przewód.
- Nie kładź dużych obciążeń ani ostrych przedmiotów na silniku.

Wymiary urządzenia transportowego (mostu) dla każdej serii podano poniżej:

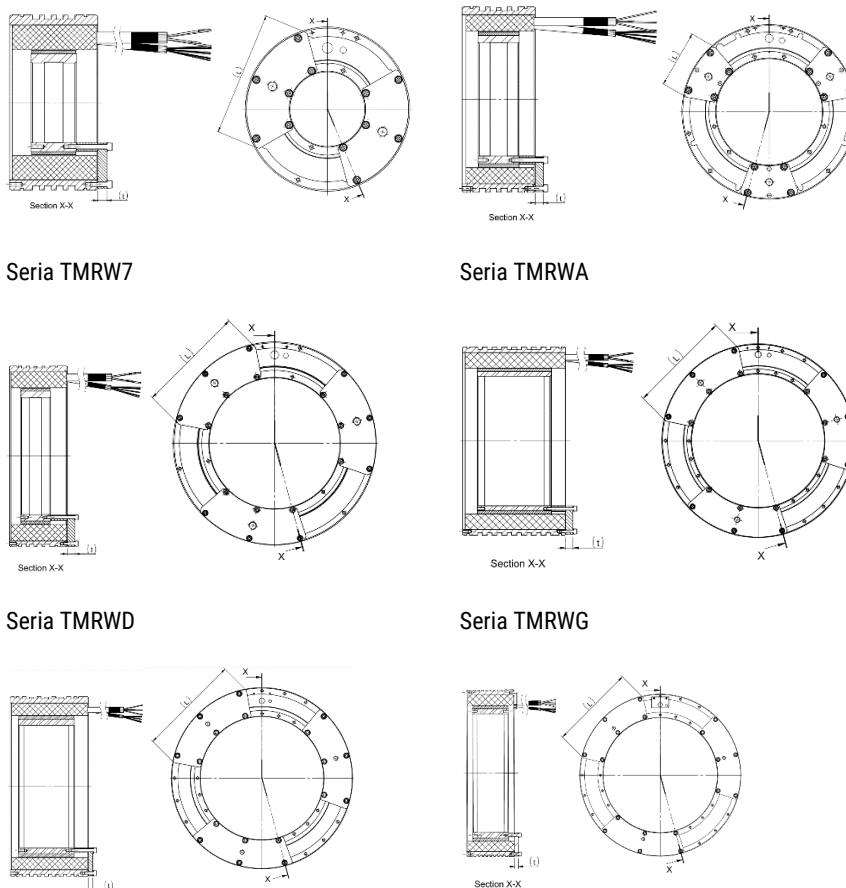
(Standardowo stojan i wirnik modelu TM-5/IM-2 są wysyłane osobno. Jeśli życzą sobie Państwo wysyłkę w pełni zmontowanego silnika, prosimy o kontakt z firmą HIWIN.)

Seria TMRW1



Seria TMRW2

Seria TMRW4



Seria TMRW7

Seria TMRWA

Seria TMRWD

Seria TMRWG

Rys.5 .6 : Schematyczne przedstawienie urządzenia transportowego (mostu)

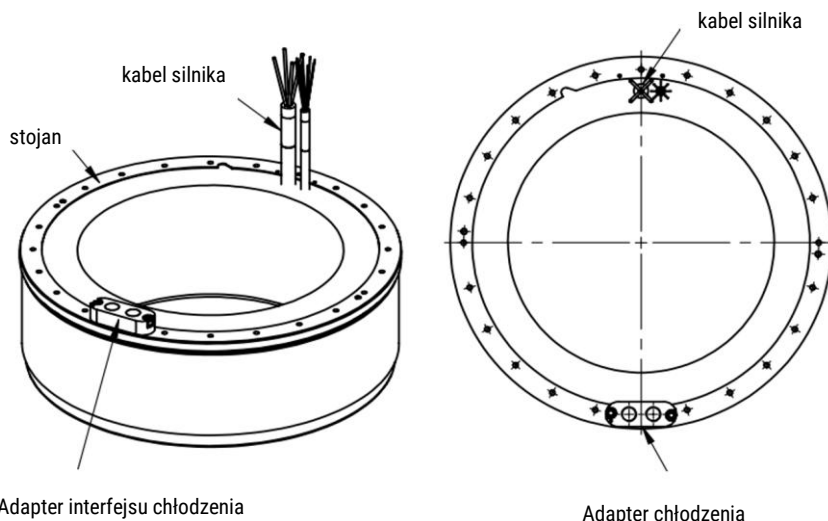
Tabela5 .6 : Wymiary urządzenia transportowego (mostu)

Typ silnika	Maksymalna długość uchwytyw montażowych: L (mm)	Grubość uchwytyw montażowych: t (mm)
TMRW1□	72	12
TMRW2□	151	10
TMRW4□	76	10
TMRW7□	166	12
TMRWA□	205	15
TMRWD□	274	12
TMRWG□	312	12

Podane powyżej wymiary mogą ulec zmianie w zależności od przeznaczenia konstrukcji. Prawidłowe dane opierają się nadal na rysunku zatwierdzającym

5.1.1.5 Adapter interfejsu chłodzenia dla silnika momentowego z płaszczem chłodzącym (kod zarezerwowany: J□)

Na czołowej powierzchni stojana znajduje się adapter interfejsu chłodzenia, jak pokazano na rysunku 5.1.8. W momencie dostawy przyłącza dopływu i odpływu chłodziwa na tym adapterze są zakryte lub zamknięte. Przed podłączeniem przewodu chłodzącego do silnika nie należy usuwać osłon ani zamknięć z adaptera interfejsu chłodzenia, aby zapobiec przedostawaniu się ciał obcych do kanału chłodzącego i jego zatkaniu. Adapter został zamontowany na silniku przed dostawą. Jeśli klient musi go zdemontować, należy postępować zgodnie z poniższymi instrukcjami. Uszczelka, w tym adapter interfejsu chłodzenia, została sprawdzona przed dostawą w celu zapewnienia jakości. Jeśli klienci zdemontują adapter interfejsu chłodzenia, firma HIWIN nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne wycieki



Adapter interfejsu chłodzenia

Adapter chłodzenia

Il.5.7 : Adapter chłodzenia

Na czołowej powierzchni adaptera interfejsu chłodzenia znajduje się oznaczony otwór. Wlot i wylot płynu chłodzącego, które znajdują się bliżej tego oznaczonego otworu, są połączone z kanałem chłodzącym oddalonym od kabla silnika. Drugi jest połączony z kanałem chłodzącym znajdującym się w pobliżu kabla silnika. Kierunek wlotu i wylotu płynu chłodzącego można określić na podstawie tego oznaczonego otworu.

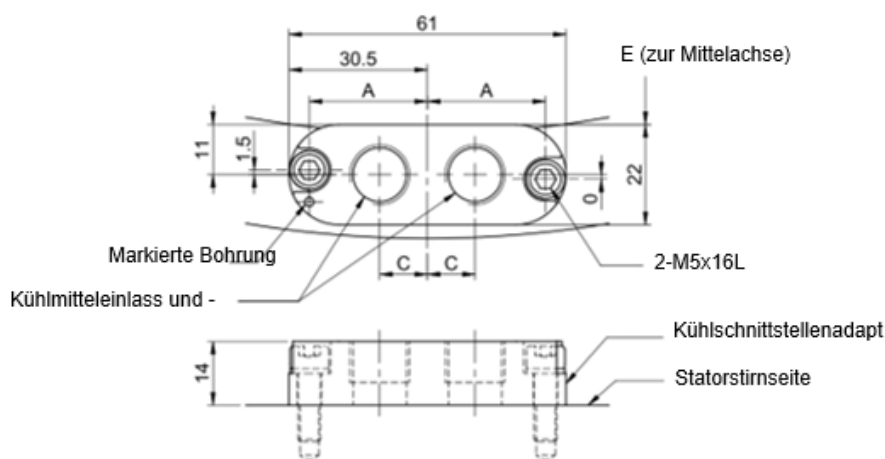
Wielkość adaptera interfejsu chłodzenia oraz specyfikacje wlotów i wylotów płynu chłodzącego przedstawiono na poniższych rysunkach i w tabelach.

O-ring służy jako uszczelka między adapterem interfejsu chłodzenia a powierzchnią czołową stojana. Właściwości o-ringów dla każdej serii podano na stronach [5.1.1.3 Cechy pierścieni uszczelniających](#). **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Tabela 5.7 : Wielkość adaptera chłodzącego

wersja	A	B	C	E	Wlot/wylot chłodziwa Dane techniczne
Jednostka: mm					
TM-5-7□-....-J□	26	---	10,5	140,5	G1/4 x 9DP
TM-5-A□-....-J□	31,5	15	16	173,5	G3/8 x 9DP
TM-5-D□-....-J□	31,5	14	16	219	G3/8 x 9DP
TM-5-G□-....-J□	31,5	10	16	260	G3/8 x 9DP

Ilustracja 5.8 : TM-5-7□-....-J□ Adapter interfejsu chłodzenia



Rys.5 .9 : TM-5-A□/D□/G□-....-J□ Adapter interfejsu chłodzenia

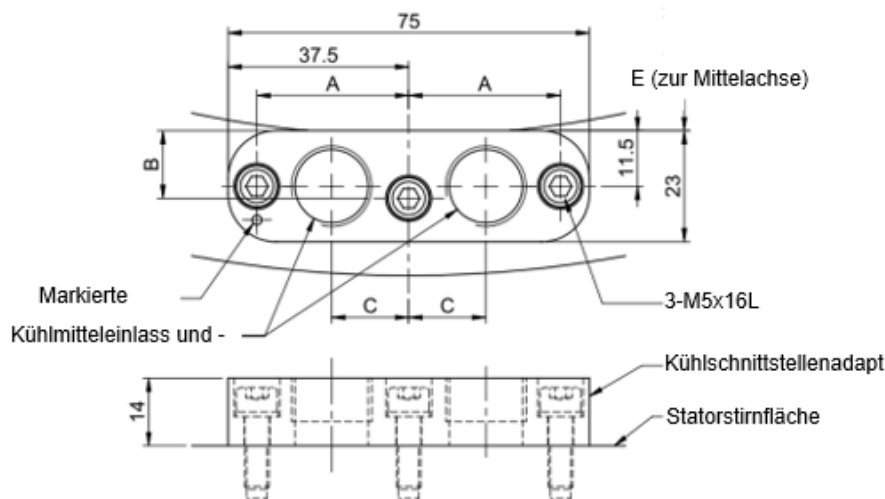
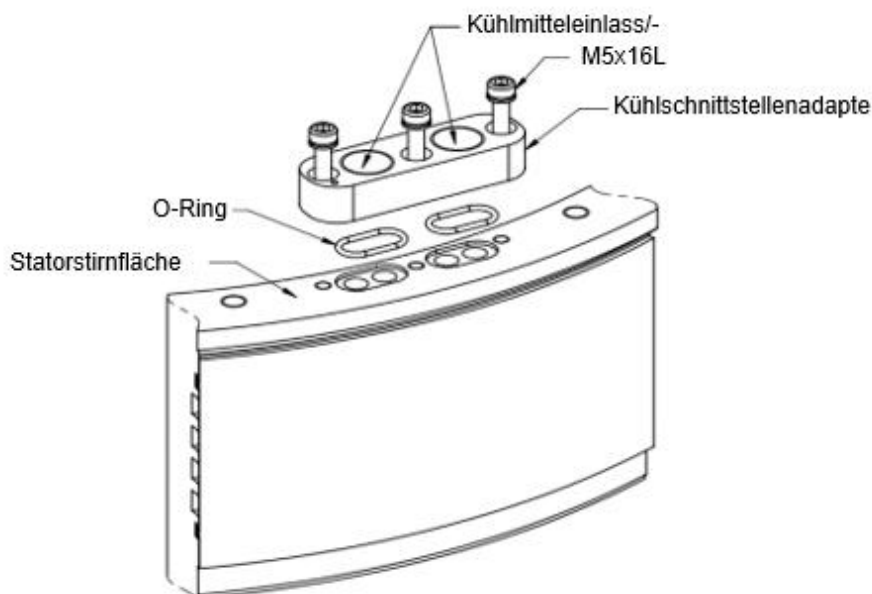


Tabela 5 .8 :

wersja	Materiał	Shore A	Grubość pierścienia O-ring (mm)	Średnica wewnętrzna pierścienia O-ring
TM-5-7□-....-J□	VITON	70°	1,78	12,42
TM-5-A□-....-J□	VITON	70°	1,78	15,6
TM-5-D□-....-J□	VITON	70°	1,78	15,6
TM-5-G□-....-J□	VITON	70°	1,78	15,6

Podczas montażu adaptera interfejsu chłodzenia należy kierować się poniższym rysunkiem przedstawiającym konfigurację. Rowki na o-ringi na każdej powierzchni montażowej oraz na czole stojana należy oczyścić i osuszyć. Do zamocowania adaptera interfejsu chłodzenia należy użyć śrub SEMS klasy wytrzymałości 12.9 lub śrub M5x16L Nylok Blue Patch. Śruby należy dokręcać stopniowo i równomiernie, w sekcjach; moment dokręcenia wynosi 65–80 kgf-cm (wszystkie śruby powinny być dokręcone z tym samym momentem obrotowym). Nie należy stosować płynnego kleju do śrub, aby uniknąć przelewu środka zabezpieczającego na o-ring, ponieważ może to wpłynąć na szczelność o-ringu.

Rys.5 .10 : Konfiguracja elementów adaptera chłodzącego



5.1.1.6 Montaż przyłącza chłodzenia dla silników momentowych z płaszczem chłodzącym (kod rezerwy: J□)

Silnik jest dostarczany z adapterem interfejsu chłodzenia, ale bez przyłącza chłodzenia. Specyfikacje dotyczące wlotu/wylotu płynu chłodzącego na adapterze interfejsu chłodzenia podano w kolejnych rozdziałach. Klienci muszą zapewnić specjalne połączenie z gwintem prostym z uszczelką w miejscu styku z powierzchnią adaptera. Zastosowanie i moment dokręcenia powinny być zgodne z wymaganiami producenta. Nie należy stosować środka uszczelniającego, aby zapobiec jego przelewowi na o-ring znajdujący się pod adapterem interfejsu chłodzenia i pogorszeniu jego właściwości uszczelniających. Zaleca się również, aby nie stosować żadnej wersji środka uszczelniającego, aby zapobiec jego przelewowi między materiałem uszczelniającym a powierzchnią adaptera i spowodowaniu uszkodzenia uszczelnienia.

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynoszący 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo związane z dużymi obciążeniami!

Podnoszenie dużych obciążeń może prowadzić do naciągnięć lub skręceń.

- Do przemieszczania dużych obciążeń powyżej 20 kg należy używać urządzenia podnoszącego, które zostało zaprojektowane w sposób odpowiedni!
- Podczas pracy z ładunkami zawieszonymi należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP!
- Silniki z urządzeniem transportowym stojana i wirnika (mostkiem) można zawieszać za otwory do zawieszania. Podczas zawieszania należy w każdym przypadku uwzględnić wytrzymałość elementów konstrukcyjnych.
- Należy stosować śruby oczkowe zgodne z wymaganiami normy DIN 580 lub JISB1168.

⚠ Uwaga! Ryzyko fizycznego uszkodzenia zegarków i magnetycznych nośników danych.

Silne siły magnetyczne mogą zniszczyć zegarki i nośniki danych podatne na namagnesowanie znajdujące się w pobliżu silnika momentowego!

- Nie należy umieszczać zegarków ani nośników danych podatnych na magnetyzację w pobliżu (<300 mm) silników momentowych!

⚠ Uwaga! Uszkodzenie systemu silnika momentowego!

Silnik momentowy może ulec uszkodzeniu w wyniku oddziaływań mechanicznych.

- Nie ciągnąć bezpośrednio za przewód.
- Nie kłaść dużych obciążeń ani ostrych przedmiotów na silniku.

Aby wykluczyć zakłócenie działania silnika spowodowane oddziaływaniem magnesów, należy zachować pewną szczelinę między śrubą klienta a magnesem wirnika. Zalecane wymiary

średnicy zewnętrznej ($\varnothing D$), średnicy wewnętrznej ($\varnothing d$) oraz płaskości powierzchni montażowej wirnika (płaskość A) można znaleźć w poniższych tabelach:

Rys.5 .2 : Powierzchnia montażowa wirnika (TMRW/TM-5)

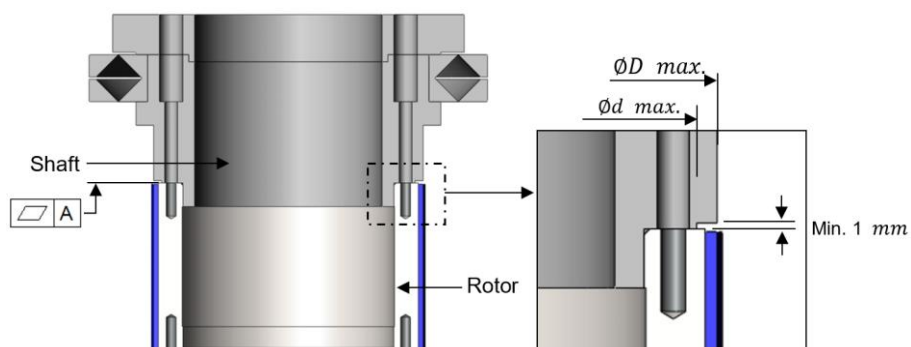


Tabela5 .9 : Propozycja interfejsu mocującego (TMRW/TM-5)

wersja	$\varnothing D$ (mm)	$\varnothing d$ (mm)	Płaskość A (mm)	Płaskość B (mm)
TMRW1□	84	76,5	0,05	0,05
TM-5-1□	88	78	0,05	0,05
TMRW2□	117,5	110,4	0,05	0,05
TM-5-2□	118	108	0,05	0,05
TMRW4□	168	158,5	0,1	0,1
TM-5-4□	168	158,5	0,1	0,1
TMRW7□	233	222,5	0,1	0,1
TM-5-7□	228	218,3	0,1	0,1
TMRWA□	296,5	284,5	0,1	0,1
TM-5-A□	298,5	289/288	0,1	0,1
TMRWD□	382	370	0,15	0,15
TM-5-D□	382,5/385,5	373/372	0,15	0,15
TMRWG□	457	447	0,15	0,15
TM-5-G□	457,5	448/445	0,15	0,15

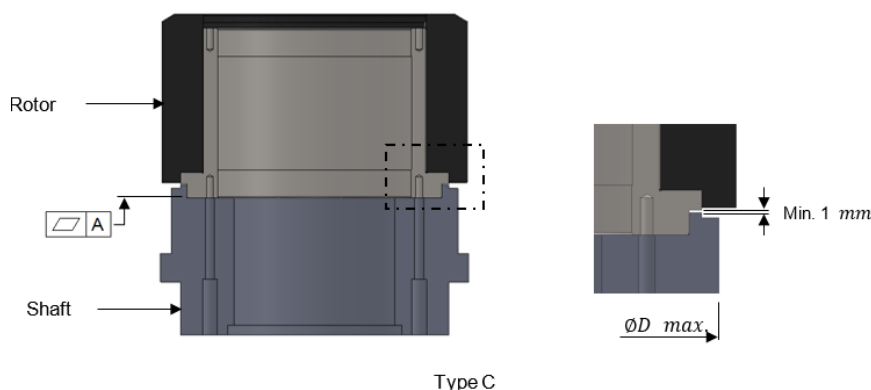
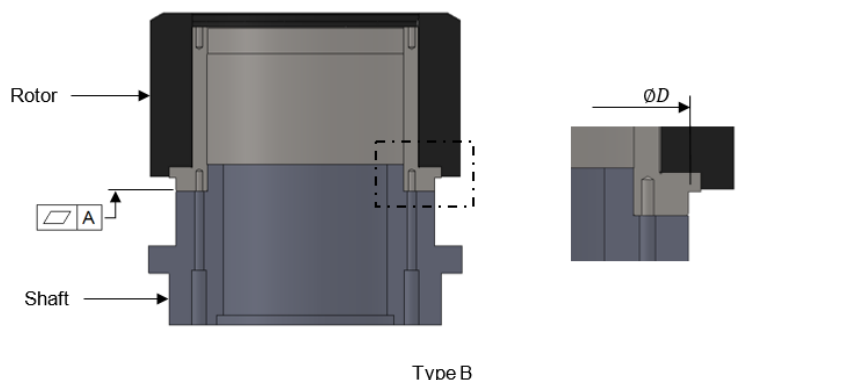
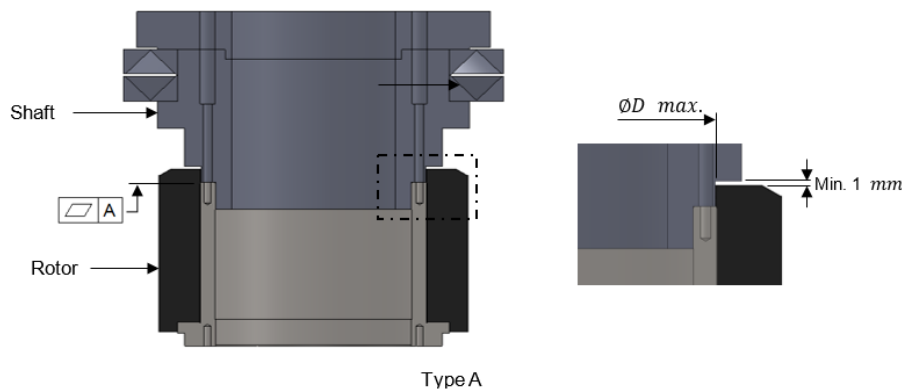
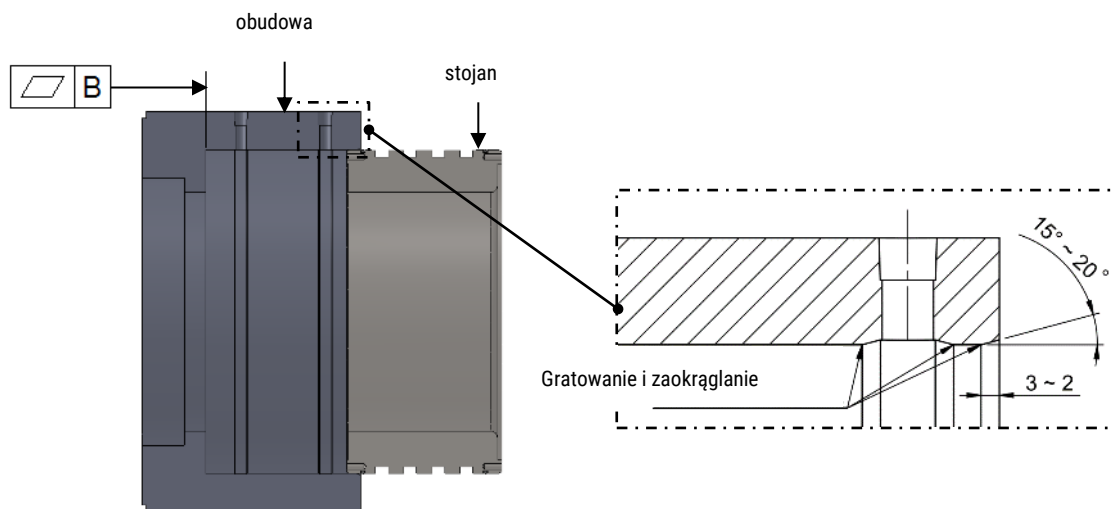


Tabela 5.1 : Propozycja interfejsu montażowego (IM-2)

Typ	$\varnothing D$ (mm)			Płaskość A (mm)	Płaskość B (mm)
	Typ A	Typ B	Typ C		
IM-2-2□	61,5	86	118	0,05	0,05
IM-2-4□	140,0	b.d.	168	0,10	0,10
IM-2-7□	164,5	190	228	0,10	0,10
IM-2-A□	236,5	264	298	0,10	0,10
IM-2-G□	b.d.	420	458	0,15	0,15

5.1.2 Projektowanie wymiarów interfejsów stojana (bez płaszcza chłodzącego)

Zalecana tolerancja dla średnicy wewnętrznej obudowy i otworów montażowych stojana wynosi **H7** lub **H8**, a zalecana specyfikacja płaskości powierzchni montażowej stojana (płaskość B) jest podana w [Tabela 5.9](#). Zaleca się szlifowanie, usunięcie zadziorów i zaokrąglenie obudowy (zalecane wymiary przedstawiono na [rys. 5.11](#) w [Rys. 5.11](#) Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.), aby uniknąć zarysowań pierścienia uszczelniającego i związanych z tym wycieków cieczy.



Rys.5 .11 : Miejsce montażu stojana

5.1.3 Szczelina powietrzna i współosiowość montażowa

Szczelina powietrzna między stojanem a wirnikiem chroni silnik przed uszkodzeniami podczas pracy. Jeśli przestrzegane są standardowe wartości szczeliny powietrznej oraz wymagania dotyczące koncentryczności montażu, określone w Rys.5 .3 oraz Tabela5 .2 na Tabela5 .4 , silnik nie ulegnie uszkodzeniu podczas pracy.

Rys.5 .3 : Wykres szczeliny powietrznej i koncentryczności układu

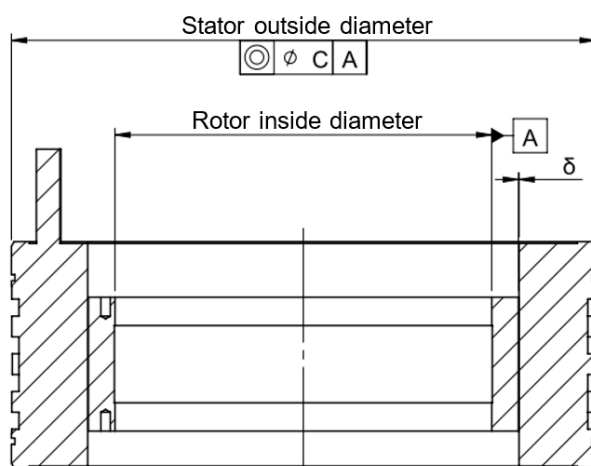


Tabela5 .2 : Seria TMRW – szczelina powietrzna i koncentryczność układu

Typ silnika	Szczelina powietrzna: δ (mm)	Koncentryczność układu: C (mm)
TMRW1□	0,4	0,2
TMRW2□	0,4	0,2
TMRW4□	0,4	0,2
TMRW7□	0,4	0,2
TMRWA□	0,5	0,3
TMRWD□	0,5	0,3
TMRWG□	0,5	0,5

Tabela 5.3 : Szczelina powietrzna serii TM-5 i koncentryczność układu

Typ silnika	Szczelina powietrzna: δ (mm)	Koncentryczność układu: C (mm)
TM-5-1□	0,25	0,1
TM-5-2□	0,25	0,1
TM-5-4□	0,35	0,1
TM-5-7□	0,45	0,1
TM-5-A□	0,45	0,2
TM-5-D□	0,65	0,3
TM-5-G□	0,65	0,3

Tabela 5.4 : Szczelina powietrzna serii IM-2 i koncentryczność układu

Typ silnika	Szczelina powietrzna: δ (mm)	Koncentryczność układu: C (mm)
IM-2-2□	0,55	0,1
IM-2-4□	0,45	0,1
IM-2-7□	0,70	0,1
IM-2-A□	0,65	0,2
IM-2-G□	0,75	0,3

5.1.4 Siła między stojanem a wirnikiem

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynoszący 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

5.1.4.1 siła promieniowa

W przypadku odchylenia współosiowości powstają siły promieniowe między stojanem a wirnikiem. (Jak na Rys.5.4) Wartość siły promieniowej dla każdego rzędu podano w Tabeli 5.5.

Rys.5.4 : Odchylenie współosiowości stojana i wirnika

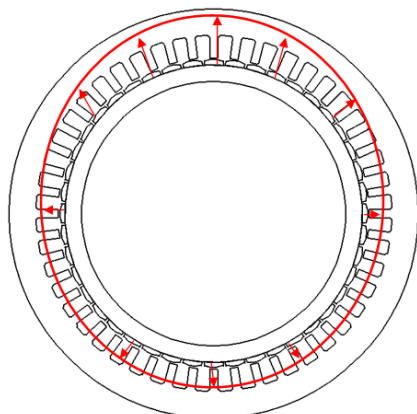


Tabela 5.5 : Wartość siły promieniowej

Typ	Siła promieniowa:f (N/mm)	Typ	Siła promieniowa:f (N/mm)	Typ	Siła promieniowa:f (N/mm)
TMRW1A	2184	TM-5-1A	2378	IM-2-2A	6684
TMRW2A	2590	TM-5-2A	2651	IM-2-4A	3783
TMRW4A	2946	TM-5-4A	4476	IM-2-7A	9700
TMRW7A	2899	TM-5-7A	4319	IM-2-AA	16390
TMRWAA	3574	TM-5-AA	6052	IM-2-GA	20648
TMRWDA	4350	TM-5-DA	7064	-	-
TMRWGA	5158	TM-5-GA	8001	-	-

Siła promieniowa zależy od długości rdzenia żelaznego.

$$\text{Kraft} = \text{Radialkraft } f \times \frac{L}{100}$$

L oznacza długość rdzenia żelaznego. Długość rdzenia żelaznego dla każdej serii jest podana poniżej.

Tabela 5.6 : Długość rdzenia żelaznego

Typ	L (mm)
TMRW□3 / IM-2-□3 / TM-5-□3	30
TMRW□5 / IM-2-□5 / TM-5-□5	50
TMRW□7 / IM-2-□7 / TM-5-□7	70
TMRW□A / IM-2-□A / TM-5-□A	100
TMRW□F / IM-2-□F / TM-5-□F	150
TMRW□J / IM-2-□J / TM-5-□J	190
TMRW□K / IM-2-□K / TM-5-□K	200
TMRW□L / IM-2-□L / TM-5-□L	210

- Przykład

Siła promieniowa TMRW7F:

$$\text{Kraft} = \text{TMRW7F}'s f \times \frac{150}{100} = 2899 \times \frac{150}{100} = 4348,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

5.1.4.2 Siła osiowa

Gdy wirnik zbliża się do stojana, powstaje siła osiowa między stojanem a wirnikiem. (Zob. Rys. 5.5) Maksymalna wartość siły osiowej dla każdej serii podana jest na stronie Tabela 5.7. Litera „X” na stronie Rys. 5.5 oznacza kierunek ruchu.

Rys. 5.5 : Przesunięcie osiowe stojana i wirnika

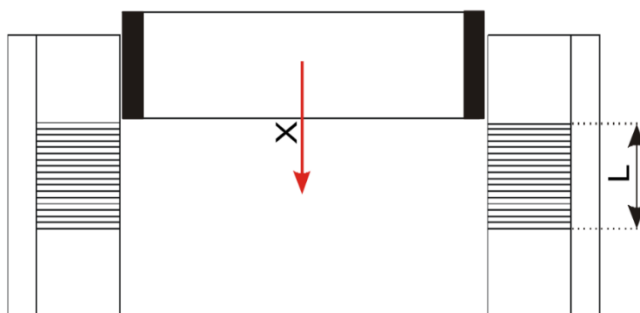


Tabela 5.7 : Najwyższa wartość siły osiowej

Typ	Siła osiowa:f (N/mm)	Typ	Siła osiowa:f (N/mm)	Typ	Siła osiowa:f (N/mm)
TMRW1□	118	TM-5-1□	118	IM-2-2□	185
TMRW2□	176	TM-5-2□	192	IM-2-4□	216
TMRW4□	300	TM-5-4□	242	IM-2-7□	268
TMRW7□	375	TM-5-7□	369	IM-2-A□	384
TMRWA□	528	TM-5-A□	398	IM-2-G□	480
TMRWD□	944	TM-5-D□	639	-	-
TMRWG□	1335	TM-5-G□	740	-	-

5.1.4.3 Moment dokręcania śrub

Do mocowania stojana i wirnika wymagane są śruby klasy wytrzymałości 12.9. Oznaczenia otworów gwintowanych, liczba otworów gwintowanych oraz moment dokręcania śrub dla każdej serii podano w poniższych tabelach.

Tabela 5.10 : TMRW/TM-5 moment dokręcania śrub

TMRW seria	TM-5 seria	Specyfikacja otworów gwintowanych	moment dokręcania śrub (kgf-cm)	moment dokręcania śrub (Nm)
Seria TMRW1 Seria TMRW2 Seria TMRW4 Seria TMRW7	Seria TM-5-1 Seria TM-5-2 Seria TM-5-4 Seria TM-5-7	M5 x 0,8P x 10DP	81	7,95
Seria TMRWA	Seria TM-5-A	M6 x 1P x 12DP	138	13,54
Seria TMRWD Seria TMRWG	Seria TM-5-D Seria TM-5-G	M8 x 1,25P x 12DP	334	32,76

Tabela5.11 :IM-2 moment dokręcania śrub

IM-2 seria	Część	Specyfikacja otworów gwintowanych	moment dokręcania śrub (kgf-cm)	moment dokręcania śrub (Nm)
Seria IM-2-2	stojan	M5 x 0,8P x 10DP	81	7,95
Seria IM-2-4	Wirnik	M6 x 1,0P x 12DP	138	13,54
Seria IM-2-7	Wirnik	M6 x 1,0P x 12DP	138	13,54
Seria IM-2-A	Stator/wirnik	M6 x 1P x 12DP	138	13,54
Seria IM-2-G	Stator/wirnik	M8 x 1,25P x 12DP	334	32,76

5.1.5 Kierunek obrotów

Jeśli kabel silnika jest podłączony zgodnie z [Tabela5.14](#), wówczas wirnik obraca się zgodnie z ruchem wskazówek zegara (patrząc od strony wirnika bez wyjścia kablowego, [Rys.5.6](#)).

Rys.5.6 : Ilustracja kierunku obrotów wirnika



5.1.6 Instalacja mechaniczna

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynoszący 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

⚠ Ostrzeżenie! Niebezpieczeństwo związane z dużymi obciążeniami!

Podnoszenie dużych obciążeń może prowadzić do naciągnięć lub skręceń.

- Do przemieszczania dużych obciążeń powyżej 20 kg należy używać urządzenia podnoszącego o odpowiednim poziomie projektowania!
- Podczas pracy z ładunkami zawieszonymi należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP!

- Silniki z urządzeniem transportowym stojana i wirnika (mostkiem) można zawieszać za otwory do zawieszania. Podczas zawieszania należy w każdym przypadku uwzględnić wytrzymałość elementów konstrukcyjnych.
- Należy stosować śruby oczkowe zgodne z wymaganiami normy DIN 580 lub JISB1168.

⚠ Uwaga! Ryzyko fizycznego uszkodzenia zegarków i magnetycznych nośników danych.

Silne siły magnetyczne mogą zniszczyć zegarki i nośniki danych podatne na namagnesowanie znajdujące się w pobliżu silnika momentowego!

- Nie należy umieszczać zegarków ani nośników danych podatnych na magnetyzację w pobliżu (<300 mm) silników momentowych!

⚠ Uwaga! Uszkodzenie systemu silnika momentowego!

Silnik momentowy może ulec uszkodzeniu w wyniku oddziaływań mechanicznych.

- Nie ciągnąć bezpośrednio za przewód.
- Nie kładź dużych obciążeń ani ostrych przedmiotów na silniku.

Istnieją dwie możliwości montażu silnika.

Montaż stojana i wirnika razem

Montuje się je za pomocą urządzenia transportowego (mostka) dostarczonego wraz z silnikiem momentowym, przy czym urządzenie transportowe (mostek) może znajdować się po stronie wyjściowej lub po drugiej stronie. Przed złożeniem zamówienia klienci mogą skontaktować się z działem sprzedaży HIWIN lub technikami HIWIN w celu ustalenia położenia urządzenia transportowego (mostka). HIWIN udostępnia klientom rysunek do potwierdzenia.

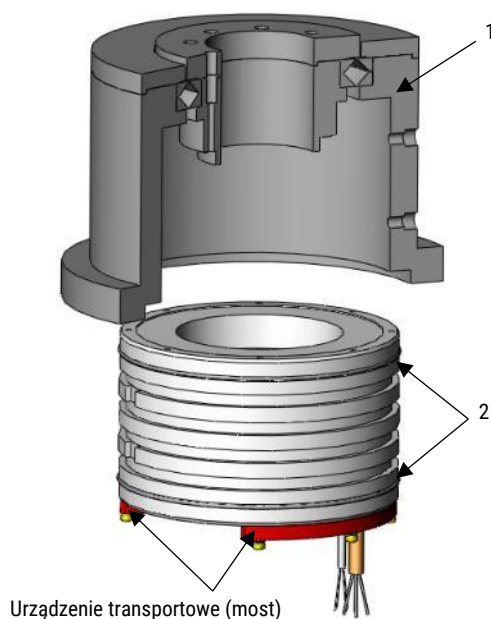
Montaż oddzielnego stojana i wirnika

W zależności od mechanizmu klienta do montażu stojana i wirnika może być potrzebne narzędzie prowadzące.

Zalecane kroki montażu opisano poniżej.

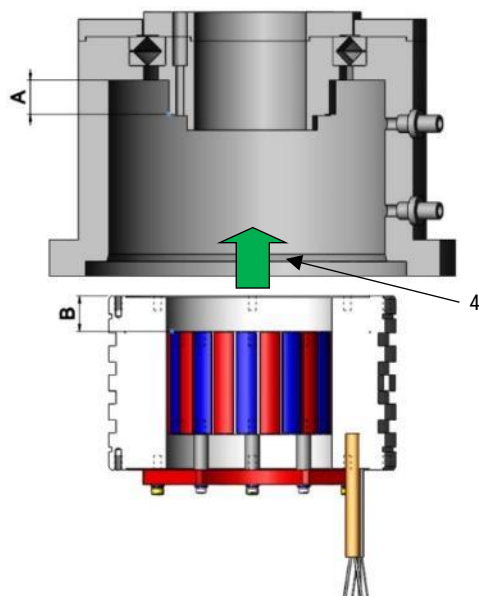
Schemat

Krok



Zamontować obudowę, śruby i łożysko.
Założyć pierścień uszczelniający na stojan.
Uwaga: Pierścień O-ring nie może być przekreślony.

Ilustracja



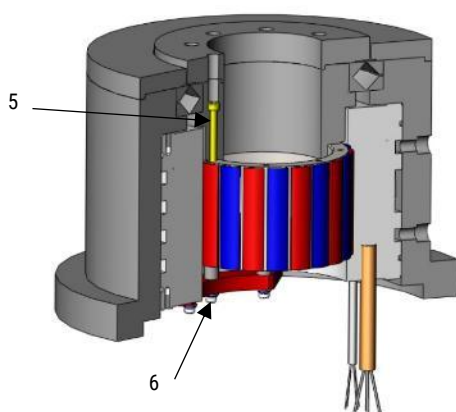
Krok

Aby upewnić się, że podczas montażu na silnik nie oddziałuje siła rozciągająca wywierana przez urządzenie transportowe (most) i elementy współpracujące, należy zmierzyć odległość śruby (jak pokazano w punkcie A) oraz wysokość stojana i wirnika (jak pokazano w punkcie B).

Włożyć zestaw składający się ze stojana i wirnika (wraz z urządzeniem transportowym (mostem)) do obudowy. Wyjście kablowe dla kabla silnika musi być wyrównane z wlotem/wylotem chłodziwa. Aby zapobiec wyciekaniu wody, nie wolno uszkodzić pierścienia uszczelniającego. Należy zwrócić uwagę na silną siłę przyciągania magnetycznego wirnika. Aby uniknąć zagrożeń, należy trzymać go z dala od przewodników magnetycznych (np. przedmiotów żelaznych).

Uwaga: Położenie wyjścia kablowego dla kabla silnika można znaleźć na rysunku zatwierdzonym przez firmę HIWIN.

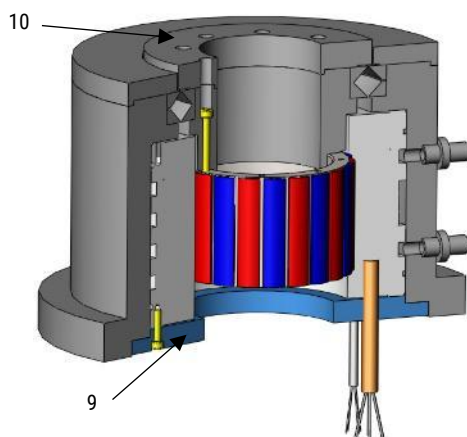
Przymocować wirnik do śruby. Moment dokręcania śrub wynosi w tym momencie 80 procent wartości znamionowej ”.



Poluzować wszystkie śruby na urządzeniu transportowym (mostku) o około 1/8 obrotu. Jeśli odległość $A > B$, najpierw poluzować śruby mocujące wirnika. Jeśli odległość $A < B$, najpierw poluzować śruby mocujące stojana.

Dokręć śruby mocujące wirnika zgodnie z wytycznymi, całkowicie poluzuj śruby urządzenia transportowego (mostka) i zdemontuj urządzenie transportowe (mostek).

Upewnij się, że śruby są dokręcone zgodnie z wytycznymi.



Zamontuj płytę dolną i dokręć śruby mocujące stojana.

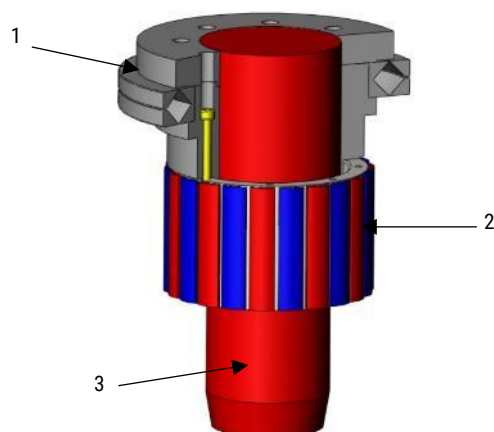
Obróć część obrotową. Upewnij się, że obraca się ona płynnie i nie ma żadnych przeszkód.

Zamontuj pozostałe elementy, takie jak złącze wlotu i wylotu płynu chłodzącego, dolne łożysko oporowe oraz enkoder.

5.1.6.1 Zamontować oddzielnie stojan i wirnik

Schemat

Krok



Zamontować śrubę i łożysko.

Zamontować wirnik na śrubie

Zamontować narzędzie prowadzące na śrubie.

Założyć pierścień uszczelniający na stojan.

Uwaga: O-ring nie może być przekrecony.

Włożyć zespół stojana do obudowy i dokręcić śruby mocujące stojana. Wyjście kablowe silnika musi być ustawione w linii z wlotem/wylotem płynu chłodzącego. Aby zapobiec przedostawaniu się wody, nie wolno uszkodzić pierścienia uszczelniającego.

Uwaga: Położenie wyjścia kablowego dla kabla silnika można sprawdzić na rysunku zatwierdzonym przez firmę HIWIN.

W razie potrzeby zamocować dolne narzędzie na śrubie.

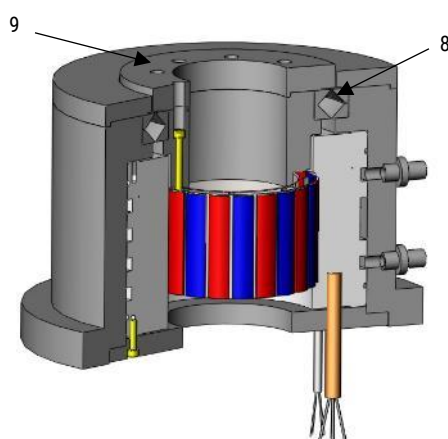
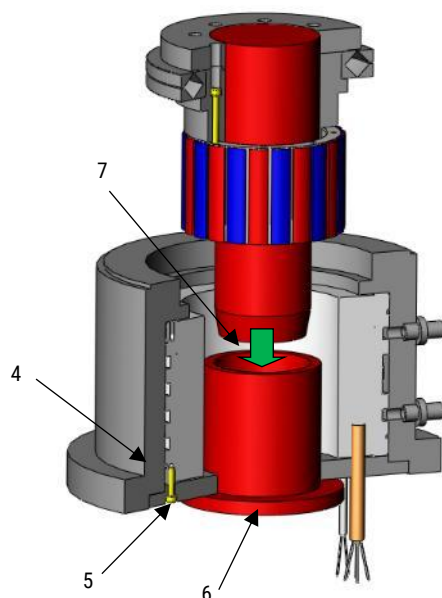
Zamontować moduł obrotowy na części stałej. Aby uniknąć zagrożenia wynikającego z silnego przyciągania magnetycznego między stojanem a wirnikiem, które może nawet doprowadzić do awarii zespołu, przed montażem należy połączyć i dopasować narzędzie prowadzące.

Zamocować łożysko i zdemontować narzędzie prowadzące.

Sprawdź szczelinę powietrzną i koncentryczność zespołu.

Obróć część obrotową. Upewnij się, że obraca się ona płynnie i nie ma żadnych przeszkód.

Zamontować pozostałe elementy, takie jak przyłącze wlotu i wylotu chłodziwa, dolne łożysko oporowe oraz enkoder.



5.2 Podłączenie elektryczne

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym!

Nawet gdy silnik jest wyłączony, mogą przepływać prądy elektryczne.

- Przed odłączeniem przewodów elektrycznych od silników upewnij się, że system napędowy z napędem bezpośrednim jest odłączony od zasilacza.
- Po odłączeniu wzmacniacza napędu od zasilacza należy odczekać co najmniej 5 minut przed dotknięciem elementów pod napięciem lub odłączeniem połączeń.

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym!

W przypadku nieprawidłowego uziemienia silników istnieje ryzyko porażenia prądem.

- Przed podłączeniem zasilacza upewnij się, że układ silnika jest prawidłowo uziemiony.

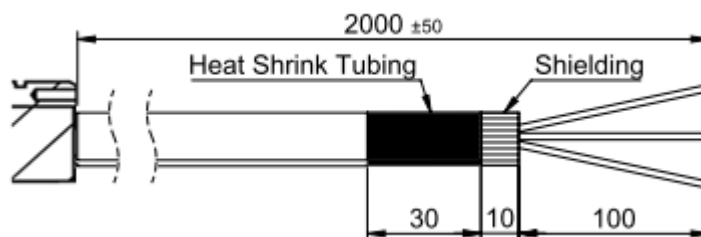
5.2.1 Środki zapobiegawcze dotyczące okablowania

- Przed użyciem produktu należy dokładnie zapoznać się z danymi technicznymi podanymi na etykiecie produktu i upewnić się, że produkt jest zasilany zgodnie z wymaganiami podanymi w specyfikacji produktu.
- Sprawdź, czy okablowanie jest prawidłowe. Nieprawidłowe okablowanie może spowodować nieprawidłowe działanie silnika, a nawet jego trwałe uszkodzenie.
- Należy używać przedłużacza z ekranowaniem. Ekranowanie musi być uziemione.
- Nie podłączaj kabla zasilającego i kabla czujnika temperatury do tego samego przedłużacza.
- Kabel zasilający i kabel czujnika temperatury są ekranowane. Ekranowanie musi być uziemione.

5.2.2 przewód

Standardowa długość kabla zasilającego i kabla czujnika temperatury wynosi 2000 ± 50 mm, przy czym metalowa wtyczka nie jest częścią zakresu dostawy. Klienci mogą wybrać przewody o innych długościach, przy czym przyrostowa długość wynosi 500 mm, do całkowitej długości 10000mm (w przypadku całkowitej długości wraz z przedłużaczem przekraczającym 10 metrów).

Ilustracja 5.12 : Specyfikacja przewodu



5.2.2.1 Specyfikacja kabla zasilającego

Jako kable zasilające stosuje się kable Chainflex® (CF27), Chainflex® (CF270), Chainflex® (CF310) produkowane przez firmę IGUS oraz przewód Olflex® Servo FD 796CP z certyfikatami UL i CE produkowany przez firmę LAPP®. Przekrój kabla jest określany na podstawie wartości prądu ciągłego w warunkach chłodzenia wodą.

Kabel zasilający zawiera ekranowanie. Ekranowanie musi być uziemione.

Tabela 5.12 : Zależność między przekrojem przewodu a wersją silnika

Przekrój Przekrój (mm ²)	wersja				
1,5	TMRW13(L)	TMRW15(L)	TMRW17(L)	TMRW1A(L)	TMRW1F
	TMRW23(L)	TMRW25(L)	TMRW27(L)	TMRW2A(L)	TMRW2F
	TMRW43	TMRW45	TMRW47	TM-5-13-LA6	TM-5-15-LA6
	TM-5-17-LA6	TM-5-1A-LA6	TM-5-23-SA6	IM-2-23-PA	IM-2-25-PA
	IM-2-27-PA	IM-2-43-LA	IM-2-45-LA		
2,5	TMRW43L	TMRW45L	TMRW47L	TMRW4A	TMRW4F
	TMRW73	TMRW75	TMRW77	TMRW7A	TMRW7F
	TMRWA3	TMRWA5	TM-5-13-SA6	TM-5-15-SA6	TM-5-17-SA6
	TM-5-1A-SA6	TM-5-1F-PA6	TM-5-1F-SA6	TM-5-23-PB6	TM-5-25-SA6
	TM-5-25-PB6	TM-5-27-SA6	TM-5-27-PB6	TM-5-2A-SA6	TM-5-2A-PB6
	TM-5-2F-PB6	TM-5-43-PA6	TM-5-43-SA6	TM-5-45-PA6	TM-5-45-SA6
	TM-5-47-SA6	TM-5-4A-SA6	TM-5-4F-SA6	TM-5-73-PB6	TM-5-75-PB6
	TM-5-77-PB6	TM-5-G3-WA6	IM-2-23-PB	IM-2-25-PB	IM-2-27-PB
	IM-2-2A-PB	IM-2-2F-PB	IM-2-73-SA	IM-2-A3-PB	
4,0	TMRW1FL	TMRW2FL	TMRW4AL	TMRW4FL	TMRW73L
	TMRW75L	TMRW77L	TMRW7AL	TMRW7FL	TMRWA3L
	TMRWA5L	TMRWA7	TMRWAA	TMRWD3	TMRWD5
	TMRWD7	TMRWDA	TMRWG3	TMRWG5	TMRWG7
	TM-5-2F-SB6	TM-5-47-PB6	TM-5-4A-PB6	TM-5-73-SB6	TM-5-75-SB6
	TM-5-77-SB6	TM-5-7A-SB6	TM-5-7F-SB6	TM-5-A3-PC6	TM-5-A5-PC6
	TM-5-A7-PC6	TM-5-AA-PC6	TM-5-AF-PC6	TM-5-D3-WA6	TM-5-D5-WA6
	TM-5-D7-WA6	TM-5-DA-WA6	TM-5-DF-WA6	TM-5-G5-WA6	TM-5-G7-WA6
	TM-5-GA-WA6	IM-2-43-SA	IM-2-45-SA	IM-2-47-SA	IM-2-4A-SA
	IM-2-4F-SA	IM-2-73-SB	IM-2-75-SB	IM-2-77-SB	IM-2-7A-SB
	IM-2-A3-PC	IM-2-A5-PC	IM-2-A7-PC	IM-2-AA-PC	IM-2-G5-SB
	IM-2-G7-SB	IM-2-GA-SB			
6,0	TMRWA7L	TMRWAAL	TMRWAF	TM-5-4F-SB6	TM-5-A3-SC6
	TM-5-A5-SC6	TM-5-G3-WB6	IM-2-2A-PD	IM-2-2F-PD	IM-2-47-SB
	IM-2-4A-SB	IM-2-4F-SB			
10,0	TMRWAF	TMRWD3L	TMRWD5L	TMRWD7L	TMRWDAL
	TMRWDF	TMRWG3L	TMRWG5L	TMRWG7L	TMRWGA
	TMRWGF	TM-5-7A-SD6	TM-5-7F-SD6	TM-5-A7-PF6	TM-5-AA-PF6
	TM-5-AF-PF6	TM-5-D3-WB6	TM-5-D5-WB6	TM-5-D7-WB6	TM-5-DA-WB6
	TM-5-DF-WB6	TM-5-G5-WB6	TM-5-G7-WB6	TM-5-GA-WB6	TM-5-GF-WB6
	IM-2-75-SD	IM-2-77-SD	IM-2-7A-SD	IM-2-7F-SD	IM-2-A5-PF
	IM-2-A7-PF	IM-2-AA-PF	IM-2-AF-PF	IM-2-G5-SD	IM-2-G7-SD
	IM-2-GA-SD	IM-2-GF-SD			
25,0	TMRWDFL	TMRWGAL	TMRWGFL	IM-2-AF-SF	IM-2-GF-SH
	IM-2-7F-WD				
35,0	TM-5-GF-WE6				

Tabela5 .13 : Zależność między przekrojem drutu a kablem zasilającym

Przekrój Powierzchnia przekroju (mm ²)	Wersja kabla zasilającego		
	Wersja przewodu: S \ V \ A \ H		Przekrój przewodu: P
1,5	CF27.15.04.D	796CP-0027950	
2,5	CF27.25.04.D	796CP-0027951	CF310.UL.25.01
4,0	CF270.UL.40.04.D	796CP-0027952	CF310.UL.40.01
6,0	CF270.UL.60.04.D	796CP-0027953	CF310.UL.60.01
10,0	CF270.UL.100.04.D	796CP-0027954	CF310.UL.100.01
16,0	CF270.UL.160.04.D	796CP-0027955	CF310.UL.160.01
25,0	CF270.UL.250.04.D	796CP-0027956	CF310.UL.250.01
35,0			CF310.UL.350.01

Tabela5 .14 : Związek między kolorem kabla zasilającego a sygnałem

Kolor i liczba	Sygnal	Schemat
Czarny, nr L1/U	U	
Czarny, nr L2/V	V	
Czarny, nr L3/W	W	
Żółty z zielonym	uziemieniem	

5.2.2.2 Specyfikacja kabla czujnika temperatury

⚠ Ostrzeżenie! W przypadku nieprawidłowego podłączenia obwodów monitorowania temperatury istnieje ryzyko porażenia prądem.

W przypadku awarii obwody nie zapewniają bezpiecznego odłączenia elektrycznego od obwodów mocy.

- Należy zatem przestrzegać wytycznych dotyczących bezpiecznej izolacji elektrycznej zgodnie z normą DIN EN 61800-5-1 (wcześniej bezpieczna izolacja elektryczna zgodnie z normą DIN EN 50178)

Jako kabel czujnika temperatury stosowany jest Chainflex® (CF240) firmy IGUS®. W wersji standardowej (typ B) przewidziano trzy czujniki temperatury: jeden zestaw PTC100, jeden zestaw PTC120(130) jest zainstalowany na każdym uzwojeniu fazowym, a jeden czujnik Pt1000 jest standardowo zainstalowany na fazie U. Czujniki temperatury stosowane w poszczególnych wersjach wymieniono w poniższej tabeli. Przekrój kabla czujnika temperatury wynosi 0,25 (mm²), a rozkład pinów kabla czujnika temperatury dla poszczególnych wersji podano na poniższych rysunkach.

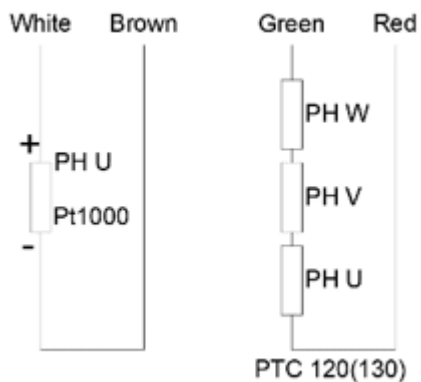
! Uwaga!

Należy upewnić się, że przewód sterowania temperaturą jest podłączony. Jeśli czujnik temperatury nie jest monitorowany i silnik ulegnie uszkodzeniu, firma HIWIN nie ponosi odpowiedzialności za wypadki przy pracy i szkody materialne.

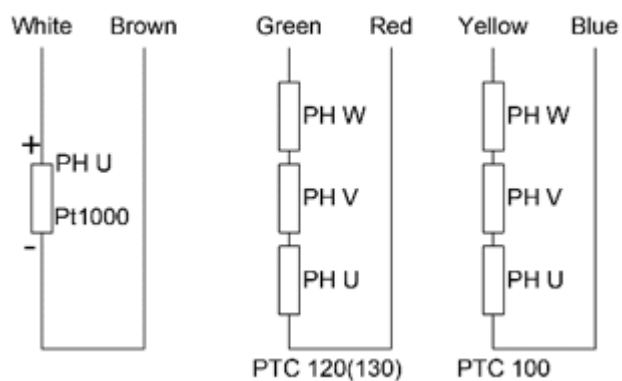
Tabela5 .15 : Czujniki temperatury stosowane w poszczególnych wersjach

wersja	czujnik temperatury	Uwagi
Typ A	PTC120(130) + Pt1000	-
Wersja B	PTC100 + PTC120(130) + Pt1000	Standard
Wersja C	PTC120(130) + 3x Pt1000	-
Wersja D	PTC100 + PTC120(130) + 3x Pt1000	

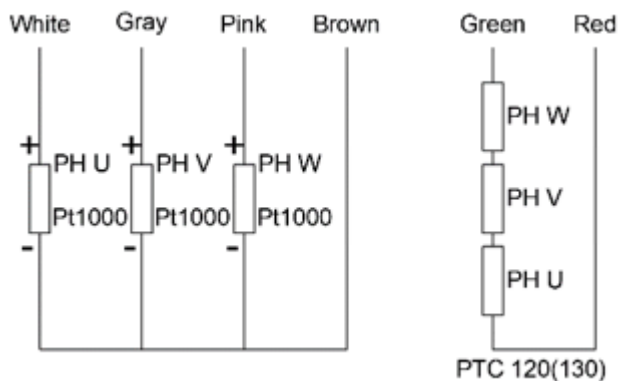
Ilustracja5.13 : Wersja A



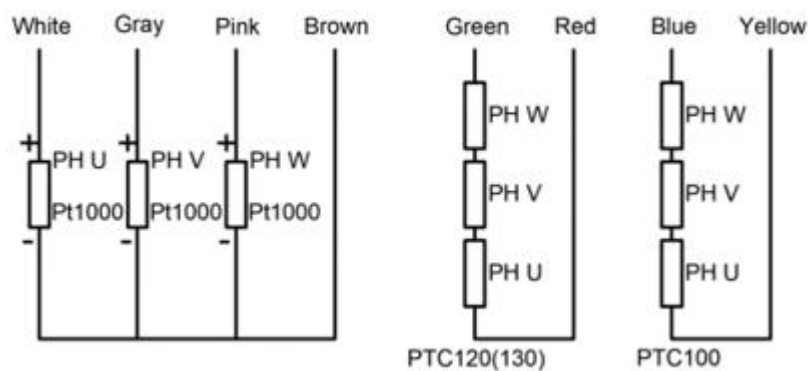
Ilustracja5.14 : wersja B



Rys.5.15 : Wersja C



Rys.5.16 : Wersja D



5.2.2.3 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)

⚠ **Niebezpieczeństwo!** Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym!

Nawet gdy silnik jest wyłączony, mogą przepływać prądy elektryczne.

- Przed odłączeniem przewodów elektrycznych od silników należy upewnić się, że system napędowy z napędem bezpośrednim jest odłączony od zasilacza.
- Po odłączeniu wzmacniacza napędu od zasilacza należy odczekać co najmniej 5 minut przed dotknięciem elementów pod napięciem lub rozłączaniem połączeń.

⚠ **Niebezpieczeństwo!** Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym! Art und Quelle der Warnung

W przypadku nieprawidłowego uziemienia silników istnieje ryzyko porażenia prądem.

- Przed podłączeniem zasilacza upewnij się, że układ silnika jest prawidłowo uziemiony.

W celu ochrony przewodów konieczne jest prawidłowe ułożenie i podłączenie ekranów przewodów. Prawidłowa instalacja nie tylko zapewnia bezpieczeństwo osobiste, ale także ogranicza zakłócenia. Moduły mocy regulatora wykorzystują obwody napięciowe PWM do sterowania silnikiem. Obwód PWM powoduje promieniowanie EMI, które ma negatywny wpływ na sygnał czujnika. Aby zatem stworzyć środowisko zgodne z normami EMC, należy zastosować ekranowanie na następujących przewodach:

- Wszystkie przewody przy module mocy (w tym przewody adapterów podłączone do modułów takich jak filtry i dławiki).
- Wszystkie kable silnika (w tym kabel zasilający, kabel czujnika temperatury i kabel enkodera)
- Przewód czujnika.
- Kable sygnałowe.
- Aby zredukować zakłócenia, zaleca się stosowanie następujących metod i testów:
- W przypadku kabli silnika i kabli czujnika temperatury należy stosować oddzielne ekrany. Jeśli przewód ma długość większą niż 1 metr, ekrany muszą być uziemione na obu końcach przewodu.
- Długie przewody i kable silnika znajdujące się w pobliżu kabli czujników muszą być uziemione za pomocą ekranu.
- Rezystancja uziemienia wszystkich punktów uziemienia w systemie powinna wynosić mniej niż 1Ω (zgodnie z normą IEEE 80).
- Jeśli uziemienia różnych maszyn są ze sobą połączone, zaleca się stosowanie taśm uziemiających lub styku powierzchniowego. Należy unikać stosowania przewodu uziemiającego o małym przekroju.
- Jeśli urządzenie jest uziemione, zaleca się stosowanie przewodu uziemiającego o przekroju co najmniej 10 mm^2 , odpowiadającym przekrojowi drutu miedzianego.
- Nie należy otwierać ani rozłączać okrągłego złącza wtykowego ani dławików kablowych na stojanie, ponieważ może to spowodować uszkodzenie ekranowania wewnątrz lub utratę jego funkcji.
- W przypadku stosowania przedłużacza własnej produkcji należy upewnić się, że jego konstrukcja i instalacja są zgodne z normami EMC.

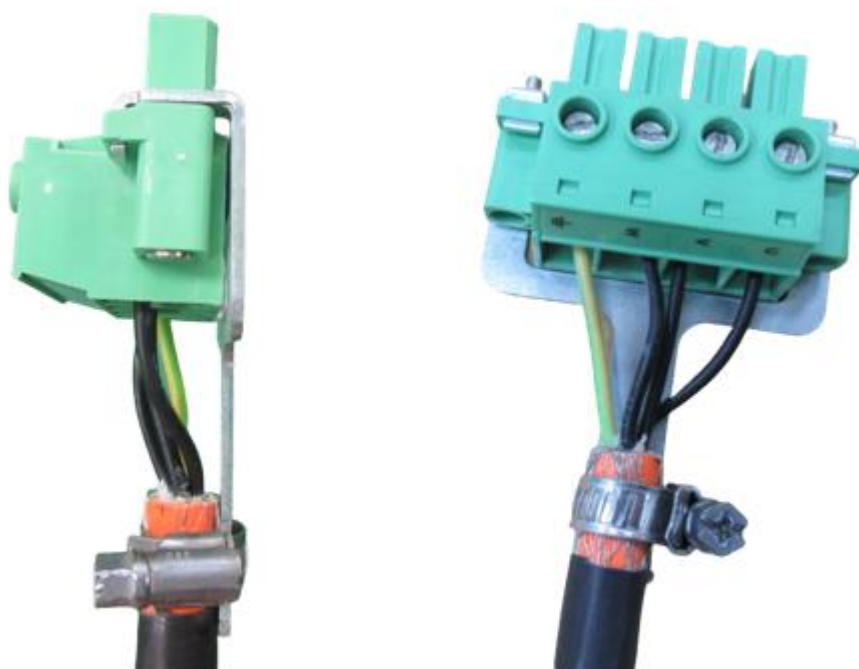
Istnieją dwie wersje uziemienia ekranów. Jedną z nich jest zastosowanie okrągłego złącza o stopniu ochrony IP66 lub wyższym. Informacje dotyczące sposobu podłączenia można znaleźć w instrukcji montażu okrągłego złącza. Ekrany muszą mieć przewodzące połączenie z okrągłym złączem. Drugą możliwością jest montaż pojedynczego ekranu. Ekran kabla silnika można przymocować za pomocą zacisku kablowego do konstrukcji metalowej (np. ramy, szafy sterowniczej lub maszyny). Podczas instalacji punkt uziemienia musi znajdować się w pobliżu regulatora i silnika.

Każda metoda uziemienia ma swoje zalety i wady. Najważniejsze jest to, aby opór uziemienia każdego urządzenia był jak najmniejszy, aby zapewnić zrównoważony potencjał elektryczny dla urządzenia.

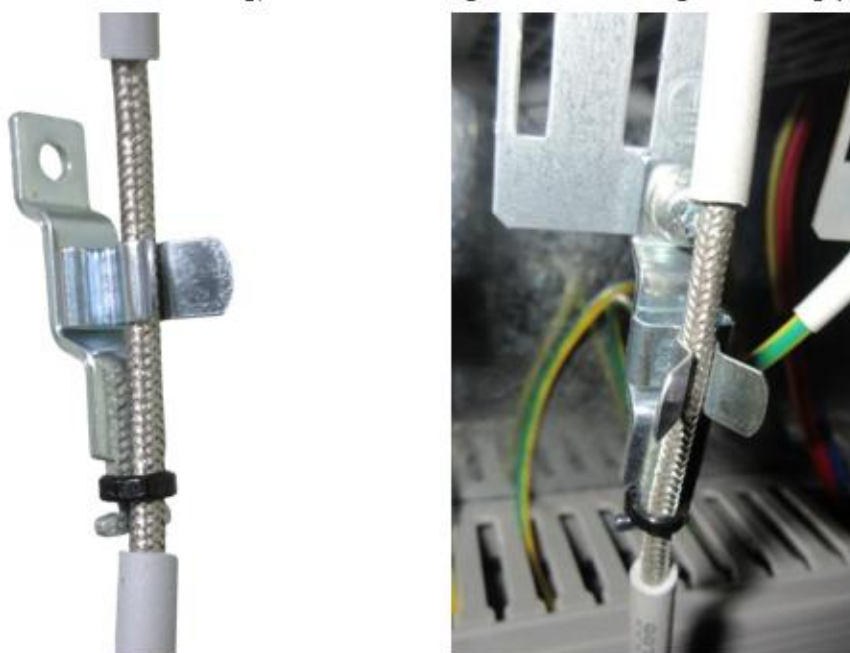
Rys.5 .17 : Ekrany muszą mieć przewodzące połączenie z okrągłym złączem



Rys.5 .18 : Użyj pierścienia rurowego, aby przymocować ekran do płytki łączącej ekran



Rys.5.19 : Użyj stałego zacisku uziemiającego, aby uziemić ekran



5.2.2.4 Promień gięcia przewodu

Uwaga!

Należy ściśle przestrzegać minimalnych wymagań dotyczących promienia gięcia przewodów zasilających, aby uniknąć uszkodzeń izolacji lub skrócenia żywotności produktu.

Minimalny promień gięcia kabli zasilających i kabli czujników temperatury dla silników momentowych podano w poniższej tabeli.

Tabela5.16 :

Schemat	Wersja przewodu	numer artykułu	Min. promień gięcia przy instalacji stacjonarnej	Min. promień gięcia przy instalacji ruchomej
	kabel zasilający	Olflex® Servo FD 796 CP	$R = 4 \times D$	$R = 7,5 \times D$
		Chainflex® CF27	$R = 4 \times D$	$R = 7,5 \times D$
		Chainflex® CF270	$R = 5 \times D$	$R = 10 \times D$
		Chainflex® CF310	$R = 4 \times D$	$R = 7,5 \times D$
		Chainflex® CFPE	$R = 4 \times D$	$R = 7,5 \times D$
	kabel czujnika temperatury	Chainflex® CF240.PUR	$R = 5 \times D$	$R = 10 \times D$

Ze względu na aktualizacje wersji ze strony producentów przewodów promień gięcia może odbiegać od wartości podanych w powyższej tabeli. Jeśli w takich przypadkach brakuje specyfikacji lub nie są one zgodne z najnowszą wersją producenta, należy ściśle przestrzegać danych dostarczonych przez producenta przewodów.

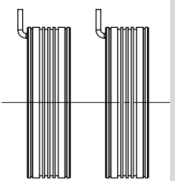
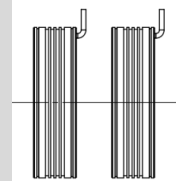
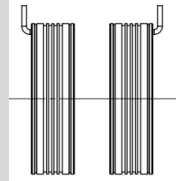
5.2.3 Ustawienie pracy równoległej

Uwaga!

W sprawie ustawień i projektowania pracy równoległej prosimy o kontakt z firmą HIWIN w celu uzyskania szczegółowych parametrów. Jest to konieczne, aby uniknąć awarii napędu lub ryzyka nieprawidłowego działania podczas regulacji.

Silnik momentowy może pracować w trybie równoległym na tej samej osi. Aby prawidłowo podłączyć kable zasilające, należy postępować zgodnie z instrukcjami podanymi na stronie [Tabela 5.8](#). Szczegóły dotyczące okablowania dla wersji 1 i wersji 2 przedstawiono na poniższych rysunkach.

Tabela 5.8 : Podłączenie kabli silnika do pracy równoległej

				Wersja 1				Wersja 2			
											
				wzmacniacz napędu	Master	Slave	Master	urządzenie podrzędne	Master	Slave	
TMRW	1	A	Seria	U	U	U	U	U	U	V	
	2	D		W	W	W	W	W	W	W	
	7	G		V	V	V	V	V	V	U	
Seria TMRW4				U	U	U	U	U	U	W	
				W	W	W	W	W	W	U	
				V	V	V	V	V	V	V	
Seria TM-5				U	U	U	U	U	U	U	
				W	W	W	W	W	W	V	
				V	V	V	V	V	V	W	

W przypadku pracy równoległej kilku silników należy zwrócić uwagę na następujące kwestie.

- Aby uruchomić silniki równoległe, należy skontaktować się z firmą HIWIN w celu uzyskania parametrów dotyczących pracy równoległej.
- Silniki pracujące równoległe powinny mieć tę samą wersję.
- Kolejność faz siły elektromotorycznej silników pracujących równoległe powinna być identyczna.
- W przypadku połączenia równoległego należy upewnić się, że względne położenie stojana i wirnika jest ustawione zgodnie z [Rys. 5.20](#) oraz [Rys. 5.21](#). Punktem odniesienia stojana w TMRW to pozycja naprzeciwko wylotu, a w TM-5 to otwór na kołek. Punktem odniesienia wirnika w TMRW jest punkt oznaczenia, a w TM-5 jest to otwór na Pin. Jeśli silniki pracują przy obciążeniu znamionowym, ale oznaczenie pozycji wyjściowej nie jest wyrównane z pozycją wyjściową, jeden z silników w trybie pracy równoległej może zostać przeciążony i ulec przegrzaniu.
- Kabel zasilający i kabel czujnika temperatury są ekranowane. Ekranowanie musi być uziemione.
- Po montażu nie należy od razu podłączać kabla zasilającego silnik do napędu. Najpierw użytkownik musi ręcznie uruchomić silnik. Za pomocą oscyloskopu należy zarejestrować bliskie sobie wartości szczytowe mastera i slave'a (ruch ze stałą prędkością obrotową). Sprawdź, czy przebiegi się nakładają (odchylenie kąta fazowego między urządzeniem nadrzędnym a podrzędnym wynosi mniej niż $\pm 5^\circ$, podobnie w przypadku pozostałych faz). Dopiero po tej kontroli użytkownik może podłączyć kabel silnika do napędu i doprowadzić prąd.

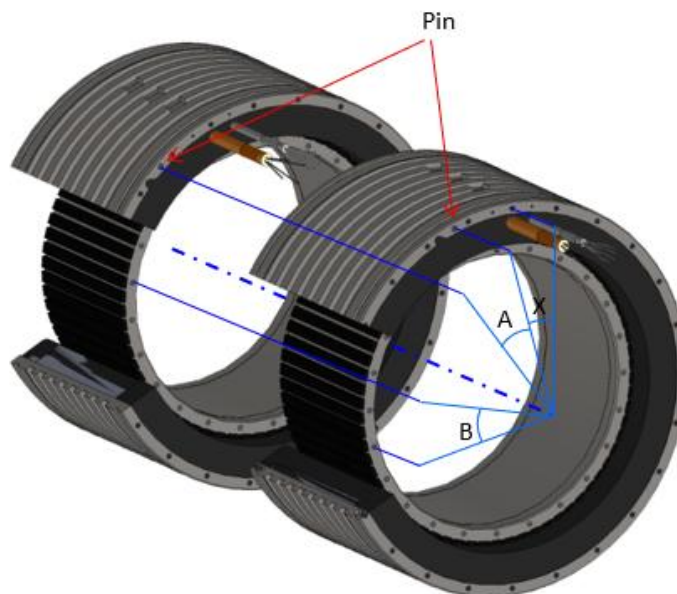
X to kąt między stojanem z Pinem a wychodzącym przewodem.

A to względne położenie kątowe otworów na kołki w stojanach silników Master i Slave. W przypadku silnika bez otworów na kołki jest to względne położenie kątowe przewodu wychodzącego.

B oznacza względne położenie kątowe otworów na kołki w wirnikach silników głównego i podrzędnego. W przypadku silnika bez otworów na kołki jest to względne położenie kątowe punktu odniesienia.

Projekt 1

Rys.5 .20 :



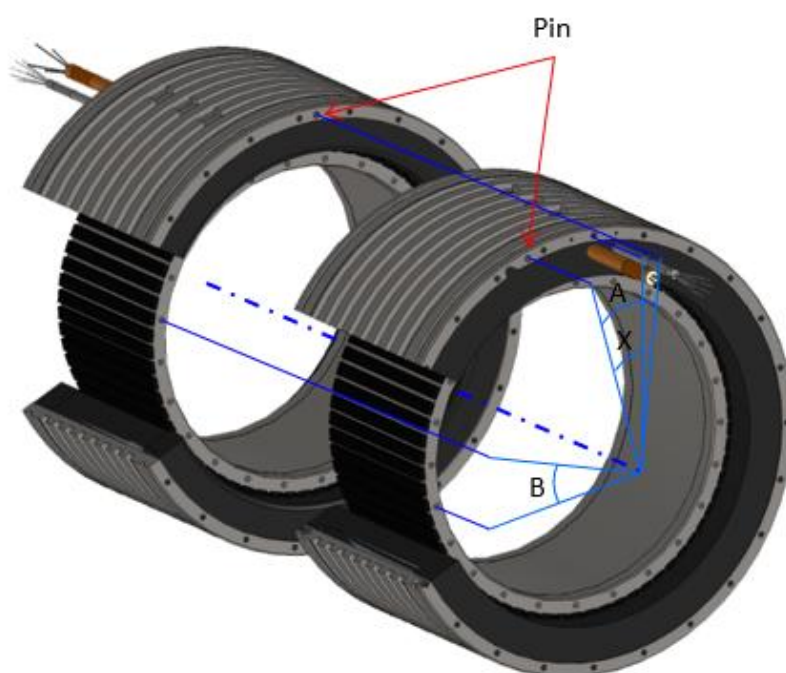
seria	p (pary biegunów)	X [stopnie] (Pin)	A [stopnie]	B [stopnie]	Tolerancja błędu położenia [stopnie]
TMRW1	11	0			±0,454
TMRW2	11	0		$Z \times \frac{360}{p}$	±0,454
TMRW4	11	0			±0,454
TMRW7	22	0			±0,227
TMRWA	33	0			±0,151
TMRWD	44	0			±0,113
TMRWG	44	0			±0,113
TM-5-1	11	30			±0,454
TM-5-2	11	30			±0,454
TM-5-4	22	22,5			±0,227
TM-5-7	22	22,5			±0,227
TM-5-A	30	20			±0,166
TM-5-D	30	18,75			±0,166

TM-5-G 35 18,75 $\pm 0,142$

gdzie $Z \in$ liczba całkowita, $(0, \pm 1, \pm 2)$, wprowadź najbliższą liczbę całkowitą zgodnie z wymaganiami.

Projekt 2

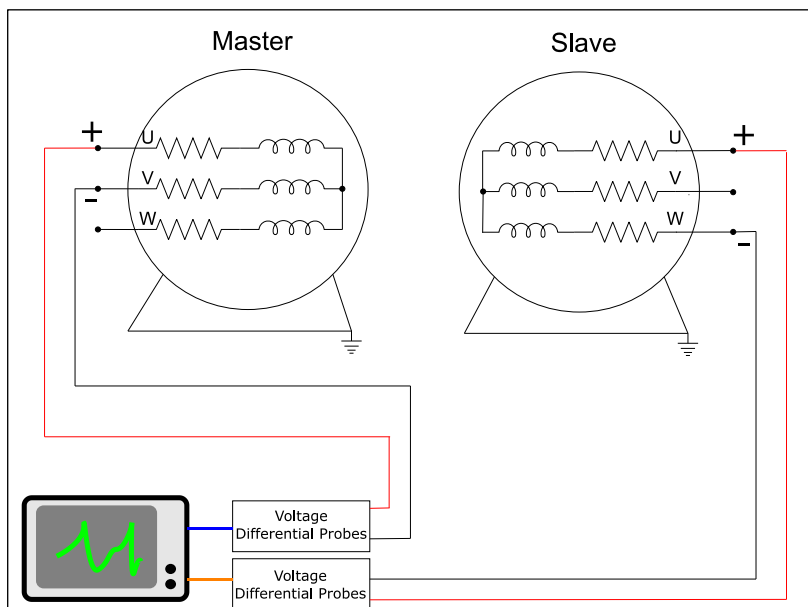
Rys.5 .21 :



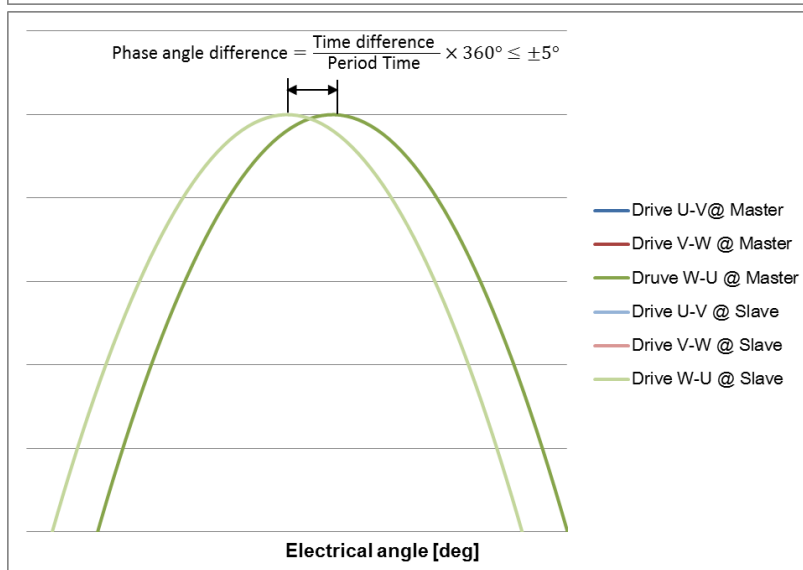
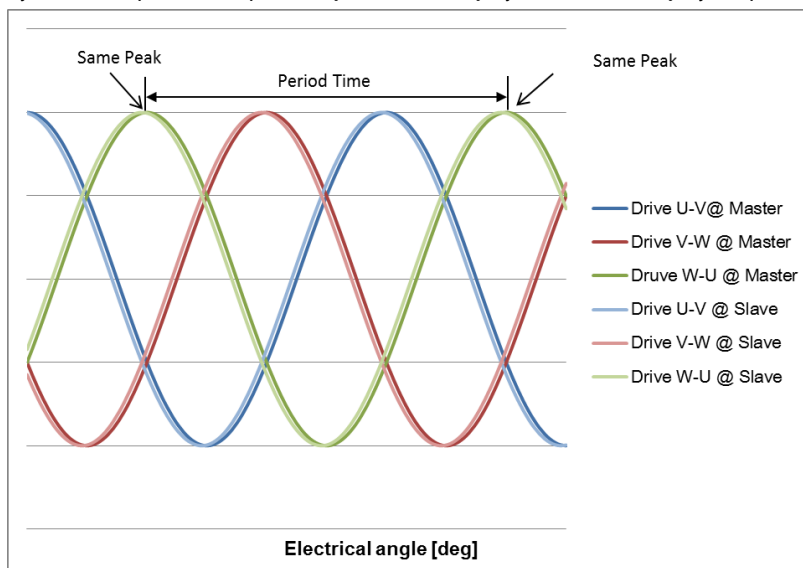
seria	P (pary biegunów)	X [stopnie] (Pin)	A [stopnie]	B [stopnie]	Tolerancja błędu położenia [stopnie]
seria	seria	seria			±0,454
TMRW1	TMRW1	TMRW1			±0,454
TMRW2	TMRW2	TMRW2			±0,454
TMRW4	TMRW4	TMRW4			±0,227
TMRW7	TMRW7	TMRW7			±0,151
TMRWA	TMRWA	TMRWA			±0,113
TMRWD	TMRWD	TMRWD	$Z \times \frac{360}{p} + 2X$	$Z \times \frac{360}{p}$	±0,113
TMRWG	TMRWG	TMRWG			±0,454
TM-5-1	TM-5-1	TM-5-1			±0,454
TM-5-2	TM-5-2	TM-5-2			±0,227
TM-5-4	TM-5-4	TM-5-4			±0,227
TM-5-7	TM-5-7	TM-5-7			±0,166
TM-5-A	TM-5-A	TM-5-A			±0,166
TM-5-D	TM-5-D	TM-5-D			±0,142

gdzie Z ∈ liczba całkowita, (0, ±1, ±2), wprowadź najbliższą liczbę całkowitą zgodnie z wymaganiami.

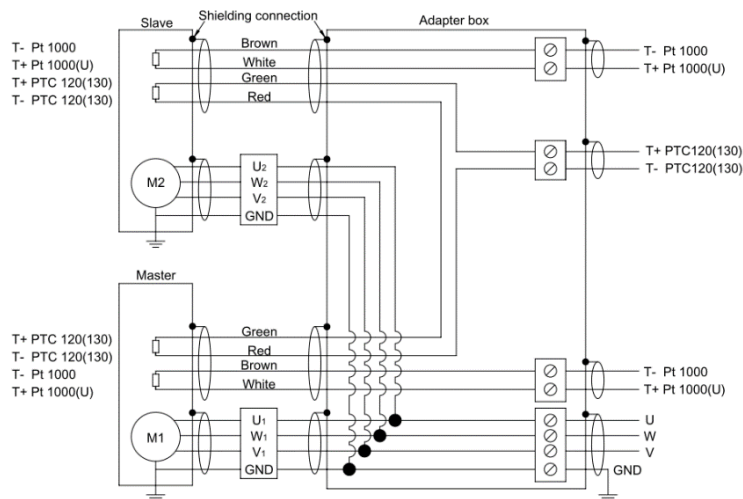
Rys.5 .22 : Schemat połączeń do testu pracy równoległej (przykład: wersja 2, seria 3 i pomiar na napędzie U-V)



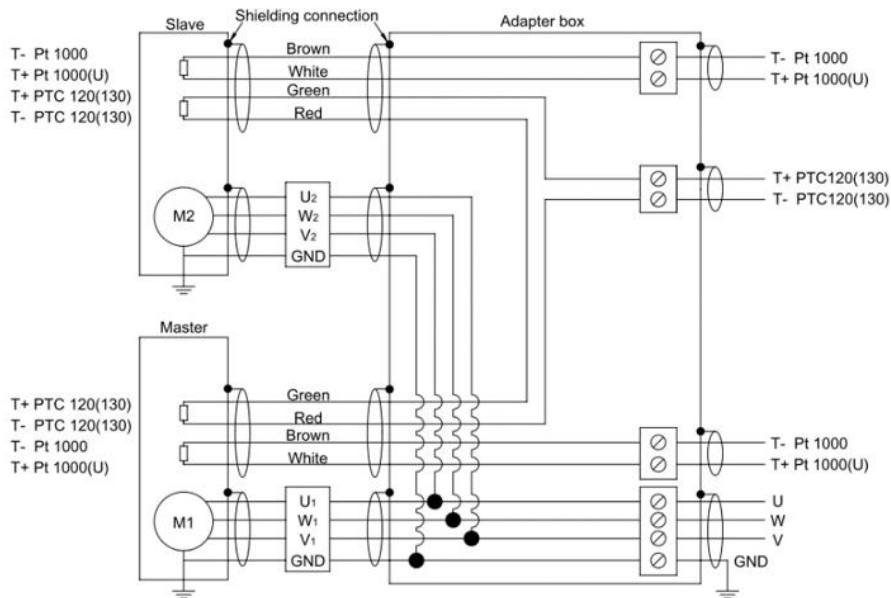
Rys.5 .23 : Dopuszczalne przesunięcie fazowe między silnikiem nadrzędnym a podrzędnym.



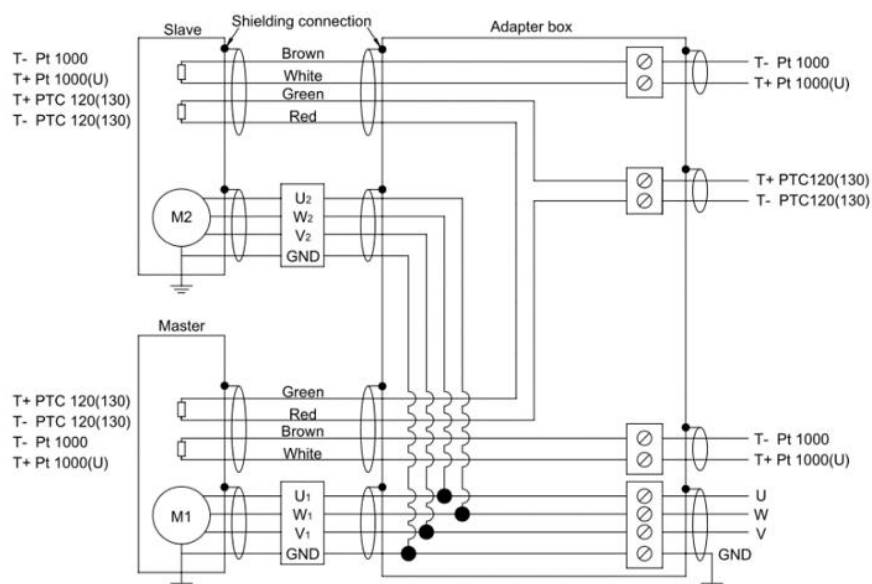
Rys.5 .24 : Wersja A, typ 1, seria 1-3



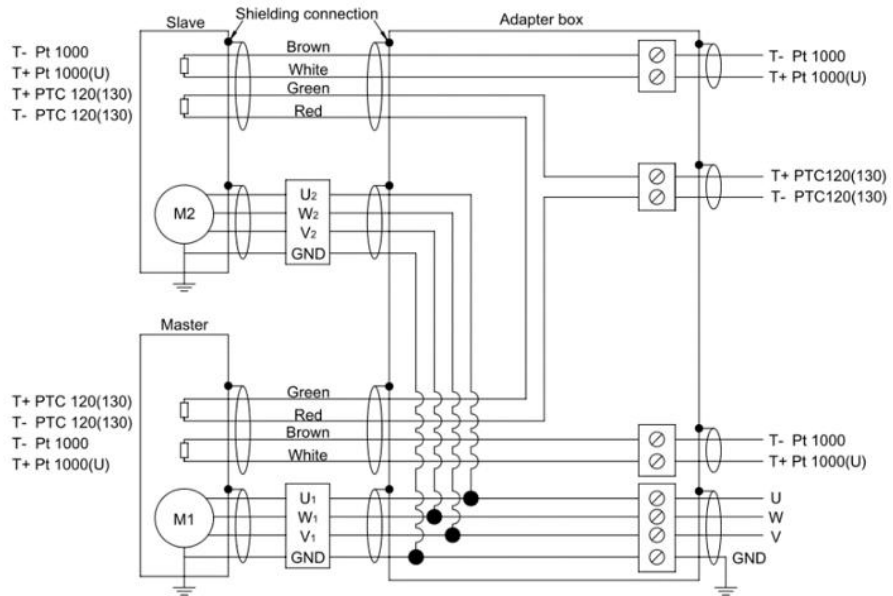
Rys.5 .25 : Typ A, wersja 2, seria 1



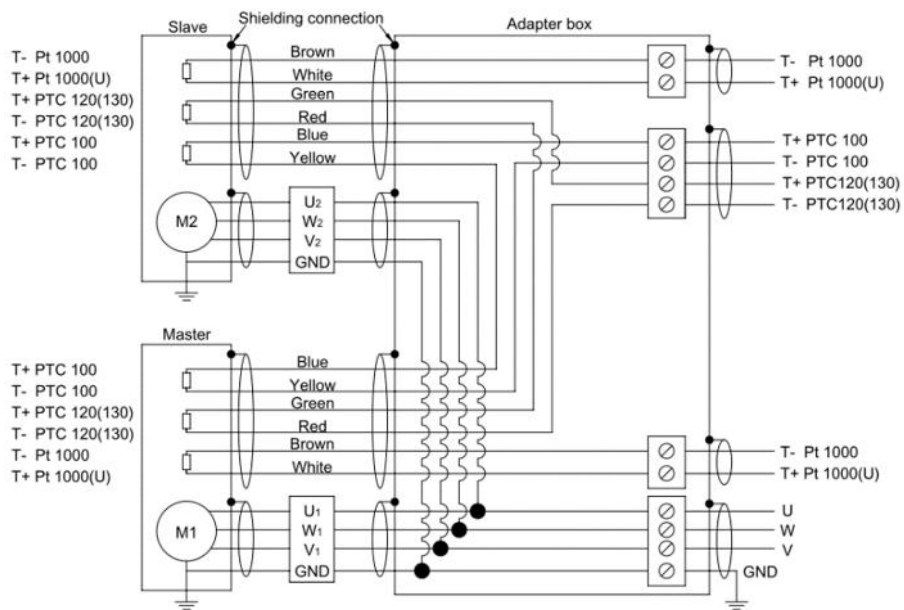
Ilustracja5 .26 : wersja A, typ 2, seria 2



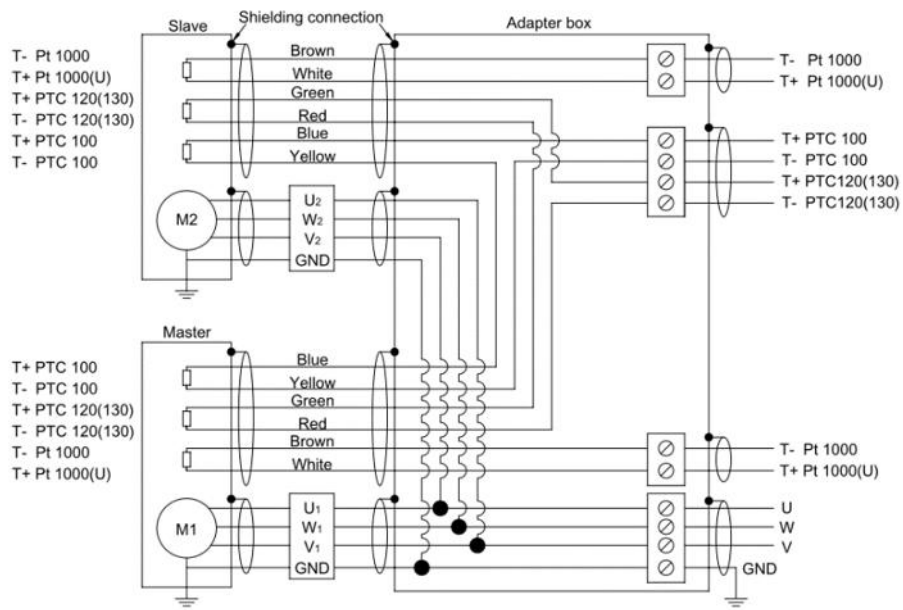
Ilustracja5 .27 : wersja A, seria 2, seria 3



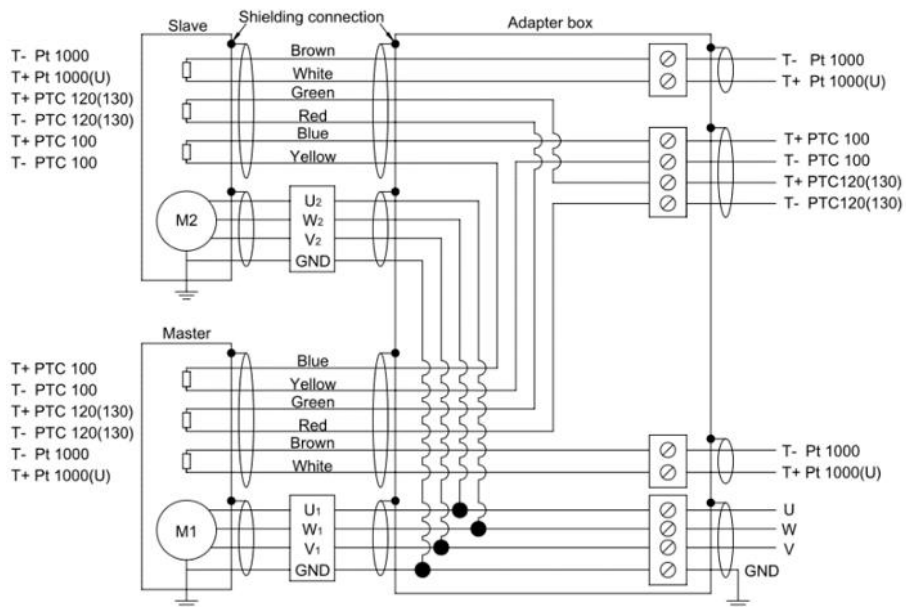
Ilustracja5 .28 : wersja B, seria 1-3



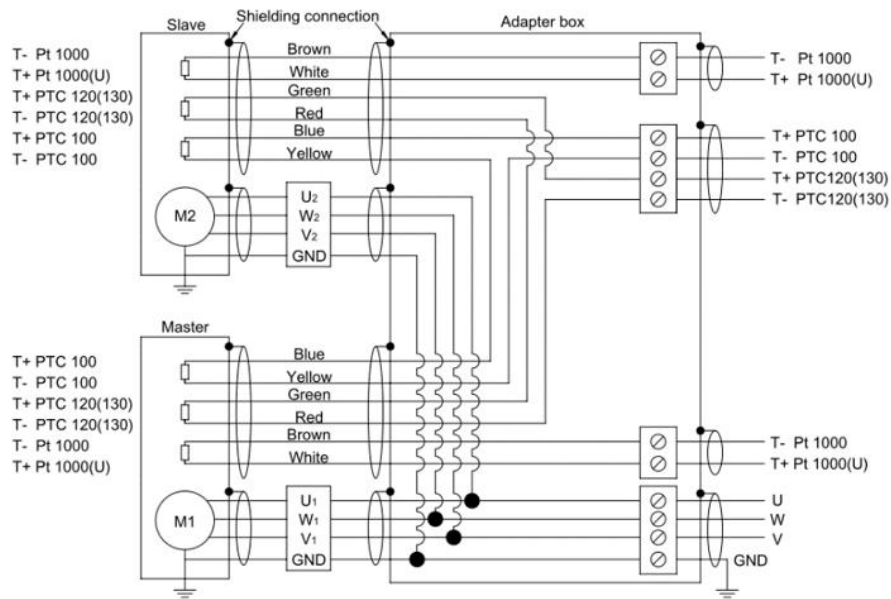
Ilustracja:5 .29 : wersja B, seria 2, typ 1



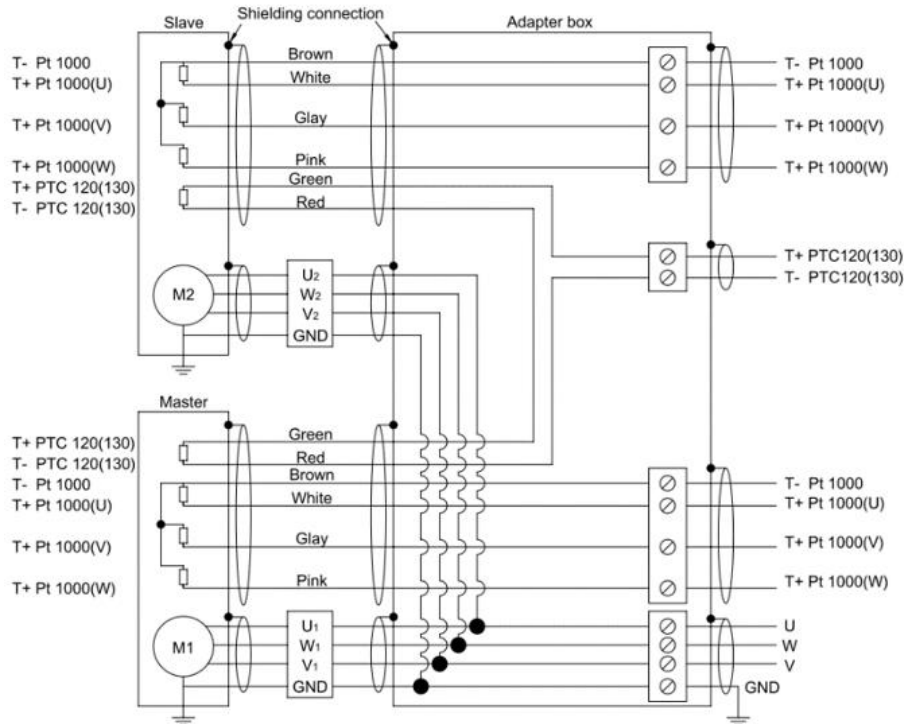
Ilustracja5 .30 : wersja B, seria 2, seria 2



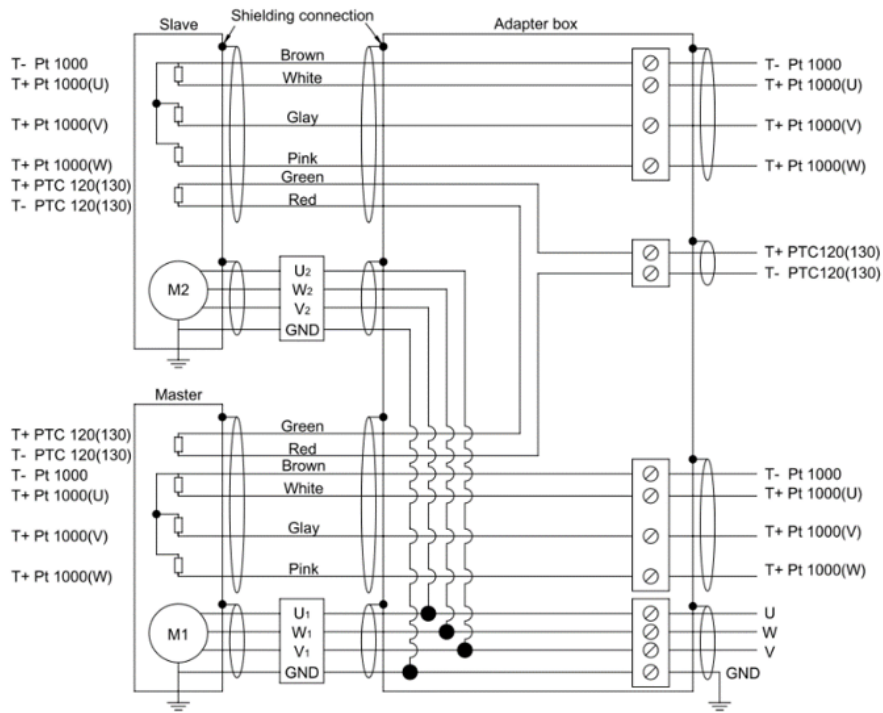
Ilustracja 5.31 : wersja B, seria 2, seria 3



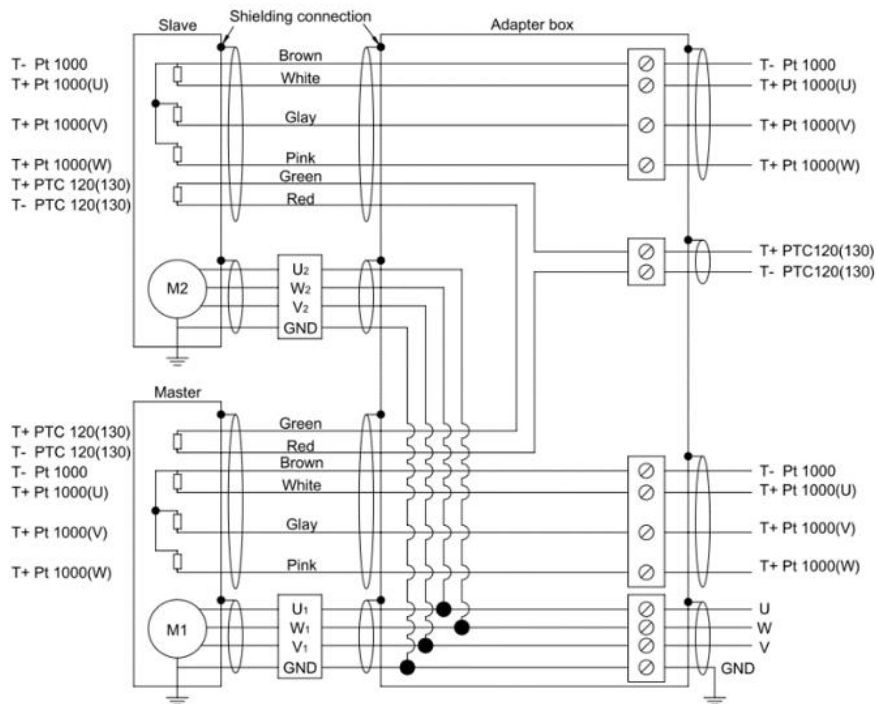
Ilustracja 5.32 : wersja C, seria 1-3



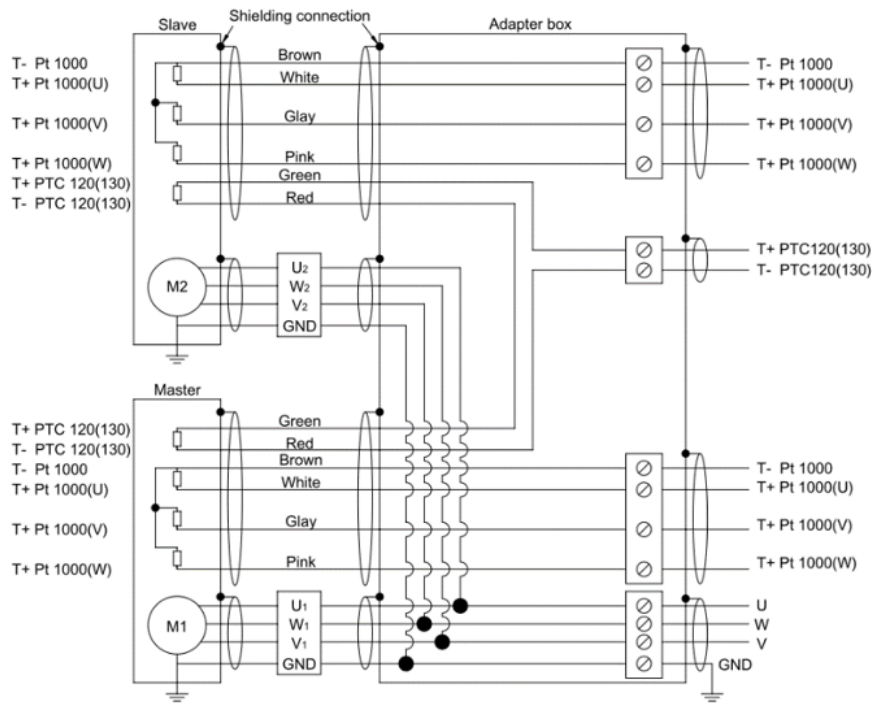
Ilustracja 5.33 : wersja C, seria 2, seria 1



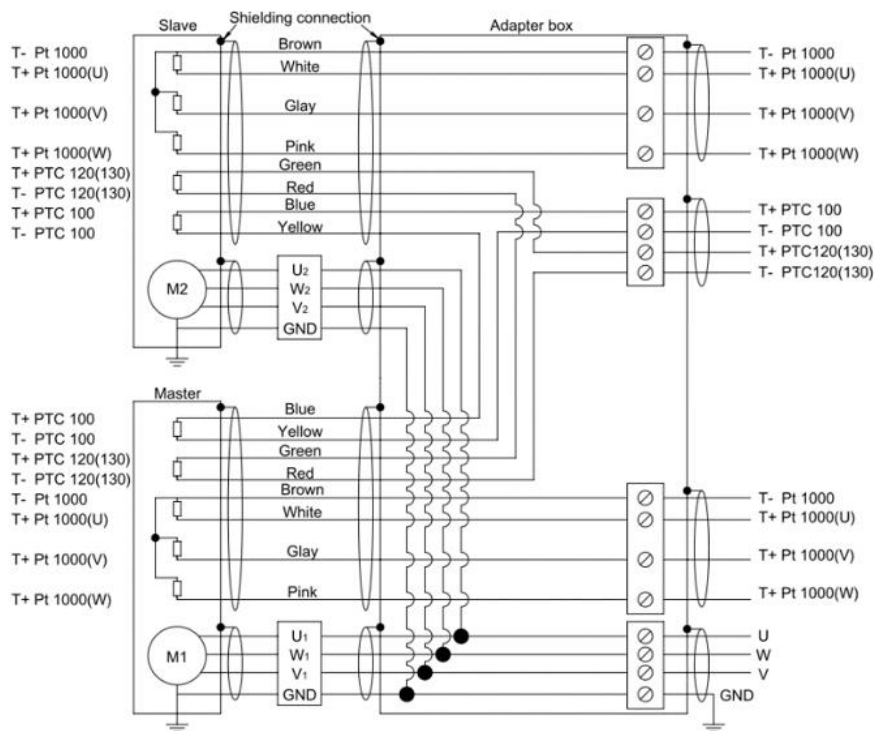
Ilustracja 5.34 : wersja C, seria 2, seria 2



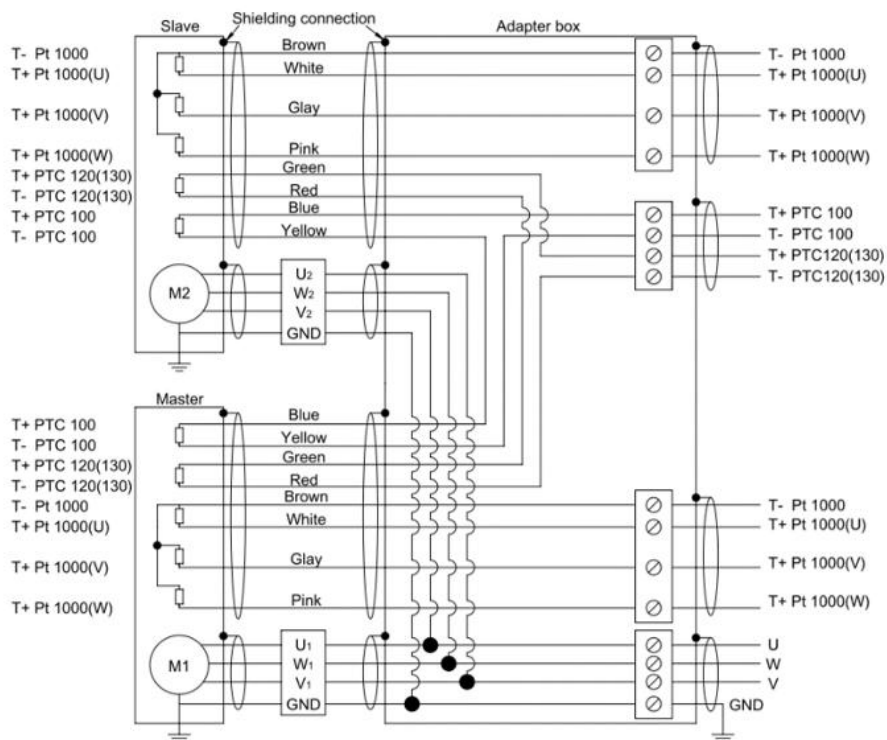
Ilustracja 5.35 : typ C, wersja 2, seria 3



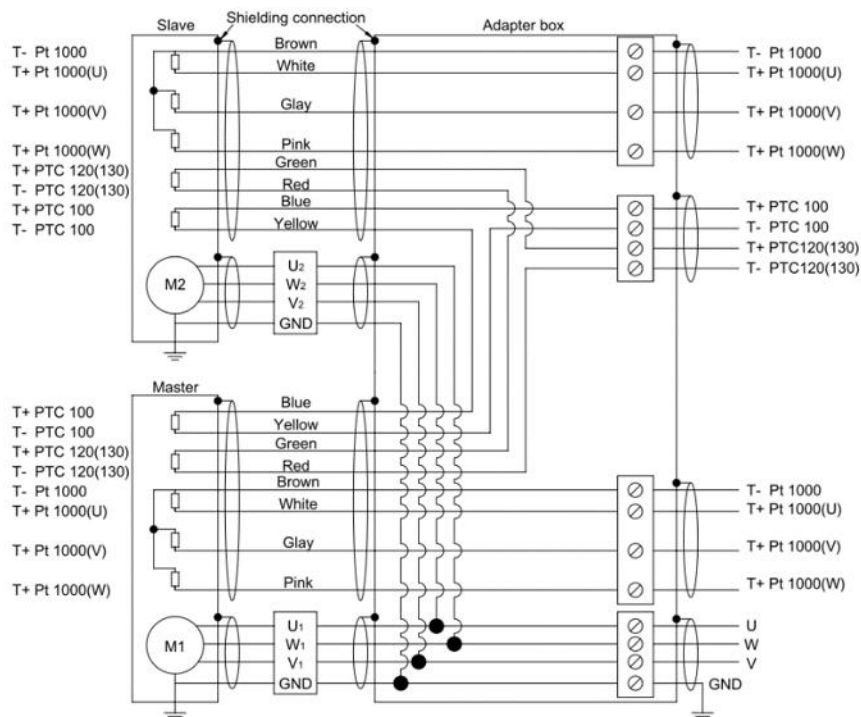
Ilustracja 5.36 : Typ D, wersja 1, seria 1-3



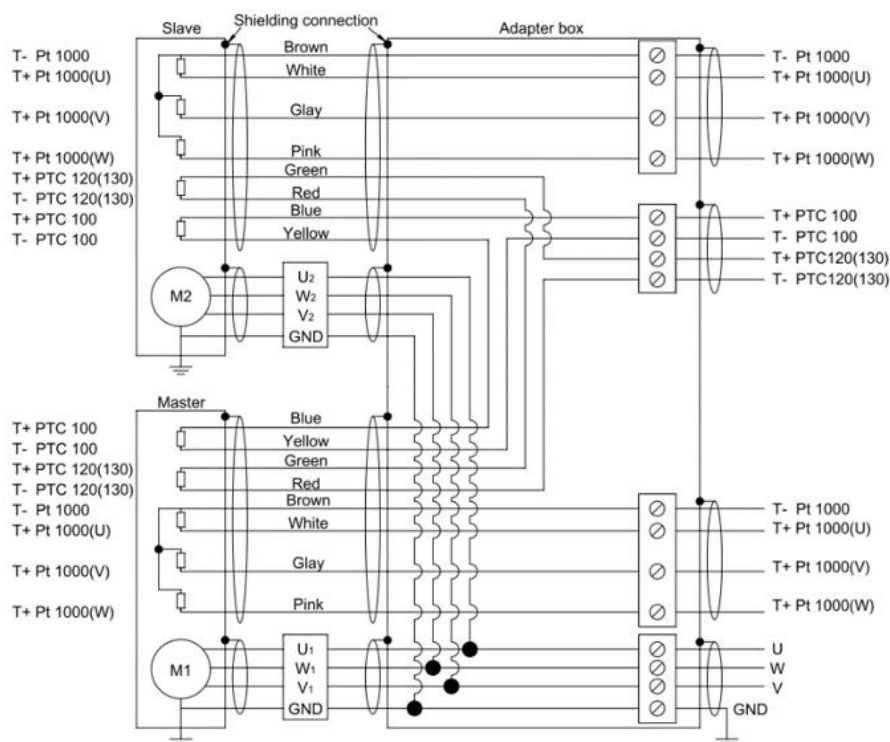
Ilustracja 5.37 : wersja D, seria 2, seria 1



Ilustracja 5.38 : wersja D, seria 2, seria 2



Ilustracja5.39 : wersja D, typ 2, seria 3



5.2.4 czujnik temperatury

Uwaga!

Należy upewnić się, że kabel temperatury jest prawidłowo podłączony. Firma HIWIN nie ponosi odpowiedzialności za wypadki przy pracy lub szkody materialne spowodowane uszkodzeniem silnika w wyniku braku monitorowania czujników temperatury.

Pt1000 to platynowy czujnik temperatury oporowy (RTD), który charakteryzuje się wartością rezystancji 1000Ω w temperaturze 0°C i odpowiada klasie tolerancji B. Odpowiednią temperaturę można obliczyć na podstawie pomiaru wartości oporu wyjściowego. Zależność między oporem a temperaturą przedstawiono na poniższym rysunku. Zakres temperatur pracy wynosi od -55°C do 190°C .

Standardowa zależność między oporem a temperaturą jest następująca:

Zakres temperatur: -55°C ~ 0°C

$$R_{\theta} = R_0 [1 + A\theta + B\theta^2 + C(\theta-100)\theta^3]$$

W zakresie temperatur: 0°C ~ 190°C

$$R_{\theta} = R_0 (1 + A\theta + B\theta^2)$$

$$R_0 = 1000 [\Omega]$$

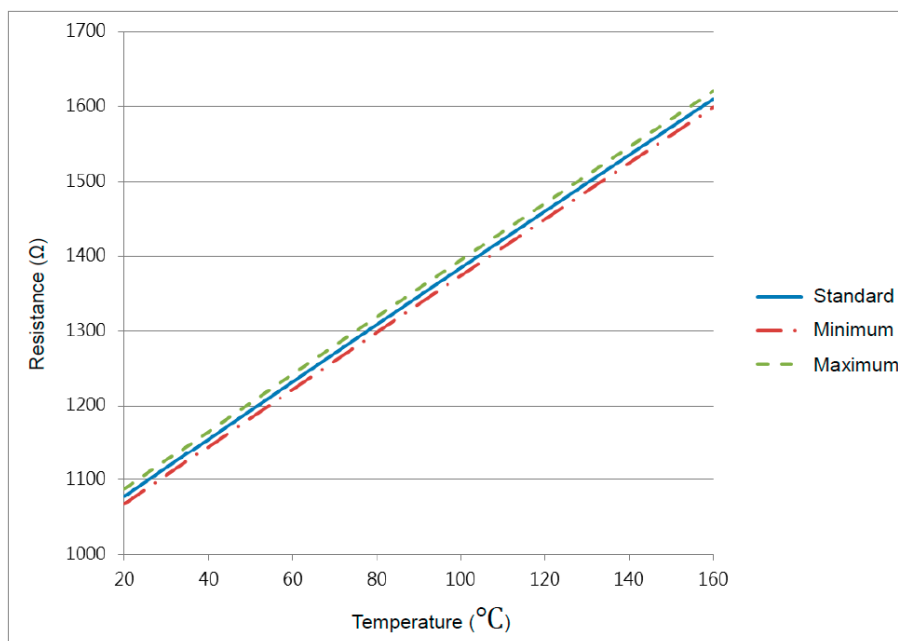
$$C = -4,1830 \times 10^{-12} [^{\circ}C^{-4}]$$

$$A = 3,9083 \times 10^{-3} [^{\circ}C^{-1}]$$

$$\theta = \text{Temperatura } [^{\circ}C]$$

$$B = -5,7750 \times 10^{-7} [^{\circ}C^{-2}]$$

Rys.5 .7 : Zależność między oporem a temperaturą (Pt1000)



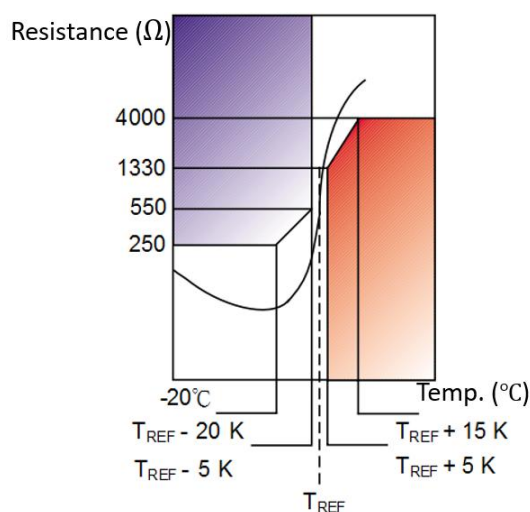
PTC100 i PTC120(130) to termistory. Ich rezystancja wyjściowa zmienia się w zależności od temperatury uzwojenia. Opór PTC100 gwałtownie wzrasta, gdy $T_{REF} = 100^{\circ}\text{C}$, natomiast opór PTC120(130) gwałtownie wzrasta, gdy $T_{REF} = 120(130)^{\circ}\text{C}$. Moje właściwości przedstawiono w **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. Tabela5 .17 oraz 0 Ilustracja:5 .40.**

Trzy elementy PTC są połączone szeregowo; regulator NIE może zadziałać przy wartości mniejszej niż wartość rezystancji podana dla temperatury otoczenia.

Tabela5 .17 : Właściwości elementów PTC

Cechy	opór	3 elementy PTC połączone szeregowo Opór
$20^{\circ}\text{C} < T < T_{REF} - 20\text{K}$	$20 \Omega \sim 250 \Omega$	$60 \Omega \sim 750 \Omega$
$T = T_{REF} - 5 \text{ k}$	$\cong 550 \Omega$	$\cong 1 650 \Omega$
$T = T_{REF} + 5\text{K}$	$\cong 1 330 \Omega$	$\cong 3 990 \Omega$
$T = T_{REF} + 15\text{K}$	$\cong 4 000 \Omega$	$\cong 12 000 \Omega$

Ilustracja:5 .40 : Zależność między temperaturą PTC a oporem



W celu ochrony uzwojeń silnika przed uszkodzeniami termicznymi każdy silnik jest wyposażony w potrójny czujnik PTC (Positive Temperature Coefficient) w wersji SNM120/130 (zgodnie z normą DIN 44082-M180). Ponieważ stopień nagrzewania poszczególnych faz silnika może być bardzo zróżnicowany, w każdym uzwojeniu fazowym (U, V i W) zainstalowany jest czujnik PTC .

Każdy element PTC wykazuje charakterystykę „quasi-przełączającą”, tzn. opór gwałtownie wzrasta w pobliżu wartości znamionowej. Ze względu na niską pojemność cieplną i dobry kontakt termiczny z uzwojeniem silnika, PTC bardzo szybko reaguje na wzrost temperatury i w połączeniu z dodatkowymi mechanizmami zabezpieczającymi po stronie sterowania zapewnia niezawodną ochronę silnika przed przeciążeniem. Elementy PTC znajdujące się w każdym uzwojeniu fazowym silników HIWIN są połączone szeregowo; są one podłączone za pomocą dwóch przewodów. W modelach TMRW/TMRW/IM-2 znajduje się dodatkowy obwód temperaturowy o dodatnim współczynniku temperaturowym (PTC), wersja PTC 100, do zastosowań redundantnych lub do rozróżnienia między temperaturami ostrzegawczymi a niebezpiecznymi.

Uwaga

Sama ochrona silnika poprzez monitorowanie temperatury za pomocą elementów PTC może być niewystarczająca. Dzieje się tak na przykład wtedy, gdy silnik pracuje przy prądach przekraczających prąd ciągły.

HIWIN zaleca zastosowanie dodatkowego algorytmu zabezpieczającego po stronie sterowania. Obliczenia maksymalnego czasu pracy przy prądach przekraczających prąd ciągły można znaleźć w sekcji [Termiczna stała czasowa](#) 3.1.2.1 [Termiczna stała czasowa](#)

5.2.4.1 Podłączenie do wzmacniacza napędu

 Ostrzeżenie!

Czujnik temperatury można zazwyczaj podłączyć bezpośrednio do napędu. Jednakże, aby spełnić wymagania dotyczące izolacji ochronnej zgodnie z normą EN 61800-5-1, czujnik należy podłączyć za pomocą modułu sprzęgającego dostarczonego przez producenta napędu.

6 uruchomienie

6.1 uruchomienie

W sprawie parametrów prosimy o kontakt z naszym działem technicznym. Należy wprowadzić odpowiednie dane zgodnie z wymaganiami regulatora i napędu oraz dokonać ustawień zgodnie z instrukcją obsługi regulatora i napędu.

Środki zapobiegawcze

- Należy unikać nadmiernego tarcia podczas pracy silnika.
- Upewnij się, że w zakresie ruchu systemu nie ma żadnych przedmiotów.
- Przed uruchomieniem silnika upewnij się, że system chłodzenia działa prawidłowo i spełnia minimalne wymagania dotyczące przepływu podane w karcie katalogowej.
- Przed uruchomieniem silnika upewnij się, że główny wyłącznik jest włączony.
- Przed podłączeniem zasilania upewnij się, że do wszystkich produktów elektrycznych podłączony jest co najmniej jeden przewód uziemiający.
- Nie dotykać bezpośrednio części silnika po jego montażu.
- Jeśli prąd przekroczy podaną wartość maksymalną, elementy magnetyczne w silniku mogą ulec rozmagnesowaniu. W takim przypadku prosimy o kontakt z firmą HIWIN lub lokalnym partnerem handlowym.
- Nie należy używać produktu w środowisku, w którym przekraczane jest obciążenie znamionowe.
- Podczas pracy silnika jego temperatura musi mieścić się w zakresie określonym w specyfikacji.
- W przypadku wystąpienia nietypowych zapachów, odgłosów, dymu, wzrostu temperatury lub wibracji należy zatrzymać silnik i natychmiast wyłączyć zasilacz.
- Nie schładzaj silnika ani jego części poniżej temperatury pokojowej, aby uniknąć kondensacji wody na silniku, ponieważ prowadzi to do szybkiego uszkodzenia uzwojeń.
- Silnik momentowy z płaszczem chłodzącym (kod rezerwowany: J□): Podczas montażu i użytkowania stojana uderzenia lub nacisk na obudowę mogą spowodować wyciek płynu chłodzącego. Dlatego zaleca się pozostawienie szczeliny między przestrzenią montażową stojana a obudową chłodzącą, aby temu zapobiec.
- Silnik momentowy z płaszczem chłodzącym (kod zarezerwowany: J□): W każdych okolicznościach należy upewnić się, że system chłodzenia działa prawidłowo, zanim na stojan zostanie podane napięcie. Nawet krótki wzrost temperatury w stanie nie schłodzonym może spowodować nieodwracalne uszkodzenia stojana.
- Silnik momentowy z płaszczem chłodzącym (kod zarezerwowany: J□): Nie wolno usuwać elementów mocujących (sprężyn) używanych do zamocowania obudowy chłodzącej, niezależnie od tego, czy znajdują się one na górnej krawędzi, dolnej krawędzi, czy w stałym otworze obudowy chłodzącej. Jeśli którykolwiek z elementów mocujących (sprężyn) zostanie usunięty, a spowoduje to naruszenie patentu, uszkodzenie silnika lub wyciek płynu chłodzącego, firma HIWIN nie ponosi żadnej odpowiedzialności.
- Określone warunki otoczenia pracy muszą być zgodne z normą EN 60721-3-3:2019.
- Jeśli podczas uruchomienia stosowane są hamulce pomocnicze lub urządzenia hamujące, należy zwrócić uwagę na synchronizację czasów zaciskania, aby uniknąć przeciążenia silnika.
- Podczas uruchomienia należy upewnić się, że czujnik temperatury jest podłączony w celu monitorowania silnika, oraz sprawdzić, czy temperatura pozostaje w podanym zakresie zakresu temperatur pracy.

Tabela 6.1 :

Parametry otoczenia	jednostka	Wartość
Temperatura powietrza	(°C)	Od +5 do +40

Parametry otoczenia	jednostka	Wartość
Względna wilgotność powietrza	(%)	5-85
Wilgotność bezwzględna	(g/m ³)	1-25
Szybkość zmiany temperatury ¹⁾	(°C/min)	0,5
Ciśnienie atmosferyczne ²⁾	(kPa)	78,4-106
Nasłonecznienie	(w/m ²)	700
Ruch powietrza otoczenia ³⁾	(m/s)	1
Kondensacja	-	Niedopuszczalne
Tworzenie się lodu	-	Niedopuszczalne
¹⁾ Średnia z okresu 5min . ²⁾ Warunki panujące w kopalniach nie są brane pod uwagę. Stopień ciężkości różni się od klasy 3K22. (do 78,4 ° kPa) (wysokość nad poziomem morza do 2000 m m). ³⁾ Niekontrolowane przepływy powietrza mogą zakłócać działanie systemów chłodzenia opartych na konwekcji naturalnej.		
Substancje mechanicznie aktywne		Klasa 3S5
Warunki mechaniczne		Klasa 3M11

7 Konserwacja i czyszczenie

7.1 Konserwacja i czyszczenie

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie związane z napięciem elektrycznym!

Nawet gdy silnik jest wyłączony, mogą przepływać prądy elektryczne.

- Przed odłączeniem przewodów elektrycznych od silników należy upewnić się, że system napędowy z napędem bezpośrednim jest odłączony od zasilacza.
- Po odłączeniu wzmacniacza napędu od zasilacza należy odczekać co najmniej 5 minut przed dotknięciem elementów pod napięciem lub rozłączeniem połączeń.

⚠ Niebezpieczeństwo! Zagrożenie życia spowodowane silnymi polami magnetycznymi!

Silne pola magnetyczne w pobliżu silników momentowych stanowią zagrożenie dla osób z aktywnymi implantami medycznymi, które przebywają w pobliżu silników. Dotyczy to również sytuacji, gdy silnik jest wyłączony.

- Jeśli dotyczy to Państwa, należy zachować minimalną odległość 300 mm od magnesów trwałych
- Próg wyzwalający dla statycznych pól magnetycznych wynoszący 0,5 mT zgodnie z dyrektywą 2013/35/UE
- Należy również przestrzegać krajowych i lokalnych wytycznych lub wymagań.
- Dla porównania: przepis DGUV 103-013 Niemieckiego Ubezpieczenia Wypadkowego określa wymagania dotyczące pracy w polach magnetycznych

⚠ Niebezpieczeństwo! Ryzyko przygniecenia spowodowane silnymi siłami przyciągania!

- Montować wirniki i stojany ostrożnie!
- Nie wkładać palców ani przedmiotów między wirniki a stojany!
- Wirnik i przedmioty magnetyczne mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Dwa wirniki mogą się przypadkowo przyciągnąć i zderzyć!
- Siła magnetyczna wirnika działająca na przedmiot może wynosić kilka kN, co może doprowadzić do przygniecenia części ciała.
- Nie należy lekceważyć siły przyciągania i należy postępować ostrożnie.
- W razie potrzeby należy nosić rękawice ochronne.
- Do wykonania pracy potrzebne są co najmniej dwie osoby.
- Jeśli etapy montażu nie są jeszcze na etapie instalacji wirnika, należy najpierw przechować wirnik w bezpiecznym i odpowiednim miejscu.
- Nigdy nie należy brać do rąk kilku wirników jednocześnie.
- Nigdy nie kładź dwóch wirników bezpośrednio obok siebie bez zabezpieczenia.
- Nie należy umieszczać materiałów magnetycznych w pobliżu wirnika! Jeśli narzędzie musi zostać namagnesowane, należy trzymać je obiema rękami i powoli zbliżać do wirnika!
- Zaleca się zamontowanie wirnika natychmiast po rozpakowaniu!
- Podczas montażu stojana i wirnika konieczne jest użycie przyrządu montażowego, aby złożyć stojan i wirnik osobno. Proszę postępować zgodnie z prawidłową procedurą.
- Należy zawsze mieć pod ręką następujące narzędzia, aby uwolnić części ciała (ręce, palce, stopy itp.) przytrzymane siłą magnetyczną.
- Młotek wykonany z niemagnetycznego, twardego materiału (ok. 3 kg)
- Dwa wózki klinowe wykonane z materiałów niemagnetycznych (o kształcie klina, kąt wierzchołkowy 10°–15°, minimalna wysokość 50 mm).

⚠ Uwaga! Ryzyko fizycznego uszkodzenia zegarków i magnetycznych nośników danych.

Silne siły magnetyczne mogą zniszczyć zegarki i nośniki danych podatne na namagnesowanie znajdujące się w pobliżu silnika momentowego!

- Nie należy umieszczać zegarków ani nośników danych podatnych na namagnesowanie w pobliżu (<300 mm) silników momentowych!

⚠ Uwaga! Uszkodzenie systemu silnika momentowego!

Silnik momentowy może ulec uszkodzeniu w wyniku oddziaływań mechanicznych.

- Nie ciągnąć bezpośrednio za przewód.
- Nie kładź dużych obciążeń ani ostrych przedmiotów na silniku.

Przed przystąpieniem do prac konserwacyjnych przy silniku należy zapoznać się ze wszystkimi instrukcjami bezpieczeństwa

⚠ Ostrzeżenie! Art und Quelle der Warnung

- ▶ Usuwanie przeszkód i prace konserwacyjne mogą być wykonywane wyłącznie przez techników HIWIN lub autoryzowanych dealerów przy użyciu odpowiedniego sprzętu ochronnego.
- ▶ Nie należy wykonywać prac konserwacyjnych podczas pracy silnika. Regulator musi najpierw zatrzymać silnik.
- ▶ Należy wyłączyć zasilacz i główny wyłącznik maszyny (w tym celu należy przestrzegać instrukcji obsługi producenta maszyny).
- ▶ Po wyłączeniu zasilacza w systemie nadal występuje napięcie resztkowe.

Silnik momentowy HIWIN jest systemem napędowym z napędem bezpośrednim, w którym podczas pracy nie występuje zużycie. Niemniej jednak nieprawidłowa eksploatacja lub nieodpowiednie środowisko pracy mogą skrócić żywotność silnika, a nawet go uszkodzić. Jeśli firma HIWIN lub autoryzowany sprzedawca stwierdzi, że konieczna jest konserwacja silnika, należy przestrzegać instrukcji bezpieczeństwa zawartej w punkcie 1 dotyczącej postępowania podczas konserwacji lub demontażu. Produkt wymaga rutynowych pomiarów i czynności konserwacyjnych co kwartał lub co pół roku:

- Mechanizm wykrywający lub połączenia elektryczne nie mogą być poluzowane.
- Należy sprawdzić przewód pod kątem ewentualnego zużycia lub starzenia.
- Należy sprawdzić szczelność powietrzną między stojanem a wirnikiem, aby upewnić się, że nie ma żadnych nieszczelności, przez które mogłyby przedostać się ciała obce, kurz lub cząsteczki.
- Należy sprawdzić rezystancję izolacji trzech faz silnika. Musi ona spełniać wymagania 1000 V_{DC} 60 sek. > 100 MΩ w temperaturze 25 °C. Jeśli rezystancja izolacji w tej samej temperaturze stopniowo spada w porównaniu z poprzednimi pomiarami, silnik mógł zacząć się starzeć, dlatego należy zwrócić na to szczególną uwagę.

7.2 Czyszczenie

Jeśli produkt jest wbudowany w maszyny, typowe zanieczyszczenia to zazwyczaj plamy oleju lub pozostałości metalowe i niemetalowe powstające w wyniku tarcia elementów pomocniczych. Przed rozpoczęciem czyszczenia silnika należy zapoznać się ze wszystkimi instrukcjami bezpieczeństwa.

⚠ Ostrzeżenie!

- ▶ Podczas usuwania zatorów należy nosić odpowiednie środki ochrony indywidualnej (ŚOI). Należy na przykład upewnić się, że przed użyciem środków czyszczących założone są rękawice odporne na chemikalia (np. lateksowe).
- ▶ Nie należy wykonywać żadnych czynności konserwacyjnych podczas pracy silnika. Silnik należy najpierw zatrzymać za pomocą regulatora.
- ▶ Wyłącz zasilacz i główny wyłącznik maszyny (postępuj zgodnie z instrukcją obsługi producenta maszyny).
- ▶ Po wyłączeniu zasilacza w systemie nadal występuje napięcie resztkowe. Przed odłączeniem wszystkich przewodów zasilających należy odczekać odpowiedni czas rozładowania.
- ▶ Wyłącz system chłodzenia, zredukuj ciśnienie w celu spuszczenia płynu chłodzącego i odłącz przyłącze chłodzenia (postępuj zgodnie z instrukcjami producenta agregatu chłodniczego).
- ▶ Zdemontować silniki po kolei.

Zaleca się przeprowadzanie pomiarów i prac konserwacyjnych co kwartał:

- Regularnie usuwać cząstki metalu z silnika.
- Regularnie sprawdzaj poziom i jakość płynu chłodzącego.
- Sprawdź przepływ w układzie chłodzenia i usuń zanieczyszczenia oraz cząsteczki.
- Zmierzyć przepływ w układzie chłodzenia i usunąć częściowe zatory.

7.3 Próba pracy

Po upewnieniu się, że hamulec, system chłodzenia i system napędowy są zamontowane, należy przeprowadzić jazdę próbną i dokonać regulacji zgodnie z instrukcją obsługi regulatora i systemu napędowego. Należy pamiętać o następujących kwestiach:

- Należy unikać niekontrolowanych ruchów napędzanych części maszyn lub urządzeń podczas
 - uruchomienia, eksploatacja, konserwacja i naprawy.
- W przypadku awarii wewnątrz i na zewnątrz komponentów mogą wystąpić wyjątkowo wysokie
 - .
- W przypadku nieprawidłowego podłączenia mogą wystąpić niebezpieczne napięcia dotykowe.
- Podczas pracy mogą powstawać pola elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne

8 Utylizacja

8.1 Utylizacja odpadów

8.1.1 Wycofanie z eksploatacji

Podczas demontażu lub wycofywania silnika z eksploatacji należy przestrzegać poniższych instrukcji:

⚠ Ostrzeżenie! Ryzyko obrażeń ciała i szkód materialnych!

Nieprzestrzeganie instrukcji dotyczących demontażu lub wycofania silnika z eksploatacji może spowodować obrażenia ciała, śmierć lub uszkodzenie mienia.

Silnik należy zdemontować lub wyłączyć zgodnie z poniższymi instrukcjami:

- 1 Odłącz zasilacz silnika i poczekaj, aż zasilacz prądem stałym całkowicie się rozładuje.
- 2 Poczekaj, aż silnik ostygnie (co najmniej 30 minut), a następnie wyłącz wszystkie układy chłodzenia i spuść ciśnienie do 0 barów.
- 3 Odłącz wszystkie kable zasilające, kable sygnałowe i węże chłodzące.
- 4 W razie potrzeby odłącz wszystkie połączenia elektryczne, aby uniknąć porażenia prądem spowodowanego napięciem generowanym przez obracający się silnik podczas demontażu lub momentami obrotowymi wynikającymi ze zwarć.
- 5 Spuść cały płyn chłodzący z wnętrza silnika i utylizuj go zgodnie z przepisami.
- 6 Usuń z silnika ciała obce, brud i kurz.
- 7 Włożyć element dystansowy między szczeliny stojana i wirnika.
- 8 Jeśli dostępne są płyty mocujące dla stojana i wirnika lub samodzielnie zaprojektowane urządzenia mocujące stojan i wirnik, należy użyć tych płyt/urządzeń do zamocowania stojana i wirnika.
- 9 W przypadku stosowania metody z urządzeniem prowadzącym należy upewnić się, że zainstalowano odpowiednie urządzenie i konfigurację.
- 10 Należy usunąć wszystkie elementy mocujące po stronie maszyny. Gdy stojan i wirnik są zamocowane, można je jednocześnie odłączyć od maszyny; w przypadku stosowania urządzenia prowadzącego należy wyjąć stojan i wirnik w odwrotnej kolejności niż podczas montażu. Podczas demontażu należy uważać, aby nie uszkodzić pierścienia uszczelniającego typu O-ring.
- 11 Podczas wyjmowania pierścienia O-ring należy uważać, aby go nadmiernie nie rozciągać. Rozciągnięcie o więcej niż 10% może spowodować trwałe uszkodzenia; nie wolno go również skręcać ani używać ostrych narzędzi.
- 12 Należy użyć oryginalnego opakowania lub innej bezpiecznej metody, aby prawidłowo zapakować i przechowywać pierścień.

Wskazówka

W przypadku wymiany na nowy silnik momentowy zaleca się użycie nowego pierścienia O-ring; jeśli konieczna jest wymiana pierścienia O-ring, prosimy zapoznać się z [5.1.1.3 Cechy pierścieni uszczelniających](#), aby nabyć odpowiedni pierścień O-ring, lub zakupić go w firmie HIWIN.

8.1.2 Utylizacja

Produkty należy utylizować zgodnie z przepisami regionalnymi lub krajowymi.

⚠ Ostrzeżenie! Ryzyko obrażeń ciała i szkód materialnych w przypadku nieprawidłowej utylizacji

Nieprawidłowe obchodzenie się z silnikiem momentowym lub powiązany komponentami (w szczególności wirnikiem z silnymi magnesami) może prowadzić do obrażeń, śmierci lub uszkodzenia mienia.

Należy upewnić się, że silnik momentowy i powiązane komponenty są utylizowane w odpowiedni sposób.

Prawidłowa procedura utylizacji:

- Magnesy trwale w zespole wirnika muszą zostać całkowicie rozmagnesowane.
- Elementy przeznaczone do recyklingu należy rozmontować:
 - Odpady elektryczne (np. elementy enkodera, moduły regulacji temperatury itp.)
 - Odpady elektryczne (np. stojan, przewody itp.)
 - Złom stopów metali (posortowany według rodzajów metali)
 - Materiały izolacyjne
- Nie mieszać z rozpuszczalnikami, środkami do czyszczenia na zimno ani resztkami farby

8.1.2.1 Utylizacja wirników

Wirniki z magnesami trwałymi należy utylizować po specjalnej obróbce demagnetyzacyjnej, aby uniknąć zagrożeń podczas dalszej utylizacji. Zaleca się zlecenie utylizacji profesjonalnej firmie zajmującej się recyklingiem.

Po demontażu silnika wirnik należy zapakować oddzielnie w bezpieczne opakowanie.

Kroki demagnetyzacji wirnika:

Należy umieścić go w specjalnym piecu niemagnetycznym w celu wypalenia, kładąc wirnik na stabilnej i odpornej na wysoką temperaturę podkładce. Podczas całego procesu demagnetyzacji temperatura w piecu musi wynosić co najmniej 310 °C (punkt Curie'ego), aby wypalić wirnik przez 1 godzinę, a gazy powstające podczas wypalania powinny być oczyszczane w celu uniknięcia zanieczyszczenia środowiska.

Uwaga

Po rozmagnesowaniu i powrocie do temperatury normalnej pozostała wartość magnetyzmu powinna wynosić około 10 gausów; w przeciwnym razie zaleca się powtórzenie procedury opisanej powyżej.

8.1.2.2 Utylizacja opakowań

Materiały opakowaniowe i pomocnicze stosowane przez firmę HIWIN nie są materiałami problematycznymi. Z wyjątkiem materiałów drewnianych, można je poddać recyklingowi i ponownie wykorzystać.

9 Rozwiązywanie problemów

9.1 Rozwiązywanie problemów

Tabela 9.1 : Rozwiązywanie problemów

Objaw	Przyczyna	Działanie
Silnika nie da się obracać ręcznie bez podłączonego regulatora	Przeszkoda mechaniczna	Usuń usterkę
	Zwarcie trójfazowe w silniku	Usuń zwarcie trójfazowe
Silnik w ogóle się nie obraca.	Nieprawidłowe okablowanie przewodów	Sprawdź przewód podłączony do regulatora.
	Przeciążenie prądowe	Sprawdź, czy w pobliżu znajdują się przeszkadzające przedmioty, i usuń je. Usuń usterkę związaną z działaniem hamulca.
	Zabezpieczenie przed przegrzaniem	Sprawdź ustawienie zabezpieczenia przed przegrzaniem w regulatorach
	Nietypowa rezystancja izolacji	Zmierzyć rezystancję izolacji po ostygnięciu Pomiar uziemienia trójfazowego stojana (U/V/W względem PE): $1000V_{DC}$ 60 sek. > 100 M Ω w temperaturze 25 °C Jeśli wartość 100 M Ω nie zostanie osiągnięta, prosimy o kontakt z firmą HIWIN
Nieprawidłowy kierunek obrotów	Nieprawidłowe ustawienie enkodera	Sprawdź ustawienie enkodera.
	Nieprawidłowe okablowanie kabla zasilającego silnik	Zamień dwie fazy kabla zasilającego podłączonego do regulatora.
Zapach spalenizny	Nieprawidłowe działanie układu chłodzenia	Sprawdź system chłodzenia.
	Nieprawidłowe ustawienie regulatora	Sprawdź ustawienia regulatora.
	Nieprawidłowe ustawienie parametrów silnika	Sprawdź ustawienia parametrów silnika.
Nietypowa temperatura obudowy silnika	Prędkość obrotowa jest zbyt niska	Należy zastosować tryb blokady, jeśli częstotliwość elektryczna wynosi <1 Hz
	Nieprawidłowe działanie układu chłodzenia	Sprawdź system chłodzenia.
	Nieprawidłowe ustawienie regulatora	Sprawdzić ustawienia regulatora.
	Nieprawidłowe ustawienie parametrów silnika	Sprawdź ustawienia parametrów silnika.
	Usterka łożyska	Sprawdzić montaż.
	Prędkość obrotowa jest zbyt niska	Użyj trybu blokady, jeśli częstotliwość elektryczna wynosi <1 Hz
Niestabilny obrót (wibracje)	Usterka izolacji	Sprawdź, czy opór między fazą a uziemieniem jest większy niż 50 M Ω .
	Nieprawidłowy montaż enkodera	Sprawdź, czy enkoder jest dobrze zamocowany.
	Nieprawidłowy sygnał enkodera	Sprawdź uziemienie i podłączenie enkodera.
	Nieprawidłowe ustawienie regulatora	Sprawdź regulator.
	Nieprawidłowe ustawienie parametrów silnika	Sprawdź ustawienia parametrów silnika.
Trudności z obracaniem lub niezwykle odgłosy tarcia	Nieprawidłowy montaż wirnika	Sprawdź montaż.
	System jest niewyważony	Sprawdzić wyważenie dynamiczne
	Luźne mocowanie	Ponownie mocno zamocować
	Ciało obce w szczelinie powietrznej	Usuń ciała obce.

Objaw	Przyczyna	Działanie
Silnik generuje lokalnie wysokie ciepło (nieregularnie)	Pęcherzyki powietrza w obiegu chłodzenia	Usuń pęcherzyki powietrza lub zwiększ natężenie przepływu, aby usunąć pęcherzyki powietrza.
	Nieprawidłowe położenie wlotu i wylotu obiegu chłodzenia	Sprawdź, czy wlot i wylot obiegu chłodzenia są zgodne z zatwierdzonym rysunkiem.
Po pewnym czasie pojawia się hałas, gdy silnik jest włączony bez obrotów; częstotliwość hałasu odpowiada częstotliwości modulacji $n \times \text{PWM}$. ($n=1, 2, 3 \dots$)	Usterka izolacji	Sprawdź, czy opór między fazą a uziemieniem jest większy niż $50 \text{ M}\Omega$.

10 Deklaracja zgodności

10.1 1 Deklaracja zgodności

zgodnie z dyrektywą niskonapięciową 2014/35/UE

Producent HIWIN GmbH, Brücklesbünd 1, 77654 Offenburg
Dział dokumentacji: HIWIN GmbH, Brücklesbünd 1, 77654 Offenburg

Niniejszym oświadczamy, że opisany poniżej komponent:

Nazwa produktu: Element napędu elektrycznego

Oznaczenie serii/typu: TMRW, IM-2, TM-5

Rok produkcji: od 2025

spełnia wszystkie zasadnicze wymagania dyrektywy niskonapięciowej 2014/35/UE. Ponadto produkt jest zgodny z dyrektywą WE 2011/65/UE RoHS oraz dyrektywą zmieniającą 2015/863/WE.

Niniejsze oświadczenie odnosi się wyłącznie do produktu w stanie, w jakim został wprowadzony do obrotu, i nie obejmuje komponentów, które zostały dodane i/lub zmodyfikowane przez użytkownika końcowego. Oświadczenie traci ważność w przypadku modyfikacji produktu bez zgody producenta.

Odniesienie do zastosowanych odpowiednich norm zharmonizowanych lub innych specyfikacji technicznych, na podstawie których deklarowana jest zgodność:

EN 60204-1:2018	Bezpieczeństwo maszyn – Wyposażenie elektryczne maszyn – Część 1: Wymagania ogólne
EN 61000-6-2:2005	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 6-2: Normy podstawowe – Odporność na zakłócenia w środowisku przemysłowym
EN 61000-6-4:2007 /A1:2011	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 6-4: Normy ogólne – Emisja zakłóceń dla środowisk przemysłowych
EN 60034-1:2010/AC:2010	Maszyny elektryczne wirujące – Część 1: Wymiarowanie i zachowanie podczas pracy
EN 60034-5:2001/A1:2007	Maszyny elektryczne wirujące Część 5: Stopnie ochrony wynikające z ogólnej konstrukcji maszyn elektrycznych wirujących

Dodatkowe wyjaśnienia:

Produkt ten jest elementem do wbudowania, który nie może w pełni spełniać wymagań dotyczących kompletnych urządzeń, maszyn lub instalacji. W związku z tym może być stosowany wyłącznie do celów montażowych. Produkt może zostać oceniony pod kątem bezpieczeństwa elektrycznego i mechanicznego dopiero po wbudowaniu go w produkt przeznaczony dla użytkownika końcowego. Właściwości EMC mogą ulec zmianie po zainstalowaniu komponentu. Dlatego też konieczna jest kontrola produktu końcowego (kompletnych urządzeń, maszyn lub instalacji) przez producenta produktu końcowego.

Offenburg, kwiecień 2026 r.
Werner Mäurer, kierownictwo

11 Załącznik

11.1 Słownik

Stała przeciw-EMF (między fazą a fazą): $K_v \left(\frac{V_{rms}}{rad/s} \right)$

Stała przeciw-EMK, K_v , to stosunek napięcia przeciw-EMK (V_{rms}) do prędkości obrotowej silnika (rad/s), gdy magnes znajduje się w odległości 25°C. Powstaje ona podczas ruchu cewki w polu magnetycznym magnesów trwałych.

Prąd ciągły: $I_c/I_{cw} (A_{rms})$

Prąd ciągły, I_c , to prąd, który może być stale doprowadzany do cewek silnika w temperaturze otoczenia 25°C, przy czym temperatura końcowa cewki nie może przekraczać 120°C (130°C dla serii TM-5/IM-2). W tych warunkach silnik osiąga znamionowy moment ciągły T_c ; w zależności od prądu ciągłego i temperatury uzwojenia silnik momentowy reaguje na I_c w przypadku chłodzenia powietrzem oraz I_{cw} w przypadku chłodzenia wodą.

Moment ciągły: $T_c/T_{cw} (Nm)$

Moment ciągły, T_c , to maksymalny moment, jaki silnik może wytworzyć w sposób ciągły przy temperaturze otoczenia 25°C i temperaturze uzwojenia maksymalnie 120°C (130°C dla serii TM-5/IM-2). Ten moment ciągły odpowiada I_c/I_{cw} , które są dostarczane do silnika; w zależności od prądu ciągłego i temperatury uzwojenia silnik momentowy reaguje na T_c w przypadku chłodzenia powietrzem oraz T_{cw} w przypadku chłodzenia wodą.

Indukcyjność (między fazą a fazą): L (mH)

Indukcyjność definiuje się jako indukcyjność mierzoną między fazą a fazą, gdy silnik pracuje przy temperaturze uzwojenia wynoszącej 25 °C.

Opór między fazą a fazą przy 25 °C (między fazą a fazą): $R_{25} (\Omega)$

Opór jest zdefiniowany jako opór zmierzony między fazami, gdy silnik pracuje przy temperaturze uzwojenia wynoszącej 25 °C.

Stała silnika: $K_m \left(\frac{Nm}{\sqrt{W}} \right)$

Stała silnika, K_m , jest zdefiniowana jako stosunek pierwiastka kwadratowego z momentu obrotowego wyjściowego silnika do poboru mocy, gdy cewki i magnesy znajdują się w temperaturze 25°C. Wyższa stała silnika oznacza mniejsze straty mocy, gdy silnik wytwarza określony moment obrotowy.

Liczba biegunów: 2p

2p oznacza liczbę par biegunów wirnika, gdzie p jest liczbą par biegunów.

Prąd szczytowy: $I_p (A_{rms})$

Prąd szczytowy, I_p , to prąd odpowiadający momentowi obrotowemu silnika, a temperatura silnika osiągnięta pod wpływem tego prądu nie powoduje rozmagnesowania magnesów. Ogólnie rzecz biorąc, prąd szczytowy może być podawany przez 1 sekundę, gdy silnik pracuje w normalnych warunkach pracy, a fazy prądów wejściowych są zrównoważone. Następnie silnik musi odpoczywać przez co najmniej 6 sekund po osiągnięciu normalnej temperatury pracy, aby można było ponownie podać prąd szczytowy. (Aby uzyskać informacje o dokładnej długości czasu, prosimy o kontakt z firmą HIWIN)

Szczytowy moment obrotowy: $T_p (Nm)$

Szczytowy moment obrotowy, T_p , to maksymalny moment, jaki silnik wytwarza przez mniej niż 1 sekundę. Prąd szczytowy odpowiadający momentowi nie jest w stanie rozmagnesować magnesów.

Bezwładność wirnika: J (kgm²)

Bezwładność wirnika, J, to właściwość części obrotowej polegająca na oporze wobec każdej zmiany jej stanu ruchu, w tym zmian prędkości obrotowej i kierunku obrotów. Zależy ona od kształtu i masy.

Prąd postojowy: $I_s/I_{sw} (A_{rms})$

Prąd postojowy, I_s , to górna granica prądu, gdy silnik pracuje w temperaturze 25°C i znajduje się w stanie spoczynku. W zależności od odprowadzania ciepła moment obrotowy silnika momentowego wynosi I_s w przypadku chłodzenia powietrzem oraz I_{sw} w przypadku chłodzenia wodą.

Moment zatrzymania: $T_s/T_{sw} (Nm)$

Moment zatrzymania, T_s , to górna granica momentu obrotowego, gdy silnik znajduje się w stanie spoczynku w temperaturze 25°C. W zależności od sposobu odprowadzania ciepła silnik momentowy odpowiada T_s w przypadku chłodzenia powietrzem i T_{sw} w przypadku chłodzenia wodą.

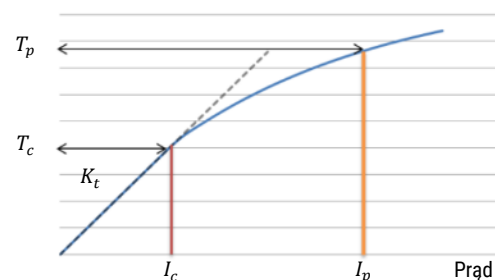
Opór termiczny: R_{th} (K/W)

Opór termiczny, R_{th} , definiuje się jako opór, jaki pokonuje ciepło z uzwojenia silnika w drodze do otoczenia (biorąc pod uwagę konwekcję naturalną i promieniowanie w przypadku chłodzenia powietrzem, gdy temperatura otoczenia wynosi 25 °C, oraz wymuszone chłodzenie wodą w przypadku chłodzenia wodą, gdy woda ma temperaturę 25 °C). Wyższy opór termiczny oznacza większą różnicę temperatur między uzwojeniem a otoczeniem przy tym samym źródle ciepła.

Stała momentu obrotowego: K_t (Nm/A_{rms}) przy temperaturze magnesu wynoszącej 25°C

Stała momentu obrotowego, K_t , to stosunek momentu obrotowego wyjściowego silnika do prądu skutecznego. Moment obrotowy wyjściowy i prąd wejściowy pozostają w stosunku liniowym przy niskich wartościach prądu. Nieliniowość tej zależności wynika z nasycenia żelaznego rdzenia.

moment obrotowy



Maksymalna prędkość obrotowa

Maksymalna prędkość obrotowa jest zdefiniowana jako maksymalna prędkość obrotowa osiągnięta przy określonym momencie obrotowym (zazwyczaj momencie ciągłym). Istnieją trzy warunki określania maksymalnej prędkości obrotowej silnika momentowego: maksymalna prędkość obrotowa przy momencie ciągłym w chłodzeniu powietrzem, maksymalna prędkość obrotowa przy momencie ciągłym chłodzonym wodą oraz maksymalna prędkość obrotowa przy szczytowym momencie obrotowym.

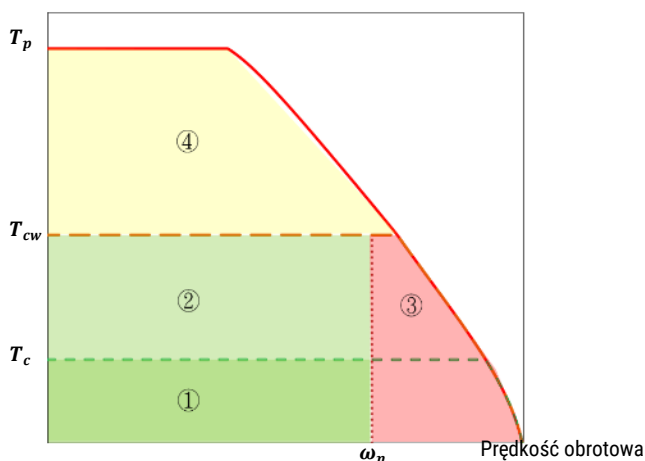
Zamienionowa prędkość obrotowa: ω_n (rpm)

Namacalna prędkość obrotowa (ω_n) jest zdefiniowana jako prędkość, przy której wirnik nie ulega uszkodzeniu w wyniku wysokiej temperatury wirnika (>80 °C), powstającej w wyniku strat żelaznych, gdy silnik pracuje nieprzerwanie w trybie ciągłym; jeśli prędkość przekroczy tę wartość, należy zmniejszyć cykl roboczy lub zapewnić dodatkowe odprowadzanie ciepła z wirnika. Zakres pracy silnika można sprawdzić na krzywej T-N.

Krzywa T-N (TMRW/TM-5)

Krzywa T-N jest zdefiniowana jako wykres porównawczy momentu obrotowego i prędkości obrotowej, które mogą być uzyskane przy określonym napięciu wejściowym silnika. Biorąc pod uwagę wzrost temperatury silnika, wykres można podzielić na cztery zakresy, jak pokazano poniżej:

moment obrotowy

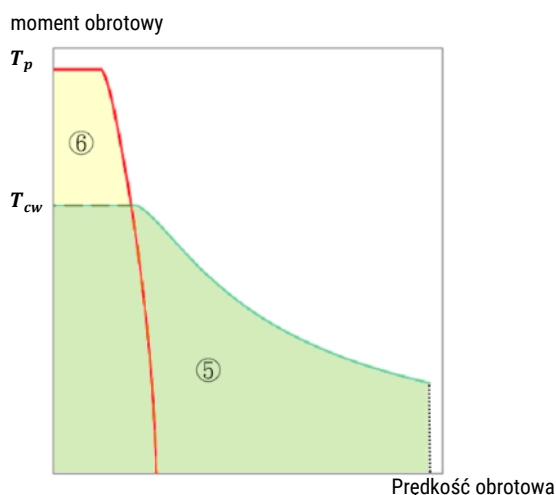


- ① : Jeśli silnik jest chłodzony powietrzem, a moment obrotowy wynosi poniżej T_c , może on pracować w trybie ciągłym bez przerw przy prędkości obrotowej poniżej ω_n .
- ① + ② : Jeśli silnik jest chłodzony wodą, a moment obrotowy jest mniejszy niż T_{cw} , może pracować w trybie ciągłym bez przerw przy ω_n .
- ③ : Jeśli silnik jest chłodzony powietrzem, a moment obrotowy jest mniejszy niż T_c , lub jeśli jest chłodzony wodą, a moment obrotowy jest mniejszy niż T_{cw} , ale prędkość obrotowa jest większa niż ω_n , należy zmniejszyć współczynnik czasu pracy lub przewidzieć dodatkową konstrukcję odprowadzającą ciepło z wirnika, aby uniknąć jego przegrzania.
- ④ : Jeśli silnik jest chłodzony powietrzem, a moment obrotowy jest większy niż T_c , lub jeśli jest chłodzony wodą, a moment obrotowy jest większy niż T_{cw} , należy zmniejszyć czas pracy. Po osiągnięciu wartości T_p dopuszczalny jest tylko 1-sekundowy impuls, aby uniknąć przegrzania stojana.

Krzywa T-N (IM-2)

Krzywa T-N jest zdefiniowana jako wykres porównawczy momentu obrotowego i prędkości obrotowej, które mogą być uzyskane przy określonym napięciu wejściowym silnika. Biorąc pod uwagę wzrost temperatury

silnika, krzywą można podzielić na dwa zakresy, jak pokazano na następnej stronie:



- ⑤ : Jeśli silnik jest chłodzony wodą, a moment obrotowy jest mniejszy niż T_{cw} , może on pracować w trybie osłabienia pola bez przerwy, poniżej maksymalnej prędkości obrotowej.
- ⑥ : Jeśli silnik jest chłodzony wodą, a moment obrotowy jest większy niż T_{cw} , należy zmniejszyć współczynnik czasu pracy. Po osiągnięciu wartości T_p , dopuszczalny jest tylko 1-sekundowy impuls wyjściowy, aby uniknąć przegrzania stojana.

Maksymalne napięcie wejściowe (V_{DC})

Maksymalne napięcie wejściowe to maksymalne napięcie, przy którym silnik może pracować w normalnych warunkach otoczenia.

Maksymalna strata mocy ciągłej: P_c (W)

°CMaksymalna strata mocy ciągłej to energia, która jest tracona, gdy silnik pracuje w trybie ciągłym przy prądzie ciągłym, a temperatura uzwojenia wynosi 120 °C (130 °C w przypadku TM-5/IM-2). Jest ona głównie przekształcana w ciepło. W systemie chłodzenia chłodzonym wodą strata ta jest w większości usuwana przez płyn chłodzący.

Maksymalna różnica ciśnień: Δp (bar)

Maksymalna różnica ciśnień to maksymalna wartość dopuszczalna między wlotem a wylotem w systemie chłodzenia chłodzonym wodą czystą. Odpowiada ona minimalnemu przepływowi wody q . W przypadku innych warunków pracy różnicę ciśnień należy dostosować obliczeniowo (patrz sekcja **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Minimalny przepływ wody: q (l/min)

Minimalny przepływ wody to minimalny przepływ wymagany do normalnego chłodzenia w systemie chłodzenia chłodzonym wodą czystą. W przypadku odmiennych warunków pracy przepływ wody należy dostosować obliczeniowo (patrz sekcja **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

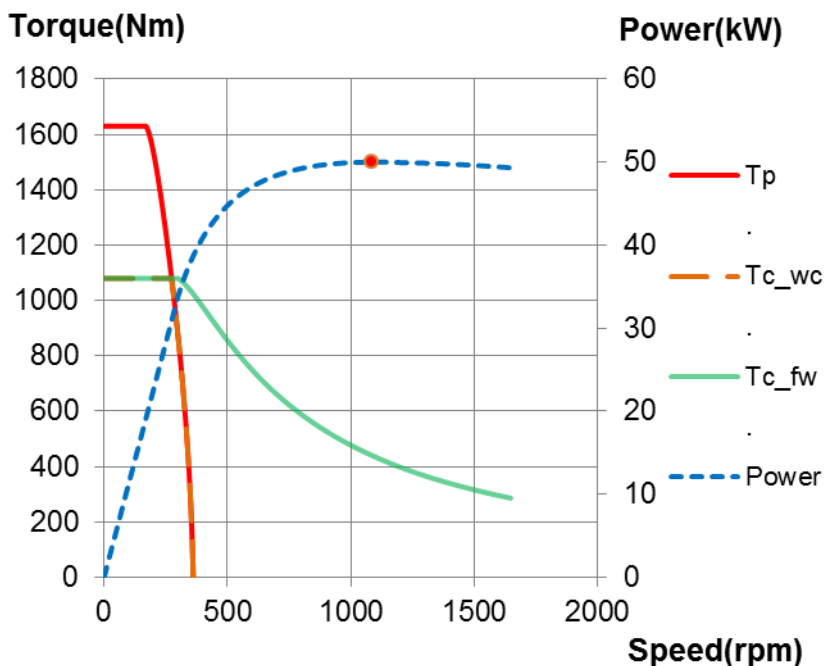
Różnica temperatur przy maksymalnej mocy strat: $\Delta\theta$ (°C)

Różnica temperatur przy maksymalnej mocy rozpraszanej to różnica temperatur między wlotem a wylotem w systemie chłodzenia chłodzonym wodą z czystą wodą. Zasadniczo jest ona ustalona na 5 °C (°C). Jeśli warunki otoczenia różnią się od normy, różnicę temperatur przy maksymalnej mocy rozpraszanej należy dostosować poprzez obliczenia (patrz sekcja **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Moc znamionowa (kW)

Moc znamionowa to maksymalna moc znamionowa ciągła, podana na tabliczce znamionowej silnika. W serii IM-2 moc znamionowa w trybie osłabienia pola jest wyższa niż w trybie normalnym, dlatego definicja mocy znamionowej w serii IM-2 odpowiada maksymalnej mocy znamionowej ciągłej w trybie osłabienia pola.

Schemat przedstawiono poniżej; czerwony punkt oznacza maksymalną moc znamionową ciągłą w trybie osłabienia pola.



11.2 Przeliczenie jednostek

Aby przeliczyć jednostkę z kolumny B na jednostkę z kolumny A, należy pomnożyć ją przez odpowiednią wartość z tabeli.

Masa

		B			
		g	kg	lb	oz
A	g	1	0,001	0,0022	0,03527
	kg	1000	1	2,205	35,273
	funt	453,59	0,45359	1	16
	oz	28,35	0,02835	0,0625	1

Prędkość liniowa

		B				
		m/s	cm/s	mm/s	ft/s	in/s
A	m/s	1	100	1000	3,281	39,37
	cm/s	0,01	1	10	$3,281 \times 10^{-2}$	0,3937
	mm/s	0,001	0,1	1	$3,281 \times 10^{-3}$	$3,937 \times 10^{-2}$
	ft/s	0,3048	30,48	304,8	1	12
	in/s	0,0254	2,54	25,4	$8,333 \times 10^{-2}$	1

Prędkość kątowna

		B			
		deg/s	rad/s	obr./min	obr./s
A	deg/s	1	$1,745 \times 10^{-2}$	0,167	$2,777 \times 10^{-3}$
	rad/s	57,29	1	9,549	0,159
	obr./min	6	0,105	1	$1,667 \times 10^{-2}$
	s	360	6,283	60	1

Siła

		B		
		N	lb	oz
A	N	1	0,2248	3,5969
	lb	4,4482	1	16
	oz	0,2780	0,0625	1

Bezładność obrotowa

		B			
		kg·m ²	lb-in ²	lb-ft ²	oz-in ²
A	kg·m ²	1	3417,63	23,73	54644,81
	lb-in ²	$2,926 \times 10^{-4}$	1	$6,943 \times 10^{-3}$	15,99
	lb-ft ²	$4,214 \times 10^{-2}$	144,02	1	2302,73
	oz-in ²	$1,83 \times 10^{-5}$	$6,254 \times 10^{-2}$	$4,34 \times 10^{-4}$	1

długość

		B				
		m	cm	mm	ft	in
A	m	1	100	1000	3,281	39,37
	cm	0,01	1	10	$3,281 \times 10^{-2}$	0,3937
	mm	0,001	0,1	1	$3,281 \times 10^{-3}$	$3,937 \times 10^{-2}$
	ft	0,3048	30,48	304,8	1	12
	w	0,0254	2,54	25,4	$8,333 \times 10^{-2}$	1

moment obrotowy

		B			
		N·m	lb-in	lb-ft	oz-in
A	N·m	1	8,851	0,7375	140,84
	lb-in	0,113	1	$8,333 \times 10^{-2}$	16
	lb-ft	1,355	11,99	1	191,94
	oz-in	$7,1 \times 10^{-3}$	$6,25 \times 10^{-2}$	$5,21 \times 10^{-3}$	1

Temperatura

		B	
		°C	°F
A	°C	1	$(°F - 32) \times 5 / 9$
	°F	$(°C \times 9 / 5) + 32$	1

11.3 Tolerancje i założenia

11.3.1 Tolerancje

Z wyjątkiem wielkości, dla wszystkich wartości podanych w specyfikacjach silnika obowiązują tolerancje $\pm 10\%$. Wymiary bez podanej tolerancji podlegają tolerancjom ogólnym, z wyjątkiem efektywnej głębokości gwintu i otworu na Pin. Tabela tolerancji znajduje się na zatwierdzonym rysunku.

11.3.2 Założenia dotyczące wymiany ciepła

Założenia wszystkich specyfikacji opierają się na chłodzeniu wodnym i naturalnym chłodzeniu powietrzem. W przypadku innych warunków odprowadzania ciepła należy przeprowadzić indywidualne testy w celu potwierdzenia.

Założenia dotyczące chłodzenia powietrzem: Temperatura otoczenia wokół stojana/wirnika: 20 ° C;

Założenia dotyczące chłodzenia chłodzonego wodą:

- Temperatura otoczenia wokół wirnika: 20°C
- Temperatura wody na wlocie: 20°C
- Różnica temperatur między wodą na wlocie a na wylocie: 5°C
- Temperatura zewnętrzna stojana: średnio 22,5 °C

Charakterystyka wymiany ciepła stojana jest określona zgodnie z liczbą układów chłodzenia i projektem interfejsu na podstawie [Tabela 5.1.](#)

11.3.3 Warunki otoczenia

°C Prąd ciągły jest sprawdzany zgodnie z normami IEC 60204-1 dla wybranego kabla zasilającego przy temperaturze otoczenia maksymalnie 30 ° C dla silników. Przy wyższych temperaturach otoczenia może być konieczne zmniejszenie mocy znamionowej, aby zapewnić zgodność z wyżej wymienionymi normami.

11.4 Cechy

- THPD jest stosowany wyłącznie z silnikami momentowymi HIWIN.
- Można również zastosować zestaw Pt1000.
- Przekształca trzy wejścia czujników temperatury silnika na jedno wyjście analogowe i dwa wyjścia cyfrowe, a następnie przesyła je do regulatora.
- Monitorowanie temperatury w czasie rzeczywistym jest realizowane poprzez opóźnienie kompensacji oprogramowania. Nawet w ekstremalnych warunkach pracy można zapobiec przegrzaniu silnika.
- Regulator może pobierać pełne informacje o temperaturze silnika za pomocą następujących metod.

Analogowe wyjście temperatury: Pt1000

Cyfrowe wyjście alarmowe: Alarm

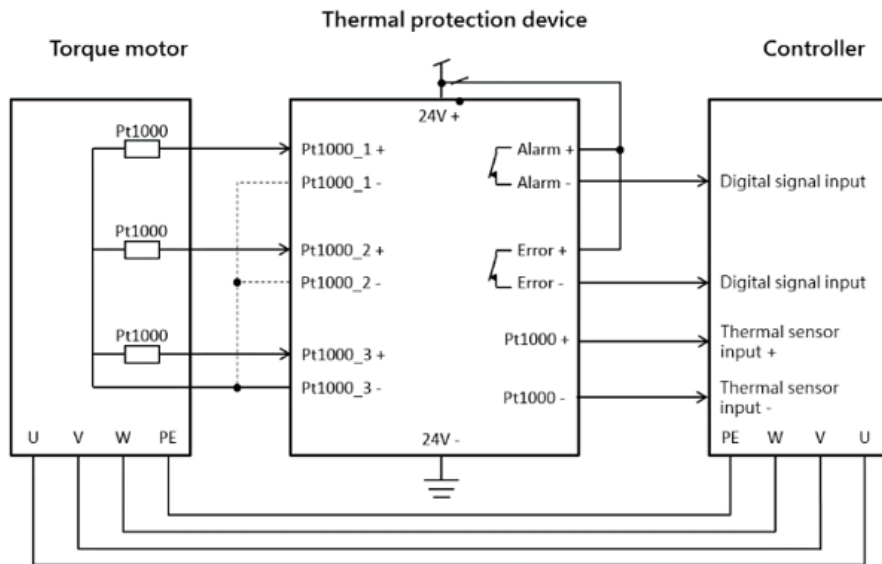
Cyfrowe wyjście błędu: Błąd

11.4.1 Okablowanie modułu temperatury

Jeśli czujnikiem temperatury silnika jest Pt1000, należy go używać z THPD-1000-□□□. Schemat podłączenia przedstawiono poniżej.

□□□: 120 dla TMRW, 130 dla TM-5/IM-2.

Rys.11 .1 : Schemat okablowania Pt1000



WE LIVE MOTION

Niemcy

HIWIN GmbH
Brücklesbünd 1
77654 Offenburg
Deutschland
Fon +49 781 93278-0
info@hiwin.de
hiwin.de

Tajwan

Headquarters
HIWIN Technologies Corp.
No. 7, Jingke Road
Precision Machinery Park
Taichung 40852
Táiwān
Fon +886 4 2359-4510
business@hiwin.tw
hiwin.tw

Tajwan

Headquarters
HIWIN Mikrosystem Corp.
No. 6, Jingke Central Road
Precision Machinery Park
Taichung 40852
Táiwān
Fon +886 4 2355-0110
business@hiwinmikro.tw
hiwinmikro.tw

Francja

HIWIN SAS
Le Méléze
17 Rue des Cigognes
67960 Entzheim
France
Fon +33 3 882884-80
contact@hiwin.fr
hiwin.fr

Polska

HIWIN GmbH Biuro Warszawa
ul. Puławska 405a
02-801 Warszawa
Polska
Fon +48 22 46280-00
info@hiwin.pl
hiwin.pl

Dania

HIWIN GmbH
info@hiwin.dk
hiwin.dk

Holandia

HIWIN GmbH
info@hiwin.nl
hiwin.nl

Austria

HIWIN GmbH
info@hiwin.at
hiwin.at

Węgry

HIWIN GmbH
info@hiwin.hu
hiwin.hu

Czechy

HIWIN s.r.o.
Medkova 888/11
62700 Brno
Česká republika
Fon +42 05 48528-238
info@hiwin.cz
hiwin.cz

Butgaria

HIWIN Bulgaria
Christopher Columbus No. 4
1582 Sofia
Bulgaria
Fon +35 92 999 52 45
info@hiwin.bg
hiwin.bg

Słowacja

HIWIN s.r.o., o.z.z.o.
Mládežnícka 2101
01701 Považská Bystrica
Slovensko
Fon +421 424 4347-77
info@hiwin.sk
hiwin.sk

Szwajcaria

HIWIN [Schweiz] GmbH
Eichwiesstrasse 20
8645 Jona
Schweiz
Fon +41 55 22500-25
sales@hiwin.ch
hiwin.ch

Włochy

HIWIN Srl
Via Pitagora 4
20861 Brugherio (MB)
Italia
Fon +39 039 28761-68
info@hiwin.it
hiwin.it

Rumunia

HIWIN Srl
info@hiwin.ro
hiwin.ro

Słowenia

HIWIN Srl
info@hiwin.si
hiwin.si

Chiny

HIWIN Corp.
hiwin.cn

Japonia

HIWIN Corp.
info@hiwin.co.jp
hiwin.co.jp

USA

HIWIN Corp.
info@hiwin.com
hiwin.us

Korea

HIWIN Corp.
hiwin.kr

Singapur

HIWIN Corp.
hiwin.sg