

INSTRUKCJA UŻYTKOWNIKA

Czujnik siły/momentu
HEX

Do robota KUKA KRC4

Edycja E9

OnRobot FT KUKA wersja oprogramowania 4.0.0

Wrzesień 2018 r.

Spis treści

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Wstęp..... | 5 |
| 1.1 | Docelowi odbiorcy..... | 5 |
| 1.2 | Przeznaczenie | 5 |
| 1.3 | Ważne informacje dotyczące bezpieczeństwa..... | 5 |
| 1.4 | Symbole ostrzegawcze..... | 5 |
| 1.5 | Elementy typograficzne dokumentu..... | 6 |
| 2 | Pierwsze kroki..... | 7 |
| 2.1 | Zakres dostawy..... | 7 |
| 2.2 | Montaż..... | 7 |
| 2.2.1 | Kołnierz narzędzia ISO 9409-1-50-4-M6..... | 8 |
| 2.2.2 | Kołnierz narzędzia ISO 9409-1-31.5-7-M5..... | 8 |
| 2.2.3 | Kołnierz narzędzia ISO 9409-1-40-4-M6..... | 9 |
| 2.3 | Złącza przewodów | 10 |
| 2.4 | Instalacja oprogramowania | 10 |
| 2.4.1 | Konfiguracja interfejsu liniowego KUKA (Ethernet)..... | 11 |
| 2.4.2 | Instalacja pakietu KUKA Robot Sensor Interface..... | 13 |
| 2.4.3 | Instalacja oprogramowania OnRobot KUKA | 16 |
| 3 | Programowanie pakietu OnRobot | 19 |
| 3.1 | Omówienie | 19 |
| 3.1.1 | Zmienne KRL | 19 |
| 3.1.2 | Funkcje i podprogramy KRL..... | 19 |
| 3.2 | Inicjalizacja..... | 19 |
| 3.2.1 | OR_INIT() | 19 |
| 3.3 | Sterowanie ręczne | 20 |
| 3.3.1 | OR_HANDGUIDE()..... | 20 |
| 3.4 | Rejestracja i odtwarzanie ścieżek | 20 |
| 3.4.1 | Rejestracja ścieżki | 20 |
| 3.4.2 | Odtwarzanie ścieżki: OR_PATH_REPLAY() | 23 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.5 | Sterowanie siłą..... | 25 |
| 3.5.1 | OR_BIAS()..... | 25 |
| 3.5.2 | OR_FORCE_TORQUE_ON() | 25 |
| 3.5.3 | OR_FORCE_TORQUE_OFF()..... | 26 |
| 3.5.4 | OR_WAIT()..... | 26 |
| 3.5.5 | Przykładowe sterowanie siłą | 26 |
| 4 | Glosariusz pojęć | 28 |
| 5 | Wykaz skrótów..... | 29 |
| 6 | Załącznik..... | 30 |
| 6.1 | Zmiana adresu IP modułu Compute Box | 30 |
| 6.2 | Usuwanie oprogramowania | 31 |
| 6.3 | Wersje..... | 32 |

Copyright © 2017-2018 OnRobot A/S. Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być w jakiegokolwiek formie ani jakąkolwiek metodą powielana bez pisemnej zgody OnRobot A/S.

Informacje podane w niniejszym dokumencie są prawdziwe według naszej najlepszej wiedzy w momencie publikacji. Mogą zaistnieć różnice pomiędzy treścią niniejszego dokumentu a produktem, jeśli produkt ten został zmodyfikowany po dacie edycji.

OnRobot A/S. nie ponosi żadnej odpowiedzialności za jakiegokolwiek błędy lub przeoczenia w niniejszym dokumencie. W żadnym wypadku OnRobot A/S. nie ponosi żadnej odpowiedzialności za straty lub uszkodzenia wobec osób lub mienia w wyniku zastosowania niniejszego dokumentu.

Informacje zawarte w niniejszym dokumencie podlegają zmianie bez powiadomienia. Najnowsza wersja dokumentu dostępna jest na naszej stronie internetowej pod adresem: <https://onrobot.com/>.

Oryginalną wersją językową tej publikacji jest wersja angielska. Wszystkie pozostałe dostępne wersje językowe stanowią tłumaczenie wersji angielskiej.

Wszystkie znaki towarowe są własnością ich odpowiednich właścicieli. Wskazania (R) i TM zostały pominięte.

1 Wstęp

1.1 Docelowi odbiorcy

Niniejszy dokument jest przeznaczony dla integratorów projektujących i montujących kompletne rozwiązania wykorzystujące roboty. Od personelu obsługującego czujnik oczekuje się doświadczenia w zakresie:

Podstawowej wiedzy z zakresu układów mechanicznych

Podstawowej wiedzy z zakresu układów elektronicznych i elektrycznych

Podstawowej wiedzy z zakresu systemów robotycznych

1.2 Przeznaczenie

Czujnik, montowany na manipulatorze robota, przeznaczony jest do pomiaru sił i momentów. Czujnik można stosować w ramach określonego zakresu pomiarowego. Użycie czujnika dla wartości poza jego zakresem uważane jest za niezgodne z przeznaczeniem. OnRobot nie ponosi żadnej odpowiedzialności za jakiegokolwiek uszkodzenia lub obrażenia w wyniku użytkowania niezgodnego z przeznaczeniem.

1.3 Ważne informacje dotyczące bezpieczeństwa

Czujnik stanowi *częściowo kompletne urządzenie* i wymagane jest przeprowadzenie oceny ryzyka w przypadku każdego jego zastosowania jako części danego podzespołu. Ważne jest przestrzeganie wszystkich obowiązujących instrukcji dotyczących bezpieczeństwa. Instrukcje dotyczące bezpieczeństwa ograniczone są wyłącznie do czujnika i nie obejmują środków ostrożności dotyczących bezpieczeństwa kompletnego rozwiązania.

Kompletne rozwiązanie musi zostać zaprojektowane i zamontowane zgodnie z wymaganiami dotyczącymi bezpieczeństwa określonymi w normach i przepisach właściwego kraju, w którym rozwiązanie zostało zastosowane.

1.4 Symbole ostrzegawcze



NIEBEZPIECZEŃSTWO:

Symbol ten wskazuje bardzo niebezpieczną sytuację, która w przypadku wystąpienia może prowadzić do obrażeń ciała lub śmierci.



OSTRZEŻENIE:

Symbol ten wskazuje potencjalnie niebezpieczną sytuację dotyczącą elektryczności, która w przypadku wystąpienia może prowadzić do obrażeń ciała lub uszkodzenia sprzętu.

**OSTRZEŻENIE:**

Symbol ten wskazuje potencjalnie niebezpieczną sytuację, która w przypadku wystąpienia może prowadzić do obrażeń ciała lub poważnego uszkodzenia sprzętu.

**PRZESTROGA:**

Symbol ten wskazuje sytuację, która w przypadku wystąpienia może prowadzić do uszkodzenia sprzętu.

**UWAGA:**

Symbol ten wskazuje dodatkowe informacje, takie jak wskazówki lub zalecenia.

1.5 Elementy typograficzne dokumentu

W niniejszym dokumencie zastosowano poniższe elementy typograficzne.

Tabela 1: Elementy

| | |
|---|---|
| Tekst pisany czcionką Courier | Ścieżki plików, nazwy plików, kody, dane wprowadzane przez użytkownika, dane wprowadzane przez komputer |
| <i>Tekst pisany kursywą</i> | Cytaty i zdjęcia przywołane w tekście. |
| Tekst pisany wytłuszczonym drukiem | Elementy interfejsu użytkownika, łącznie z tekstem wyświetlanym na przyciskach i opcjach menu. |
| Tekst pisany wytłuszczonym, niebieskim drukiem | Łączy zewnętrzne lub wewnętrzne. |
| <nawiasy ostre> | Nazwy zmiennych, które wymagają zastąpienia rzeczywistymi wartościami lub ciągami znaków. |
| 1. Listy numerowane | Kroki procedury. |
| A. Listy alfabetyczne | Opisy objaśnień do ilustracji. |

2 Pierwsze kroki

2.1 Zakres dostawy

Zestaw czujnika KUKA KRC4 OnRobot HEX zawiera wszystko, co jest niezbędne do podłączenia czujnika siły/momentu OnRobot do robota KUKA.

- 6-osiowy czujnik siły/momentu OnRobot (wersja HEX-E v2 lub HEX-H v2)
- Moduł Compute Box OnRobot
- Napęd USB OnRobot
- Przejściówka A2, B2 lub C2
- Przewód czujnika (4-pinowy M8 - 4-pinowy M8, 5 m)
- Przewód zasilający modułu Compute Box (3-pinowy M8 - z otwartym końcem)
- Zasilacz modułu Compute Box
- Przewód UTP (RJ45 - RJ45)
- Dławik kablowy PG16
- Worek z tworzywa, zawiera:
 - Uchwyt przewodu
 - Wkręty M6x8 (6 szt.)
 - Wkręty M5x8 (9 szt.)
 - Wkręty M4x6 (7 szt.)
 - Podkładki M5 (9 szt.)
 - Podkładki M6 (6 szt.)

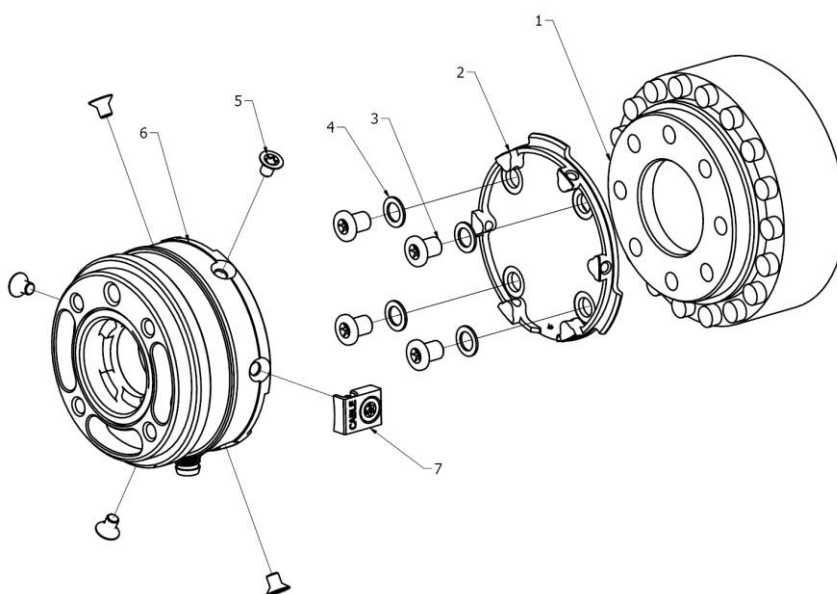
2.2 Montaż

Stosować wyłącznie wkręty dostarczone wraz z czujnikiem. Użycie dłuższych wkrętów mogłoby spowodować uszkodzenie czujnika lub robota.

2.2.1 Kołnierz narzędzia ISO 9409-1-50-4-M6

Aby zamontować czujnik do kołnierza narzędzia *ISO 9409-1-50-4-M6*, wykonać następującą procedurę:

1. Zamocować przejściówkę A2 do robota przy użyciu czterech wkrętów M6x8. Dokręcić wkręty momentem dokręcenia 6 Nm.
2. Zamocować czujnik do przejściówki przy użyciu pięciu wkrętów M4x6. Dokręcić wkręty momentem dokręcenia 1,5 Nm.
3. Zamocować przewód do czujnika przy użyciu uchwyty przewodu za pomocą jednego wkrętu M4x12. Dokręcić wkręty momentem dokręcenia 1,5 Nm.



Legenda: 1 —kołnierz narzędzia robota, 2 —przejściówka A2, 3 —wkręty M6x8, 4 —podkładka M6, 5 —wkręty M4x6, 6 —czujnik, 7 —uchwyt przewodu

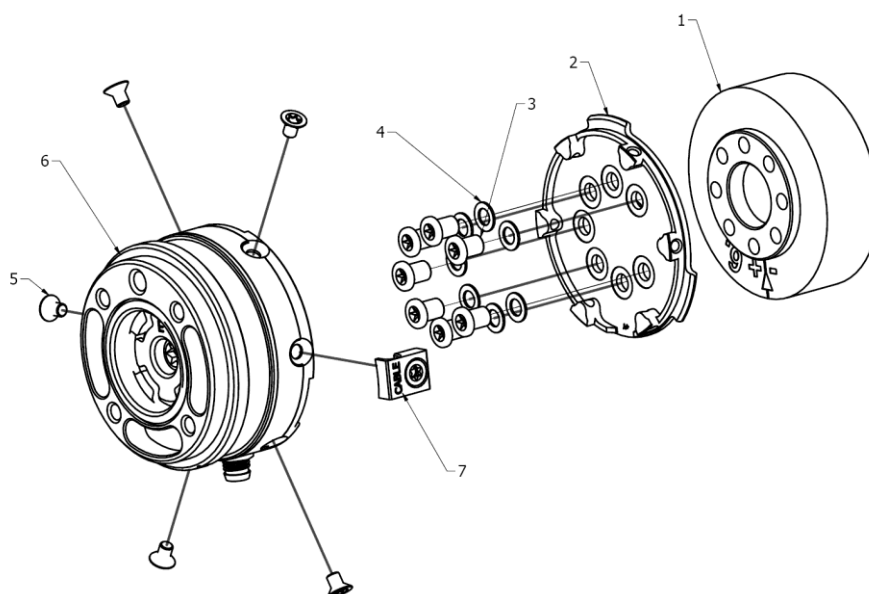
2.2.2 Kołnierz narzędzia ISO 9409-1-31.5-7-M5

Aby zamontować czujnik do kołnierza narzędzia *ISO 9409-1-31.5-7-M5*, wykonać następującą procedurę:

Zamocować przejściówkę B2 do robota przy użyciu siedmiu wkrętów M5x8. Dokręcić wkręty momentem dokręcenia 4 Nm.

Zamocować czujnik do przejściówki przy użyciu pięciu wkrętów M4x6. Dokręcić wkręty momentem dokręcenia 1,5 Nm.

Zamocować przewód do czujnika przy użyciu uchwyty przewodu za pomocą jednego wkrętu M4x12. Dokręcić wkręty momentem dokręcenia 1,5 Nm.



Legenda: 1 –kołnierz narzędzia robota, 2 –przejściówka A2, 3 –wkręty M5x8, 4 –podkładka M5, 5 –wkręty M4x6, 6 –czujnik, 7 –uchwyt przewodu

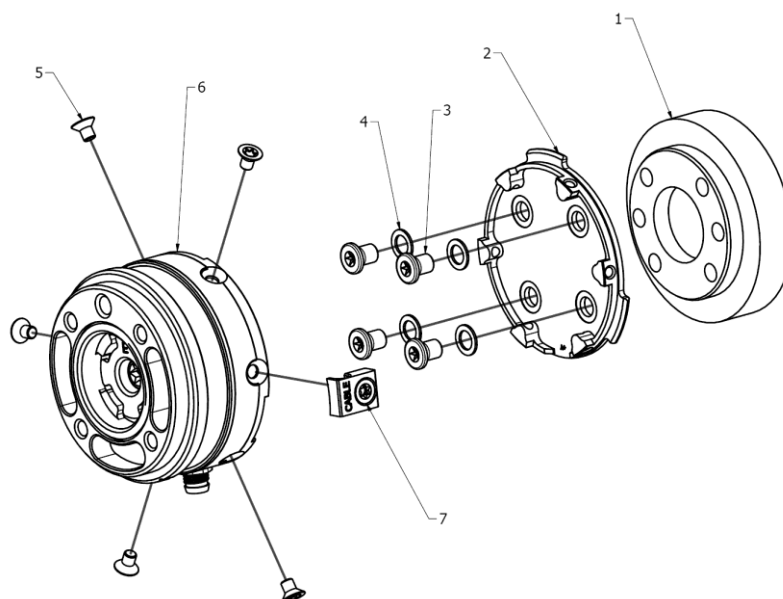
2.2.3 Kołnierz narzędzia ISO 9409-1-40-4-M6

Aby zamontować czujnik do kołnierza narzędzia *ISO 9409-1-40-4-M6*, wykonać następującą procedurę:

1. Zamocować przejściówkę C2 do robota przy użyciu czterech wkrętów M6x8. Dokręcić wkręty momentem dokręcenia 6 Nm.

Zamocować czujnik do przejściówki przy użyciu pięciu wkrętów M4x6. Dokręcić wkręty momentem dokręcenia 1,5 Nm.

Zamocować przewód do czujnika przy użyciu uchwyty przewodu za pomocą jednego wkrętu M4x12. Dokręcić wkręty momentem dokręcenia 1,5 Nm.



Legenda: 1 —kołnierz narzędzia robota, 2 —prześciówka A2, 3 —wkrety M6x8, 4 —podkładka M6, 5 —wkrety M4x6, 6 —czujnik, 7 —uchwyt przewodu

2.3 Złącza przewodów

W celu podłączenia czujnika należy wykonać poniższą procedurę:

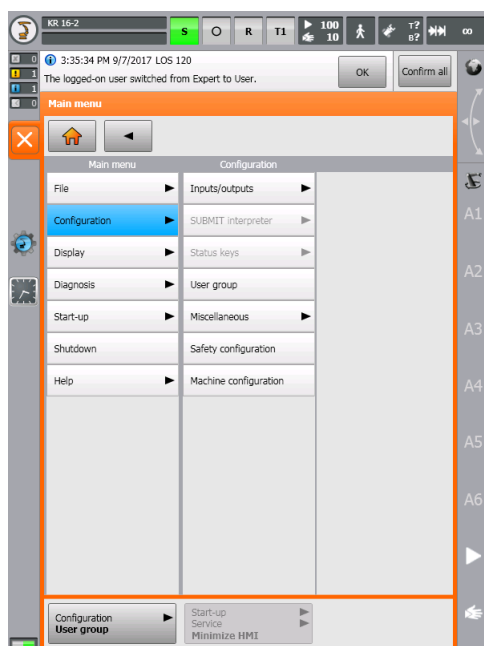
1. Przyłączyć przewód 4-pinowy M8 (dł. 5 m) do czujnika i przymocować do robota opaskami kablowymi.

Upewnić się, że pozostawiono wystarczającą długość przewodu dostępną wokół złączy w celu jego zagięcia.
2. Umieścić konwerter w pobliżu szafy sterowniczej robota KUKA, a następnie podłączyć 4-pinowy przewód M8 czujnika.
3. Podłączyć interfejs Ethernet modułu Compute Box z interfejsem Ethernet sterownika KUKA (KLI) za pomocą dołączonego do zestawu przewodu UTP (żółtego).
4. Użyć zasilacza modułu Compute Box do zasilania modułu, a ściennego gniazda zasilania do zasilania czujnika.
5. Zastosować prawidłowe ustawienia sieci zarówno w przypadku konwertera Ethernet, jak i robota KUKA. Domyślny adres IP konwertera Ethernet to 192.168.1.1. Jeśli zajdzie potrzeba zmiany adresu IP czujnika, patrz punkt [Zmiana adresu IP czujnika](#).

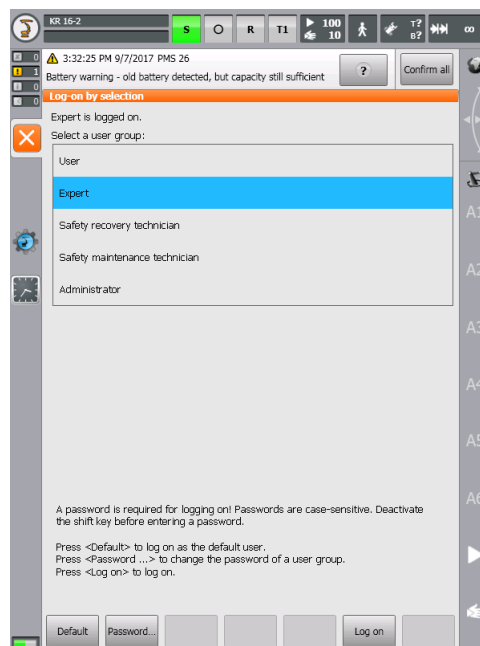
2.4 Instalacja oprogramowania

2.4.1 Konfiguracja interfejsu liniowego KUKA (Ethernet)

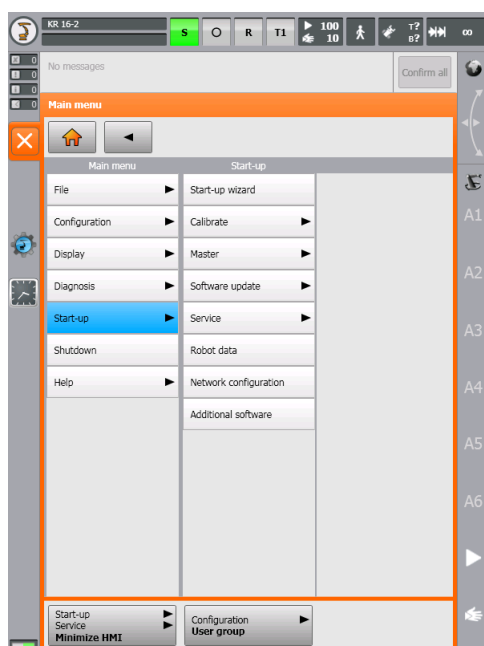
Aby zmienić ustawienia IP sterownika robota KUKA, należy wykonać następującą procedurę:



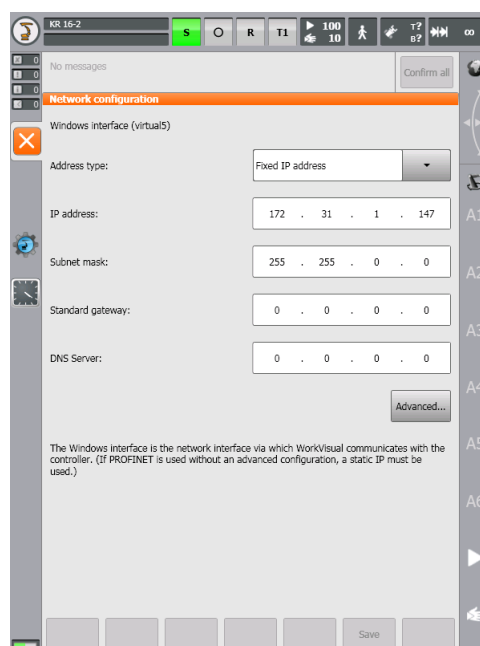
1. Przejść do „Configuration”> „User group”



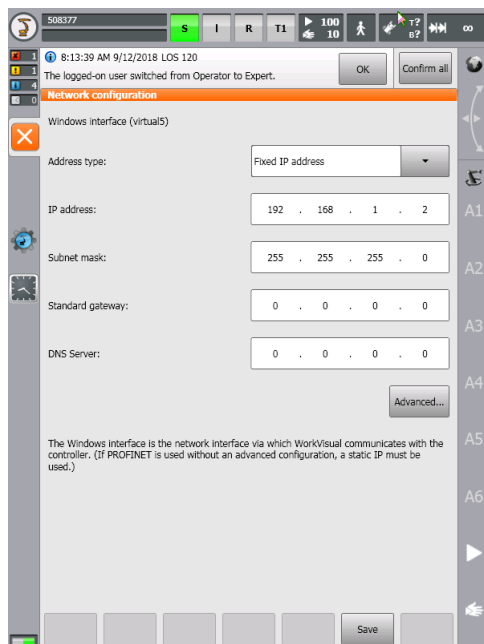
2. Wybrać „Expert” i wpisać swoje hasło



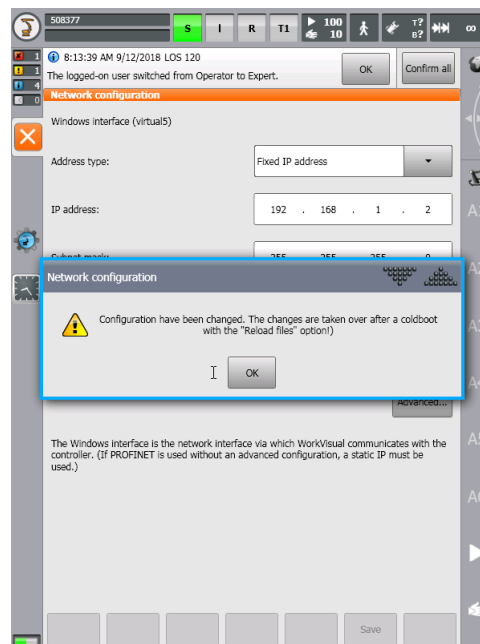
3. Wybrać „Start-up”> „Network configuration”



4. Ustawić adres IP tak, aby był w tej samej podsieci, co Compute Box

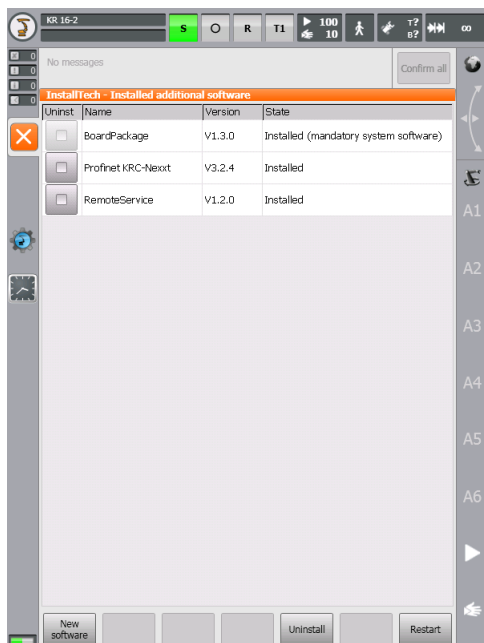


5. Kliknąć Save

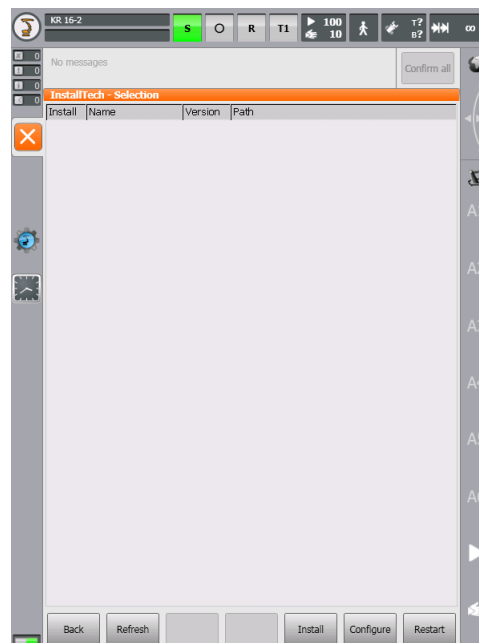


6. Zaakceptować potwierdzenia i ponownie uruchomić sterownik robota

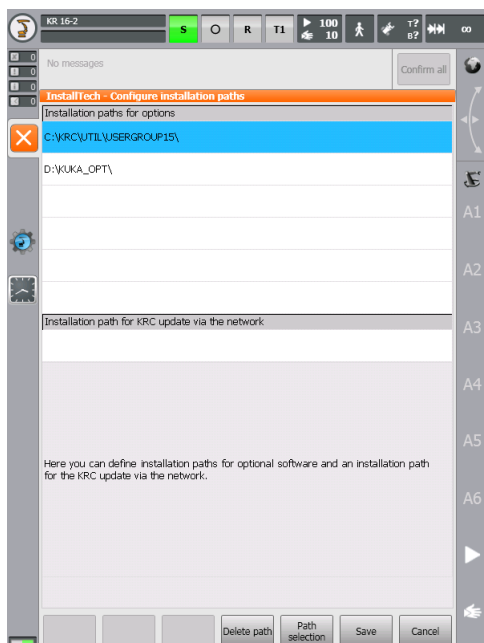
2.4.2 Instalacja pakietu KUKA Robot Sensor Interface



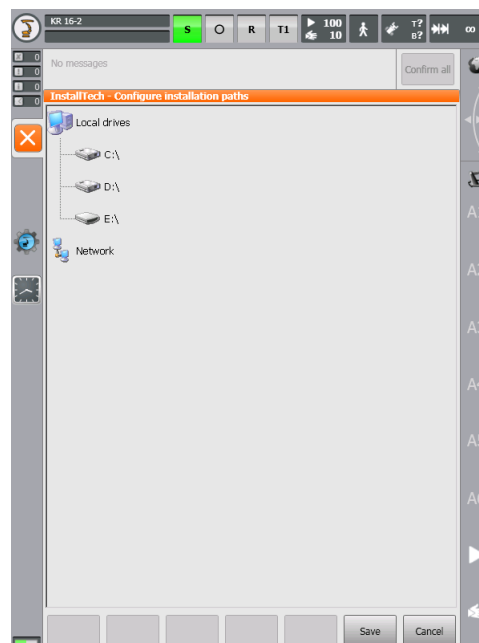
1. Przejsć do „Start-up”> „Additional software”, kliknąć „New software”



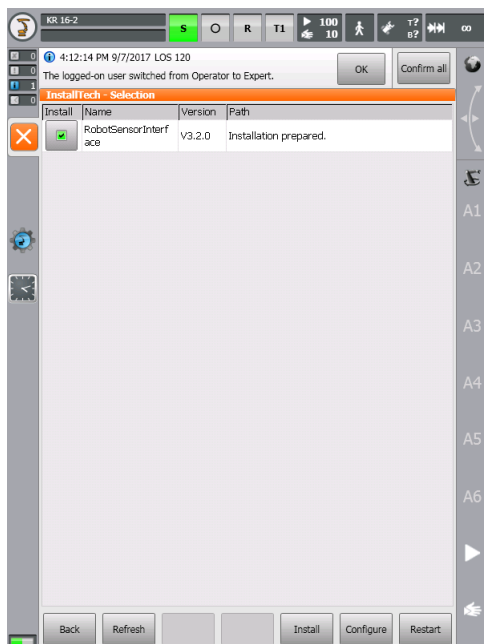
2. Jeśli na liście nie ma pakietów, kliknąć „Configure”.



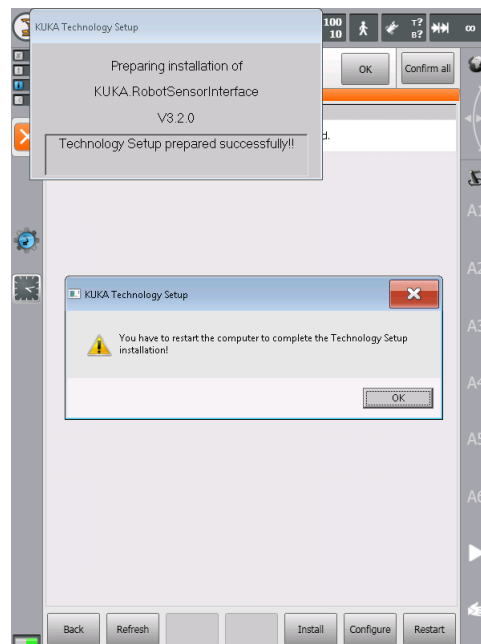
3. Kliknąć puste pole, a potem „Path selection”



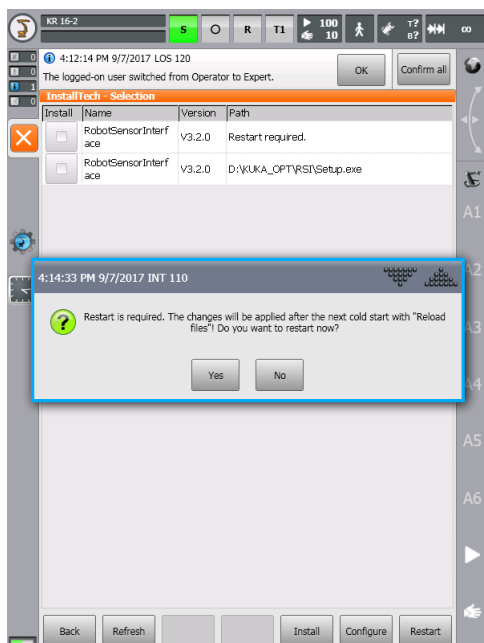
4. Wyszukać folder instalacji RSI, a potem dwukrotnie kliknąć „Save”



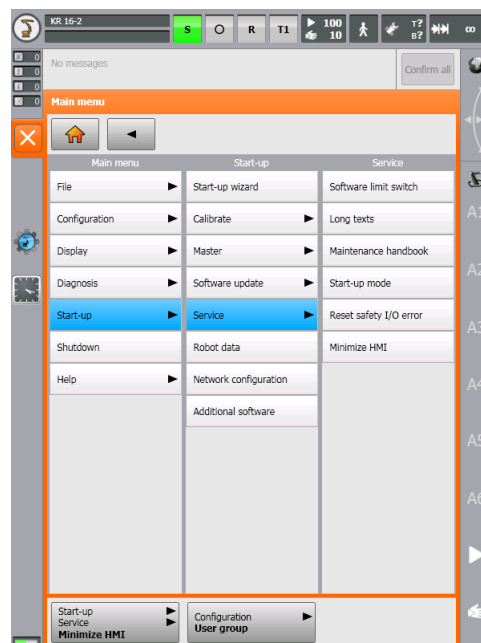
5. Zaznaczyć pole wyboru obok nazwy pakietu RSI



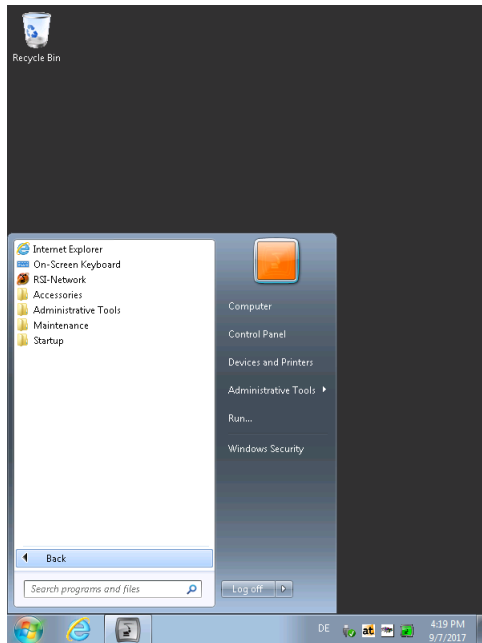
6. Począkać na zakończenie instalacji, akceptując wszystkie potwierdzenia



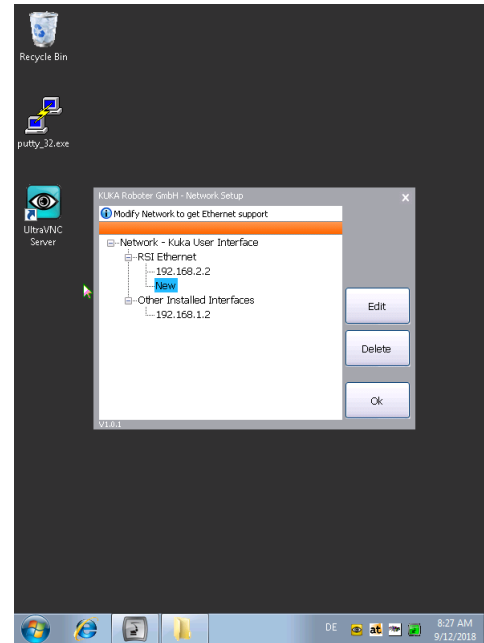
7. Kliknąć „Yes” przy pytaniu o ponowne uruchomienie sterownika robota



8. Po ponownym uruchomieniu przejść do „Start-up” > „Service” > „Minimize HMI”



9. Kliknąć menu Start i otworzyć aplikację „RSI-Network”



10. Kliknąć pole „New” pod pozycją „RSI-Ethernet” i kliknąć „Edit”.
Wpisać adres IP z inną podsiecią niż KLI

2.4.3 Instalacja oprogramowania OnRobot KUKA

Przejsć do „Main Menu”> „Configuration”> „User group” i wybrać tryb „Expert”.
Wpisać hasło, a następnie przejść do „Start-up”> „Service”> „Minimize HMI”.

Umieścić dołączony napęd USB w jednym z portów USB sterownika.

Znaleźć program OnRobot Kuka Setup i uruchomić go. Program ten ma różne funkcje: Można go użyć do wstępnej instalacji pakietu OnRobot KUKA, ale również jako narzędzia konfiguracji sieci.

Na ekranie powitalnym kliknąć Next.



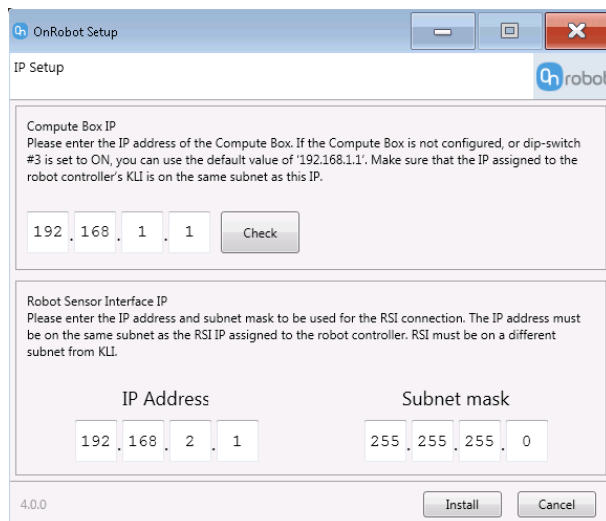
Następne okno zawiera trzy pola wprowadzania danych. Pierwsze służy do określenia modułu Compute Box do współpracy z robotem. Drugie i trzecie służy do określenia połączenia RSI.

Najpierw wpisać adres IP modułu Compute Box, który ma być wykorzystywany z robotem. Domyślny adres to 192.168.1.1 – należy go użyć, jeśli Compute Box nie został jeszcze skonfigurowany lub jeśli jest na nim ustawiony tryb stałego IP.

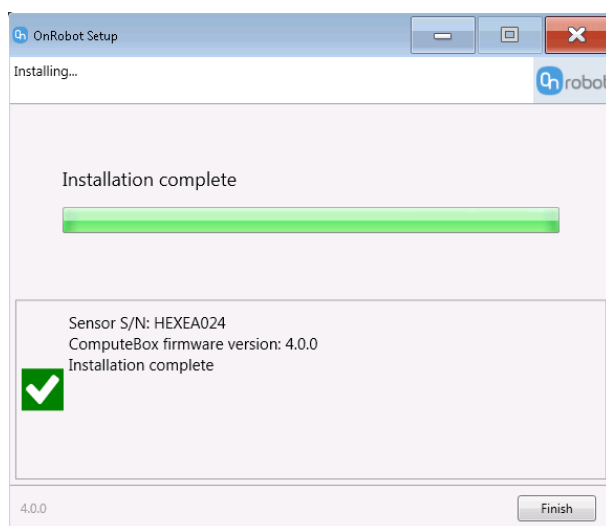
Po wpisaniu adresu IP kliknąć „Check”. Jeśli łączenie programu z Compute Box zakończy się powodzeniem, pojawi się zielony symbol ptaszka wraz z nazwą czujnika podłączonego do modułu, jak również wersja oprogramowania Compute Box.

Po pomyślnym ustawieniu adresu IP Compute Box kontynuować, ustawiając adres IP i maskę podsieci do połączenia RSI.

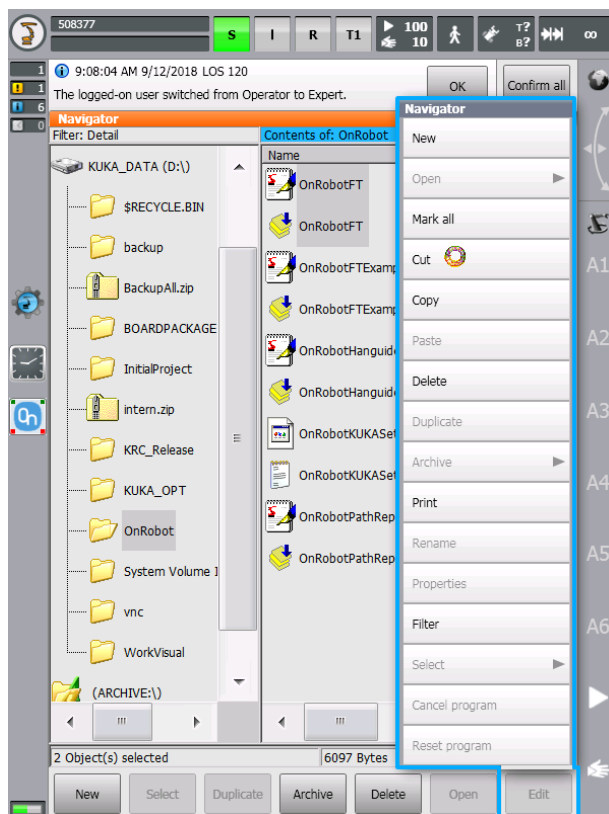
Wpisany adres IP musi być w tej samej podsieci, co zdefiniowany podczas konfiguracji RSI. (Np. jeśli dla RSI został ustawiony adres 192.168.173.1, na sterowniku należy ustawić 192.168.173.X. X może być dowolną liczbą od 2 do 255.) Należy się upewnić, że zastosowana maska podsieci jest taka sama, jak na sterowniku robota.



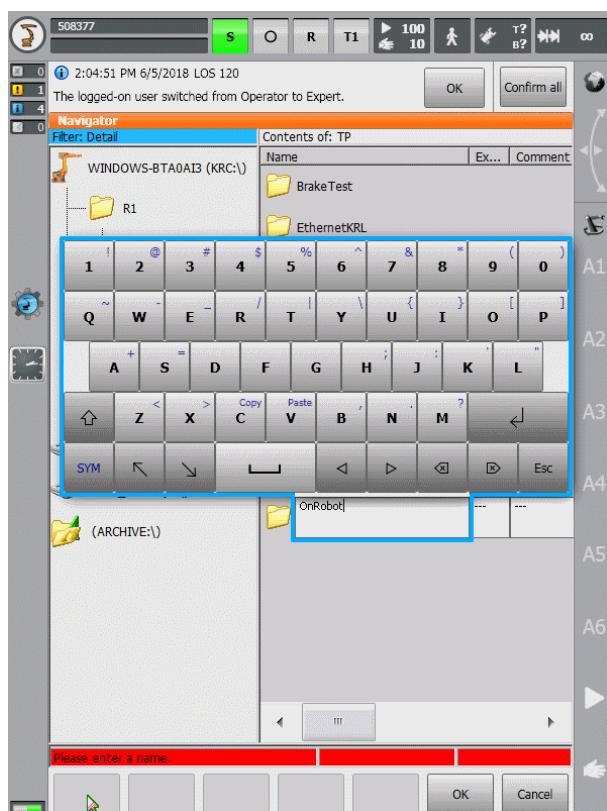
Po wypełnieniu wszystkich pól kliknąć „Install”, aby zakończyć instalację/konfigurację. Jeśli instalacja zakończyła się powodzeniem, pojawi się zielony symbol ptaszka. Niepowodzenie instalacji może nastąpić, jeśli wystąpi problem z połączeniem z Compute Box lub jeśli dysk twardy sterownika robota jest zabezpieczony przed zapisem.



Aby zakończyć konfigurację, należy przejść do Smart HMI, a następnie w opcji Navigator przejść do „D: \OnRobot”. Wybrać „OnRobotFT.src” oraz „OnRobotFT.dat”, a następnie w menu „Edit” nacisnąć Copy.



Przejsć do „KRC:\R1\TP” i utworzyć folder o następującej nazwie: OnRobot. Wkleić te dwa pliki do nowego folderu.



Uruchomić ponownie sterownik robota.

3 Programowanie pakietu OnRobot

3.1 Omówienie

3.1.1 Zmienne KRL

```
STRUC OR_AXEN BOOL X,Y,Z,A,B,C
```

Struktura służąca do włączania lub wyłączania osi przy sterowaniu siłą.

```
STRUC OR_FORCE_TORQUE_PARAM
```

Struktura służąca do określenia parametrów sterowania siłą. Struktura ta ma wiele pól, które zostaną omówione w punkcie poświęconym sterowaniu siłą/momentem.

3.1.2 Funkcje i podprogramy KRL

```
OR_INIT()
```

```
OR_BIAS()
```

```
OR_HANDGUIDE()
```

```
OR_PATH_REPLAY()
```

```
OR_WAIT()
```

```
OR_FORCE_TORQUE_ON()
```

```
OR_FORCE_TORQUE_OFF()
```

3.2 Inicjalizacja

3.2.1 OR_INIT()

Ten podprogram należy wstawić do każdego kodu wykorzystującego polecenia sterowania siłą OnRobot, aby zainicjować parametry niezbędne do prawidłowego zachowania wszystkich poleceń. Musi być dołączony tylko raz i musi występować przed pierwszym poleceniem OnRobot.

3.3 Sterowanie ręczne

3.3.1 OR_HANDGUIDE()

Ten podprogram uruchamia w robocie tryb sterowania ręcznego z użyciem czujnika. Program zawiera ruch BCO do rzeczywistej pozycji, w której uruchomiono program. **Podczas uruchamiania programu nie dotykać czujnika ani zamontowanych narzędzi.**

Argument tego podprogramu służy do ograniczania ruchu robota wzdłuż lub w pobliżu określonych osi. W przykładzie poniżej ruch wzdłuż osi Z został wyłączony wraz z obrotami wokół osi A oraz B.

OR_HANDGUIDE ma zachowawczy limit prędkości, ale

Przykład:

```
DECL OFAXEN ENABLED_AXES
ENABLED_AXES={X TRUE, Y TRUE, Z FALSE, A FALSE, B FALSE, C
TRUE}
OR_INIT()
OR_HANDGUIDE(ENABLED_AXES)
```

3.4 Rejestracja i odtwarzanie ścieżek


3.4.1 Rejestracja ścieżki

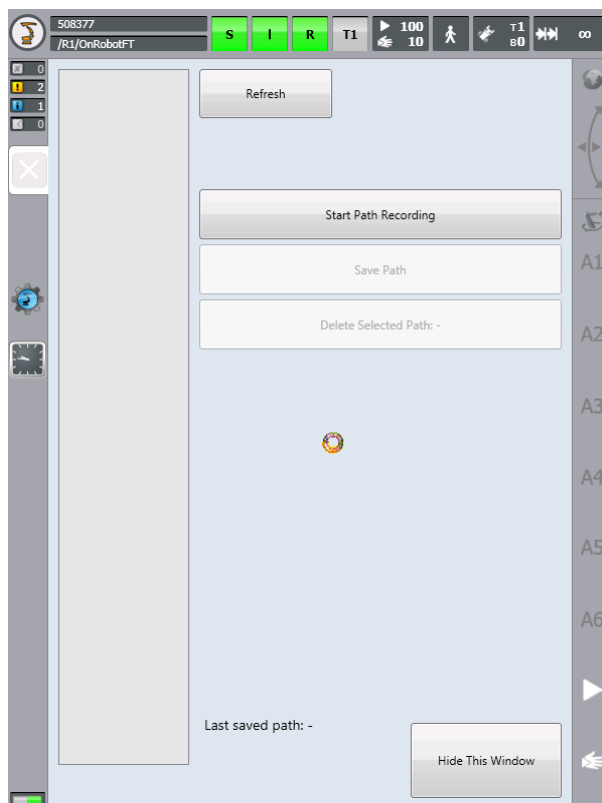
Można zarejestrować każdy ruch wykonany przez robota, czy jest to ścieżka utworzona przez ręczne sterowanie robota lub też kształt powierzchni podczas ruchu sterowanego siłą. W każdym przypadku rejestracja ścieżki musi być zainicjowana ręcznie przy pomocy interfejsu rejestracji ścieżki. Interfejs można wywołać, korzystając z ikony „On” z lewej strony paska narzędzi SmartHMI.



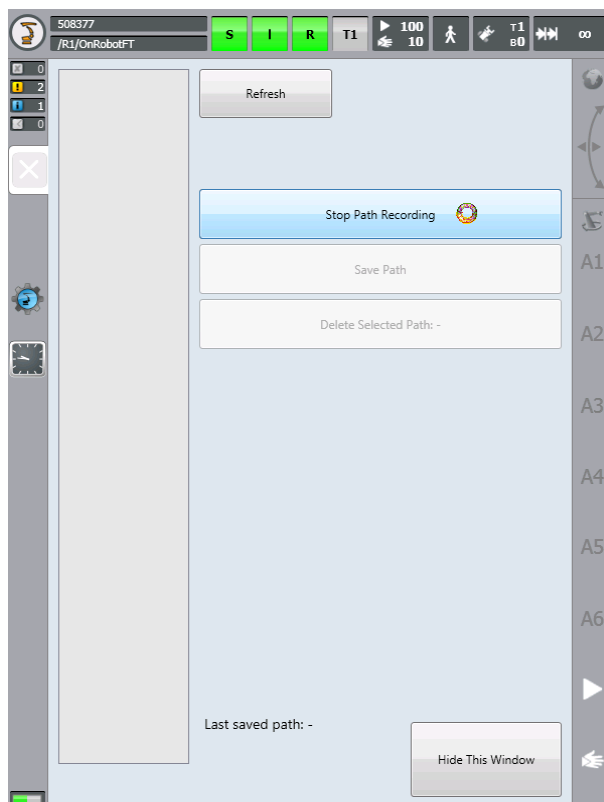
Aby zarejestrować ręcznie sterowaną ścieżkę, należy wykonać następujące kroki:

1. Utworzyć program (lub użyć dołączonego programu przykładowego), który zawiera polecenie OR_HANDGUIDE(), aby włączyć sterowanie ręczne.
2. Wybrać program i uruchomić go. Zaleca się, aby w tym celu wybrać tryb uczenia.

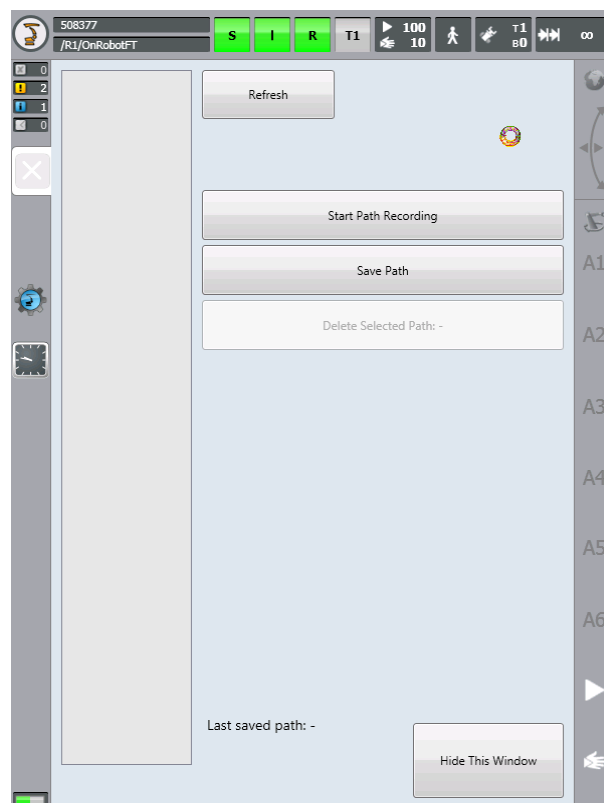
3. Przesunąć robota w położenie, od którego ma się rozpocząć rejestracja ścieżki.
Można użyć do tego ręcznego sterowania, ale ponieważ wszystkie zarejestrowane ścieżki są traktowane jako ruch względny, zaleca się zastosowanie konkretnych zaprogramowanych położzeń jako punktów początkowych. Ułatwia to odtwarzanie i ponownie wykorzystywanie ścieżek.
4. Gdy robot jest w trybie sterowania ręcznego i w prawidłowym położeniu początkowym, wybrać ikonę  z lewego paska narzędzi, aby wywołać interfejs rejestracji ścieżki.
5. Nacisnąć **Start Path Recording**, aby rozpocząć sesję rejestracji.



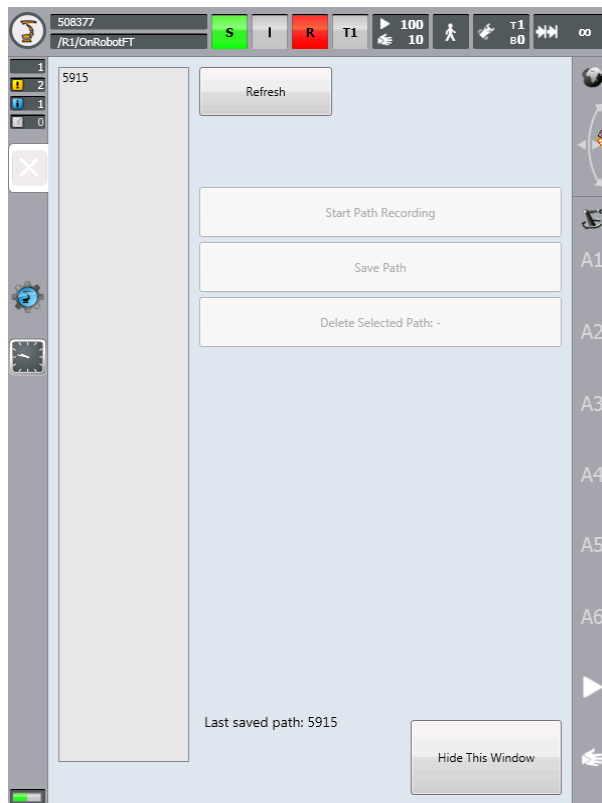
6. Przenieść robota wzdłuż ścieżki, która ma być rejestrowana.
7. Po zakończeniu rejestracji nacisnąć **Stop Path Recording**.



8. Jeśli zarejestrowana ścieżka jest odpowiednia, kliknąć **Save Path**.



Nowa ścieżka zostanie dodana do listy z lewej, a jej identyfikator będzie wyświetlony obok pozycji **Last saved path**. Ścieżka jest teraz zapisana w Compute Box.



Procedury tej można użyć również do rejestracji ruchów sterowanych siłą. Może to znacznie zwiększyć dokładność i prędkość sterowania siłą.

Zapisane ścieżki można eksportować poprzez witrynę Compute Box i przysłać do innego modułu Compute Box. Zapisane ścieżki można wymieniać pomiędzy różnymi modelami robotów (np. ścieżkę zapisaną robotem KUKA można odtwarzać przy użyciu każdego innego robota obsługiwane przez Compute Box)

3.4.2 Odtwarzanie ścieżki: `OR_PATH_REPLAY()`

Funkcja ta służy do odtwarzania ścieżek zapisanych w Compute Box. Polecenia mają trzy argumenty:

`OR_PATH_REPLAY(SPEED: IN, ACCELERATION: IN, PATHID: IN)`

SPEED: Stała prędkość przemieszczania w mm/s wykorzystywana przy odtwarzaniu ścieżki. Prędkość ta jest globalna tj. robot będzie próbować odtworzyć wszystkie ruchy z tą prędkością. Z tego powodu należy unikać obrotów bez translacji.

ACCELERATION: Przyspieszenie i zwalnianie w mm/s² wykorzystywane przy odtwarzaniu ścieżki. Należy użyć niższej wartości, aby uzyskać łagodniejsze przyspieszenia na początku i końcu ścieżki.

PATHID: 4-cyfrowy identyfikator odtwarzanej ścieżki.

Zwracane wartości:

- 9: Ścieżka zakończona
- 1: Błąd ogólny
- 11: Nie znaleziono określonej ścieżki
- 13: Określona ścieżka jest pusta
- 14: Nie można otworzyć określonego pliku ścieżki.

Przykład:

```
DECL INT retval
OR_INIT()
PTP {A1 0, A2 -90, A3 90, A4 0, A5 90, A6 0}
retval = OR_PATH_REPLAY(50, 50, 9159)
```


3.5 Sterowanie siłą

3.5.1 OR_BIAS()

Służy do resetowania wartości czujnika dla danego obciążenia. Służy do wstępnego zerowania wartości czujnika podczas sterowania siłą (poza sterowaniem ręcznym) lub zerowania po zmianie orientacji czujnika.

3.5.2 OR_FORCE_TORQUE_ON()

Włącza sterowanie siłą z uprzednio zdefiniowanymi parametrami. Po włączeniu sterowania siłą wszystkie ruchy będą nakładane na sterowanie siłą (czy to polecenia ruchu KUKA czy też odtwarzanie ścieżki).

`OR_FORCE_TORQUE_ON (PARAM: IN)`

PARAM to struktura OR_FORCE_TORQUE_PARAM o następujących polach:

FRAME_TYPE: Układ odniesienia wykorzystywany do sterowania siłą. #BASE to podstawowy układ współrzędnych robota, przypisany do podstawy robota. #TOOL to układ przypisany do kołnierza robota.

ENABLE: Określa zgodne osie przy użyciu struktury OR_AXEN.

FRAME_MOD: Przesunięcie odniesienia stosowanego układu współrzędnych. Główne zastosowanie to obrót osi współrzędnych do sterowania siłą wzdłuż ukośnej osi lub płaszczyzny.

P_GAIN: Wzmocnienie proporcjonalne sterownika siły. Jest to najczęściej wykorzystywany parametr w podstawowym sterowaniu siłą. Określa, jak szybko robot reaguje na zmiany siły, ale może powodować oscylacje. Należy zacząć od niskich wartości (1 dla siły, 0,1 dla momentu) i stopniowo je zwiększać, by poprawić zachowanie robota.

I_GAIN: Wzmocnienie całkujące sterownika siły. Może służyć do korygowania powtarzających się błędów siły (np. przy pochyłej powierzchni). Zwalnia czas reakcji robota, zwiększa przeregulowanie.

D_GAIN: Wzmocnienie różniczkujące sterownika siły. Może służyć do tłumienia oscylacji wywołanych przez sterownik. Zwalnia czas reakcji robota, wysoka wartość zwiększa oscylacje.

FT: Definicja siły docelowej utrzymywanej wzdłuż osi według definicji z FRAME_TYPE oraz FRAME_MOD. Wyłączone osie ignorują ten parametr.

F_SQR_TH: Wartość progowa siły dla czułości siły do kwadratu. Może służyć jako łagodne odcięcie siły w przypadku małej siły (im mniejsza siła, tym mniejsza czułość, zmniejsza

oscylacje). **Jeśli jest stosowana, wszystkie wartości wzmocnienia GAIN muszą być radykalnie zmniejszone.**

T_SQR_TH: Wartość progowa momentu dla czułości momentu do kwadratu. Może służyć jako łagodne odcięcie momentu w przypadku małego momentu (im mniejszy moment, tym mniejsza czułość, zmniejsza oscylacje). **Jeśli jest stosowana, wszystkie wartości wzmocnienia GAIN muszą być radykalnie zmniejszone.**

MAX_TRANS_SPEED: Maksymalna prędkość translacyjna dozwolona przez sterownik siły.
[mm/s]

MAX_ROT_SPEED: Maksymalna prędkość kątowna dozwolona przez sterownik siły.
[stopnie/s]

3.5.3 OR_FORCE_TORQUE_OFF()

Ten podprogram wyłącza sterowanie siłą.

3.5.4 OR_WAIT()

Odczekuje określony czas podczas sterowania siłą.

OR_WAIT (TIMEOUT: IN)

TIMEOUT: Ilość czasu upływającego podczas oczekiwania w milisekundach.

Zwracana wartość: 7: Upłynął określony czas.

3.5.5 Przykładowe sterowanie siłą

Ten przykład pokazuje parametryzację ruchu sterowanego siłą, który jest zgodny wzdłuż wszystkich trzech osi translacyjnych przy utrzymaniu 20 N w kierunku narzędzia-z. Po włączeniu robot odczekuje dwie sekundy (np. następuje zetknięcie robota), a potem porusza się 200 mm w kierunku X.

```
DECL OR_AXEN enable
DECL OR_FORCE_TORQUE_PARAM param
DECL POS pgain, dgain, igain, framemod, force
DECL INT retval, tmp

OR_INIT()

PTP {A1 0, A2 -90, A3 90, A4 0, A5 90, A6 0}

OR_BIAS()

enable = {X TRUE, Y TRUE, Z TRUE, A FALSE, B FALSE, C FALSE}

pgain = {X 1, Y 1, Z 1, A 0.1, B 0.1, C 0.1}
```

```
dgain = {X 0, Y 0, Z 0, A 0, B 0, C 0}
igain = {X 0, Y 0, Z 0, A 0, B 0, C 0}
framemod = {X 0, Y 0, Z 0, A 0, B 0, C 0}
force = {X 0, Y 0, Z 20, A 0, B 0, C 0}
param.FRAME_TYPE = #TOOL
param.ENABLE = enable
param.FRAME_MOD = framemod
param.P_GAIN = pgain
param.I_GAIN = igain
param.D_GAIN = dgain
param.FT = force
    param.F_SQR_TH = 0
    param.T_SQR_TH = 0
    param.MAX_TRANS_SPEED = 0
    param.MAX_ROT_SPEED = 0
    OR_FORCE_TORQUE_ON(param)

;WAIT 2 sec
tmp = OR_WAIT(2000)

;KUKA MOVE
PTP_REL {X 200}
OR_FORCE_TORQUE_OFF()
```

4 Glosariusz pojęć

| Pojęcie | Opis |
|----------------------------|---|
| Compute Box | Moduł dostarczany przez OnRobot wraz z czujnikiem. Przeprowadza obliczenia wymagane w celu użycia poleceń i rozwiązań zaimplementowanych przez OnRobot. Moduł wymaga podłączenia do czujnika i sterownika robota. |
| OnRobot Data Visualization | Oprogramowanie do wizualizacji danych opracowane przez OnRobot, umożliwia zwizualizowanie danych dostarczanych przez czujnik. Oprogramowanie to współpracuje z systemem operacyjnym Windows. |

5 Wykaz skrótów

| Skrót | Wyjaśnienie |
|-------|-------------------------------------|
| DHCP | Dynamic Host Configuration Protocol |
| DIP | dual in-line package |
| F/T | Force/Torque |
| ID | Identifier |
| IP | Internet Protocol |
| IT | Information technology |
| MAC | media access control |
| PC | Personal Computer |
| RPY | Roll-Pitch-Yaw |
| SP | Starting Position |
| SW | software |
| TCP | Tool Center Point |
| UTP | unshielded twisted pair |

6 Załącznik

6.1 Zmiana adresu IP modułu Compute Box

Aby zmienić adres IP czujnika, podłączyć laptopa lub zewnętrzny komputer osobisty do modułu Compute Box OnRobot.

1. Upewnić się, że urządzenie nie jest podłączone do sieci zasilającej. Podłączyć urządzenie i komputer za pomocą dołączonego przewodu Ethernet.
2. Jeśli urządzenie zostało ustawione według domyślnych ustawień fabrycznych, przejść do kroku 3. W przeciwnym razie upewnić się, że przełącznik DIP 3 został ustawiony w położeniu ON (położenie górne), a przełącznik DIP 4 został ustawiony w położeniu OFF (położenie dolne).



3. Podłączyć zasilanie do urządzenia ze źródła zasilania, a następnie odczekać 30 sekund, aż urządzenie uruchomi się.
4. Otworzyć przeglądarkę internetową (zaleca się użycie przeglądarki Internet Explorer) i przejść do strony <http://192.168.1.1>. Wyświetlony zostanie ekran powitalny.
5. Kliknąć opcję **Configuration** w górnym, bocznym menu. Na wyświetlaczu zostanie wyświetlony następujący ekran:

OnRobot Web Client

OnRobot 4.0.0rc8

DEVICES CONFIGURATION PATHS UPDATE

Configuration

This page allows the configuration of the network settings of the device.

CAUTION

Incorrect settings may cause the device to lose network connectivity.

The new network configuration values will not be stored unless the DIP-switch is in OFF (down) state.

Enter the new settings for the device below:

| | |
|--------------|-------------------|
| MAC address | b8:27:eb:84:54:78 |
| Network mode | Static IP |
| IP address | 192.168.1.1 |
| Subnet mask | 255.255.255.0 |

SAVE

Copyright © 2018 OnRobot A/S
Teglvaerksvej 47H 5220 Odense, Denmark

info@onrobot.com

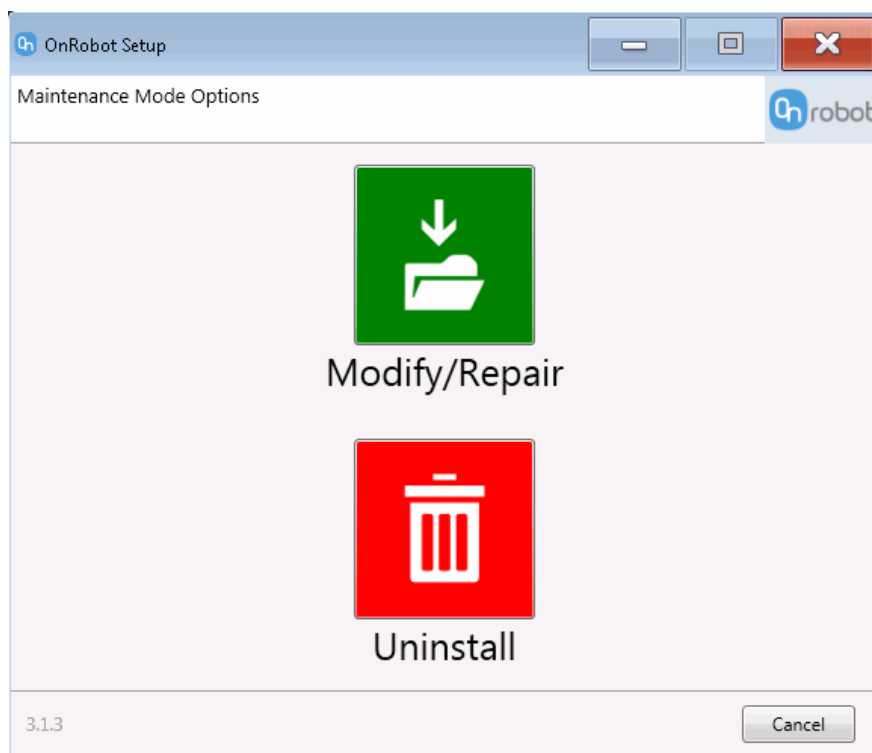
6. Wybrać opcję **Static IP** z poziomu menu rozwijanego **Network mode**.
7. Edytować adres IP.

8. Ustawić przełącznik DIP 3 w położeniu wył.
9. Kliknąć przycisk **Save**
10. Otworzyć przeglądarkę internetową (zaleca się użycie przeglądarki Internet Explorer) i przejść do ustawionego w kroku 7 adresu IP.

6.2 Usuwanie oprogramowania

Poniższe kroki spowodują usunięcie pakietu OnRobot ze sterownika robota:

1. Wybrać tryb „Expert”, przechodząc do menu głównego, a następnie wybierając „Configuration ”> „User group”.
2. Zminimalizować interfejs, wybierając „Start-up ”> „Service ”> „Minimize HMI”.
3. Otworzyć eksplorator plików i przejść do „D:\OnRobot”.
4. Uruchomić plik wykonywalny OnRobot Setup.
5. Kliknąć „Uninstall ”i zaakceptować potwierdzenia.



6. Uruchomić ponownie sterownik robota.

6.3 Wersje

| Wersja | Uwaga |
|----------|---|
| Wersja 2 | Zmieniono strukturę dokumentu. Dodano glosariusz pojęć. Dodano wykaz skrótów. Dodano załącznik. Dodano docelowych odbiorców. Dodano przeznaczenie. Dodano informacje na temat praw autorskich, znaku towarowego, danych kontaktowych i oryginalnego języka dokumentu. |
| Edycja 3 | Zmiany edytorskie. |
| Edycja 4 | Zmiany edytorskie. |
| Edycja 5 | Zmiany edytorskie. |
| Edycja 6 | Zmiany edytorskie. |