 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 1 z 26
	Dokument końcowy	Data 28.11.2023
		Wersja: 1.7

## Norma dotycząca automatyki napędów


<b>Wersja:</b>	1.7
<b>Status:</b>	Dokument końcowy
<b>Właściciel:</b>	Ireneusz Zadworny ireneusz.zadworny@uj.edu.pl
<b>Sprawdził:</b>	Michał Piekarski michal.piekarski@uj.edu.pl
<b>Zatwierdził:</b>	
<b>Lokalizacja w ECM:</b>	Beamlines\_Solaris\_Standard\_Recommendation
<b>Nazwa pliku:</b>	Motion Control Standards\_PL.doc
<b>Ostatnia aktualizacja:</b>	2023-11-28

### Historia zmian:

Wersja	Data	Opis	Podpis
0.1	130723	Pierwszy projekt.	Łukasz Żytniak
1.0	13.01.2017	Wersja końcowa.	Łukasz Dudek
1.1	20.01.2017	Drobne poprawki edytorskie.	Tadeusz Szymocha
1.2	23.01.2017	Drobne poprawki edytorskie.	Tadeusz Szymocha
1.3	03.04.2017	Dodano Appendix 9.3	Tadeusz Szymocha
1.4	01.02.2018	Zmiana właściciela dokumentu	Tadeusz Szymocha
1.5	2019-10-02	Zaktualizowano i sprawdzono	Michał Piekarski
1.6	2021-11-05	Dodanie standardu 9-pin sub-D	Michał Piekarski
1.7	2023-11-28	Dodanie szczegółów złącz enkodera/silnika	Michał Piekarski


### Autorzy:

Julio Lidón-Simón  
 Łukasz Żytniak  
 Łukasz Dudek  
 Tadeusz Szymocha  
 Michał Piekarski

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 2 z 26
	Dokument końcowy	Data 28.11.2023 Wersja: 1.7

## Spis treści

1	Wstęp .....	3
2	Sterownik silnika .....	3
3	Standardowy system napędowy .....	5
3.1	Silniki.....	5
3.2	Złącze silnika .....	5
3.2.1	Przykłady kodów złącz (na podstawie serii Souriau Trim Trio).....	6
3.2.2	Alternatywne podłączenie silników dla silników krokowych w próżni do 2A* .....	6
3.3	Enkodery.....	9
3.4	Łączniki krańcowe lub początkowe .....	13
3.5	Złącza czujników temperatury .....	13
3.6	Wyłączanie .....	14
3.6.1	Wyłączanie bez potrzeby zewnętrznej elektroniki.....	14
3.6.2	Wyłączanie z potrzebą zewnętrznej elektroniki.....	14
4	Niestandardowe systemy napędowe .....	15
5	Amortyzatory.....	18
6	Hamulce.....	18
7	Połączenia przewodowe.....	19
8	Dokumentacja .....	20
9	Podsumowanie.....	21
10	Załącznik A.....	22
10.1	Standardowy system napędowy. Przykład połączeń sterownika silnika .....	22
10.2	Standardowy system napędowy. Przykłady połączeń złącza wyłączającego.....	23
10.2.1	Wyłączniki ruchu poza zakresem lub krańcowe do PLC i z PLC do IcePAP .....	23

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 3 z 26
	Dokument końcowy	Data 28.11.2023 Wersja: 1.7

10.2.2 Wyłączniki ruchu poza zakresem lub krańcowe bezpośrednio do IcePAP .....	24
10.3 Parametry motoryzacji (wzorzec) .....	25

## 1 Wstęp

Niniejszy dokument podsumowuje normy SOLARIS dotyczące automatyki napędów oraz zawiera propozycje rozwiązań w zakresie połączeń przewodowych w napędach.

## 2 Sterownik silnika

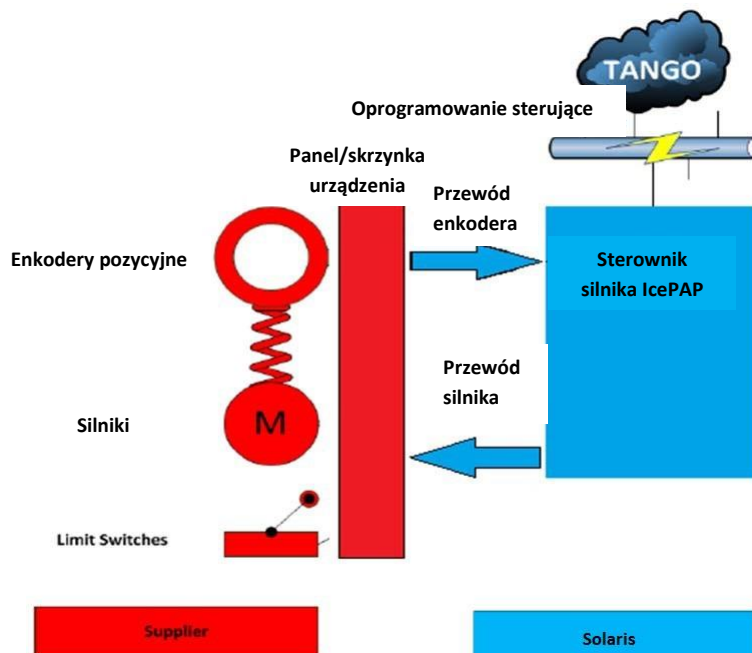
Standardowym sterownikiem silników krokowych Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego - SOLARIS jest IcePAP.


Jak wspomniano we wstępie, niniejszy dokument opisuje politykę SOLARIS, podczas gdy dokument „Instrukcja obsługi sprzętu IcePAP” dotyczy sterownika silników IcePAP. Oba dokumenty powinny być rozpowszechniane razem.

Sterownik IcePAP może napędzać praktycznie każdy 2-fazowy bipolarny silnik krokowy i dostarczać sygnały sterujące każdym rodzajem zewnętrznego sterownika impulsowego/sterownika kierunkowego wykorzystywanego do zasilania silnika zbudowanego w innej technologii. IcePAP wyposażony jest w cztery główne interfejsy, które zostały opisane w kolejnych rozdziałach.

Na Rysunku 1 przedstawiono wszystkie elementy standardowego systemu napędowego, gdzie różnymi kolorami oznaczono obowiązki dostawcy (czerwony) i firmy SOLARIS (niebieski). Standardowe systemy napędowe wyposażone są w 2-fazowe silniki krokowe o prądzie znamionowym do 7A i enkodery obsługiwane przez IcePAP np.: impulsowe/kierunkowe lub kwadraturowe (TTL lub RS422) lub też bezwzględne SSI (aby uzyskać informacje o BISS- C, należy skontaktować się z obsługą techniczną SOLARIS).

Dostawca musi przestrzegać wszystkich zasad opisanych w następnym rozdziale.




 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 4 z 26
		Data 28.11.2023
	Dokument końcowy	Wersja: 1.7

Łączniki krańcowe

Dostawca

Rysunek 1. Elementy i obowiązki dotyczące standardowego systemu napędowego.

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS		
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>		Strona 5 z 26
			Data 28.11.2023
	Dokument końcowy		Wersja: 1.7

### 3 Standardowy system napędowy

#### 3.1 Silniki

Standardowe systemy napędowe są zależne od zastosowania 2-fazowych bipolarnych silników krokowych do 7A oraz enkoderów obsługiwanych przez IcePAP np.: impulsowych/kierunkowych lub kwadraturowych (TTL lub RS422) lub bezwzględnych SSI (aby uzyskać informacje o BISS- C, należy skontaktować się z obsługą techniczną SOLARIS).

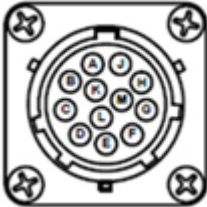
Każdy inny system napędowy określany jest jako niestandardowy i opisany został w rozdziale „Niestandardowy system napędowy”.

Jak określono powyżej, IcePAP może napędzać każdego rodzaju 2-fazowy bipolarny silnik krokowy do 7A (wymagający mniej niż 300 W podczas pracy). Dzięki parametrom konfigurowanej oprogramowaniem magistrali DC (70V-10V) oraz pętli prądowej PID, IcePAP bez problemu napędza silniki o niskiej indukcyjności (wysokoprądowe lub próżniowe silniki krokowe) lub silniki o dużej rezystancji.

#### 3.2 Złącze silnika

Złącze silnika to 12-pinowa powłoka kompatybilna z MIL-C-26482 o rozmiarze 14.

Rysunek 2 przedstawia rozkład pinów dla różnych silników.


Złącze	Pin	Sygnał			Opis
		1-fazowy	2-fazowy	3-fazowy	
 <p>12-pinowe gniazdo MIL-C-26482 z kompatybilną powłoką systemową o rozmiarze 14</p>	A	Home			Odniesienie mechaniczne
	B	FazaA+	FazaA+	FazaA	Moc silnika
	C	FazaA-	FazaA-	FazaB	
	D	n/c			
	E		FazaB+	FazaC	
	F	n/c	FazaB-	n/c	
	G	Disable			Zdalne wyłączenie
	H	Wyłącznik krańcowy+			Wyłączniki krańcowe
	J	Wyłącznik krańcowy-			
	K	Osłona			
	L	Napięcie 5V			Zasilanie pomocnicze
	M	GND			
Przykłady złącz:		ITT CANNON: TNM6U 1400-12P1L FCI: UTGS6PG1412PN			

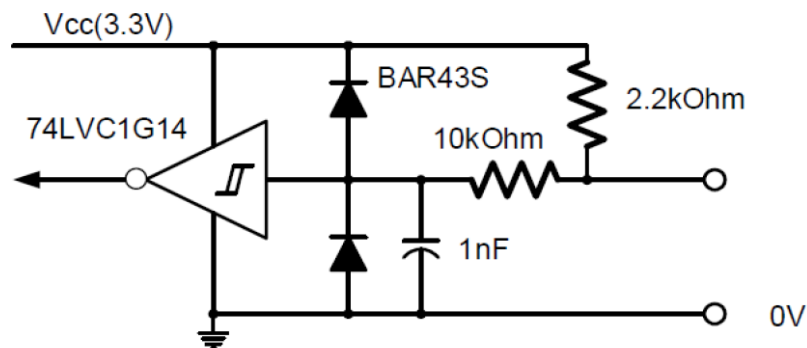
Rysunek 2. Złącze silnika IcePAP.

Przewody sterujące np.: Początkowy, Wyłącznik krańcowy+, Wyłącznik krańcowy- i Wyłączania mają identyczne złącze jak te na Rysunku 3.

Wszystkie przewody sterujące powinny być zakończone pinem M (GND).

Pin A (Początkowy) jest przydatny, gdy przełączniki elektryczne w urządzeniu będą stosowane jako doprowadzających odniesienia. W przypadku sygnałów referencyjnych generowanych przez enkodery, dostępnych jest kilka wejść pinowych w złączu enkodera.

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 6 z 26
	Dokument końcowy	Data 28.11.2023 Wersja: 1.7



Rysunek 3. Połączenie elektryczne przewodów sterujących (Limit+, Limit-, Home i Disable). Vcc=3.3V, 2.2kOhm.

Pin L (napiecie na pinie 5V) należy stosować do zasilania aktywnych przełączników.  
 Pin K połączony jest z ekranem przewodu i jego zadaniem jest gwarantowanie ciągłości ekranu elektrycznego w przypadku złącz plastikowych (niezalecane).

Pin wyłączenia sygnału (Pin G) jest zawsze sprawdzany przez sprzęt, a jego wysoki poziom zapobiega przed włączeniem silnika. Nawet jeżeli urządzenie, które ma być napędzane nie będzie wykorzystywało funkcji wyłączenia sygnału, to pin wyłączenia musi być zewnętrznie podłączony do GND (np. należy podłączyć piny G i M). Dobrym rozwiązaniem w tym przypadku jest podłączenie pinu wyłączenia sygnału z uziemieniem na ostatnim złączu przed silnikiem, tak aby sterownik mógł zawsze wykryć czy silnik jest podłączony, czy nie.

Przed wejściem silnika musi być co najmniej 20 cm wolnej przestrzeni na wtyczkę i kabel.

Kontraktor musi zapewnić **12-pinowe złącze męskie**, z rozmieszczeniem pinów jak pokazano na rysunku 2. Preferujemy gniazda ze złączami tuż obok silnika lub, jeśli nie jest to możliwe, połączone w patchpanel zlokalizowany w pobliżu elementu (np. na podporze). W przypadku innych rozwiązań/potrzeb prosimy o kontakt z obsługą SOLARIS.

### 3.2.1 Przykłady kodów złącz

Gniazdo kablowe: UT061412SH/RT061412SNH  
 Tylne osłona ekranowana (prosta): UT0S14JCL/ RT0L14CGNS2  
 Tylne obudowa (90): UT014LPGN/RT0B14CGNS2  
 Styk zaciskany (męski): RM16M23K/RM20M12K

**Preferowane są systemy Amphenol.**


### 3.2.2 Alternatywne podłączenie silników dla silników krokowych w próżni do 2A\*

Jeżeli silnik znajduje się w próżni, istnieje także możliwość interfejsu poprzez umieszczone w kołnierzu męsko-męskie złącze sub-d 15. W takim przypadku piny należy podłączyć w konfiguracji z Tabeli poniżej:

Pin w powietrzu (in-air)	Pin w próżni (in-vacuum)	Silnik
1	8	PhaseB-
2	7	PhaseB-
3	6	PhaseB+
4	5	PhaseB+
5	4	PhaseA-
6	3	PhaseA-
7	2	PhaseA+
8	1	PhaseA+
9	15	Limit+
10	14	GND
11	13	Disable
12	12	5Vpower
13	11	Home
14	10	GND
15	9	Limit-


Tabela. Podłączenie silników w próżni. Układ styków dla połączenia 15 pinowego.

Tabela zawiera pin 5V w centralnym pinie, żeby uniknąć uszkodzenia sprzętu w przypadku lustrzanego błędu.

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 8 z 26
		Data 28.11.2023
	Dokument końcowy	Wersja: 1.7

- W przypadku silnika, który posiada 8 przewodów i jest okablowany równolegle używając 2 pinów na fazę, można w ten sposób skonfigurować silniki do 4A na fazę.



 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 9 z 26
		Data 28.11.2023
	Dokument końcowy	Wersja: 1.7

### 3.3 Enkodery

IcePAP obsługuje zarówno enkodery SSI przyrostowe, jak i bezwzględne za pośrednictwem głównego złącza wejściowego. Enkodery przyrostowe mogą być impulsowe/kierunkowe lub kwadraturowe.

Dla enkoderów bezwzględnych SSI, częstotliwość zegara można ustawić na jedną z następujących wartości: 125kHz, 250kHz, 500kHz, 1.25MHz, 2.5MHz, 7.5MHz, 12.5MHz i 18.75MHz.

Możliwe jest dodanie kolejnego interwału czasowego pomiędzy następującymi po sobie ramami SSI. Ten dodatkowy czas można ustawić na: 0, 5µs, 10µs, 20µs, 30µs, 50µs, 100µs lub 500µs. Szerokość pasma danych dostępna jest w zakresie do 32 bitów, a pozycję należy zakodować w postaci zwykłego kodu binarnego lub kodu Graya.

Moduł SSI może przeprowadzać kontrolę nieparzystości lub parzystości bitów. Bit parzysty musi być bitem danych znajdującym się za bitem pozycji.

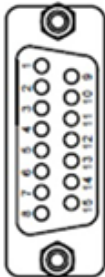
**Preferowane są enkodery absolutne.**

#### Złącze enkodera


Na rysunku 4 przedstawiono standardową konfigurację połączeń dla enkoderów w SOLARIS (15-pin sub-D, złącze 9-pin sub-D jest również wspierane). Dostawcy/Producenci powinni stosować się do niej, szczególnie gdy będzie użyta skrzynka połączeniowa.

Sygnały enkoderów są sygnałami różnicowymi i są zgodne z charakterystyką RS422 (patrz Rysunek 5 dotyczący interfejsu elektrycznego).

Wszystkie sygnały różnicowe są także kompatybilne z TTL. W takim przypadku, należy odłączyć sygnał ujemny i jako połączenie należy zastosować jedynie sygnał dodatni pary różnicowej oraz pin GND.

Złącze	Pin	Sygnał	Rodzaj/Kierunek	Opis
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             				

Rysunek 4. Złącze enkodera  
po stronie IcePAP

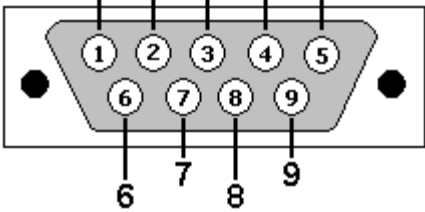
 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 10 z 26
		Data 28.11.2023
	Dokument końcowy	Wersja: 1.7

EncInA, EncInB i EncAux należy stosować w enkoderach przyrostowych dla sygnałów A, B i indeksowego. EncClk i EncAux należy stosować w enkoderach bezwzględnych dla wejść Zegara i Danych.

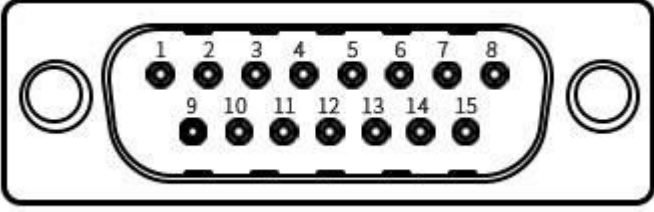
Pomocnicze źródło w złączu enkodera dostarcza zasilanie o napięciu 5V (piny 15 i 8) do enkoderów oraz linii zwrotnych w celu rekompensacji spadku napięcia na przewodzie zasilającym (piny 14 i 7).

Złącze enkodera musi być 9-pinowym lub 15-pinowym męskim gniazdem DB. Preferujemy gniazda ze złączami tuż przy silniku lub, jeśli nie jest to możliwe, zagregowane w patchpanel umiejscowiony w pobliżu systemu. W przypadku innych rozwiązań/potrzeb prosimy o kontakt z obsługą SOLARIS.


W przypadku **enkoderów absolutnych** producent musi przestrzegać standardu Renishaw Resolute i zapewnić **9-pinowe gniazdo męskie DB9** w następującej konfiguracji:

Connector	Pin	Signal
	1	Inner shield (GND)
	9	GND
	5	5V power
	8	5Vsense-
	4	5Vsense+
	3	EncClk- (MA-)
	2	EncClk+ (MA+)
	7	EncAux- (SLO-)
	6	EncAux+ (SLO+)


W przypadku **enkoderów inkrementalnych** producent musi przestrzegać normy Renishaw Tonic i zapewnić **15-pinowe gniazdo męskie DB15** w następującej konfiguracji:

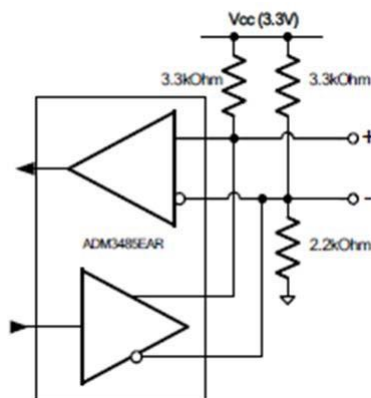
Connector	Pin	Signal
	2	GND
	7	5V power
	9	5Vsense-
	8	5Vsense+
	14	EncA+
	6	EncA-
	13	EncB+
	5	EncB-
	4	EncAux- (Z-)
	12	EncAux+ (Z+)

W razie jakichkolwiek wątpliwości, należy skontaktować się z obsługą techniczną Narodowego

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 11 z 26
		Data 28.11.2023
	Dokument końcowy	Wersja: 1.7

Centrum Promieniowania Synchrotronowego - "SOLARIS"

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 12 z 26
	Dokument końcowy	Data 28.11.2023 Wersja: 1.7




Rysunek 5. Schemat wykorzystany do obwodów różnicowych (wejście i wyjście).

## Połączenie z PLC

W aplikacjach, w których ze względów bezpieczeństwa maszyny konieczne jest, aby pozycja enkodera była sprawdzona przez PLC zaleca się użycie enkodera absolutnego SSI. Interfejs enkodera PLC obsługuje następujące cechy:

- Dowolny enkoder absolutny obsługujący standardowy protokół SSI, w tym liniowy, obrotowy i optyczny urządzenia do pomiaru odległości. Najbardziej znaczący format danych z wyrównaniem bitów. Interfejs fizyczny dla sygnały zegara i danych to RS-422
- Szybkości danych SSI (wybierane programowo): 125 kHz, 250 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2 MHz.
- Bity SSI na słowo: 2... 31
- Czas opóźnienia słowa SSI (czas oczekiwania między dwoma żądaniami pozycji): 16  $\mu$ s... 65535  $\mu$ s
- Funkcje SSI: kod Gray'a lub binarny z możliwością konwersji z Gray'a na binarny
- Moc czujnika SSI: 450 mA, 10... 28,8 V DC (najlepiej)

Interfejs enkodera może być zgodny z interfejsem przedstawionym na rysunku 4, ale nie jest to obowiązkowe.

	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 13 z 26
	Dokument końcowy	Data 28.11.2023 Wersja: 1.7

### 3.4 Łączniki krańcowe lub początkowe

Jak opisano powyżej, łączniki krańcowe lub początkowe podłączone są do IcePAP za pośrednictwem złącza silnika opisanego na Rysunkach 2 i 3.

Standardowe łączniki krańcowe charakteryzują się następującymi właściwościami:

- 2 styki na łącznik
- Powrót do obwodu następuje przez pin M (GND) w złączu silnika.
- Aktywacja określana jest przez ich interakcję z obwodem wejściowym opisanym na Rysunku 3.
- Zasilanie 5V można uzyskać z pinu L, jednak nie należy zapominać, że do wejść podłączono już po 3,3V poprzez rezystor 2.2 kOhm.
- Preferowany jest styk normalnie zamknięty.

Zazwyczaj wystarczy suchy styk normalnie zamknięty. Jeżeli czujnik został wykonany przy użyciu innej technologii, należy wyraźnie zaznaczyć to w dokumentacji i skonsultować z SOLARIS. Należy unikać przełączników opartych na czujnikach optycznych lub czujnikach Halla.

Położenie wyłącznika krańcowego połączonego z dodatnim stykiem wyłącznika krańcowego należy wybrać tak, aby oś porusza się w jej kierunku, gdy jest poruszana w kierunku dodatnim.

### 3.5 Złącza czujników temperatury

Silniki w próżni muszą być wyposażone w czujniki temperatury.


Wyposażenie powinno umożliwiać dostęp do termopar w urządzeniach lub silnikach poprzez miniaturowe złącza termoparowe (przystosowanych od -50 do 220 °C).

Przykłady można znaleźć na stronie:

[http://www.tcdirect.co.uk/Default.aspx?level=2&department\\_id=280/1](http://www.tcdirect.co.uk/Default.aspx?level=2&department_id=280/1)

W przypadku PT100 należy zastosować połączenia 3-przewodowe.

Dozwolone jest korzystanie z kilku PT100 za pośrednictwem złącza DSUB15

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 14 z 26
	Dokument końcowy	Data 28.11.2023 Wersja: 1.7

### 3.6 Wyłączanie

Istnieją dwie możliwości podłączenia czujników, które w zależności od potrzeb muszą wyłączyć silnik. Czy konieczne jest, aby zewnętrzna elektronika (PLC) zbadała stan przełączników czy nie jest to konieczne i przełączniki można połączyć szeregowo (ma to zwykle miejsce, gdy oś ma TYLKO przełączniki krańcowe). The decyzję należy uzgodnić z SOLARIS.

IcePAP zapewnia pin (G) w złączu silnika, aby umożliwić zewnętrznemu sprzętowi wyłączenie silnika dla celów bezpieczeństwa.

Ten styk ma taki sam interfejs elektryczny, jak styki dedykowane do przełączników dodatnich i ujemnych.

Należy użyć styków normalnie zamkniętych (NC).

Każdy przełącznik, który musi być podłączony do zewnętrznej elektroniki PLC, musi mieć napięcie co najmniej 24 V i 10mA.

Jest wiele sytuacji, w których należy użyć tego pinu:

- Wyłączniki przelotowe
- Przycisk zatrzymania maszyny / zatrzymania awaryjnego
- Przełączniki kolizyjne
- Wyłączenie silnika z powodu temperatury przekraczającej określony próg

#### 3.6.1 Wyłączanie bez potrzeby zewnętrznej elektroniki

Jest to typowy przypadek, gdy oś ma TYLKO dwa wyłączniki przelotowe (nie mylić z wyłącznikami krańcowymi) i nie trzeba znać niezależnego stanu każdego przełącznika, wyłączniki krańcowe można łączyć szeregowo między styk wyłączający złącze (G) i styk uziemienia złącza silnika (M).

#### 3.6.2 Wyłączanie z potrzebą zewnętrznej elektroniki


W tym przypadku, jeżeli konieczne jest wyłączenie osi, można tego dokonać za pośrednictwem PLC (który może być dostarczony przez SOLARIS). Z elektrycznego punktu widzenia, oznacza to, że sygnały/wyłączniki informujące o stanie alarmowym muszą być podłączone do PLC oraz, że PLC musi aktywować pin wyłączania w złączu osi silnika. Sprzęt będzie używał jednego złącza 9 pinowego Sub-D (męskiego).

Piny 1 i 2 złącza Sub-D będą połączone do pinów Gi M złącza silnika, pozwalając PLC na aktywację sygnału. Pozostałe piny złącza silnika są dostępne dla producenta sprzętu na umożliwienie wszystkich wyłączników i sygnałów, które muszą być badane przez PLC. Wyłączniki krańcowe (ang. Limit switches) użyte do wyłączenia osi przez zewnętrzną elektronikę muszą być replikowane przez to złącze.

Jest możliwe grupowanie sygnałów powiązanych z różnymi osiami przy użyciu tego samego złącza Sub-D, aby zredukować liczbę złącz. W tym przypadku schemat pinów należy uzgodnić z SOLARIS.

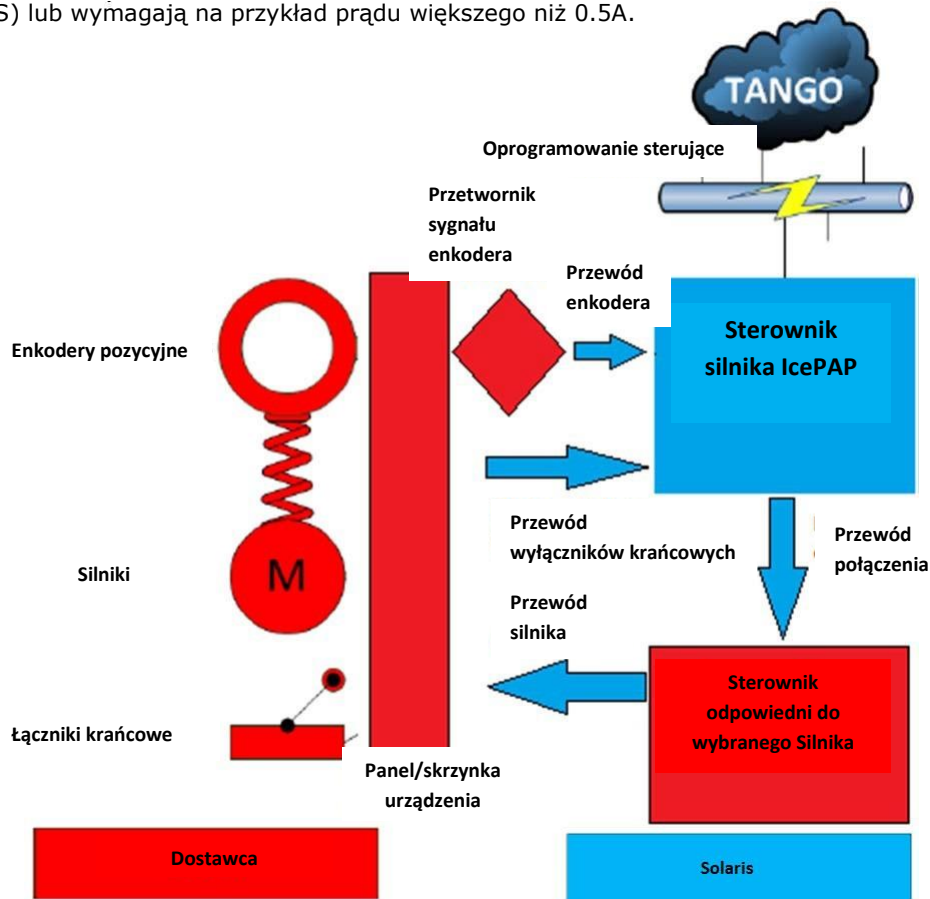
Ze względu na dodatkowe obciążenie, które jest wymagane, aby dodać zacisk śrubowy wyłączania w późniejszym etapie, w razie wątpliwości STANOWCZO ZALECA SIĘ dodanie go na samym początku. Jednak nie należy domyślny traktować jako zasadę, a stosować jedynie dla osi, która z jakiegoś powodu wymaga/może wymagać wyłączenia.

W załączniku A podanych zostało kilka przykładowych połączeń.

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 15 z 26
	Dokument końcowy	Data 28.11.2023 Wersja: 1.7

## 4 Niestandardowe systemy napędowe


Niestandardowe systemy napędowe to takie, których silnik nie jest 2-fazowym silnikiem krokowym o prądzie znamionowym do 7A lub którego wyjście enkodera nie jest obsługiwane przez IcePAP np.: inne niż enkodery impulsowe/kierunkowe lub kwadraturowe (aby uzyskać informacje dotyczące BISS- C, należy skontaktować się z obsługą techniczną SOLARIS) lub wymagają na przykład prądu większego niż 0.5A.



Rysunek 6. Elementy i obowiązki dotyczące standardowego systemu napędowego.

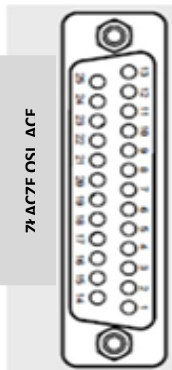
W przypadku niestandardowych silników podejście do interfejsu jest inne, gdy do połączenia silnika używany jest zewnętrzny kontroler (inteligentny programowalny kontroler ruchu) lub gdy stosuje się prosty sterownik mocy (3 lub 5 fazowe silniki krokowe). Drugi przypadek omówiono w tym rozdziale.

Niestandardowe sterowniki silników mogą być napędzane z IcePAP poprzez ich kwadraturę (lub wyjście impulsowe / kierunkowe). Preferowana jest kwadratura (sterowniki impulsów / kierunku często narzucają czas przed przełączeniem kierunku, a IcePAP nie obsługuje tej opcji). Każdy sterownik IcePAP może przekazywać swoje wewnętrzne impulsy indeksujące do dowolnego zewnętrznego sterownika, którym można sterować za pomocą impulsu i kierunku lub kwadratury poprzez interfejs przedniej osi, zachowując jednocześnie możliwości synchronizacji z resztą systemu IcePAP. Od dostawcy zależy znalezienie odpowiedniego zewnętrznego sterownika dla jego silnika.

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 16 z 26
		Data 28.11.2023
	Dokument końcowy	Wersja: 1.7

W złączu interfejsu przedniej osi, 3 TTL 3,3 V może być skonfigurowane do wysyłania do sterownika informacji, takich jak włączanie / wyłączanie zasilania (InfoA), hamulce (InfoB) lub zmiana rozdzielczości kroku (od pełnego kroku do pewnego stopnia mikrostepu). Wyłączniki krańcowe muszą w tym przypadku być podłączone do interfejsu silnika sterownika IcePAP podłączonego do sterownika zewnętrznego. W tym celu należy przewidzieć złącze w panelu interfejsu urządzenia lub w skrzynce. Jeśli zewnętrzny sterownik potrzebuje wyłączników krańcowych, IcePAP może przekazać te sygnały graniczne do zewnętrznego sterownika za pośrednictwem wyżej wymienionych 3 wyjść TTL 3,3 V.




Złącze	Pin	Sygnał	Typ/Kierunek	Opis
<div></div> <div>25-pinowy wtyk żeński sub-D</div>	1	+3,3v	zasilacz	Port szeregowy asynchroniczny
	14	(zamknięty)	RS232 I/O	
	2	Tx232		
	15	(zamknięty)		
	3	Rx232		
	16	GND		
	4	OutPosA+	wyście RS422	Sygnał pozycji wyjściowej
	17	OutPosA-	wyście RS422	
	5	OutPosB+		
	18	OutPosB-	wyście RS422	Pomocniczy sygnał wyjściowy
	6	OutAux+		
	19	OutAux-		
	7	GND		
	20	InPosA+	wyście RS422 lub TTL	Sygnał położenia wejściowego
	8	InPosA-	wyście RS422 lub TTL	
	21	InPosB+		
	9	InPosB-	wyście RS422 lub TTL	Pomocniczy sygnał wejściowy
	22	InAux+		
	10	InAux-		
	23	GND		
	11	GND		Sygnał uziemienia
	24	InfoA	Wyjście TTL (3,3V)	Wyjście ogólnego przeznaczenia
	12	InfoB	Wyjście TTL (3,3V)	Wyjście ogólnego przeznaczenia
	25	InfoC	Wyjście TTL (3,3V)	Wyjście ogólnego przeznaczenia
	13	GND		Sygnał uziemienia

Rysunek 7: Opis pinów na przedniej osi

Wyście kwadraturowe (lub impuls/kierunek) składa się z dwóch różnicowych par (według standardu RS422) OutPosA (impulsy) i OutPosB (kierunek). Takie sygnały mogą także sterować wejściami TTL pozostawiając odłączony pin pary i zamykając obwód za pośrednictwem GND (pin 7).

Wykres elektryczny takich par kwadraturowych przedstawiony został na Rysunku 5.

Aby zastosować niestandardowe enkodery, dostawca musi dostarczyć pewnego rodzaju przetwornik do obsługiwanych sygnałów enkodera. Stanowczo zaleca się uprzednie skontaktowanie się z obsługą techniczną SOLARIS.

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 18 z 26
	Dokument końcowy	Data 28.11.2023 Wersja: 1.7

## 5 Amortyzatory

W systemach, gdzie wymagana jest duża prędkość obrotowa, Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS zaleca stosowanie silników dwuwiałowych z jednym z poniższych amortyzatorów zainstalowanym na drugim wale.


Amortyzatory mechaniczne są ostatnio bardzo często spotykane w katalogach wszystkich producentów silników. Te bezwładne ciała uszczelniane hermetycznie żelem silikonowym tłumią wibracje silnika krokowego oraz zapewniają odpowiednią jego wydajność przy wysokich prędkościach umożliwiając silnikom krokowym przechodzenie przez zwykłe rezonanse średniej częstotliwości od kilku kHz do 10kHz przy bardzo niskiej cenie.



Rysunek 8. Bezwładne amortyzatory pochodzące od dwóch producentów silników

## 6 Hamulce

Zdecydowanie zaleca się zaprojektowanie mechaniki w taki sposób, aby hamulce nie były konieczne. Standardowy sterownik SOLARIS nie oferuje żadnej certyfikowanej funkcji „Safe-Torque-Off”.

	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 19 z 26
	Dokument końcowy	Data 28.11.2023 Wersja: 1.7

## 7 Połączenia przewodowe

Standardowy przewód wykorzystywany w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego - „SOLARIS” do podłączania złącza silnika w sterowniku ze złączem silnika w urządzeniu charakteryzuje się następującymi właściwościami:

- 2x2x0,75 mm<sup>2</sup> do faz silnika. Ekranowany.
- 2x3x0,34 mm<sup>2</sup> do obwodów sterujących (krańcowe, początkowe, wyłączania, 5V, uziemienia). Ekranowany.
- Ekran ogólny. Powłoka zewnętrzna PUR, bezhalogenowa.

Wewnętrzne połączenia urządzeń nie muszą charakteryzować się powyższymi właściwościami, jednak należy traktować je jako odniesienie do średnic ekranów i przewodów.

Standardowy przewód wykorzystywany w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego - „SOLARIS” do łączenia złącza enkodera w sterowniku oraz złącza enkodera w urządzeniu charakteryzuje się następującymi właściwościami:


- 6x2x0.25mm<sup>2</sup> przewód LIYC. Ekranowany.

Wewnętrzne okablowanie urządzenia nie musi być zgodne z powyższym, jednak należy traktować je jako odniesienie do średnic osłon i przewodów.

Okablowanie maszyny musi spełniać wymagania unijnej dyrektywy niskonapięciowej 2014/35 / UE oraz unijnej dyrektywy EMC 2014/30 / UE.

Należy przestrzegać najlepszych praktyk dotyczących okablowania. Ekranowanie kabli powinno sięgać do obudów silnika. Wszystkie metalowe płytki łączące muszą być odpowiednio podłączone do pojedynczego zacisku uziemienia. Kable i ekrany (szczególnie enkoderów) nie powinny być przerywane przez złącza pośrednie, a osłony (szczególnie enkoderów) nie powinny być zrywane z enkodera do złącza urządzenia końcowego.

Kable należy zabezpieczyć przed uszkodzeniem mechanicznym poprzez poprowadzenie kabli lub przewodów w kanale kablowym, elastyczny przewodem, z metalowym opłotem, korytkiem kablowym itp. Kable należy chronić przed uszkodzeniem krawędzie poprzez tuleje itp. Instalacje z pomalowanych, powlekanych lub plastikowych koryt kablowych, materiały halogenowe o zerowej emisji dymu lub proste opaski kablów nie są akceptowane. Systemy prowadzenia kabli nie powinny być mocowane za pomocą klejów, chyba że nie będzie można wywiercić otworów na określonej powierzchni.


 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 20 z 26
	Dokument końcowy	Data 28.11.2023 Wersja: 1.7

## 8 Dokumentacja

Dostawca/producent dostarczy dla każdej osi tabelę zawierającą przynajmniej następujące informacje:

- Silnik:
  - Pełna nazwa modelu
  - Prąd, prąd spoczynkowy, rozdzielczość krokową (half step, microstepping factor) i prędkość rekomendowana dla urządzenia
  - Liczbę kroków od pozycji Home do pozycji wyłącznika krańcowego (ang. Limit switches) lub pomiędzy wyłącznikami krańcowymi oraz od którego wyłącznika krańcowego należy rozpocząć procedurę bazowania
  - Backlash (jeśli dotyczy; długość i kierunek ruchu, który należy wykonać aby zniwelować luz mechaniczny)
  - Nominalna prędkość pracy (rev/s)
- Enkoder:
  - Pełna nazwa modelu
  - Typ: Przyrostowy czy absolutny
  - Liczba zliczeń enkodera od pozycji Home do wyłączników krańcowych (ang. limit switches) lub pomiędzy pomiędzy wyłącznikami krańcowymi (jeżeli enkoder jest przyrostowy) lub pozycję enkodera dla wyłączników krańcowych (jeżeli enkoder jest absolutny)
- Wyłączniki krańcowe (ang. Limit switches):
  - Pełna nazwa modelu
  - Typ: Suchy kontakt lub inna technologia

SOLARIS dostarczy arkusz kalkulacyjny ze strukturą dla wszystkich wypisanych wyżej informacji. Poza wymienionymi Dostawca dostarczy dane producenta (manufacturer datasheets) dla wszystkich dostarczonych silników, enkoderów, wyłączników krańcowych i innych powiązanych elementów użytych w systemie. Zobacz załącznik 10.3

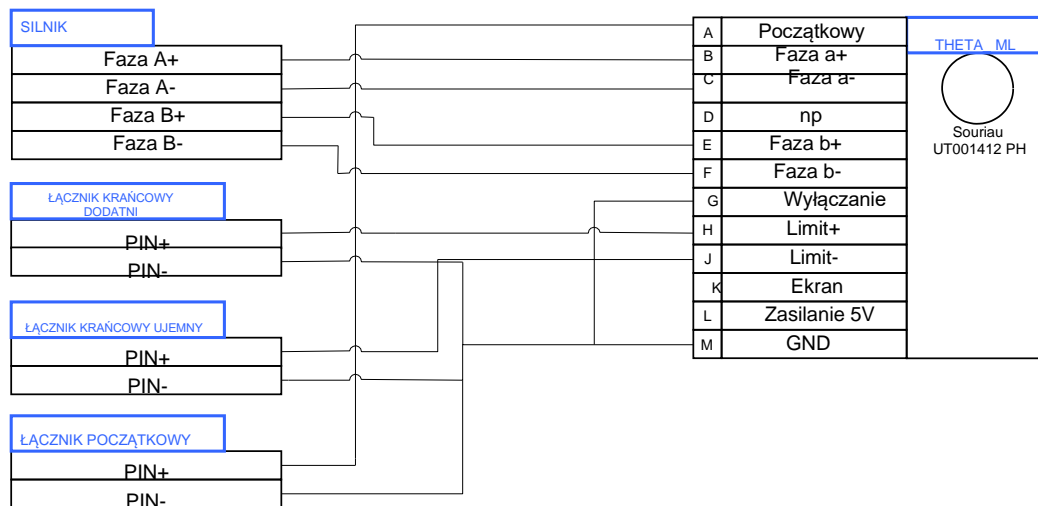
	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 21 z 26
		Data 28.11.2023
	Dokument końcowy	Wersja: 1.7

## 9 Podsumowanie

Silniki standardowe	2-fazowe silniki krokowe
Standardowy prąd znamionowy w silnikach	do 7A
Magistrala DC sterownika	Konfigurowane oprogramowaniem od 75V do
Technologie enkodera przyrostowego	Impulsowe/kierunkowe lub kwadraturowe (TTL lub RS422)
Technologie enkodera bezwzględnego	SSI, BISS-C , <b>PREFEROWANE ROZWIĄZANIE</b>
Zasilanie enkodera dostarczane przez sterownik	5VDC
Częstotliwości zegara SSI	125kHz, 250kHz, 500kHz, 1.25MHz, 2.5MHz, 5MHz, 12.5MHz i 25MHz
Dane SSI	Do 32 bitów
Inne SSI	Kod Graya lub Binarny. Bit parzysty lub nieparzysty po danych
Napięcie wyłącznika krańcowego	Połączenie opiera się na napięciu do 3,3V
Zewnętrzne wyjście sterownika	Impulsowe/kierunkowe lub kwadraturowe (TTL lub RS422)
Oś o wysokiej prędkości.	Zalecane wewnętrzne amortyzatory na wale.
Sygnały wyłączania	W razie wątpliwości, należy w tym celu dodać złącze
Kody złącz (preferowana seria Amphenol)	
Złącze silnika w panelu napędzanego urządzenia	RT061412SNH / UT001412PH lub UT001412PH6
Złącze wyłączania w panelu napędzanego urządzenia	Zaciski śrubowe
Złącze enkodera w panelu napędzanego urządzenia	15-pinowy wtyk męski DB (incremental) 9-pinowe gniazdo męskie DB (absolute)

## 10 Załącznik A

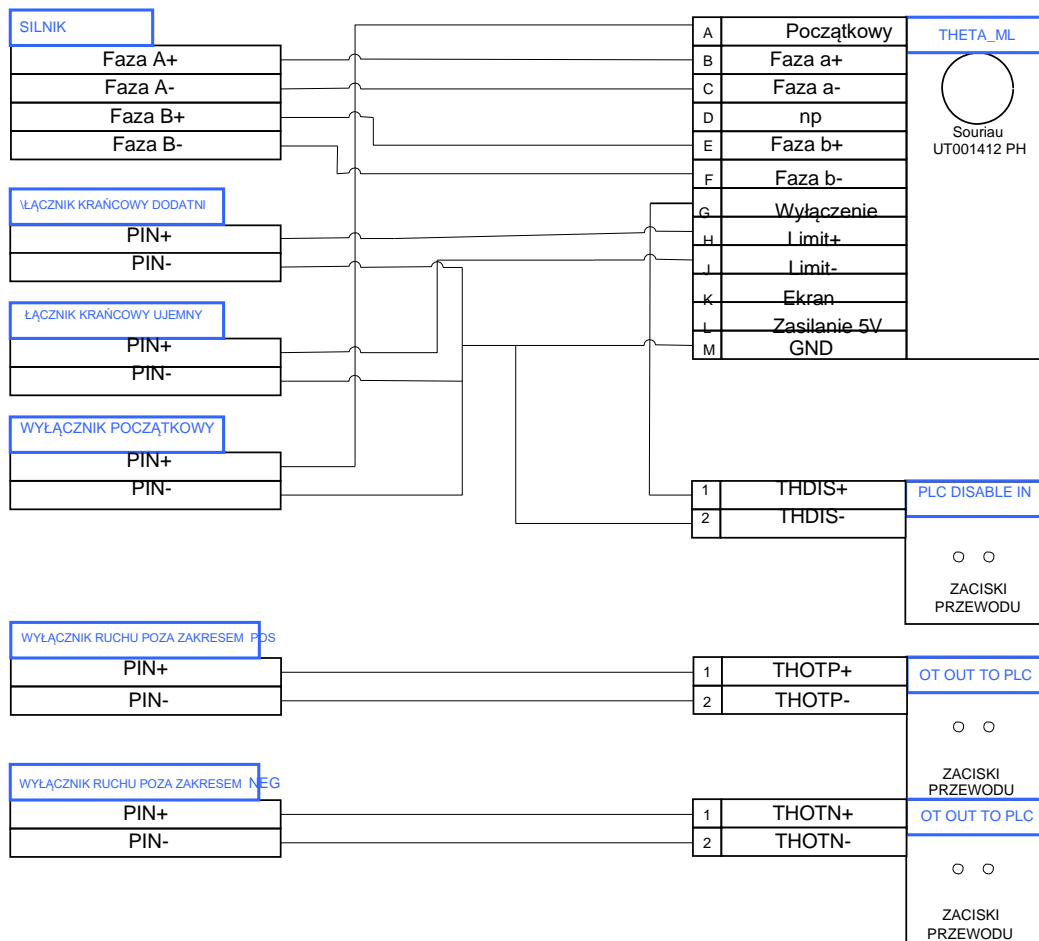
### 10.1 Standardowy system napędowy. Przykład połączeń sterownika silnika



Rysunek 9. Schemat połączeń w skrzynce połączeniowej w napędzanym urządzeniu

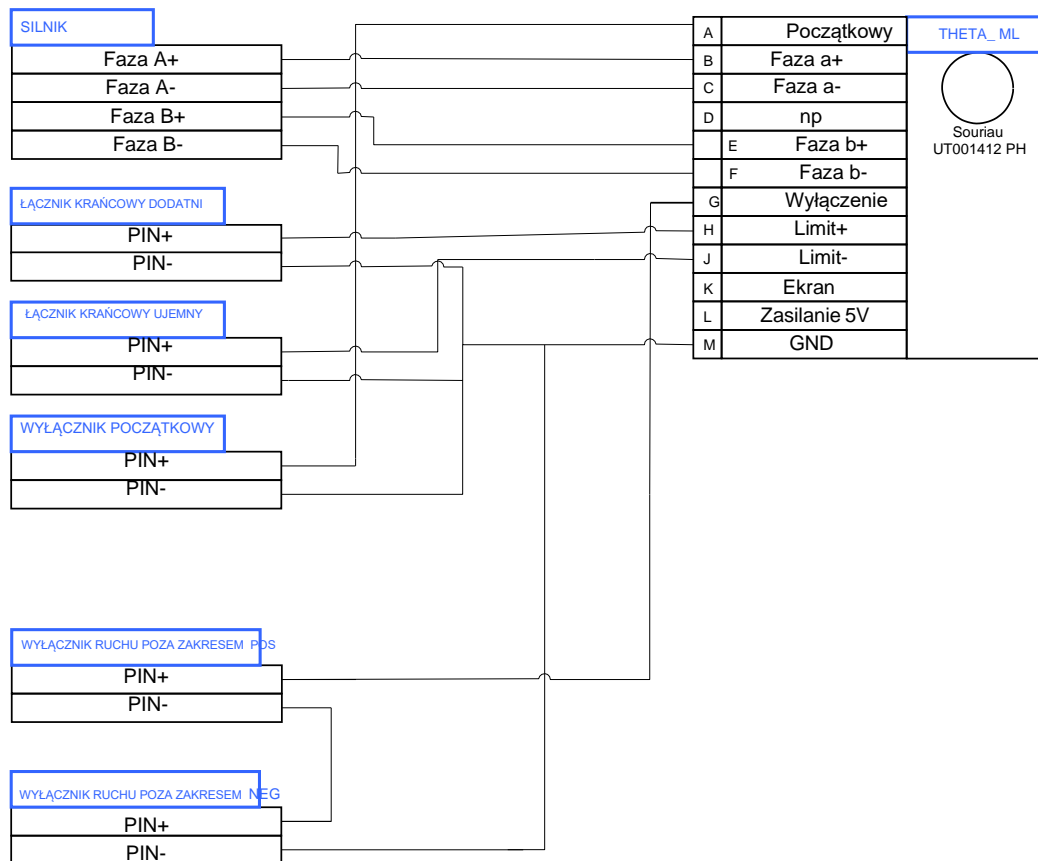
## 10.2 Standardowy system napędowy. Przykłady połączeń złącza wyłączającego

### 10.2.1 Wyłączniki ruchu poza zakresem lub krańcowe do PLC i z PLC do IcePAP




Rysunek 10. Schemat oprzewodowania skrzynki połączeniowej do wyłączonej osi ruchu poza zakresem PLC

## 10.2.2 Wyłączniki ruchu poza zakresem lub krańcowe bezpośrednio do IcePAP




Rysunek 11. Schemat połączeń w skrzynce połączeniowej dla wyłączonej osi ruchu bez zewnętrznego sprzętu



 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 25 z 26
		Data 03.04.2017
	Dokument końcowy	Wersja: 1.3

### 10.3 Parametry motoryzacji (wzorzec)

Grupy parametrów		Opis parametru	Powiązana nazwa w IcePAPCMS
Parametry ogólne		Nazwa lub numer osi	AXIS
		Kroki silnika na obrót	MOVEMENT RESOLUTION
		Nominalna prędkość ruchu (kroki na sekundę)	VELOCITY
		Czas uzyskania nominalnej prędkości (Czas przyspieszania)	ACCELERATION TIME
		Liczba faz	PHASES
		Sposób regulacji: prądowy, napięciowy, moment obrotowy; IcePAP wspiera tylko prądowy	REGULATION MODE
		Opór pojedynczej fazy [Ohm]	PHASE RESISTANCE
		Nominalne napięcie ruchu	NOMINAL VOLTAGE
		Napięcie wymagane do utrzymania osi nieruchomo (w procentach nominalnej wartości)	IDLE VOLTAGE
		Nominalny prąd ruchu	NOMINAL CURRENT
		Prąd wymagany do utrzymania osi nieruchomo (w procentach nominalnej wartości)	IDLE CURRENT
		Format sygnału enkodera (QUAD, PULSE+, PULSE-)	ENCODER MODE
		Kroki enkodera na obrót	ENCODER RESOLUTION
		Polaryzacja górnego sygnału krańcowego	L+ POLARITY
		Polaryzacja dolnego sygnału krańcowego	L- POLARITY
		Polaryzacja sygnału Home (tylko w przypadku gdy homing jest realizowany przez enkoder)	HOME POLARITY

 <div><b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</div>	Normy i zalecenia firmy SOLARIS	
	<b>Norma dotycząca automatyki napędów</b>	Strona 26 z 26
		Data 03.04.2017
		Wersja: 1.3
	Dokument końcowy	

		Maksymalna prędkość dla poszukiwania home	A
<b>Enkoder absolutny</b>		Kierunek	
		Offset	
		Typ transmisji	
	<b>Parametry transmisji</b>	Długość danych	
		Kodowanie danych	
		Częstotliwość zegara	
		Wzorzec bitu kontrolnego	
<b>Silnik</b>		Pełna nazwa modelu	
		Liczba kroków od pozycji Home do pozycji wyłącznika obszaru pracy (ang. Limit switches) lub pomiędzy wyłącznikami obszaru pracy oraz wyłączniki obszaru pracy używany do kalibracji (ustawiania pozycji Home)	
		Backlash	
		Możliwe źródła wyłączenia	
<b>Enkoder</b>		Pełna nazwa modelu	
		Typ: inkrementalny lub absolutny	
		Liczba zliczeń enkodera od pozycji Home do wyłączników obszaru pracy (ang. limit switches) lub pomiędzy pomiędzy wyłącznikami obszaru pracy (jeżeli enkoder jest przyrostowy) lub pozycję enkodera dla wyłączników obszaru pracy (jeżeli encoder jest absolutny)	
<b>Wyłączniki obszaru pracy (ang. limit switches)</b>		Pełna nazwa modelu	
		Typ: suchy kontakt lub inna technologia	