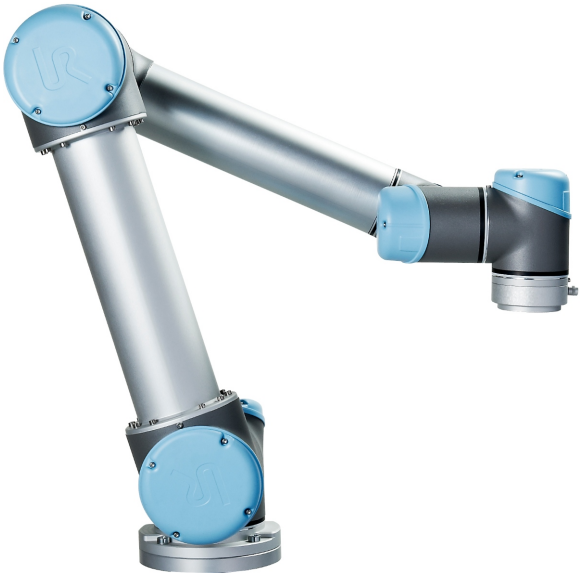
UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots
Podręcznik użytkownika



UR5 /CB3

Original instructions (pl)

Informacje przedstawione w niniejszym dokumencie stanowią własność firmy Universal Robots A/S i nie wolno ich powielać w całości ani w części bez uprzedniej pisemnej zgody firmy Universal Robots A/S. Niniejsze informacje mogą ulec zmianie bez uprzedzenia i nie stanowią zobowiązania firmy Universal Robots A/S. Ten dokument jest okresowo weryfikowany i aktualizowany.

Universal Robots A/S nie ponosi odpowiedzialności za błędy i braki w tym dokumencie.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S.

Logotyp Universal Robots jest zastrzeżonym znakiem towarowym firmy Universal Robots A/S.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Spis treści

1. Przedmowa **1**
1.1. Zawartość opakowań 1
1.2. Ważna informacja o bezpieczeństwie 1
1.3. Jak czytać ten podręcznik 2
1.4. Gdzie znaleźć więcej informacji 2
1.4.1. UR+ 2
Część I Podręcznik instalacji sprzętu **3**
1.5. Bezpieczeństwo 5
1.5.1. Przedmowa 5
1.5.2. Walidacja i odpowiedzialność 5
1.5.3. Ograniczenie odpowiedzialności 6
1.5.4. Symbole ostrzegawcze w tym podręczniku 6
1.5.5. Ogólne ostrzeżenia i przestrogi 7
1.5.6. Przeznaczenie 9
1.5.7. Ocena ryzyka 10
1.5.8. Zatrzymanie awaryjne 12
1.5.9. Ruch z zasilaniem napędu i bez niego 12
1.6. Interfejsy i funkcje związane z bezpieczeństwem 15
1.6.1. Przedmowa 15
1.6.2. Czasy zatrzymania w systemie bezpieczeństwa 16
1.6.3. Funkcje ograniczające dotyczące bezpieczeństwa 16
1.6.4. Tryby bezpieczeństwa 18
1.6.5. Interfejsy elektryczne właściwe dla bezpieczeństwa 19
1.7. Transport 23
1.8. Interfejs mechaniczny 25
1.8.1. Przedmowa 25
1.8.2. Przestrzeń robocza robota 25
1.8.3. Mocowanie 25
1.8.4. Maksymalna ładowność 29
1.9. Interfejs elektryczny 31
1.9.1. Przedmowa 31
1.9.2. Ostrzeżenia i przestrogi dotyczące elementów elektrycznych 31
1.9.3. We/wy sterownika 33
1.9.4. We/wy narzędzia 43

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.9.5. Ethernet 47
1.9.6. Połączenie zasilania sieciowego 47
1.9.7. Połączenie robota 49
1.10. Konserwacja i naprawa 51
1.10.1. Instrukcje bezpieczeństwa 51
1.10.2. Czyszczenie 52
1.11. Utylizacja i środowisko 53
1.12. Certyfikaty 53
1.13. Gwarancje 57
1.13.1. Gwarancja na produkt 57
1.13.2. Zastrzeżenie 58
1.14. Czas zatrzymania i odległość zatrzymania 59
1.14.1. Czasy i odległości w kategorii zatrzymania 0 59
1.15. Deklaracje i świadectwa 59
1.16. Stosowne normy 71
1.17. Parametry techniczne 78
1.18. Tabele funkcji bezpieczeństwa 79
1.18.1. Table 1: Safety Functions (SF) Descriptions 79
1.19. Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information 83
Część II Podręcznik PolyScope 87
1.20. Konfiguracja bezpieczeństwa 89
1.20.1. Przedmowa 89
1.20.2. Zmiana konfiguracji bezpieczeństwa 91
1.20.3. Błędy i synchronizacja bezpieczeństwa 91
1.20.4. Tolerancje 92
1.20.5. Suma kontrolna bezpieczeństwa 93
1.20.6. Tryby bezpieczeństwa 93
1.20.7. Tryb ruchu swobodnego 94
1.20.8. Blokada hasłem 94
1.20.9. Zastosuj 95
1.20.10. Limity ogólne 95
Ustawienia podstawowe 96
Przełączanie do ustawień zaawansowanych 96
Ustawienia zaawansowane 97
Przełączanie do ustawień podstawowych 98
1.20.11. Limity przegubów 98

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Prędkość maksymalna 99
Zakres pozycji 99
1.20.12. Granice 99
Nazwa 102
Skopiuj układ 102
Tryb bezpieczeństwa 103
Przesunięcie 103
Działanie płaszczyzn limitu bezwzględnego 103
Działanie płaszczyzn wyzwalania trybu ograniczonego 104
Odchylenie 105
Skopiuj układ 105
Tryb bezpieczeństwa 106
Działanie 106
1.20.13. We/wy bezpieczeństwa 107
Zatrzymanie awaryjne systemu 107
Tryb ograniczony 108
Reset zabezpieczenia 108
3-pozycyjne urządzenie zezwalające and Tryb pracy 108
System Emergency Stop 109
Robot Moving 110
Robot Not Stopping 110
Reduced Mode 110
Not Reduced Mode 110
1.21. Rozpoczęcie programowania 111
1.21.1. Przedmowa 111
1.21.2. Pierwsze kroki 111
1.21.3. Pierwszy program 113
1.21.4. Interfejs programistyczny PolyScope 114
1.21.5. Ekran powitalny 116
1.21.6. Ekran inicjowania 117
1.22. Edytory ekranowe 121
1.22.1. Ekranowy edytor wyrażeń 121
1.22.2. Ekran edytora postawy 121
1.23. Sterowanie robotem 125
1.23.1. Karta Ruch 125

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.23.2. Karta we/wy 127
1.23.3. MODBUS 128
1.23.4. Karta Ruch automatyczny 129
1.23.5. Instalacja → Załaduj/zapisz 131
1.23.6. Instalacja → Konfiguracja punktu centralnego narzędzia (TCP) 132
1.23.7. Instalacja → Sposób montażu 136
1.23.8. Instalacja → Konfiguracja we/wy 137
1.23.9. Instalacja → Bezpieczeństwo 140
1.23.10. Instalacja → Zmienne 140
1.23.11. Instalacja → Konfiguracja we/wy klienta MODBUS 141
1.23.12. Instalacja → Funkcje 145
1.23.13. Ustawienia śledzenia przenośnika 153
1.23.14. Płynne przejście między trybami bezpieczeństwa 154
1.23.15. Instalacja → Program domyślny 154
1.23.16. Karta rejestru 157
1.23.17. Ekran ładowania 158
Historia ścieżki 159
Obszar wyboru pliku 159
Filtr plików 160
Pole pliku 160
Przycisk Otwórz 160
Przycisk Anuluj 160
Przyciski działań 160
1.23.18. Karta uruchomienia 161
1.24. Programowanie 163
1.24.1. Nowy program 163
1.24.2. Karta Program 164
1.24.3. Zmienne 167
1.24.4. Polecenie: Ruch 168
1.24.5. Polecenie: Ustalony punkt orientacyjny 171
Przykład 172
Parametry mieszania 172
Warunkowe trajektorie mieszania 174
Kombinacje typów trajektorii 174
1.24.6. Polecenie: Względny punkt orientacyjny 178
1.24.7. Polecenie: Zmienny punkt orientacyjny 179
1.24.8. Polecenie: Kierunek 179

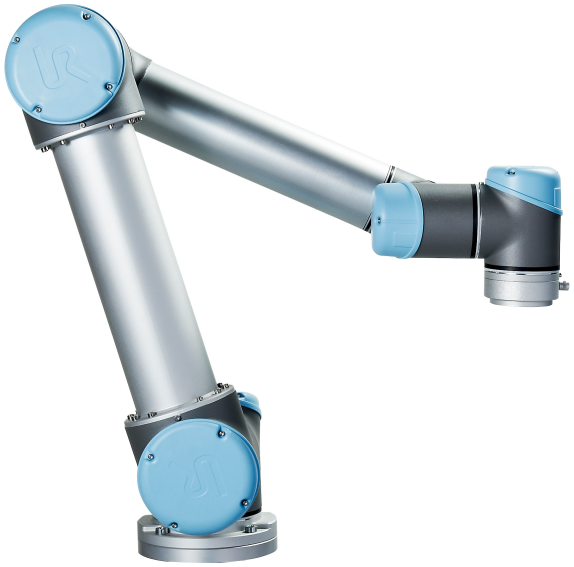
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.9. Polecenie: Aż 180
1.24.10. Polecenie: Czekaj 182
1.24.11. Polecenie: Ustaw 183
1.24.12. Polecenie: Wyskakujące okno 184
1.24.13. Polecenie: Zatrzymaj 185
1.24.14. Polecenie: Komentarz 186
1.24.15. Polecenie: Folder 187
1.24.16. Polecenie: Pętla 188
1.24.17. Polecenie: Jeżeli 188
1.24.18. Polecenie: PodProgram 190
1.24.19. Polecenie: Przypisanie 192
1.24.20. Polecenie: Skrypt 193
1.24.21. Polecenie: Zdarzenie 194
1.24.22. Polecenie: Wątek 195
1.24.23. Polecenie: Przełącznik 196
1.24.24. Polecenie: Wzór 198
1.24.25. Polecenie: Siła 199
1.24.26. Wybór wartości siły 201
1.24.27. Wybór limitów 202
1.24.28. Testuj ustawienia siły 202
1.24.29. Polecenie: Paleta 203
1.24.30. Polecenie: Szukaj 204
1.24.31. Polecenie: Śledzenie przenośnika 208
1.24.32. Polecenie: Zablokuj 208
1.24.33. Karta Urządzenie graficzne 209
1.24.34. Karta struktury 210
1.24.35. Karta zmiennych 211
1.24.36. Polecenie: Inicjalizacja zmiennych 212
1.25. Ekran konfiguracji 213
1.25.1. Język i jednostki 214
1.25.2. Aktualizacja robota 215
1.25.3. Ustaw hasło 216
1.25.4. Kalibruj ekran 217
1.25.5. Skonfiguruj sieć 218
1.25.6. Ustaw godzinę 219
1.25.7. Konfiguracja URCap 220
2. Słowniczek 221
2.1. Index 222

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1. Przedmowa



Gratulujemy zakupu nowego robota firmy Universal Robots.

Robota można zaprogramować do przemieszczania narzędzia oraz komunikowania się z innymi urządzeniami przy pomocy sygnałów elektrycznych. Sam robot to ramię zbudowane z przegubów oraz rur z wytłaczanego aluminium.

Dzięki naszemu opatentowanemu interfejsowi do programowania PolyScope można z łatwością zaprogramować robota tak, aby prowadził narzędzie wzdłuż żądanej trajektorii.

1.1. Zawartość opakowań

Po zamówieniu robota dostarczone zostaną dwa opakowania. Jedno zawiera ramię robota, a w drugim są poniższe elementy:

- Skrzynka sterownicza ze sterownikiem uczenia
- Uchwyt montażowy do skrzynki sterowniczej
- Wspornik montażowy do sterownika uczenia
- Klucz do otwierania skrzynki sterowniczej
- Kabel zasilania sieciowego lub kabel zasilania zgodny z regionem instalacji
- Rysik z laserem
- Niniejszy podręcznik

1.2. Ważna informacja o bezpieczeństwie

Robot to **maszyna nieukończona** (patrz) i dlatego każda instalacja robota wymaga wykonania oceny ryzyka. Należy przestrzegać wszystkich instrukcji bezpieczeństwa z rozdziału 1.5. Bezpieczeństwo on page5.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.3. Jak czytać ten podręcznik

Podręcznik zawiera instrukcje instalacji i programowania robota. Podręcznik dzieli się na dwie części:

Podręcznik instalacji sprzętu
Mechaniczna i elektryczna instalacja robota.

Podręcznik PolyScope
Programowanie robota.

Niniejszy podręcznik jest przeznaczony dla integratora robota, który posiada podstawowe przeszkolenie mechaniczne i elektryczne, a także zna podstawowe zagadnienia programowania.

1.4. Gdzie znaleźć więcej informacji

Witryna internetowa pomocy technicznej (http://www.universal-robots.com/support) zawiera:

- Inne wersje językowe niniejszego podręcznika
- **Podręcznik PolyScope**
- **Podręcznik serwisowy** z instrukcjami rozwiązywania problemów, konserwacji i napraw
- **Podręcznik skryptów** dla użytkowników zaawansowanych

1.4.1. UR+

Witryna UR+ (http://www.universal-robots.com/plus/) to serwis internetowy oferujący najnowocześniejsze produkty do personalizacji zastosowań robota UR. Wszystko, co potrzebne można znaleźć w jednym miejscu – od chwytaków i akcesoriów, po kamery i oprogramowanie. Wszystkie produkty są testowane i zatwierdzone do integracji z robotami UR, zapewniając ich szybką konfigurację, niezawodne działanie, a także łatwą obsługę i programowanie. Witryna pozwala również przystąpić do programu dla deweloperów UR+. Dzięki temu można uzyskać dostęp do naszej nowej platformy oprogramowania służącej do opracowywania bardziej przyjaznych dla użytkownika produktów do robotów UR.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Część I

Podręcznik instalacji sprzętu

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.5. Bezpieczeństwo

1.5.1. Przedmowa

Ten rozdział zawiera ważne informacje dotyczące bezpieczeństwa, które integrator robotów UR musi ze zrozumieniem przeczytać przed włączeniem robota po raz pierwszy.

Pierwsze podrozdziały tego rozdziału zawierają informacje ogólne. Dalsze podrozdziały zawierają bardziej szczegółowe dane inżynieryjne dotyczące konfigurowania i programowania robota. Rozdział 1.6. Interfejsy i funkcje związane z bezpieczeństwem on page15 opisuje i definiuje funkcje związane z bezpieczeństwem, w szczególności dotyczące zastosowań w pracy współbieżnej.
Szczególnie istotne są instrukcje i wskazówki zamieszczone w rozdziale 1.6. Interfejsy i funkcje związane z bezpieczeństwem on page15 oraz w sekcji 1.5.7. Ocena ryzyka on page10.

Bardzo ważne jest przestrzeganie wszystkich instrukcji montażowych oraz wytycznych podanych w innych rozdziałach i częściach niniejszego podręcznika.

Należy zwrócić szczególną uwagę na tekst oznaczony symbolami ostrzegawczymi.



UWAGA

Firma Universal Robots zrzeka się jakiejkolwiek odpowiedzialności w przypadku uszkodzenia lub wprowadzania dowolnych zmian bądź modyfikacji robota (skrzynki sterowniczej ramienia i/lub sterownika uczenia) przez użytkownika. Firma Universal Robots nie będzie odpowiedzialna za jakiekolwiek uszkodzenia robota lub innego wyposażenia spowodowane przez błędy programistyczne lub awarię robota.

1.5.2. Walidacja i odpowiedzialność

Informacje podane w niniejszym podręczniku nie obejmują sposobu projektowania, instalacji i obsługi kompletnego układu z robotem ani nie opisują całego wyposażenia peryferyjnego, które może wpływać na bezpieczeństwo całego systemu. Cały system musi być zaprojektowany i zainstalowany zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa ustalonymi przez normy i przepisy kraju, w którym robot został zainstalowany.

Integratorzy robotów UR są odpowiedzialni za przestrzeganie wszelkich przepisów i zasad dotyczących bezpieczeństwa i obowiązujących w kraju instalacji oraz za wyeliminowanie wszystkich znaczących zagrożeń w kompletnym układzie robota.

Dotyczy to m.in. poniższych kwestii:

- wykonywanie oceny ryzyka dla kompletnego systemu robota,
- przyłączanie innych maszyn i dodatkowych urządzeń bezpieczeństwa, jeśli zostały określone w ocenie ryzyka,
- konfigurowanie właściwych ustawień bezpieczeństwa w oprogramowaniu,

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

- zapewnienie, że użytkownik nie będzie modyfikować żadnych środków bezpieczeństwa,
- zatwierdzenie prawidłowości projektu i instalacji całego systemu robota,
- stworzenie instrukcji obsługi,
- oznaczenie instalacji robota właściwymi znakami i informacjami kontaktowymi integratora,
- zebranie całej dokumentacji w katalogu technicznym, obejmującym także ocenę ryzyka i niniejszy podręcznik.

1.5.3. Ograniczenie odpowiedzialności

Żadne informacje dotyczące bezpieczeństwa podane w niniejszym podręczniku nie mogą być traktowane jako gwarancja firmy UR stanowiąca, że przemysłowy manipulator nie spowoduje obrażeń lub uszkodzeń nawet w przypadku zgodności z wszystkimi instrukcjami bezpieczeństwa.

1.5.4. Symbole ostrzegawcze w tym podręczniku

Poniższe symbole definiują oznaczenia, które wyznaczają poziomy zagrożenia i które są używane w całym podręczniku. Takie same znaki ostrzegawcze są stosowane na produkcie.



OSTRZEŻENIE

Oznaczenie sytuacji bezpośredniego zagrożenia elektrycznego, która w przypadku wystąpienia może spowodować śmierć lub poważne obrażenia.



OSTRZEŻENIE

Oznaczenie sytuacji bezpośredniego zagrożenia, która w przypadku wystąpienia może spowodować śmierć lub poważne obrażenia.



OSTRZEŻENIE

Oznaczenie sytuacji potencjalnego zagrożenia elektrycznego, która w przypadku wystąpienia może spowodować obrażenia lub poważne uszkodzenia sprzętu.



OSTRZEŻENIE

Oznaczenie sytuacji potencjalnego zagrożenia, która w przypadku wystąpienia może spowodować obrażenia lub poważne uszkodzenia sprzętu.



OSTRZEŻENIE

Oznaczenie gorącej powierzchni stanowiącej potencjalne zagrożenie, której dotknięcie może spowodować obrażenia.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



PRZESTROGA

Oznaczenie sytuacji, która w przypadku wystąpienia może spowodować uszkodzenie sprzętu.

1.5.5. Ogólne ostrzeżenia i przestrogi

Ten rozdział zawiera ogólne ostrzeżenia i środki ostrożności, które mogły wystąpić kilkakrotnie w różnych częściach niniejszego podręcznika. Inne ostrzeżenia i przestrogi dotyczą całego podręcznika.



OSTRZEŻENIE

Robota i całe wyposażenie elektryczne należy zainstalować zgodnie ze specyfikacjami i ostrzeżeniami, znajdującymi się w rozdziałach 1.8. Interfejs mechaniczny on page25 i 1.9. Interfejs elektryczny on page31.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



OSTRZEŻENIE

1. Ramię robota i narzędzie/chwytak muszą być właściwie i bezpiecznie przykręcone we właściwym miejscu.
2. Ramię robota musi mieć przestrzeń wystarczającą do swobodnej pracy.
3. Środki bezpieczeństwa i/lub parametry konfiguracji bezpieczeństwa robota muszą być zastosowane, aby chronić programistów, operatorów i osoby postronne tak, jak przewiduje ocena ryzyka.
4. Podczas pracy przy robocie nie wolno nosić luźnych ubrań ani biżuterii. Podczas pracy przy robocie długie włosy muszą być upięte z tyłu głowy.
5. Nie wolno używać robota, jeśli jest uszkodzony. Przykładowo, gdy pokrywy przegubu są poluzowane, uszkodzone lub zdjęte.
6. Jeśli oprogramowanie zgłasza wystąpienie błędu, należy natychmiast nacisnąć przycisk zatrzymania awaryjnego, zapisać warunki jakie doprowadziły do wystąpienia błędu, odszukać odpowiednie kody błędów na ekranie dziennika i skontaktować się z dostawcą.
7. Nie wolno podłączać wyposażenia bezpieczeństwa do standardowych wejść i wyjść. Wolno używać wyłącznie wejść i wyjść zgodnych z funkcjami bezpieczeństwa.
8. Koniecznie należy używać właściwych ustawień instalacji (np. kąt mocowania robota, ciężar w punkcie TCP, odsunięcie TCP, konfiguracja bezpieczeństwa). Plik instalacji należy zapisywać i ładować razem z programem.
9. Funkcji ruchu swobodnego (impedancja/wycofanie) wolno używać tylko w instalacjach, w których ocena ryzyka to dopuszcza. Narzędzia/chwytaki i przeszkody nie powinny mieć ostrych krawędzi ani wprowadzać punktów zgniecenia.
10. Należy koniecznie ostrzec wszystkie osoby, aby trzymały głowy i twarze poza zasięgiem pracującego robota lub robota, który za chwilę rozpocznie pracę.
11. Podczas pracy ze sterownikiem uczenia należy pamiętać o ruchach robota.
12. Jeśli zostało to stwierdzone w ocenie ryzyka, nie wolno wchodzić do obszaru bezpieczeństwa robota ani go dotykać, kiedy system jest włączony.
13. Kolizje mogą uwalniać duże ilości energii kinetycznej, które są znacznie wyższe przy dużych prędkościach i dużym obciążeniu. (Energia kinetyczna = $\frac{1}{2}\mathrm{Mass} \cdot \mathrm{Speed}^2$)
14. Łączenie różnych maszyn może przyczynić się do wzrostu zagrożeń lub utworzyć nowe. Zawsze należy przeprowadzać całościową ocenę ryzyka dla całej instalacji. W zależności od oceny ryzyka, zastosowanie mogą mieć różne poziomy bezpieczeństwa i działania, np. jeśli wymagane są różne

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

poziomy bezpieczeństwa i działania zatrzymania awaryjnego, zawsze należy wybierać najwyższy poziom. Należy przeczytać ze zrozumieniem wszystkie podręczniki dla całego wyposażenia wykorzystywanego w instalacji.

15. Nigdy nie wolno modyfikować robota. Modyfikacja może doprowadzić do powstania zagrożeń, których nie przewidzi integrator. Wszelki autoryzowany montaż należy wykonywać zgodnie z najnowszymi wersjami wszystkich właściwych podręczników serwisowych.
16. Jeśli robot został zakupiony z dodatkowym modułem (np. interfejsem euromap67), należy zapoznać się z tym modułem przez właściwy podręcznik.

OSTRZEŻENIE

1. Robot i jego skrzynka sterownika wytwarzają ciepło podczas pracy. Nie wolno manipulować ani dotykać robota, który pracuje lub tuż po zakończeniu pracy, ponieważ zbyt długi kontakt z robotem może wywoływać uczucie dyskomfortu. Aby pozwolić na ostygnięcie robota, należy go odłączyć od zasilania i odczekać jedną godzinę.
2. Nie wolno wkładać palców za wewnętrzne pokrywy skrzynki sterownika.

PRZESTROGA

1. Kiedy robot jest łączony lub współpracuje z innymi maszynami, które mogą go uszkodzić, stanowczo zaleca się osobne sprawdzenie wszystkich funkcji i programu robota. Zaleca się również sprawdzenie programu robota, używając tymczasowych punktów orientacyjnych poza przestrzenią roboczą innych maszyn.
2. Nie wolno wystawiać robota na działanie stałych pól magnetycznych. Bardzo silne pola magnetyczne mogą uszkodzić robota.

1.5.6. Przeznaczenie

Roboty firmy UR to roboty typu przemysłowego, przeznaczone do używania narzędzi/chwytaków i mocowań, obróbki i przenoszenia komponentów lub produktów. Szczegółowe informacje o warunkach środowiskowych, w których robot powinien pracować znajdują się w dodatkach i .

Roboty firmy UR są wyposażone w specjalne funkcje związane z bezpieczeństwem, zaprojektowane do pracy współbieżnej, kiedy system robota pracuje bez ogrodzenia i/lub razem z człowiekiem.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Praca współbieżna jest przewidziana wyłącznie w zastosowaniach bez zagrożeń, w których całościowe zastosowanie włącznie z narzędziem/chwytakiem, elementem obrabianym, przeszkodami i pozostałymi maszynami nie wnosi według oceny ryzyka żadnych istotnych zagrożeń dla danego zastosowania.

Wszelkie użytkowanie lub zastosowanie odbiegające od zakresu przeznaczenia będzie uznane za użycie niedozwolone. Dotyczy to m.in. poniższych kwestii:

- praca w potencjalnie wybuchowych środowiskach,
- praca w zastosowaniach medycznych i krytycznych dla życia,
- praca przed przeprowadzeniem oceny ryzyka,
- praca poza określonymi specyfikacjami,
- wykorzystanie jako pomoc przy wchodzeniu,
- praca poza dopuszczalnymi zakresami parametrów roboczych.

1.5.7. Ocena ryzyka

Jednym z najważniejszych działań, jakie powinien przeprowadzić integrator jest wykonanie oceny ryzyka. W wielu krajach jest to wymagane prawnie. Sam robot należy do maszyn nieukończonych, ponieważ bezpieczeństwo instalacji robota zależy od sposobu jego zintegrowania (np. narzędzia/chwytaka, przeszkód i innych maszyn).

Zaleca się, aby w ocenie ryzyka integrator kierował się normami ISO 12100 i ISO 10218-2. Ponadto integrator może zastosować specyfikację techniczną ISO/TS 15066 jako źródło dodatkowych wskazówek.

Ocena ryzyka przeprowadzana przez integratora powinna uwzględniać wszystkie zadania robocze w całym cyklu eksploatacji robota na danym stanowisku, m.in.:

- uczenie robota podczas ustawiania i rozbudowy jego instalacji,
- rozwiązywanie problemów i konserwacja,
- normalna praca w instalacji robota.

Ocena ryzyka musi zostać wykonana **przed** włączeniem zasilania ramienia robota po raz pierwszy. Do oceny ryzyka przeprowadzonej przez integratora należy identyfikacja właściwych ustawień konfiguracji bezpieczeństwa, a także zapotrzebowania na dodatkowe przyciski zatrzymania awaryjnego i/lub inne środki ochrony wymagane przy danym zastosowaniu robota.

Identyfikacja właściwych ustawień konfiguracji bezpieczeństwa jest szczególnie ważna przy rozbudowie w zastosowaniach robota do pracy współbieżnej. Szczegółowe informacje zawiera rozdział 1.6. Interfejsy i funkcje związane z bezpieczeństwem on page15 i część Część II Podręcznik PolyScope on page87.

Niektóre funkcje dotyczące bezpieczeństwa są zaprojektowane szczególnie do zastosowań w pracy współbieżnej. Do konfigurowania tych funkcji służą ustawienia konfiguracji bezpieczeństwa i są one szczególnie ważne w zapobieganiu poszczególnym zagrożeniom zawartym w ocenie ryzyka przeprowadzonej przez integratora:

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

- **Ograniczanie siły i mocy**: służy do ograniczania sił i nacisków zaciskających wywieranych przez robota w kierunku ruchu w razie kolizji robota z operatorem.
- **Ograniczanie pędu**: służy do ograniczania wysokiej energii przenoszonej i sił uderzenia poprzez zmniejszenie szybkości robota w razie jego kolizji z operatorem.
- **Ograniczanie punktu TCP, pozycji przegubu, łokcia i narzędzia/chwytaka**: szczególnie przydatne do zmniejszania ryzyka dotyczącego określonych części ciała. Np. w celu zapobieganie ruchowi w stronę głowy i szyi.
- **Ograniczanie orientacji TCP i narzędzia/chwytaka**: szczególnie przydatne do zmniejszania ryzyka związanego z określonymi obszarami oraz funkcjami narzędzia/chwytaka i elementu obrabianego. Np. w celu unikania kierowania ostrych krawędzi w stronę operatora.
- **Ograniczanie prędkości**: szczególnie przydatne do wymuszania małej prędkości ramienia robota.

Integrator, poprzez zastosowanie ochrony hasłem, ma obowiązek uniemożliwić osobom nieupoważnionym dostęp do konfiguracji bezpieczeństwa.
Wymagana jest ocena ryzyka współbieżności w zastosowaniu robota dla przypadków celowego kontaktu z robotem i/lub niewłaściwego przewidywalnego użycia, która musi uwzględniać:

- skalę ciężkości poszczególnych potencjalnych kolizji,
- prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych potencjalnych kolizji,
- możliwość uniknięcia poszczególnych potencjalnych kolizji.

Jeśli robot jest zainstalowany w zastosowaniu bez współbieżności, gdzie nie ma rozsądnej możliwości wyeliminowania zagrożeń lub właściwego zmniejszenia ryzyka poprzez zastosowanie wbudowanych funkcji bezpieczeństwa (np. gdy używane jest niebezpieczne narzędzie/chwytak), ocena ryzyka przeprowadzona przez integratora musi stwierdzać konieczność zastosowania dodatkowych środków ochronnych (np. urządzenia zezwalającego, chroniącego operatora podczas konfiguracji i programowania).

Firma Universal Robots zidentyfikowała potencjalne zagrożenia podane poniżej jako zagrożenia, które integrator musi wziąć pod uwagę.
Uwaga: W danej instalacji robota mogą być obecne inne istotne zagrożenia.

1. Uwięzienie palców pomiędzy złączem przewodu ramienia robota i bazą (przegub 0).
2. Uwięzienie palców pomiędzy podstawą robota i bazą (przegub 0).
3. Uwięzienie palców pomiędzy nadgarstkiem 1 a nadgarstkiem 2 robota (przegub 3 i przegub 4).
4. Przebicie skóry przez ostre krawędzie i spiczaste zakończenia lub złącza narzędzia/chwytaka.
5. Przebicie skóry przez ostre krawędzie i spiczaste zakończenia na przeszkodach przy torze robota.
6. Siniaki spowodowane przez kontakt z robotem.
7. Zwichnięcia lub złamania kości z powodu uderzenia przez ciężki ładunek i o twardą powierzchnię.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

8. Konsekwencje niedokręcenia śrub utrzymujących ramię robota lub narzędzie/chwytak.
9. Elementy wypadające z narzędzia/chwytaka, np. z powodu słabego uchwytu lub przerwy w zasilaniu.
10. Błędy z powodu istnienia różnych przycisków zatrzymania awaryjnego dla różnych urządzeń.
11. Błędy spowodowane nieupoważnionymi zmianami w parametrach konfiguracji bezpieczeństwa.

Informacje o czasach i odległościach zatrzymania zawiera rozdział 1.6. Interfejsy i funkcje związane z bezpieczeństwem on page15 i dodatek 1.14. Czas zatrzymania i odległość zatrzymania on page59.

1.5.8. Zatrzymanie awaryjne

Uruchomienie przycisku zatrzymania awaryjnego spowoduje natychmiastowe zatrzymanie wszystkich ruchów robota.

Uwaga: Zgodnie z postanowieniami norm IEC 60204-1 i ISO 13850 urządzenia awaryjne nie są uznawane za zabezpieczenia. Są to dodatkowe środki ochronne i nie mają na celu zapobiegania obrażeniom.

Ocena ryzyka zastosowania robota musi stwierdzać, czy konieczne jest zainstalowanie dodatkowych przycisków zatrzymania awaryjnego. Przyciski zatrzymania awaryjnego muszą być zgodne z normą IEC 60947-5-5 (patrz sekcja We/wy bezpieczeństwa on page35).

1.5.9. Ruch z zasilaniem napędu i bez niego

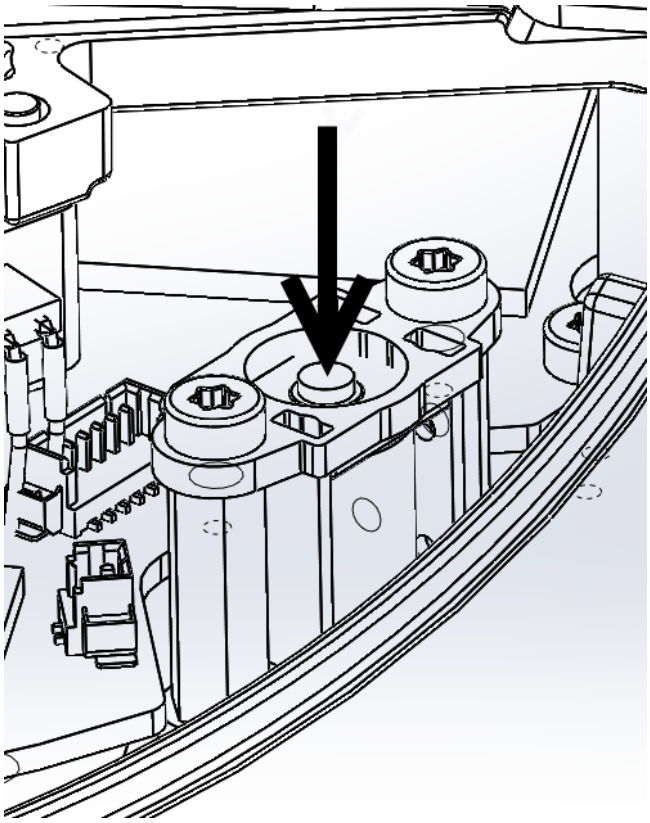
W mało prawdopodobnym przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnej, w której konieczne jest przemieszczenie jednego lub kilku przegubów robota, jednak włączenie zasilania robota jest niemożliwe albo niepożądane, są dwa sposoby wymuszenia ruchu przegubów robota: W przypadku serwisowania hamulce przegubów można zwolnić bez podłączonego zasilania.

1. Wymuszone wycofanie: wymuszenie ruchu przegubu przez mocne popchnięcie lub pociągnięcie ramienia robota. Każdy hamulec przegubu ma sprzęgło cierne, umożliwiające ruch przez przyłożenie wysokiego momentu obrotowego.
2. Ręczne zwolnienie hamulca: należy zdjąć pokrywę przegubu, wykręcając kilka mocujących ją śrub M3. Następnie zwolnić hamulec, naciskając trzpień w małym elektromagnesie, jak pokazano na ilustracji poniżej.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

OSTRZEŻENIE

1. Ręczne przesunięcie ramienia robota jest stosowane wyłącznie w sytuacjach awaryjnych i może spowodować uszkodzenia przegubów.
2. Jeśli hamulec zostanie zwolniony ręcznie, siła grawitacyjna może doprowadzić do upadku ramienia robota. W chwili zwolnienia hamulca należy zawsze podpierać ramię robota, narzędzie/chwytak oraz element roboczy.



Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.6. Interfejsy i funkcje związane z bezpieczeństwem

1.6.1. Przedmowa

Roboty UR są wyposażone w wiele wbudowanych funkcji i interfejsów elektrycznych właściwych dla bezpieczeństwa w celu łączenia z innymi urządzeniami, a także dodatkowe urządzenia ochronne. Każda funkcja bezpieczeństwa i interfejs są monitorowane zgodnie z normą EN ISO13849-1:2008 (certyfikacje przedstawia rozdział) przy poziomie działania d (PLd).

OSTRZEŻENIE

Zastosowanie parametrów konfiguracji bezpieczeństwa innych niż zdefiniowane w procesie oceny ryzyka przeprowadzonej przez integratora może prowadzić do zagrożeń, które nie są eliminowane w rozsądnym stopniu lub nieodpowiedniego ograniczania ryzyka.

Rozdział 1.20. Konfiguracja bezpieczeństwa on page89 w części Część II Podręcznik PolyScope on page87 przedstawia konfigurację funkcji związanych z bezpieczeństwem oraz ich wejść i wyjść w interfejsie użytkownika. Rozdział 1.9. Interfejs elektryczny on page31 zawiera opisy podłączania urządzeń bezpieczeństwa do interfejsu elektrycznego.

UWAGA

1. Używanie i konfiguracja interfejsów i funkcji związanych z bezpieczeństwem muszą być zgodne z przeprowadzoną przez integratora oceną ryzyka danego zastosowania robota, patrz sekcja 1.5.7. Ocena ryzyka on page10 w rozdziale 1.5. Bezpieczeństwo on page5.
2. Jeśli robot wykryje awarię lub naruszenie w systemie bezpieczeństwa, np. rozcięcie jednego z przewodów w obwodzie zatrzymania awaryjnego, uszkodzenie czujnika położenia lub naruszenie limitu funkcji bezpieczeństwa, inicjowane jest zatrzymanie kategorii 0. Czas od wystąpienia błędu do zatrzymania robota dla najgorszego przypadku jest podany na końcu tego rozdziału. Ten czas musi być uwzględniony w ocenie ryzyka przeprowadzonej przez integratora.

Robot ma wiele funkcji związanych z bezpieczeństwem, które można wykorzystać do ograniczenia ruchów przegubów oraz *punktu centralnego narzędzia* (TCP) robota. TCP to środkowy punkt kołnierza zewnętrznego po dodaniu odsunięcia TCP.

Ograniczające funkcje właściwe dla bezpieczeństwa to:

Ograniczająca funkcja bezpieczeństwa	Opis
Pozycja przegubu	Min. i maks. położenie kątowe przegubu

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Ograniczająca funkcja bezpieczeństwa	Opis
Prędkość przegubu	Maks. prędkość kątowa przegubu
Pozycja TCP	Płaszczyzny w przestrzeni kartezjańskiej ograniczające pozycje punktu TCP robota
Prędkość TCP	Maks. prędkość TCP robota
Siła TCP	Maks. siła oddziaływania TCP robota
Pęd	Maks. pęd ramienia robota
Moc	Max. applied robot arm power

1.6.2. Czasy zatrzymania w systemie bezpieczeństwa

Czas zatrzymania systemu bezpieczeństwa to czas od wystąpienia usterki lub naruszenia funkcji bezpieczeństwa do całkowitego zatrzymania robota i włączenia hamulców mechanicznych.

Jeśli bezpieczeństwo danego zastosowania zależy od czasu zatrzymania robota, należy wziąć pod uwagę maksymalne czasy zatrzymania w tabeli. Np. jeśli błąd robota powoduje zatrzymanie całej linii produkcyjnej i wymagane jest podjęcie określonych działań natychmiast po zatrzymaniu, należy wziąć pod uwagę maksymalne czasy zatrzymania.

Pomiary są wykonane przy następującej konfiguracji robota:

- Wysunięcie: 100% (całkowite wysunięcie ramienia robota w poziomie).
- Prędkość: wartość graniczna prędkości punktu TCP systemu bezpieczeństwa jest ustawiana według opisanego limitu.
- Obciążenie: maksymalne obsługiwane przez robota obciążenie zamocowane w punkcie TCP (5 kg).

Czas zatrzymania w najgorszym przypadku dla kategorii zatrzymania [1] 0 w przypadku naruszenia wartości granicznych bezpieczeństwa lub interfejsów podano w poniższej tabeli.

Limit szybkości punktu TCP	Maximum Stopping Time
1.0 m/s	450 ms
1.5 m/s	500 ms
2.0 m/s	550 ms
1.5 m/s	600 ms
3.0 m/s	650 ms

1.6.3. Funkcje ograniczające dotyczące bezpieczeństwa

Zaawansowane oprogramowanie kontroli toru zmniejsza prędkość lub wywołuje zatrzymanie wykonywania programu, jeśli ramię robota zbliży się do limitu właściwego dla bezpieczeństwa. Naruszenia limitów mogą więc się wydarzyć wyłącznie w wyjątkowych przypadkach. Jeśli jednak dojdzie do naruszenia limitu, system bezpieczeństwa wywołuje zatrzymanie kategorii 0.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

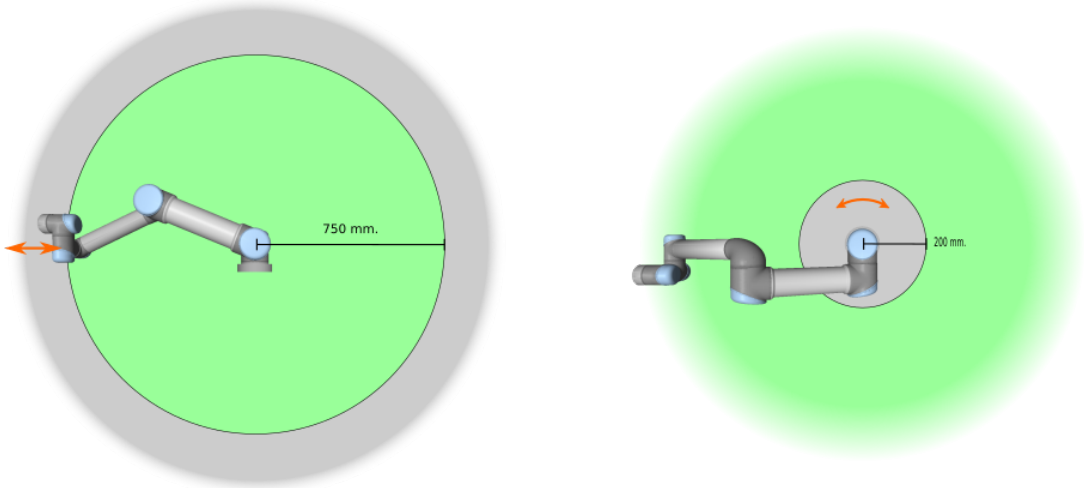
System jest uznawany za *odłączony od zasilania*, gdy napięcie na szynie 48 V osiągnie potencjał elektryczny poniżej 7,3 V. Czas odłączenia zasilania jest to czas od wykrycia zdarzenia do chwili odłączenia zasilania systemu.

OSTRZEŻENIE

W funkcji limitu siły istnieją dwa wyjątki, o których trzeba pamiętać podczas projektowania komórki roboczej robota. Są one zilustrowane na rysunku 4.1. Przy wysuwaniu robota staw kolanowy może wywrzeć dużą siłę w kierunku promieniowym (w kierunku od podstawy) i jednocześnie przy małej szybkości. W podobny sposób występuje krótkie ramię dźwigni, kiedy narzędzie jest blisko podstawy i rusza się w kierunku stycznym (wokół) bazy. Wtedy może pojawić się duża siła, lecz także przy małej szybkości. Zagrożenia zmiażdżeniem można unikać np. przez usunięcie przeszkód z tych obszarów, inne pozycjonowanie robota lub przez zastosowanie kombinacji płaszczyzn bezpieczeństwa i limitów przegubów. Zagrożenie może zostać w ten sposób usunięte przez zapobieganie ruchowi robota w tym obszarze przestrzeni roboczej.

OSTRZEŻENIE

Jeśli robot jest używany do zastosowań z ręcznym prowadzeniem dłoni ruchami liniowymi, limit prędkość przegubu musi wynosić maksymalnie 40 stopni na sekundę dla podstawy i przegubów barku (o ile ocena zagrożenia nie wykaże, że możliwa jest praca z prędkością powyżej 40 stopni na sekundę). Zapobiegnie to szybkim ruchom łokcia robota w pobliżu osobliwości.



4.1: *Niektóre obszary przestrzeni roboczej powinny być uznane za zagrożone zmiażdżeniem ze względu na fizyczne właściwości ramienia robota. Jeden z tych obszarów jest zdefiniowany dla ruchów promieniowych, gdy przegub nadgarstka 1 jest w odległości co najmniej 750 mm od podstawy robota. Drugi obszar znajduje się w odległości 200 mm od podstawy robota podczas ruchu w kierunku stycznym.*

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.6.4. Tryby bezpieczeństwa

Tryb normalny i ograniczony

System bezpieczeństwa ma dwa konfigurowalne tryby bezpieczeństwa: *normalny* i *ograniczony*. Limity bezpieczeństwa można skonfigurować dla obu trybów. Tryb ograniczony jest aktywny, gdy punkt TCP robota znajduje się poza płaszczyzną *wyzwalania trybu ograniczonego* lub po wyzwoleniu przez wejściowy sygnał bezpieczeństwa. Tryb ograniczony można wyzwolić za pomocą płaszczyzny lub wejścia.
Wyzwalanie trybu ograniczonego za pomocą płaszczyzny: gdy robot przemieszcza się od strony trybu ograniczonego płaszczyzny wyzwalania z powrotem do strony trybu normalnego, wokół płaszczyzny wyzwalania jest obszar około 20 mm, w którym mają zastosowanie wartości graniczne zarówno trybu normalnego, jak i ograniczonego. Zapobiega to migotaniu w trybie bezpieczeństwa, gdy robot znajdzie się dokładnie w obszarze limitu.
Wyzwalanie trybu ograniczonego za pomocą wejścia: w przypadku używania wejścia (do uruchamiania lub wyłączania trybu ograniczonego) przez zastosowaniem nowych wartości granicznych trybu może upłynąć do 500 ms. Może to mieć miejsce podczas zmiany z trybu ograniczonego na tryb normalny LUB z trybu normalnego na tryb ograniczony. Pozwala to robotowi dostosować np. prędkość do nowych limitów bezpieczeństwa.

Tryb przywracania

W przypadku naruszenia limitu bezpieczeństwa konieczne jest ponowne uruchomienie systemu bezpieczeństwa. Jeśli w chwili uruchomienia system przekracza wartość graniczną bezpieczeństwa (np. wartość graniczną pozycji przegubu), następuje przejście do specjalnego trybu *przywracania*. W trybie przywracania robot nie może wykonywać programów, ale ramię robota można ręcznie przesunąć do pozycji w granicach limitów, używając albo trybu *ruchu swobodnego*, albo karty Ruch w oprogramowaniu PolyScope (patrz część Część II Podręcznik PolyScope on page87 „Podręcznik PolyScope”). Wartości graniczne bezpieczeństwa trybu *przywracania* są następujące:

Ograniczająca funkcja bezpieczeństwa	Limit
Prędkość przegubu	30 °/s
Prędkość TCP	250 mm/s
Siła TCP	100 N
Pęd	10 kg m/s
Moc	80 W

System bezpieczeństwa wykonuje zatrzymanie kategorii 0, jeśli nastąpi naruszenie tych limitów.



OSTRZEŻENIE

Wartości graniczne *pozycji przegubu*, *pozycji TCP* oraz *orientacji TCP* są wyłączone w trybie przywracania. Należy zachować ostrożność podczas przesuwania ramienia robota w zakresie limitów.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.6.5. Interfejsy elektryczne właściwe dla bezpieczeństwa

Robot jest wyposażony w kilka wejść i wyjść elektrycznych właściwych dla bezpieczeństwa. Wszystkie elektryczne wejścia i wyjścia właściwe dla bezpieczeństwa są dwukanałowe. Bezpieczeństwo odpowiada niskiemu stanowi, np. zatrzymanie awaryjne jest nieaktywne, kiedy oba sygnały są w stanie wysokim (+24 V).

Wejścia elektryczne właściwe dla bezpieczeństwa

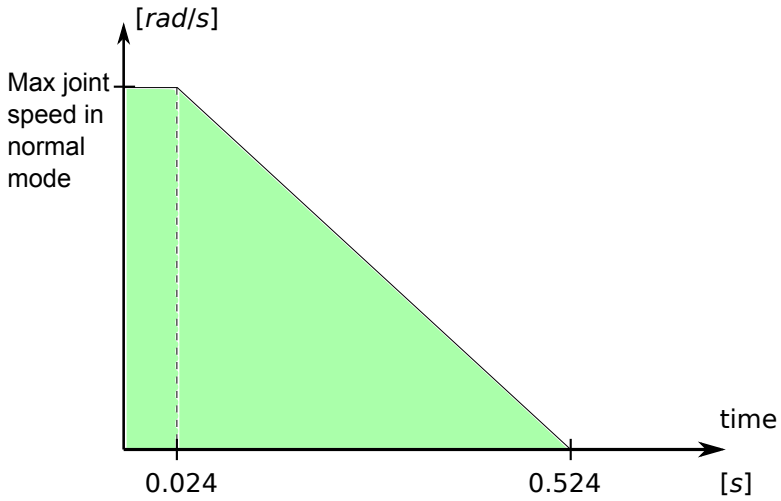
W poniższej tabeli przedstawiono przegląd elektrycznych wejść właściwych dla bezpieczeństwa.

Wejście bezpieczeństwa	Opis
Zatrzymanie awaryjne robota	(dedykowane wejście). Wykonuje zatrzymanie kategorii 1, które można przekazać do innych maszyn przez wyjście sygnału *zatrzymania awaryjnego systemu*, jeśli jest skonfigurowane.
Przycisk zatrzymania awaryjnego	(przycisk sterownika uczenia). Wykonuje zatrzymanie kategorii 1, które można przekazać do innych maszyn przez wyjście sygnału *zatrzymania awaryjnego systemu*, jeśli jest skonfigurowane.
Zatrzymanie awaryjne systemu	(konfigurowalne wejście). Wykonanie zatrzymania kategorii 1. Aby uniknąć zablokowania, ten sygnał nie będzie przekazywany do innych maszyn przez wyjście sygnału *zatrzymania awaryjnego* systemu.
Zatrzymanie przez zabezpieczenie	(dedykowane wejście). Wykonanie zatrzymania kategorii 2.
Reset zabezpieczenia	(konfigurowalne wejście). Przywraca robota ze stanu *zatrzymania przez zabezpieczenie*, gdy wykryte zostanie zbocze impulsu na wejściu sygnału resetowania zabezpieczeń.
Tryb ograniczony	(konfigurowalne wejście). Przejście systemu bezpieczeństwa do wartości granicznych trybu *ograniczonego*.
3-pozycyjne urządzenie zezwalające	(konfigurowalne wejście). Działa jako wejście zatrzymania przez zabezpieczenie w przypadku wysokiego stanu wejścia trybu pracy.
Tryb pracy	(konfigurowalne wejście). Tryb pracy można włączyć przy skonfigurowanym 3-pozycyjnym urządzeniu zezwalającym.

Zatrzymanie kategorii 1 i 2 powoduje wyhamowanie robota przy włączonym zasilaniu, co pozwala na zatrzymanie robota bez odchylania od bieżącego toru.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Monitorowanie wejść bezpieczeństwa



4.2: *Zielone pole poniżej nachylenia odpowiada dopuszczalnym prędkościom przegubu podczas hamowania. W chwili 0 procesor bezpieczeństwa wykrywa zdarzenie (zatrzymanie awaryjne lub przez zabezpieczenie). Wyhamowywanie rozpoczyna się po 24 ms.*

Zatrzymania kategorii 1 i 2 są monitorowane przez system bezpieczeństwa w następujący sposób:

1. System bezpieczeństwa monitoruje, czy hamowanie rozpoczyna się w ciągu 24 ms, patrz rysunek 4.2.
2. Jeśli przegub się porusza, jego prędkość jest monitorowana i nigdy nie może przekroczyć prędkości uzyskanej przez stałe wyhamowywanie od wartości granicznej prędkości maksymalnej przegubu w trybie *normalnym* do 0 rad/s w ciągu 500 ms.
3. Jeśli przegub jest w spoczynku (jego prędkość jest niższa niż 0,2 rad/s), monitorowanie obejmuje brak ruchu o więcej niż 0,05 rad od położenia zaobserwowanego, gdy zmierzona prędkość była niższa niż 0,2 rad/s.

Dodatkowo w przypadku zatrzymania kategorii 1 system monitoruje, czy po przejściu ramienia robota do stanu spoczynku odłączanie zasilania zakończy się w ciągu 600 ms. Ponadto po sygnale na wejściu zatrzymania przez zabezpieczenie ramię robota może wznowić ruch tylko po pojawieniu się narastającego zbocza na wejściu resetowania zabezpieczeń. Jeśli dowolny z powyższych warunków nie będzie spełniony, system bezpieczeństwa wykona zatrzymanie kategorii 0.

Przejście do trybu *ograniczonego* wyzwolone przez sygnał wejściowy trybu ograniczonego jest monitorowane w następujący sposób:

1. System bezpieczeństwa przyjmuje oba zestawy wartości granicznych dla trybów *normalnego* i *ograniczonego* przez 500 ms od wyzwolenia sygnału wejściowego trybu ograniczonego.
2. Po 500 ms stosowane są tylko limity trybu *ograniczonego*.

Jeśli dowolny z powyższych warunków nie będzie spełniony, system bezpieczeństwa wykona zatrzymanie kategorii 0.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Zatrzymanie kategorii 0 jest wykonywane przez system bezpieczeństwa przy zachowaniu parametrów działania opisanych w poniższej tabeli. Czas reakcji dla najgorszego przypadku to czas do zatrzymania i *odłączenia zasilania* (rozładowania do potencjału elektrycznego poniżej 7,3 V) robota przy maksymalnej prędkości ruchu i maksymalnym obciążeniu.

Funkcja wejścia bezpieczeństwa	Czas detekcji	Czas odcięcia zasilania	Czas reakcji
Zatrzymanie awaryjne robota	250 ms	1000 ms	1250 ms
Przycisk zatrzymania awaryjnego	250 ms	1000 ms	1250 ms
Zatrzymanie awaryjne systemu	250 ms	1000 ms	1250 ms
Zatrzymanie przez zabezpieczenie	250 ms	1000 ms	1250 ms

Wyjścia elektryczne właściwe dla bezpieczeństwa

W poniższej tabeli przedstawiono przegląd elektrycznych wyjść właściwych dla bezpieczeństwa:

Wyjście bezpieczeństwa	Opis
Zatrzymanie awaryjne systemu	Stan logiczny niski, gdy sygnał wejściowy *zatrzymania awaryjnego robota* ma niski stan logiczny lub wciśnięty jest przycisk zatrzymania awaryjnego.
Robot się rusza	Gdy ten sygnał jest w wysokim stanie logicznym, żaden z przegubów ramienia robota nie rusza się o więcej niż 0,1 rad.
Robot się nie zatrzymuje	Stan logiczny wysoki, kiedy robot jest zatrzymany lub w trakcie zatrzymywania spowodowanego przez zatrzymanie awaryjne lub przez zabezpieczenie. W przeciwnym przypadku będzie w logicznym stanie niskim.
Tryb ograniczony	Logic low when the safety system is in *Reduced* mode.
Poza trybem ograniczonym	Negacja wyjścia *trybu ograniczonego*.

Jeśli wyjście bezpieczeństwa nie jest odpowiednio ustawione, system bezpieczeństwa wykonuje zatrzymanie kategorii 0 przy następujących czasach reakcji dla najgorszego przypadku:

Wyjście bezpieczeństwa	Czas reakcji w najgorszym przypadku
Zatrzymanie awaryjne systemu	1100 ms
Robot się rusza	1100 ms
Robot się nie zatrzymuje	1100 ms
Tryb ograniczony	1100 ms
Poza trybem ograniczonym	1100 ms

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1. Kategorie zatrzymania są zgodne z normą IEC 60204-1, więcej szczegółów zawiera słowniczek. ↩

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.7. Transport

Robota należy transportować w oryginalnym opakowaniu. Materiał opakowania należy zachować i przechowywać w suchym miejscu, ponieważ może zajść konieczność ponownego przeniesienia robota.

Podczas przenoszenia robota z opakowania do miejsca instalacji należy go podnosić, trzymając za obie rury ramienia jednocześnie. Robota należy podtrzymywać w miejscu do czasu, aż zaciśnięte zostaną wszystkie śruby mocujące przy podstawie robota.

Skrzynkę sterowniczą należy podnosić za uchwyt.



OSTRZEŻENIE

1. Nie wolno dopuścić do nadwyrężenia kręgosłupa ani innych części ciała podczas podnoszenia sprzętu. Należy zastosować właściwy sprzęt do podnoszenia. Należy stosować się do wszystkich lokalnych i krajowych wytycznych dotyczących podnoszenia. Firma Universal Robots nie jest odpowiedzialna za żadne uszkodzenia wynikające z transportu wyposażenia.
2. Robot musi być zamontowany zgodnie z instrukcjami montażu podanymi w rozdziale 1.8. Interfejs mechaniczny on page25.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

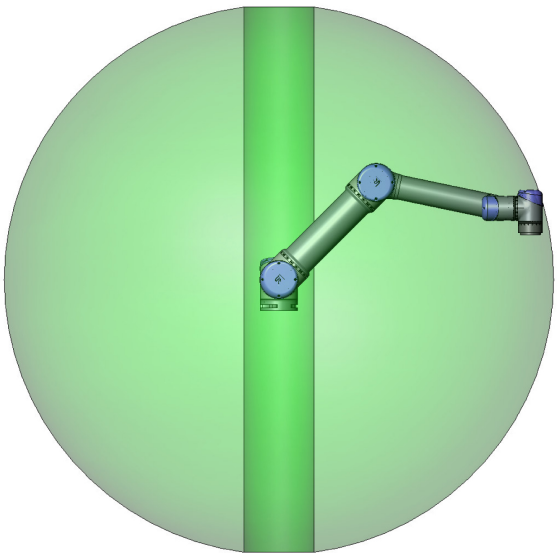
1.8. Interfejs mechaniczny

1.8.1. Przedmowa

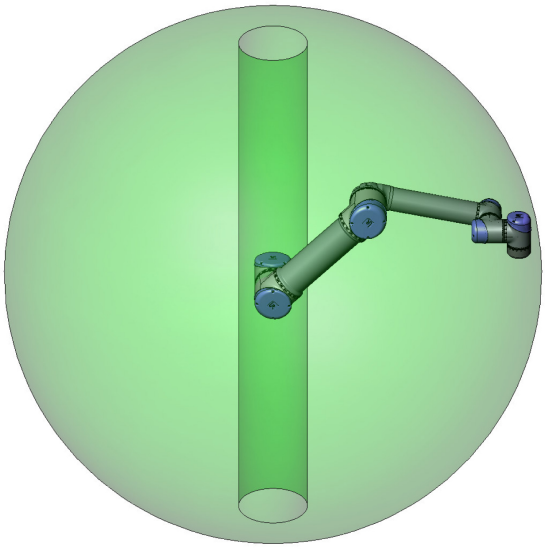
W rozdziale opisano podstawy montażu różnych części systemu robota. Należy przestrzegać instrukcji dotyczących instalacji elektrycznej z rozdziału 1.9. Interfejs elektryczny on page31.

1.8.2. Przestrzeń robocza robota

Przestrzeń robocza robota sięga 850 mm od przegubu podstawowego. Podczas wyboru miejsca montażu robota ważne jest uwzględnienie cylindrycznej objętości bezpośrednio nad i pod podstawą robota. W miarę możliwości należy unikać przesuwania narzędzia w pobliże tej cylindrycznej objętości, ponieważ przeguby muszą wykonywać szybkie ruchy nawet przy wolnym ruchu narzędzia, co prowadzi do słabej wydajności pracy robota i utrudnia przeprowadzenie oceny ryzyka.



Widok z przodu



Widok pod kątem

1.8.3. Mocowanie

Ramię robota

OSTRZEŻENIE

- Ramię robota musi być mocno i bezpiecznie przykręcone. Podłoże montażowe musi być wytrzymałe.
- Należy pamiętać o włożeniu gumowych korków do wszystkich otworów montażowych w podstawie robota, aby zapobiec uwięzieniu palców.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Ramię robota jest montowane za pomocą czterech śrub M8 i czterech otworów 8,5 mm w podstawie. Zalecane jest dokręcenie tych śrub z momentem 20 Nm . Jeśli wymagane jest bardzo dokładne pozycjonowanie ramienia robota, dostępne do są dwa otwory Ø8 umożliwiające zastosowanie kołków. W ofercie dostępny jest także dokładny odpowiednik podstawy jako wyposażenie akcesoryjne. Rysunek 6.1 przedstawia miejsca, w których należy wywiercić otwory i zamocować śruby.
Kabel połączeniowy robota można zamocować od boku lub przez spód podstawy. Robota należy zamontować na podłożu stabilnym i wystarczająco wytrzymałym, aby utrzymać co najmniej dziesięciokrotność pełnego momentu obrotowego przegubu podstawowego i pięciokrotność masy ramienia robota. Ponadto podłoże musi być wolne od wibracji.
Jeśli robot ma być montowany na liniowym napędzie lub ruchomej platformie, to przyspieszenie ruchomej bazy montażowej powinno być bardzo małe. Duże przyspieszenie może doprowadzić do zatrzymania robota przez zinterpretowanie przyspieszenia jako uderzenia.



OSTRZEŻENIE

Zasilanie ramienia robota należy wyłączyć, aby zapobiec nieoczekiwanemu uruchomieniu podczas montażu i demontażu.
Aby wyłączyć zasilanie ramienia robota:

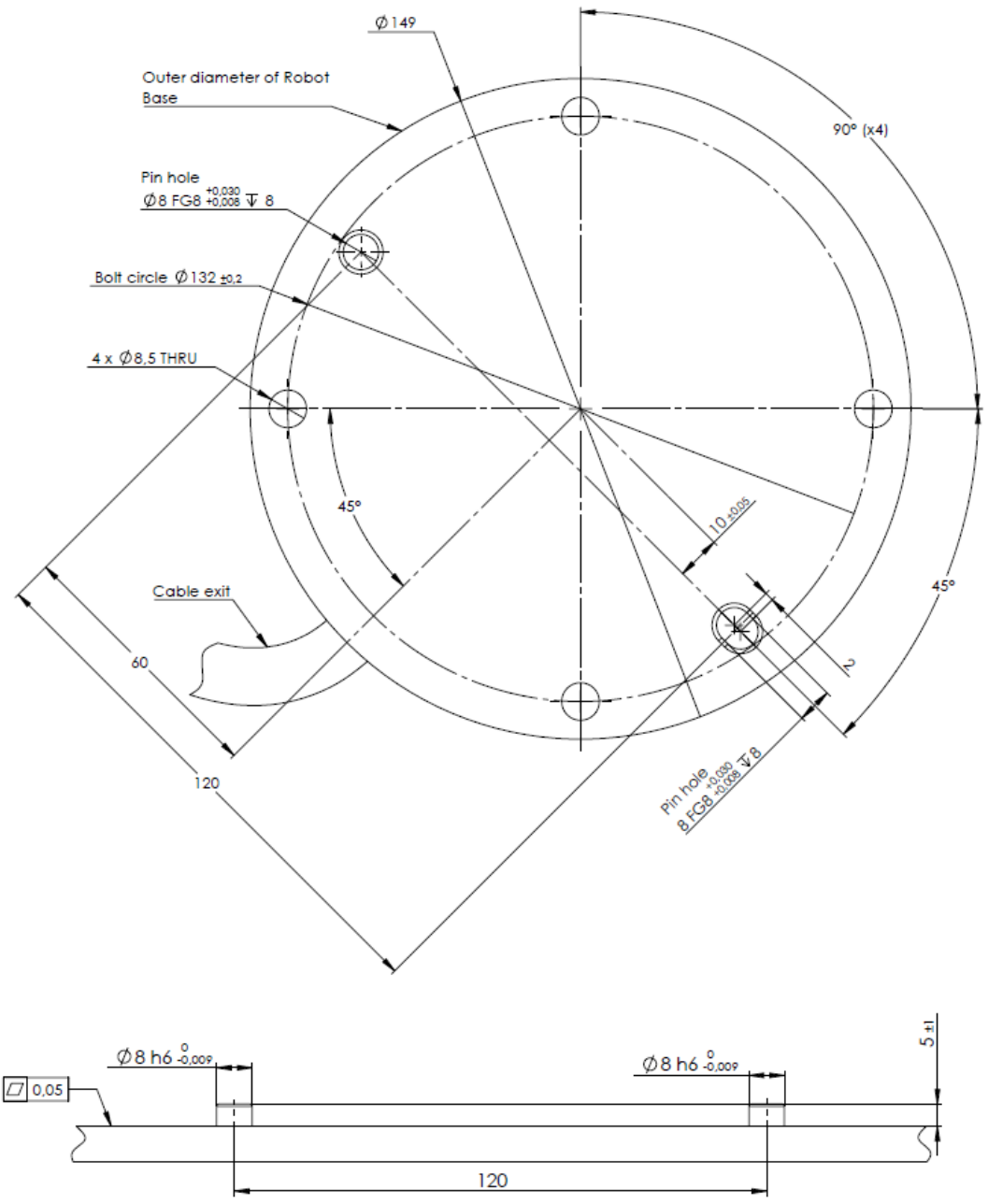
1. Aby wyłączyć zasilanie robota, należy nacisnąć przycisk zasilania na sterowniku uczenia.
2. Odłączyć kabel zasilania / przewód zasilający od gniazdka ściennego.
3. Odczekać 30 sekund na rozładowanie zgromadzonej energii przez robota.



PRZESTROGA

Montować robota w warunkach odpowiadających danemu poziomowi IP. Zabrania się uruchamiania robota w środowisku przewyższającym podany poziom IP dla robota (IP54), sterownika uczenia (IP54) oraz skrzynki kontrolnej (IP44)

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



6.1: *Otwory montażowe robota. Należy użyć M8 czterech śrub. Wszystkie wymiary są podane w mm.*

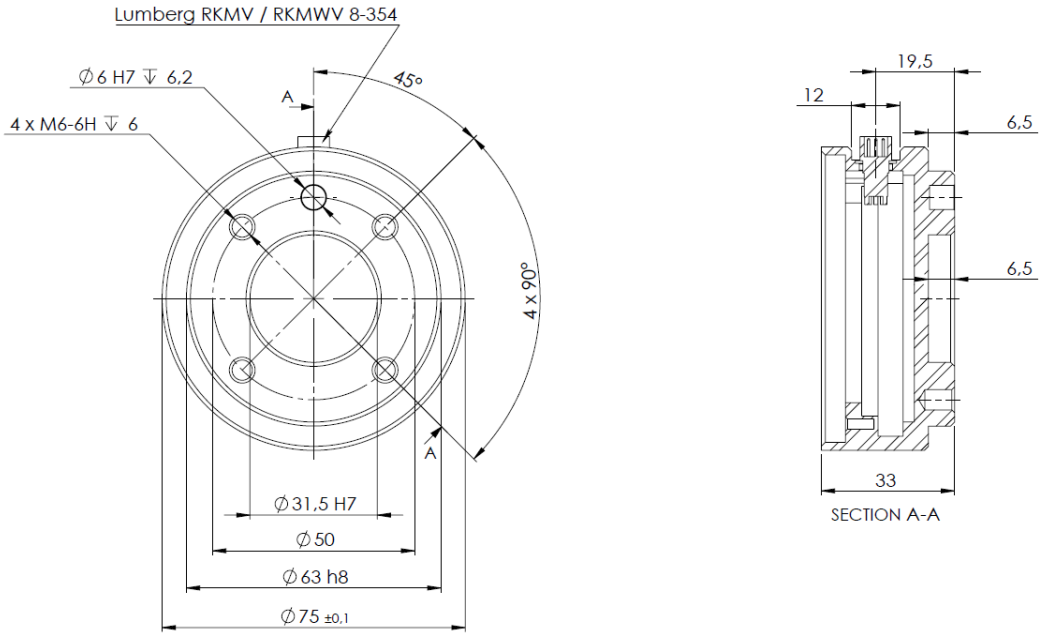
Narzędzie

Kołnierz narzędzia robota ma cztery otwory z gwintem M6, służące do mocowania narzędzia do robota. Śruby M6 należy dokręcić z momentem 9 Nm. Jeśli wymagane jest bardzo dokładne pozycjonowanie narzędzia, dostępny jest otwór Ø6, umożliwiający zastosowanie kołka. Rysunek 6.2 przedstawia miejsca, w których należy wywiercić otwory i zamocować śruby.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

OSTRZEŻENIE

1. Narzędzie musi być mocno i bezpiecznie przykręcone.
2. Narzędzie powinno być tak skonstruowane, aby nie stwarzało groźnych sytuacji przez nieoczekiwane upuszczenie części.



6.2: *Kołnierz wyjściowy narzędzia, ISO 9409-1-50-4-M6. Jest to miejsce montażu narzędzia na końcu robota. Wszystkie wymiary są podane w mm.*

Skrzynka sterownicza

Skrzynkę sterowniczą można zawiesić na ścianie lub umieścić na podłodze. Z każdej strony wymagane są odstępy 50 mm, umożliwiające odpowiedni przepływ powietrza. Można zakupić dodatkowe wsporniki montażowe.

Sterownik uczenia

Sterownik uczenia można zawiesić na ścianie lub na skrzynce sterowniczej. Można zakupić dodatkowe wsporniki do mocowania sterownika uczenia. Należy zabezpieczyć kable przed możliwością potknięcia się o nie.

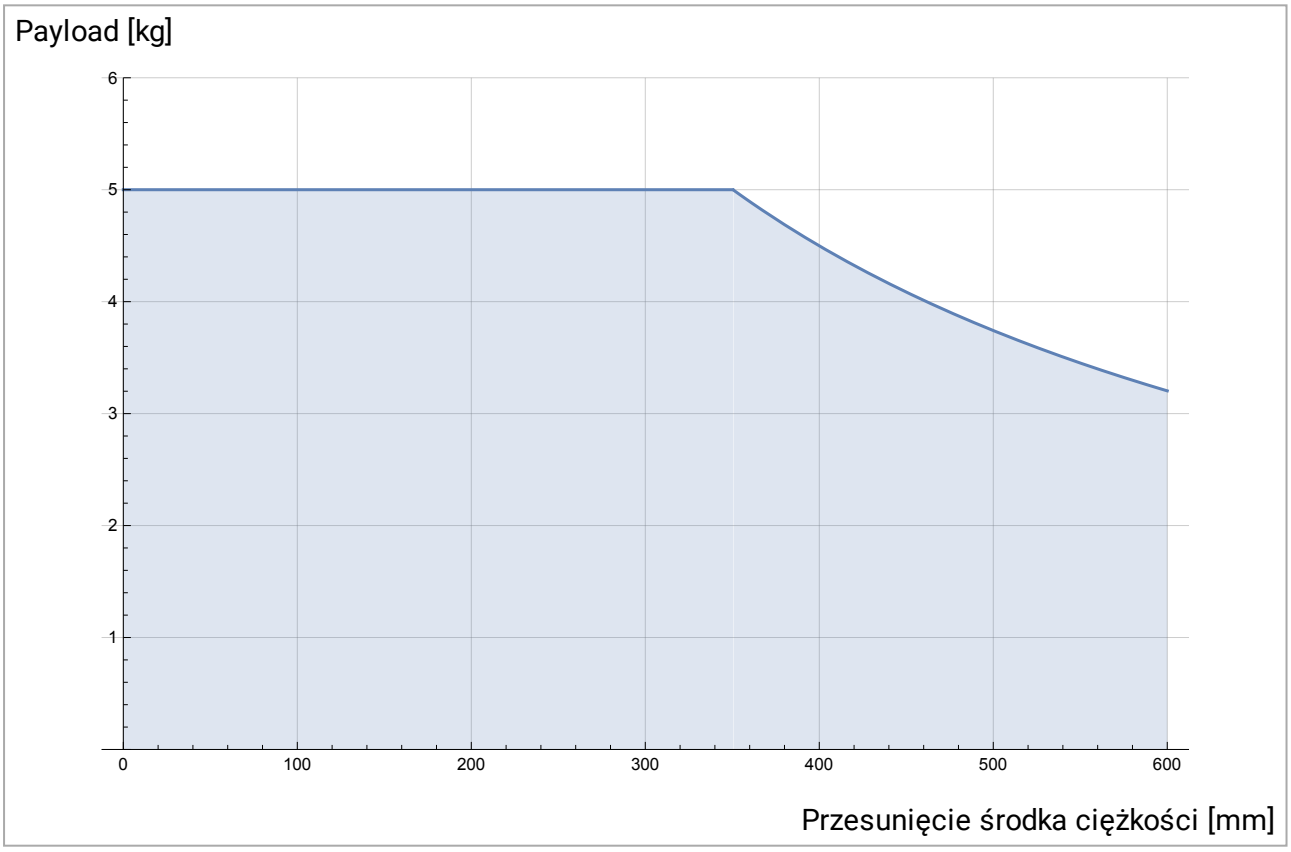
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

OSTRZEŻENIE

1. Skrzynka sterownicza, sterownik uczenia ani kable nie mogą mieć kontaktu z cieczami. Mokra skrzynka sterownicza może być przyczyną śmierci.
2. Skrzynki sterowniczej i sterownika uczenia nie wolno narażać na zapylone ani mokre otoczenie wymagające ochrony przekraczającej IP20. Należy zwrócić szczególną uwagę na obecność pyłów przewodzących.

1.8.4. Maksymalna ładowność

Maksymalne dopuszczalne obciążenie ramienia robota zależy od **przesunięcia środka ciężkości**, patrz rysunek 6.3. Przesunięcie środka ciężkości to odległość między środkiem kołnierza wyjściowego narzędzia a środkiem ciężkości.



6.3: *Stosunek między maksymalną dopuszczalną ładownością a przesunięciem środka ciężkości.*

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.9. Interfejs elektryczny

1.9.1. Przedmowa

W tej sekcji opisano wszystkie elektryczne interfejsy w ramieniu robota i w skrzynce sterowniczej.

Różne interfejsy podzielono na pięć grup zróżnicowanych pod względem przeznaczenia i właściwości:

- We/wy sterownika
- We/wy narzędzia
- Ethernet
- Połączenie zasilania sieciowego
- Połączenie robota

Określenie **we/wy** opisuje sygnały sterowania cyfrowe oraz analogowe, wejściowe oraz wyjściowe interfejsu.

Tych pięć grup opisano w kolejnych sekcjach. Dla większości rodzajów we/wy podano przykłady.

Ostrzeżenia i przestrogi z kolejnej sekcji dotyczą wszystkich pięciu grup i należy ich przestrzegać.

1.9.2. Ostrzeżenia i przestrogi dotyczące elementów elektrycznych

Należy przestrzegać poniższych ostrzeżeń i przestróg podczas opracowywania i instalacji układu robota. Ostrzeżenia i przestrogi obejmują również prace serwisowe.



OSTRZEŻENIE

1. Nigdy nie należy podłączać sygnałów bezpieczeństwa do logicznego sterownika programowalnego (PLC), który nie jest sterownikiem PLC bezpieczeństwa o odpowiednim poziomie zabezpieczenia. Nieprzestrzeganie tego ostrzeżenia może prowadzić do poważnych obrażeń lub śmierci, ponieważ funkcja bezpieczeństwa może zostać nadpisana. Istotne jest, aby sygnały interfejsu bezpieczeństwa były odseparowane od sygnałów zwykłego interfejsu we/wy.
2. Wszystkie sygnały bezpieczeństwa są opracowane jako nadmiarowe (dwa niezależne kanały). Dwa kanały należy utrzymywać jako niepołączone, tak aby pojedyncza awaria nie prowadziła do utraty funkcji bezpieczeństwa.
3. Niektóre we/wy wewnątrz skrzynki sterowniczej można skonfigurować do pracy normalnej lub bezpieczeństwa. Należy przeczytać ze zrozumieniem całą sekcję 1.9.3. We/wy sterownika on page33.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



OSTRZEŻENIE

1. Całe wyposażenie, które nie jest przeznaczone do kontaktu z wodą, musi pozostawać suche. Jeśli woda przedostanie się do wnętrza produktu, należy odciąć i oznaczyć wszystkie źródła zasilania i skontaktować się z dostawcą.
2. Wolno używać wyłącznie oryginalnych kabli dostarczonych z robotem. Nie wolno używać robota do zastosowań, w których kable mogą ulegać napinaniu. Jeśli potrzebne są dłuższe lub elastyczne kable, należy skontaktować się z dostawcą.
3. Połączenia ujemne są oznaczane jako **GND** i są połączone z osłoną robota i skrzynki sterowniczej. Wszystkie wymienione połączenia **GND** stosowane są wyłącznie w układach zasilania i sygnalizacji. W przypadku uziemienia ochronnego (PE) należy zastosować zaciski śrubowe M6 z symbolem uziemienia, znajdujące się wewnątrz skrzynki sterowniczej. Przewodnik uziemienia powinien mieć klasyfikację prądową co najmniej właściwą dla najwyższego natężenia w systemie.
4. Należy zachować ostrożność przy podłączaniu kabli interfejsu do wejść i wyjść robota. Metalowa płyta w dolnej części jest przeznaczona do złącz i kabli interfejsu. Płytę należy usunąć przed wierceniem otworów. Przed ponownym zamontowaniem płyty konieczne jest usunięcie wszystkich wiórów. Należy używać dławic kablowych o właściwych rozmiarach.



PRZESTROGA

1. Robot został przebadany zgodnie z międzynarodowymi normami IEC dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej (EMC). Sygnały zakłócające o poziomie przekraczającym poziom zdefiniowany we właściwych normach IEC mogą spowodować nieoczekiwane zachowanie robota. Bardzo wysokie poziomy sygnałów lub nadmierne narażenie mogą trwale uszkodzić robota. Problemy z kompatybilnością elektromagnetyczną zwykle występują w procesach spawalniczych i zwykle są opisywane w dzienniku komunikatami o błędach. Firma Universal Robots nie może być pociągnięta do odpowiedzialności za żadne problemy wynikające z kwestii kompatybilności elektromagnetycznej.
2. Długość kabli we/wy pomiędzy skrzynką sterowniczą a innymi maszynami i wyposażeniem fabrycznym nie może być większa niż 30 m, chyba że wykonano odpowiednie testy.



UWAGA

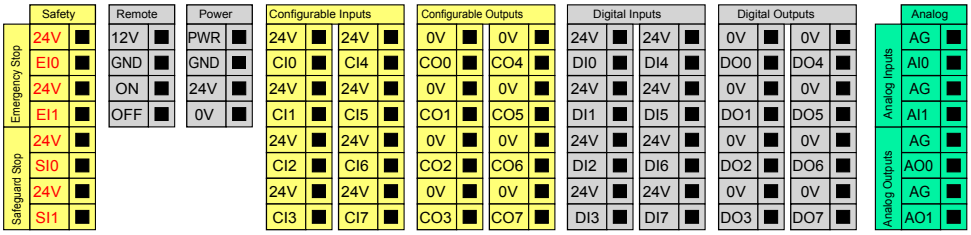
Wszystkie napięcia i natężenia są podane dla prądu stałego (DC), chyba że określono inaczej.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.9.3. We/wy sterownika

W tym rozdziale objaśniono sposoby podłączenia wyposażenia do wejść/wyjść wewnątrz skrzynki sterowniczej. We/wy są bardzo elastyczne i można ich używać do łączenia zróżnicowanego sprzętu, m.in. pneumatycznych przekaźników, sterowników PLC i przycisków zatrzymania awaryjnego.

Poniższa ilustracja przedstawia interfejs elektryczny wewnątrz skrzynki sterowniczej.



Należy przestrzegać znaczenia różnych kolorów, zob. poniżej.

Żółty z czerwonym tekstem	Specjalne sygnały bezpieczeństwa
Żółty z czarnym tekstem	Konfigurowalne jako bezpieczeństwa
Szary z czarnym tekstem	Cyfrowe we/wy ogólnego przeznaczenia
Zielony z czarnym tekstem	Analogowe we/wy ogólnego przeznaczenia

We/wy **konfigurowalne** można skonfigurować w interfejsie GUI jako we/wy z klasyfikowanym bezpieczeństwem lub we/wy ogólnego przeznaczenia. Więcej informacji zawiera część Część II Podręcznik PolyScope on page87.

Używanie cyfrowych we/wy opisano w kolejnych podsekcjach. Należy przestrzegać informacji z sekcji opisującej wspólne parametry.

Wspólne parametry dla wszystkich we/wy cyfrowych

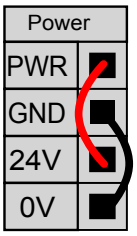
W tej sekcji zdefiniowano parametry elektryczne dla poniższych we/wy cyfrowych 24 V ze skrzynki sterowniczej.

- We/wy bezpieczeństwa.
- Konfigurowalne we/wy.
- We/wy ogólnego przeznaczenia.

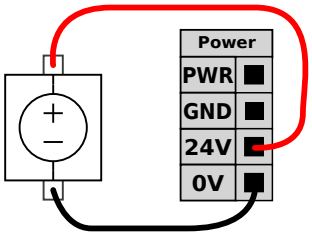
Bardzo ważne jest instalowanie robotów UR zgodnie ze specyfikacjami elektrycznymi, które są takie same dla wszystkich trzech rodzajów wejść.

Możliwe jest zasilanie we/wy cyfrowych z wewnętrznego źródła 24 V lub ze źródła zewnętrznego poprzez skonfigurowanie bloku zacisków opisanego jako **Power** (Zasilanie). Blok składa się z czterech zacisków. Dwa górne (PWR i GND) to 24 V oraz uziemienie wewnętrznego zasilania 24 V. Dwa niższe zaciski bloku (24 V i 0 V) to wejście 24 V źródła zasilania wejść i wyjść. Konfiguracja domyślna przewiduje wykorzystanie wewnętrznego źródła zasilania, patrz niżej.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



Jeśli konieczne jest zwiększenie prądu, w niżej pokazany sposób można podłączyć zewnętrzne źródło zasilania.



Parametry elektryczne dla wewnętrznego i zewnętrznego źródła zasilania przedstawiono poniżej.

Zaciski	Parametr	Min.	Typ	Maks.	Jednostka
Wewnętrzne zasilanie 24 V					
[PWR - GND]	Napięcie	23	24	25	V
[PWR - GND]	Prąd	0	-	2	A
Wymagania zewnętrznego wejścia 24 V					
[24V - 0V]	Napięcie	20	24	29	V
[24V - 0V]	Prąd	0	-	6	A

Cyfrowe we/wy są zbudowane zgodnie z normą IEC 61131-2. Parametry elektryczne przedstawiono poniżej.

Zaciski	Parametr	Min.	Typ	Maks.	Jednostka
Wyjścia cyfrowe					
[COx / DOx]	Natężenie prądu*	0	-	1	A
[COx / DOx]	Spadek napięcia	0	-	0.5	V
[COx / DOx]	Prąd upływu	0	-	0.1	mA
[COx / DOx]	Funkcja	-	PNP	-	Typ
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1 A	-	Typ
Wejścia cyfrowe					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Napięcie	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Obszar WYŁ.	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Obszar WŁ.	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Natężenie (11–30 V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Funkcja	-	PNP	-	Typ
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Typ

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Uwaga: *Dla obciążeń rezystancyjnych lub indukcyjnych maksymalnie przy 1h.

UWAGA

Słowo **konfigurowalne** oznacza we/wy, które można skonfigurować do pracy jako we/wy z klasyfikowanym bezpieczeństwem lub normalne. Są to żółte zaciski opisane czarnym tekstem.

We/wy bezpieczeństwa

W tej sekcji opisano wejścia bezpieczeństwa dedykowane (żółte zaciski z czerwonym tekstem) oraz konfigurowalne (żółte zaciski z czarnym tekstem), skonfigurowane jako we/wy bezpieczeństwa. Należy przestrzegać wspólnych parametrów z sekcjiWspólne parametry dla wszystkich we/wy cyfrowych on page33.

Sprzęt i urządzenia bezpieczeństwa muszą być instalowane zgodnie z instrukcjami bezpieczeństwa i z oceną ryzyka, (patrz rozdział 1.5. Bezpieczeństwo on page5).

Wszystkie we/wy bezpieczeństwa występują w parach (są nadmiarowe) i muszą znajdować się w dwóch osobnych gałęziach. Pojedyncza awaria nie może powodować utraty funkcji bezpieczeństwa.

Dwa stałe wejścia bezpieczeństwa to `Zatrzymanie awaryjne robota` and the `Zatrzymanie przez zabezpieczenie`. Wejście Zatrzymanie awaryjne robota jest przeznaczone tylko dla urządzeń układu zatrzymania awaryjnego. Wejście Zatrzymanie przez zabezpieczenie jest przeznaczone dla wszelkiego rodzaju urządzeń ochronnych związanych z funkcjami bezpieczeństwa. Poniżej przedstawiono różnice funkcjonalne.

	Zatrzymanie awaryjne	Zatrzymanie przez zabezpieczenie
Robot przestaje się poruszać	Tak	Tak
Wykonanie programu	Przerwa	Przerwa
Zasilanie robota	Wył.	Wł.
Resetuj	Ręcznie	Automatycznie lub ręcznie
Częstotliwość użycia	Sporadycznie	W każdym cyklu do rzadko
Wymaga ponownego zainicjowania	Tylko zwolnienie hamulca	Nie
Kategoria zatrzymania (IEC 60204-1)	1	2
Poziom działania funkcji monitorowania (ISO 13849-1)	PLd	PLd

Konfigurowalnych wejść i wyjść można użyć do skonfigurowania dodatkowych funkcji we/wy bezpieczeństwa, np. wyjścia zatrzymania awaryjnego. Zestaw konfigurowalnych we/wy można ustawić jako funkcje bezpieczeństwa poprzez interfejs GUI, zob. część Część II Podręcznik PolyScope on page87.

W kolejnych podsekcjach znajduje się kilka przykładów zastosowania we/wy bezpieczeństwa.

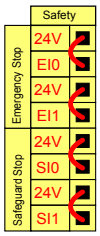
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

OSTRZEŻENIE

1. Nigdy nie należy podłączać sygnałów bezpieczeństwa do logicznego sterownika programowalnego (PLC), który nie jest sterownikiem PLC bezpieczeństwa o odpowiednim poziomie zabezpieczenia. Nieprzestrzeganie tego ostrzeżenia może prowadzić do poważnych obrażeń lub śmierci, ponieważ funkcja bezpieczeństwa może zostać nadpisana. Istotne jest, aby sygnały interfejsu bezpieczeństwa były odseparowane od sygnałów zwykłego interfejsu we/wy.
2. Wszystkie we/wy o klasyfikowanym bezpieczeństwie są opracowane jako nadmiarowe (dwa niezależne kanały). Dwa kanały należy utrzymywać jako niepołączone, tak aby pojedyncza awaria nie prowadziła do utraty funkcji bezpieczeństwa.
3. Działanie funkcji bezpieczeństwa musi być zweryfikowane, zanim robot rozpocznie pracę. Funkcje bezpieczeństwa należy regularnie kontrolować.
4. Instalacja robota powinna być zgodna z tymi parametrami. Zaniedbanie może prowadzić do poważnych obrażeń lub śmierci, ponieważ funkcja bezpieczeństwa może zostać nadpisana.

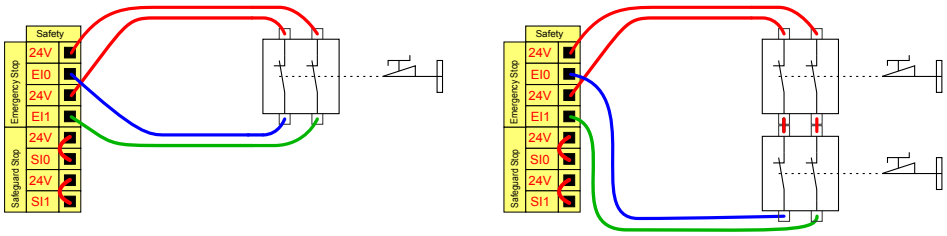
Domyślna konfiguracja bezpieczeństwa

Robot jest dostarczany z konfiguracją domyślną, w której dozwolona jest praca bez żadnego dodatkowego wyposażenia bezpieczeństwa, zob. rysunek poniżej.



Podłączenie przycisków zatrzymania awaryjnego

W większości zastosowań wymaga się przyłączenia jednego lub więcej dodatkowych przycisków zatrzymania awaryjnego. Na poniższym rysunku pokazano sposób przyłączenia jednego i więcej przycisków zatrzymania awaryjnego.



Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Współdzielenie przycisku awaryjnego z innymi urządzeniami

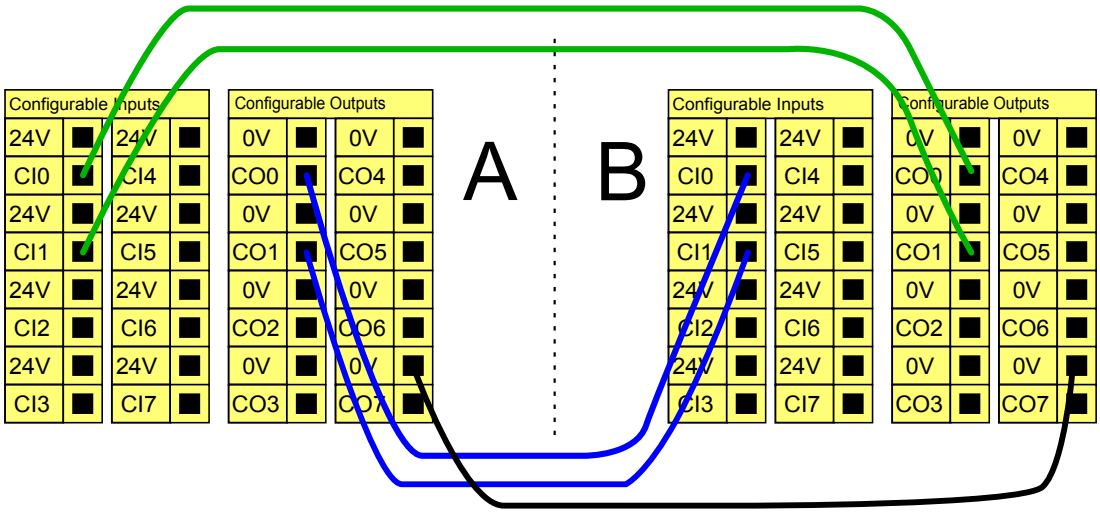
Często wymagane jest skonfigurowanie wspólnego obwodu zatrzymania awaryjnego, kiedy robot współpracuje z innymi maszynami. W ten sposób operator nie musi się zastanawiać, który z przycisków awaryjnych nacisnąć.

Wejścia Zatrzymanie awaryjne robota nie można współdzielić, ponieważ każda z maszyn będzie oczekiwać aż druga wyjdzie ze stanu zatrzymania awaryjnego.

Aby współdzielić funkcję zatrzymania awaryjnego z innymi maszynami, konieczne jest skonfigurowanie w interfejsie GUI następujących funkcji w konfigurowalnych we/wy.

- Para wejść konfigurowalnych: zewnętrzne zatrzymanie awaryjne.
- Para wyjść konfigurowalnych: zatrzymanie awaryjne systemu.

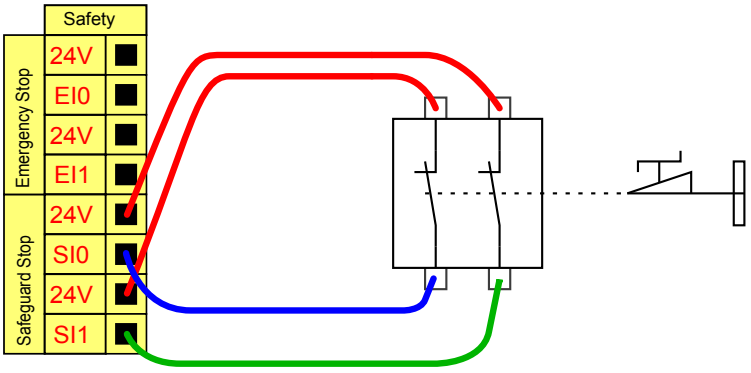
Poniższa ilustracja pokazuje współdzielenie funkcji zatrzymania awaryjnego między dwoma robotami UR. W tym przykładzie wykorzystano skonfigurowane we/wy CI0–CI1 oraz CO0–CO1.



Jeśli zachodzi konieczność połączenia dwóch robotów UR lub innych maszyn, do kontrolowania sygnałów zatrzymania awaryjnego wymagany jest sterownik PLC bezpieczeństwa.

Zatrzymanie przez zabezpieczenie z automatycznym wznowieniem

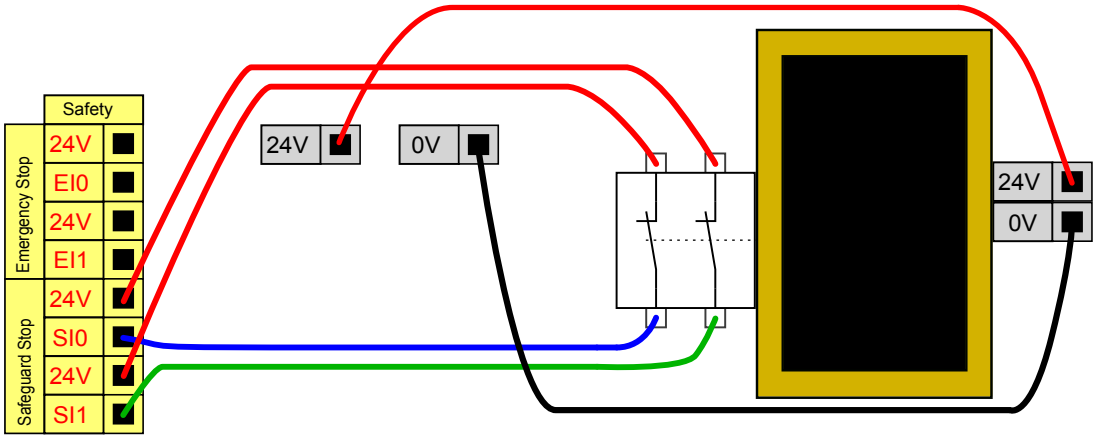
Przykładem podstawowego urządzenia zatrzymania awaryjnego jest przełącznik drzwiowy, który zatrzymuje robota po otwarciu drzwi, zob. rysunek poniżej.



Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Ta konfiguracja jest przeznaczona wyłącznie do zastosowań, w których operator nie może przejść przez drzwi i ich za sobą zamknąć. We/wy konfigurowalne mogą posłużyć do zainstalowania przycisku resetowania poza drzwiami, przywracającego ruch robota.

Innym przykładem, w którym automatyczne wznowienie może być przydatne jest zastosowanie maty lub laserowego skanera bezpieczeństwa, zob. poniżej.

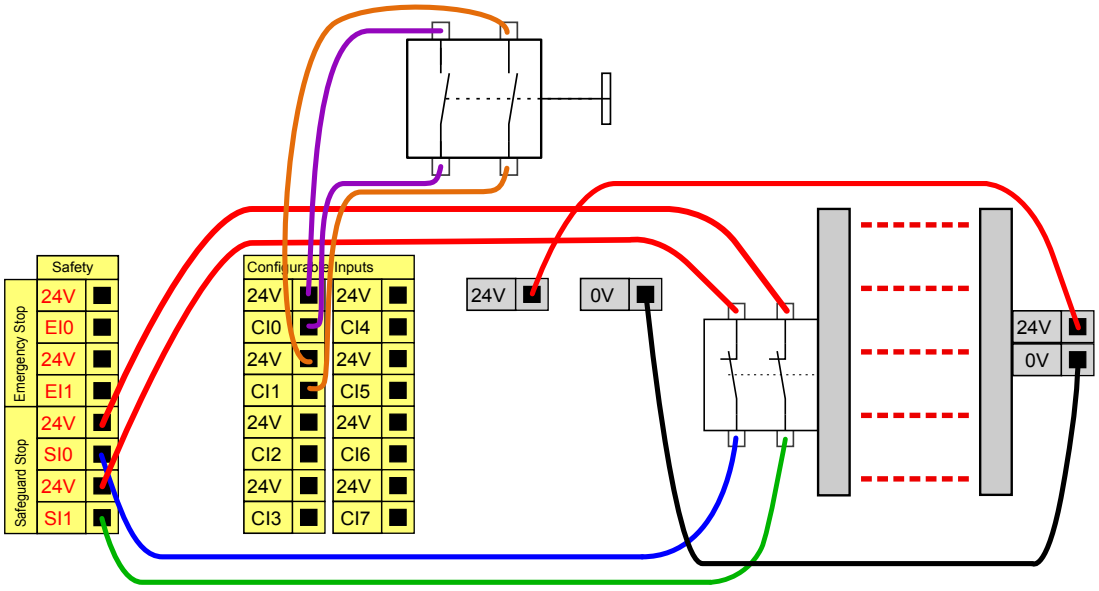


OSTRZEŻENIE

1. Robot wznawia ruch automatycznie po unormowaniu sygnału zabezpieczenia. Nie wolno używać takiej konfiguracji, jeśli sygnał może być przywrócony od wewnątrz obwodu bezpieczeństwa.

Zatrzymanie przez zabezpieczenie z przyciskiem resetowania

Jeśli przez interfejs bezpieczeństwa podłączona jest kurtyna świetlna, wymagana jest funkcja resetowania znajdująca się poza obwodem bezpieczeństwa. Przycisk resetowania musi być typu dwukanałowego. W tym przykładzie we/wy skonfigurowane dla funkcji resetowania to CI0–CI1, zob. poniżej.



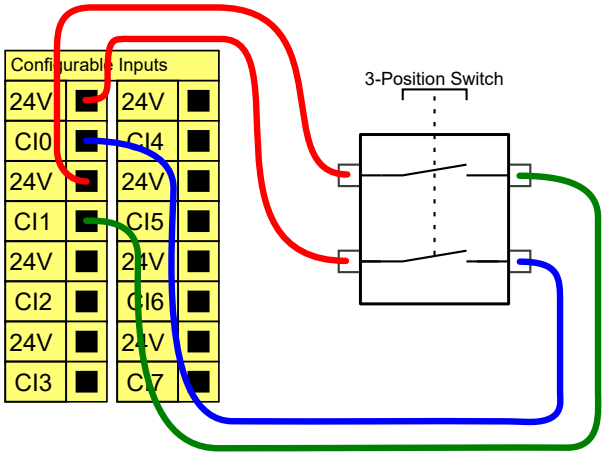
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

3-pozycyjne urządzenie zezwalające

Poniższy rysunek pokazuje sposób podłączenia 3-pozycyjnego urządzenia zezwalającego. Więcej informacji o trójpozycyjnym urządzeniu zezwalającym zawiera sekcja 3-pozycyjne urządzenie zezwalające and Tryb pracy on page108.

UWAGA

System zabezpieczeń firmy Universal Robots nie obsługuje wielu 3-pozycyjnych urządzeń zezwalających.



UWAGA

Dwa kanały wejściowe dla sygnału wejściowego 3-pozycyjnego urządzenia zezwalającego mają tolerancję rozbieżności wynoszącą 1 s.

Cyfrowe we/wy ogólnego przeznaczenia

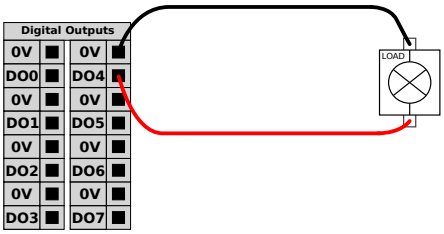
W tej sekcji opisano we/wy 24 V ogólnego przeznaczenia (szare zaciski) i konfigurowalne (żółte zaciski z czarnym tekstem), nieskonfigurowane jako we/wy bezpieczeństwa. Należy przestrzegać wspólnych parametrów z sekcji Wspólne parametry dla wszystkich we/wy cyfrowych on page33.

We/wy ogólnego przeznaczenia można używać do bezpośredniego sterowania wyposażenia, np. przekaźników pneumatycznych lub do komunikacji z innymi systemami PLC. Wyjścia cyfrowe można automatycznie wyłączać po zatrzymaniu wykonywania programu, więcej informacji zawiera część Część II Podręcznik PolyScope on page87. W tym trybie wyjście ma zawsze stan niski, gdy program nie działa. Przykłady zamieszczono w dalszych podsekcjach. W tych przykładach użyto zwykłych wyjść cyfrowych, lecz możliwe jest wykorzystanie dowolnych wyjść konfigurowalnych, jeśli nie są skonfigurowane do funkcji bezpieczeństwa.

Obciążenie sterowane przez wyjście cyfrowe

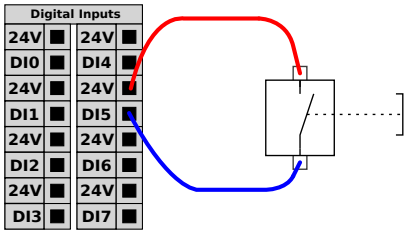
Ten przykład ilustruje, jak podłączyć obciążenie, które ma być kontrolowane przez wyjście cyfrowe. Zob. poniżej.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



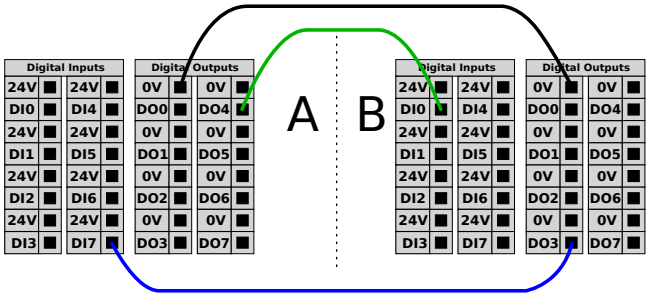
Wejście cyfrowe z przycisku

Poniższy przykład pokazuje, w jaki sposób podłączyć prosty przycisk do wejścia cyfrowego.



Komunikacja z innymi maszynami lub sterownikami PLC

Cyfrowych we/wy można używać do komunikacji z innym wyposażeniem, jeśli istnieje wspólna masa (GND, 0 V) i w maszynach wykorzystano technologię PNP, zob. poniżej.



Analogowe we/wy ogólnego przeznaczenia

Interfejs analogowych we/wy jest zielony. Może służyć do ustalenia lub pomiaru napięcia (0–10 V) lub natężenia (4–20 mA) od i do innego wyposażenia.

Aby uzyskać najwyższą dokładność, zaleca się spełnienie poniższych warunków.

- Użyć zacisku AG najbliższego we/wy. Para wspólnie używa filtru trybu wspólnego.
- Użyć tego samego uziemienia (GND, 0 V) dla sprzętu i skrzynki sterowniczej. Analogowe we/wy nie są galwanicznie izolowane od skrzynki sterowniczej.
- Użyć kabla ekranowanego lub par skręcanych. Połączyć ekran z zaciskiem GND przy złączu z oznaczeniem Power (Zasilanie).
- Użyć sprzętu pracującego w trybie prądowym. Sygnały prądowe są mniej wrażliwe na zakłócenia.

Tryby pracy wejścia można wybrać w graficznym interfejsie użytkownika, zob. część Część II Podręcznik PolyScope on page87. Parametry elektryczne przedstawiono poniżej.

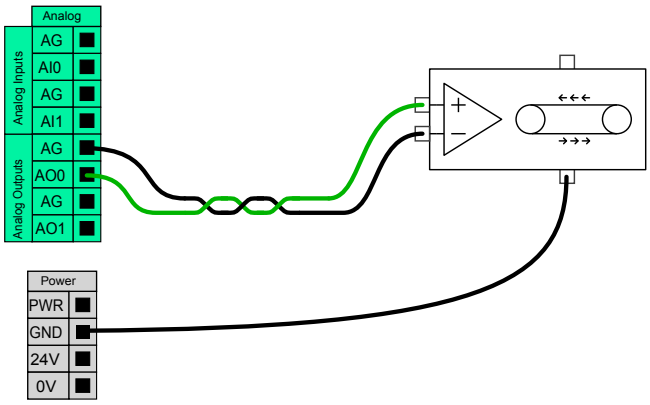
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Zaciski	Parametr	Min.	Typ	Maks.	Jednostka
Wejście analogowe w trybie prądowym					
[AIx - AG]	Prąd	4	-	20	mA
[AIx - AG]	Rezystancja	-	20	-	om
[AIx - AG]	Rozdzielczość	-	12	-	bit
Wejście analogowe w trybie napięciowym					
[AIx - AG]	Napięcie	0	-	10	V
[AIx - AG]	Rezystancja	-	10	-	kom
[AIx - AG]	Rozdzielczość	-	12	-	bit
Wyjście analogowe w trybie prądowym					
[AOx - AG]	Prąd	4	-	20	mA
[AOx - AG]	Napięcie	0	-	24	V
[AOx - AG]	Rozdzielczość	-	12	-	bit
Wyjście analogowe w trybie napięciowym					
[AOx - AG]	Napięcie	0	-	10	V
[AOx - AG]	Prąd	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	Rezystancja	-	1	-	om
[AOx - AG]	Rozdzielczość	-	12	-	bit

W kolejnych przykładach przedstawiono, jak wykorzystać wejścia i wyjścia analogowe.

Użycie wyjścia analogowego

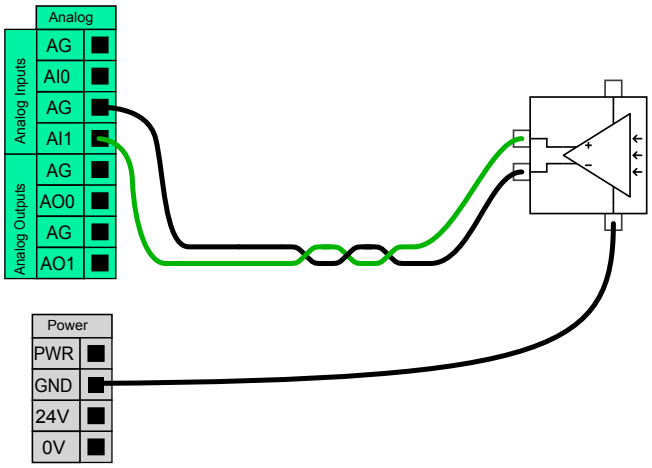
Poniżej przedstawiono przykład, w jaki sposób kontrolować przenośnik pasowy przez analogowe wejście sterowania prędkością.



Używanie analogowego wejścia

Poniżej przedstawiono przykładowe połączenie czujnika analogowego.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



Zdalne sterowanie włączaniem i wyłączaniem

Możliwe jest wykorzystanie zdalnego sterowania WŁ./WYŁ., aby włączać i wyłączać skrzynkę sterowniczą bez sterownika uczenia. Zwykle jest to stosowane w następujących zastosowaniach:

- kiedy sterownik uczenia jest niedostępny,
- kiedy konieczne jest utrzymanie pełnej kontroli przez system PLC,
- kiedy kilka robotów musi być włączanych i wyłączanych jednocześnie.

Zdalne sterowanie WŁ./WYŁ. udostępnia dodatkowe zasilanie 12 V małej mocy, które pozostaje aktywne kiedy skrzynka sterownika jest wyłączona. Wejścia Wł. i Wył. są przeznaczone wyłącznie do krótkotrwałej aktywacji. Wejście Wł. działa tak samo, jak przycisk włącznika zasilania. Do zdalnego wyłączania należy zawsze używać wejścia Wył., ponieważ sygnał ten pozwala skrzynce sterowniczej na zapisanie otwartych plików i prawidłowe zamknięcie systemu.

Parametry elektryczne przedstawiono poniżej.

Zaciski	Parametr	Min.	Typ	Maks.	Jednostka
[12V - GND]	Napięcie	10	12	13	V
[12V - GND]	Prąd	-	-	100	mA
[ON / OFF]	Napięcie nieaktywne	0	-	0,5	V
[ON / OFF]	Napięcie aktywne	5	-	12	V
[ON / OFF]	Prąd wejściowy	-	1	-	mA
[ON]	Czas aktywacji	200	-	600	ms

W kolejnych przykładach przedstawiono, jak wykorzystać funkcję zdalnego WŁ./WYŁ.

UWAGA

Można użyć specjalnej funkcji oprogramowania, umożliwiającej automatyczne ładowanie i uruchamianie programów, zob. część Część II Podręcznik PolyScope on page87.

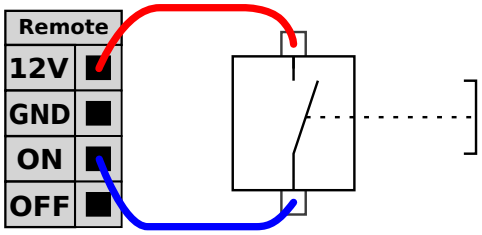
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

PRZESTROGA

1. Do wyłączania skrzynki sterowniczej nie wolno używać wejścia Wł. ani przycisku zasilania.

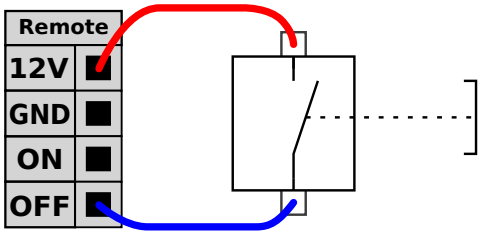
Zdalny przycisk włączania

Poniższy rysunek pokazuje sposób podłączenia zdalnego przycisku włączania.



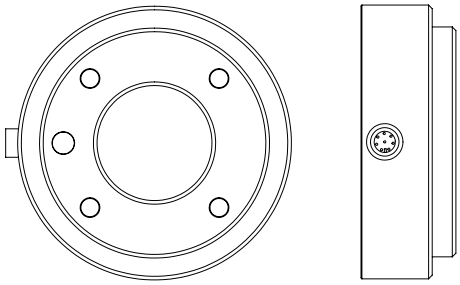
Zdalny przycisk wyłączania

Poniższy rysunek pokazuje sposób podłączenia zdalnego przycisku wyłączania.



1.9.4. We/wy narzędzia

Na końcówce narzędzia robota znajduje się niewielkie złącze z ośmioma stykami, zob. rysunek poniżej.



Przez to złącze podawane jest zasilanie oraz sygnały sterowania do zacisków i czujników używanych na danym narzędziu robota. Odpowiednie są poniższe kable przemysłowe:

- Lumberg RKM V 8-354.

UWAGA

Złącze narzędzia należy ręcznie dokręcić maksymalnym momentem 0,4 Nm.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Osiem żył wewnątrz kabla ma różne kolory. Różne kolory odpowiadają różnym funkcjom, jak podano w poniższej tabeli:

Kolor	Sygnał
Czerwony	0 V (GND)
Szary	0 V/+12 V/+24 V (ZASILANIE)
Niebieski	Wyjście narzędzia 0 (TO0)
Różowy	Wyjście narzędzia 1 (TO1)
Żółty	Wejście narzędzia 0 (TI0)
Zielony	Wejście narzędzia 1 (TI1)
Biały	Wejście analogowe 2 (AI2)
Brązowy	Wejście analogowe 3 (AI3)

Wewnętrzne źródło zasilania można ustawić na poziomie 0 V, 12 V albo 24 V na karcie We/Wy w graficznym interfejsie użytkownika, zob. część Część II Podręcznik PolyScope on page87.
Parametry elektryczne przedstawiono poniżej:

Parametr	Min.	Typ	Maks.	Jednostka
Napięcie zasilania w trybie 24V	-	24	-	V
Napięcie zasilania w trybie 12 V	-	12	-	V
Prąd zasilania w obu trybach*	-	-	600	mA

Uwaga: *W przypadku obciążeń indukcyjnych zalecane jest stosowanie diody ochronnej
W dalszych sekcjach opisano różne wejścia i wyjścia narzędzia.

OSTRZEŻENIE

1. Narzędzia i chwytaki należy łączyć tak, żeby przerwa w zasilaniu nie powodowała zagrożeń, np. wypadnięcia elementu obrabianego z narzędzia.
2. Podczas posługiwania się napięciem 12 V należy zachować ostrożność, gdyż wskutek błędu programisty może nastąpić zmiana napięcia na 24 V, co może doprowadzić do awarii urządzeń i pożaru.

UWAGA

Kołnierz narzędzia jest podłączany do uziemienia GND (identycznie z przewodem koloru czerwonego).

Cyfrowe wyjścia narzędzia

Cyfrowe wyjścia wykorzystują technologię NPN. Gdy wyjście cyfrowe jest aktywne, odpowiednie połączenie dochodzi do GND, a gdy jest nieaktywne, odpowiednie połączenie jest otwarte (otwarty-kolektor/otwarty-upływ). Parametry elektryczne przedstawiono poniżej:

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Parametr	Min.	Typ	Maks.	Jednostka
Napięcie przy rozwarciu	-0,5	-	26	V
Napięcie przy ujściu 1 A	-	0,05	0.20	V
Prąd przy ujściu	0	-	600	mA
Prąd przez uziemienie GND	0	-	600	mA

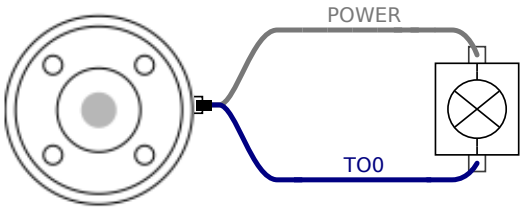
W kolejnej podsekcji znajduje się przykład zastosowania wyjścia cyfrowego.

PRZESTROGA

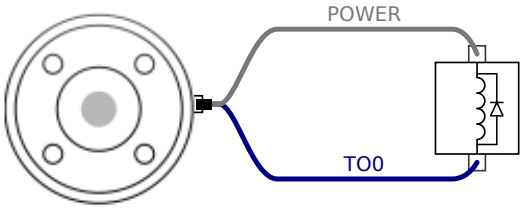
1. Wyjścia cyfrowe w narzędziu nie mają ograniczeń prądowych, dlatego zastępowanie określonych danych może spowodować trwałe uszkodzenie.

Używanie cyfrowych wyjść narzędzia

Poniższy przykład ilustruje, w jaki sposób włączyć obciążenie, jeśli używane jest wewnętrzne źródło zasilania 12 V lub 24 V. Należy pamiętać, aby zdefiniować napięcie wyjściowe na karcie we/wy. Należy pamiętać, że między złączem ZASILANIA a złączem ekranu/uziemienia występuje napięcie, nawet gdy obciążenie jest wyłączone.



Uwaga: *Zaleca się stosowanie ochronnej diody w przypadku obciążeń indukcyjnych, ja pokazano poniżej.



Cyfrowe wejścia narzędzia

Wejścia cyfrowe są w technologii PNP i posiadają małe rezystory obniżające. Oznacza to, że wejście pływające zawsze daje odczyt stanu niskiego. Parametry elektryczne przedstawiono poniżej.

Parametr	Min.	Typ	Maks.	Jednostka
Napięcie wejściowe	-0,5	-	26	V
Napięcie stanu logicznego niskiego	-	-	2,0	V

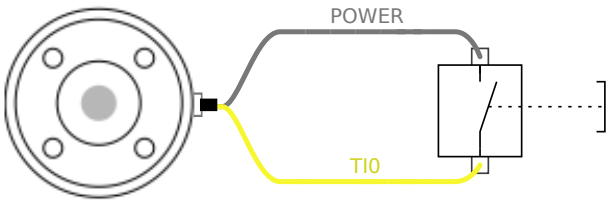
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Parametr	Min.	Typ	Maks.	Jednostka
Napięcie stanu logicznego wysokiego	5,5	-	-	V
Rezystancja wejścia	-	47 k	-	Ω

W kolejnej podsekcji znajduje się przykład zastosowania wejścia cyfrowego.

Używanie cyfrowych wejść narzędzia

Poniższy przykład pokazuje, w jaki sposób podłączyć prosty przycisk.



Wejścia analogowe narzędzia

Wejścia analogowe narzędzia są nieróżnicowe i można je ustawić na karcie We/Wy jako napięciowe albo prądowe, zob. część Część II Podręcznik PolyScope on page87. Parametry elektryczne przedstawiono poniżej.

Parametr	Min.	Typ	Maks.	Jednostka
Napięcie wejścia w trybie napięciowym	-0,5	-	26	V
Rezystancja wejścia przy zakresie od 0V do 10V	-	15	-	kΩ
Rozdzielczość	-	12	-	bit
Napięcie wejścia w trybie prądowym	-0,5	-	5,0	V
Prąd wejścia w trybie prądowym	-2.5,	-	25	mA
Rezystancja wejścia przy zakresie od 4 mA do 20 mA	-	200	-	Ω
Rozdzielczość	-	12	-	bit

W kolejnych podsekcjach znajdują się dwa przykłady zastosowania wejść analogowych.

PRZESTROGA

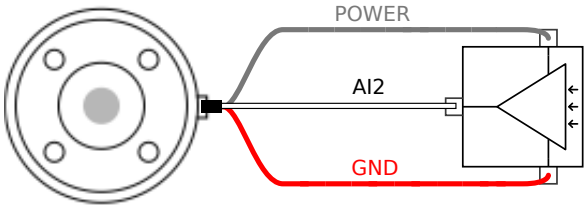
1. Wejścia analogowe w trybie prądowym nie są chronione przed przepięciami. Przekroczenie limitu z parametrów elektrycznych może spowodować trwałe uszkodzenie wejścia.

Używanie analogowych wejść narzędzia, nieróżnicowych

Poniższy przykład pokazuje, w jaki sposób połączyć czujnik analogowy z nieróżnicowym wyjściem. Wyjście czujnika może być zarówno prądowe jak i napięciowe, pod warunkiem, że tryb wejścia danego wejścia analogowego jest ustawiony tak samo na karcie we/wy. Należy

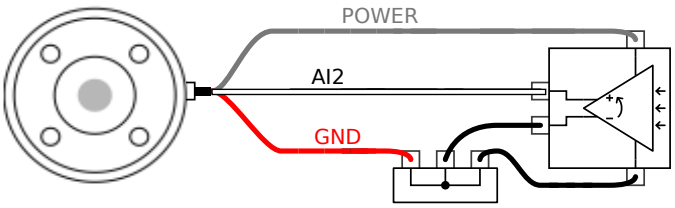
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

sprawdzić, czy czujnik z wyjściem napięciowym może poradzić sobie z wewnętrzną rezystancją narzędzia. W przeciwnym razie pomiar będzie nieprawidłowy.



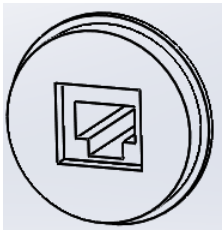
Używanie analogowych wejść narzędzia, różnicowych

Poniższy przykład pokazuje, w jaki sposób połączyć czujnik analogowy z różnicowym wyjściem. Należy podłączyć ujemny zacisk wyjścia do GND (0 V), wtedy działanie będzie identyczne z czujnikiem nieróżnicowym.



1.9.5. Ethernet

W dolnej części skrzynki sterowniczej dostępne jest złącze Ethernet, zob. ilustrację poniżej.



Interfejs Ethernet może służyć do następujących celów:

- Moduły rozszerzeń we/wy MODBUS. Więcej informacji zawiera część Część II Podręcznik PolyScope on page87.
- Zdalny dostęp i sterowanie.

Parametry elektryczne przedstawiono poniżej.

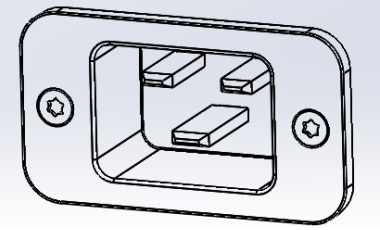
Parametr	Min.	Typ	Maks.	Jednostka
Szybkość komunikacji	10	-	1000	Mb/s

1.9.6. Połączenie zasilania sieciowego

Kabel zasilania ze skrzynki sterownika ma na końcu standardowy wtyk IEC. Do wtyku IEC należy podłączyć odpowiedni dla danego kraju wtyk lub kabel.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Aby możliwe było włączenie zasilania robota, skrzynka sterownicza musi być podłączona do zasilania sieciowego. Połączenie musi być poprowadzone poprzez standardową wtyczkę IEC C20 w dolnej części skrzynki sterowniczej i przez właściwy przewód IEC C19, zob. ilustrację poniżej.



Połączenie sieciowe powinno mieć co najmniej następujące funkcje:

- Połączenie z uziemieniem.
- Bezpiecznik główny.
- Wyłącznik różnicowo-prądowy.

Zaleca się montaż przełącznika głównego, przez który zasilane jest całe wyposażenie z układu robota. Jest to wygodny sposób na odłączenie i oznaczenie (LOTO) na czas prac serwisowych.

Parametry elektryczne przedstawiono w poniższej tabeli.

Parametr	Min.	Typ	Maks.	Jednostka
Napięcie wejściowe	100	-	265	VAC
Sieciowy bezpiecznik zewnętrzny (przy 100–200 V)	8	-	16	A
Sieciowy bezpiecznik zewnętrzny (przy 200-265V)	8	-	16	A
Częstotliwość wejściowa	47	-	63	Hz
Moc w stanie gotowości	-	-	0,5	W
Znamionowa moc robocza	90	150	325	W

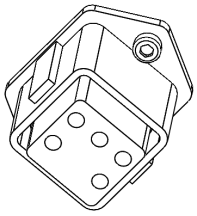
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

OSTRZEŻENIE

1. Robot musi być właściwie uziemiony (elektryczne połączenie z uziemieniem). Do utworzenia uziemienia wspólnego z pozostałym wyposażeniem systemu należy użyć niewykorzystanych śrub oznaczonych symbolami uziemienia wewnątrz skrzynki sterownika. Przewodnik uziemienia powinien mieć klasyfikację prądową co najmniej właściwą dla najwyższego natężenia w systemie.
2. Zasilanie doprowadzone do skrzynki sterownika musi być chronione przez wyłącznik różnicowo-prądowy (RCD) oraz właściwy bezpiecznik.
3. Podczas wszystkich prac instalacyjnych przy robocie konieczne jest odcięcie i oznaczenie (LOTO) wszystkich źródeł zasilania. Kiedy system jest odcięty, inne wyposażenie nie może zasilać elektrycznie układu we/wy robota.
4. Przed włączeniem zasilania skrzynki sterownika należy sprawdzić prawidłowość podłączenia wszystkich kabli. Zawsze należy używać oryginalnego i odpowiedniego przewodu zasilającego.

1.9.7. Połączenie robota

Przewód od robota musi być podłączony do złącza w dolnej części skrzynki sterowniczej, zob. ilustrację poniżej. Przed włączeniem ramienia robota należy się upewnić, że złącze jest właściwie zablokowane. Kabel robota można odłączać tylko przy wyłączonym zasilaniu robota.



PRZESTROGA

1. Nie wolno odłączać kabla robota przy włączonym ramieniu robota.
2. Nie wolno przedłużać ani modyfikować oryginalnego kabla.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.10. Konserwacja i naprawa

Prace konserwacyjne i naprawcze należy wykonywać zgodnie z wszystkimi zaleceniami bezpieczeństwa z tego podręcznika.

Prace konserwacyjne, kalibracje i prace naprawcze należy wykonywać zgodnie z najnowszymi wersjami podręczników serwisowych, dostępnymi w witrynie pomocy technicznej http://www.universal-robots.com/support.

Naprawy mogą wykonywać wyłącznie autoryzowani integratorzy systemów lub firma Universal Robots.

Wszelkie części zwracane do Universal Robots należy zwracać zgodnie z podręcznikiem serwisowym.

1.10.1. Instrukcje bezpieczeństwa

Po pracach konserwacyjnych i naprawczych konieczne jest przeprowadzenie kontroli, aby zapewnić wymagany poziom bezpieczeństwa. Podczas tej kontroli muszą być przestrzegane obowiązujące krajowe i lokalne przepisy bezpieczeństwa. Należy również sprawdzić prawidłowe działanie wszystkich funkcji bezpieczeństwa.

Celem prac konserwacyjnych i naprawczych jest zapewnienie utrzymania sprawności systemu lub przywrócenie go do stanu działania w przypadku awarii. Poza samą naprawą prace naprawcze obejmują także rozwiązywanie problemów.

Podczas pracy przy ramieniu robota lub skrzynce sterowniczej należy stosować się do poniższych procedur bezpieczeństwa i ostrzeżeń.



OSTRZEŻENIE

1. Nie wolno wprowadzać żadnych zmian w konfiguracji bezpieczeństwa oprogramowania (np. wartości granicznej siły). Konfigurację bezpieczeństwa opisano w podręczniku PolyScope. W przypadku zmiany dowolnego parametru bezpieczeństwa cały system robota należy uznać za nowy, co oznacza, że wymagana jest właściwa aktualizacja wszystkich procedur zatwierdzenia bezpieczeństwa, włącznie z oceną ryzyka.
2. Wadliwe komponenty należy wymieniać na nowe o takim samym numerze artykułu lub równoważne zatwierdzone do takiego celu przez Universal Robots.
3. Natychmiast po zakończeniu naprawy należy przywrócić wszelkie odłączone funkcje bezpieczeństwa.
4. Wszystkie naprawy należy udokumentować, a dokumentację przechowywać w zbiorze technicznym przypisanym do kompletnego systemu robota.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

OSTRZEŻENIE

1. Odłączyć doprowadzający kabel zasilania sieciowego z dolnej części skrzynki sterowniczej, aby zapewnić całkowite odcięcie zasilania. Wyłączyć wszelkie pozostałe źródła zasilania podłączone do ramienia robota lub skrzynki sterowniczej. Zastosować konieczne środki ostrożności, aby uniemożliwić innym osobom włączenie zasilania systemu w czasie trwania naprawy.
2. Przed włączeniem zasilania należy sprawdzić połączenie z uziemieniem.
3. Podczas demontażu ramienia robota lub skrzynki sterowniczej należy przestrzegać zasad ochrony przed wyładowaniami elektrostatycznymi.
4. Należy unikać demontażu elementów zasilania wewnątrz skrzynki sterowniczej. Wewnątrz tych elementów mogą utrzymywać się wysokie napięcia (do 600 V) przez kilka godzin po wyłączeniu skrzynki sterowniczej.
5. Należy chronić ramię robota i skrzynkę sterowniczą przed przedostawaniem się do nich wody i pyłu.

1.10.2. Czyszczenie

Kurz/brud/olej można zetrzeć ramienia robota za pomocą ścierki i jednego z następujących środków czyszczących: woda, alkohol izopropylowy, 10% alkohol etylowy lub 10% nafta. W rzadkich przypadkach na przegubach mogą być widoczne bardzo małe ilości smaru. Nie ma to wpływu na działanie, użytkowanie ani trwałość przegubu.

Ze względu na dodatkowe skupienie na czyszczeniu robota, UR zaleca czyszczenie 70% alkoholem izopropylowym.

NIE STOSOWAĆ WYBIELACZA. W żadnym rozcieńczonym roztworze czyszczącym nie wolno używać wybielacza.

1. Przetrzeć robota twardą, skręconą ścierką z mikrofibry i 70% alkoholem izopropylowym.
2. Pozostawić 70% alkohol izopropylowy na robocie na 5 minut, a następnie wyczyścić go zgodnie ze standardową procedurą czyszczenia.

UWAGA

The above standard cleaning recommendation is still valid with the addition of the COVID-19 cleaning recommendation.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.11. Utylizacja i środowisko

Roboty UR muszą być utylizowane zgodnie ze stosownym krajowym prawem, przepisami i normami.

Roboty UR są produkowane przy ograniczonym wykorzystaniu niebezpiecznych substancji w celu ochrony środowiska, jak określono w europejskiej dyrektywie 2011/65/EU (RoHS). Do tych substancji zaliczają się rtęć, kadm, ołów, chrom sześciowartościowy, wielobromek bifenylu i estry wielobromku bifenylu.

Opłata za utylizację i postępowanie z odpadami elektronicznymi z robotów UR sprzedanych na terenie Danii jest już wniesiona do systemu DPA przez Universal Robots A/S. Importerzy w krajach, w których obowiązuje europejska dyrektywa 2012/19/UE (WEEE) muszą sami zadbać o rejestrację w krajowym rejestrze WEEE własnego kraju. Opłata jest zwykle mniejsza niż 1 EUR za robota. Lista krajowych rejestrów: https://www.ewrn.org/national-registers.

Poniższe symbole są mocowane na robocie, aby wskazać zgodność z powyższymi prawami:







1.12. Certyfikaty

Certyfikacja przez organy niezależne jest dobrowolna. Jednakże, aby zapewnić najlepszą obsługę integratorom robotów, firma Universal Robots postanowiła certyfikować swoje roboty w uznanych instytutach badawczych wymienionych poniżej.

Kopie wszystkich certyfikatów można znaleźć w rozdziale Certyfikaty
.

	TÜV NORD	Bezpieczeństwo robotów UR e-series firmy Universal Robots jest zatwierdzone przez TÜV NORD, jednostkę notyfikowaną w UE według dyrektywy maszynowej 2006/42/WE.
	TÜV Rheinland	Bezpieczeństwo robotów UR e-series firmy Universal Robots jest zatwierdzone przez TÜV Rheinland, jednostkę notyfikowaną w UE według dyrektywy maszynowej 2006/42/WE.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

	TÜV SÜD	Firma TÜV SÜD przeprowadza badania robotów UR w pomieszczeniach czystych.
	CHINA RoHS	Roboty e-series firmy Universal Robots są zgodne z metodami zarządzania kontrolą zanieczyszczeń przez elektroniczne wyroby informatyczne wskazanymi w rozporządzeniu CHINA RoHS.
	Bezpieczeństwo KCC	Roboty e-series firmy Universal Robots zostały ocenione i spełniają normy bezpieczeństwa niezbędne do otrzymania znaku KCC.
	Rejestracja KC	Roboty e-series firmy Universal Robots e zostały ocenione pod względem zgodności z przepisami dotyczącymi stosowania w środowisku pracy. Istnieje więc ryzyko wystąpienia zakłóceń radiowych podczas jego używania w środowisku domowym.
	Delta	Próby eksploatacyjne robotów e-series firmy Universal Robots zostały wykonane przez organizację DELTA.

Certyfikaty dostawców niezależnych		
	Środowisko	Według naszych dostawców, palety wysyłkowe robotów e-series firmy Universal Robots są zgodne z wymogami duńskiej normy ISMPM-15 dotyczącymi produkcji opakowań drewnianych i zostały oznaczone zgodnie z nią.

Certyfikat testów producenta		
	Universal Robots	Roboty e-series firmy Universal Robots są nieustannie testowane wewnętrznie oraz poddane procedurom badania na koniec procesu produkcji. Procesy testowe robotów UR są bezustannie analizowane i ulepszane.

Deklaracje zgodne z dyrektywami UE
Dotyczą głównie Europy, ale niektóre państwa spoza Europy uznają i/lub wymagają deklaracji UE. Dyrektywy europejskie są dostępne w oficjalnej witrynie internetowej: http://eur-lex.europa.eu. Roboty Universal Robots są certyfikowane zgodnie z poniższymi dyrektywami.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Deklaracje zgodne z dyrektywami UE		
2006/42/WE	Dyrektywa maszynowa (MD)	Zgodnie z dyrektywą maszynową 2006/42/WE, roboty e-series firmy Universal Robots są traktowane jako maszyny nieukończone i jako takie nie są oznaczone symbolem CE. Jeśli robot UR ma być używany w środowisku z pestycydami, należy mieć na względzie dyrektywę 2009/127/WE. Deklaracja zgodności dla podzespołu zgodna z dyrektywą 2006/42/WE, aneks II 1.B jest przedstawiona w (podać lokalizację tutaj).
2006/95/EC	Dyrektywa niskonapięciowa (LVD)	W deklaracji włączenia, w załączniku B wymienione są deklaracje zgodności z powyższymi dyrektywami. Znak CE jest dołączany zgodnie z powyższymi dyrektywami oznakowania CE. Informacje dotyczące odpadów elektrycznych oraz elektronicznych zawarto w rozdziale 7. Informacje na temat norm stosowanych podczas opracowywania robota znajdują się w załączniku C.
2004/108/WE	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)	
2011/65/EU	Ograniczenie stosowania niektórych substancji niebezpiecznych (RoHS)	
2012/19/UE	Odpady sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE)	

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.13. Gwarancje

1.13.1. Gwarancja na produkt

Użytkownik (klient), bez uszczerbku dla wszelkich innych roszczeń, jakie może wysuwać względem przedstawiciela lub sprzedawcy detalicznego, otrzymuje gwarancję producenta na podanych poniżej warunkach:

W przypadku, kiedy w nowych urządzeniach oraz ich podzespołach wystąpią wady produkcyjne i/lub materiałowe w ciągu 12 miesięcy od rozpoczęcia pracy (maksymalnie 15 miesięcy od wysyłki), firma Universal Robots zapewni niezbędne części zapasowe, podczas gdy użytkownik (klient) zapewni godziny robocze do wymiany części zapasowych, albo wymieni uszkodzoną część na inną część odzwierciedlającą aktualny stan zaawansowania technologii, albo naprawi rzeczoną część. Niniejsza gwarancja nie będzie obowiązywać, jeśli uszkodzenie urządzenia będzie można przypisać nieprawidłowemu obchodzeniu się z nim i/lub nieprzestrzeganiu informacji zawartych w podręcznikach użytkownika. Niniejsza gwarancja nie będzie dotyczyć ani obejmować usług przeprowadzanych przez autoryzowanego dealera lub samego klienta (np. instalacji, konfiguracji, pobierania oprogramowania). Jako dowód do uzyskania gwarancji konieczny będzie dowód zakupu wraz z datą zakupu. Roszczenia gwarancyjne muszą zostać zgłoszone przed upływem dwóch miesięcy od momentu stwierdzenia wady. Urządzenia i podzespoły wymienione przez firmę Universal Robots lub jej zwrócone staną się jej własnością. Wszelkie inne roszczenia wynikające z lub związane z urządzeniem nie będą objęte niniejszą gwarancją. Żadne z postanowień niniejszej gwarancji nie będzie ograniczać ani wyłączać ustawowych praw klienta, ani też odpowiedzialności producenta za śmierć lub urazy wynikające z zaniedbania z jego strony. Czas trwania gwarancji nie będzie przedłużany przez usługi udzielane na mocy niniejszej gwarancji. O ile nie istnieją inne standardowe postanowienia gwarancyjne, firma Universal Robots zastrzega sobie prawo obciążenia klienta kosztami wymiany lub naprawy. Powyższe postanowienia nie implikują przeniesienia ciężaru dowodu na niekorzyść klienta. W przypadku urządzenia z widocznymi wadami firma Universal Robots nie będzie odpowiedzialna za żadne szkody: pośrednie, uboczne, szczególne ani wynikowe, m.in. utratę zysków, przydatności, straty produkcyjne ani uszkodzenia innego sprzętu produkcyjnego.

Firma Universal Robots nie będzie pokrywać szkód lub strat wynikowych spowodowanych przez wady urządzenia, takich jak utrata produkcji lub uszkodzenie innego sprzętu produkcyjnego.



PRZESTROGA

Z zasady odradza się używania przyspieszeń wyższych niż wymagane do danego zastosowania. Wysokie przyspieszenia, szczególnie w połączeniu z wysokimi obciążeniami, mogą prowadzić do skrócenia okresu eksploatacji robota. W przypadku zastosowań o krótkich czasach cykli i wysokich wymaganiach dotyczących prędkości zalecane jest zazwyczaj stosowanie w jak największym stopniu mieszania, aby zapewnić płynne trajektorie bez konieczności stosowania dużych przyspieszeń.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.13.2. Zastrzeżenie

Firma Universal Robots nieustannie pracuje nad usprawnianiem niezawodności i wydajności swoich produktów, w związku z czym zastrzega sobie prawo do usprawnienia produktu bez wcześniejszego informowania o tym fakcie. Firma Universal Robots dołożyła wszelkich starań, aby upewnić się, że treść niniejszego podręcznika jest prawidłowa i precyzyjna, jednakże firma nie ponosi odpowiedzialności za jakiekolwiek błędy lub brakujące informacje.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.14. Czas zatrzymania i odległość zatrzymania

Informacje o odległościach i czasach zatrzymania dla kategorii zatrzymania 0 i kategorii zatrzymania[1] 1. Ten dodatek zawiera informacje o kategorii zatrzymania 0. Informacje o kategorii zatrzymania 1 można znaleźć pod adresem http://universal-robots.com/support/.

1.14.1. Czasy i odległości w kategorii zatrzymania 0

W poniższej tabeli podano odległości i czasy zatrzymania zmierzone po wyzwoleniu zatrzymania kategorii 0. Te miary odpowiadają następującej konfiguracji robota:

- Wysunięcie: 100% (całkowite wysunięcie ramienia robota w poziomie).
- Prędkość: 100 (ogólna prędkość robota jest ustawiona na 100% i ruch jest wykonywany przy prędkości przegubu równej 183°/s).
- Obciążenie: maksymalne obsługiwane przez robota obciążenie zamocowane w punkcie TCP (5 kg).

Test w przegubie 0 został wykonany przez wykonanie ruchu poziomego, czyli z osią obrotu prostopadłą do podłoża. Podczas testu przeguby 1 i 2 robota podążały po trajektorii pionowej, czyli osie obrotu były równoległe do podłoża, a zatrzymanie wykonano, gdy robot poruszał się do dołu.

	Odległość zatrzymania (rad)	Czas zatrzymania (ms)
Przegub 0 (PODSTAWA)	0.31	244
Przegub 1 (BARK)	0.70	530
Przegub 2 (ŁOKIEĆ)	0.22	164

1. Zgodne z normą IEC 60204-1, więcej szczegółów zawiera słowniczek.

1.15. Deklaracje i świadectwa

Deklaracja włączenia UE zgodna z normą ISO/IEC 17050-1:2010	
Producent	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Dania
Osoba w społeczności mająca autoryzację do sporządzenia technicznego	David Brandt Kierownik ds. technologii, dział badawczo-rozwojowy Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Opis oraz oznaczenia identyfikacyjne maszyn nieukończonych: Produkt i jego przeznaczenie	Robot przemysłowy (manipulator wieloosiowy ze skrzynką sterowniczą i sterownikiem uczenia). Przeznaczenie zależy od specyfikacji maszyny ukończonej (typu chwytaków i ich przeznaczenia).

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Deklaracja włączenia UE zgodna z normą ISO/IEC 17050-1:2010	
Model	UR3, UR5, UR10 ze skrzynką sterowniczą CB3 (UR3/CB3, UR5/CB3, UR10/CB3)
Numer seryjny	Od 20183000000 wzwyż --- Obowiązuje od poniedziałek, 1 stycznia 2018
Zgodność:	Roboty firmy Universal Robots (UR3, UR5, and UR10) mogą być użytkowane tylko po zintegrowaniu ich z ukończoną maszyną (systemem robotów, komórką lub zastosowaniem) spełniającą wymogi dyrektywy maszynowej i innych stosownych dyrektyw.

Niniejszym oświadcza się, że powyższe produkty (tak, jak są dostarczane) spełniają wymogi dyrektyw opisanych szczegółowo poniżej:	
I Dyrektywa maszynowa 2006/42/WE	Spełnione zostały następujące podstawowe wymogi: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 Niniejszym oświadcza się, że odpowiednia dokumentacja techniczna została sporządzona zgodnie z Częścią B Załącznika VII Dyrektywy maszynowej.
II Dyrektywa niskonapięciowa 2014/35/UE	Patrz dyrektywa LVD i normy zharmonizowane użyte poniżej.
III Dyrektywa EMC 2014/30/UE	Patrz dyrektywa EMC i normy zharmonizowane użyte poniżej.
IV Dyrektywa RoHS 2011/65/UE	Patrz dyrektywa RoHS 2011/65/UE.
V Dyrektywa WEEE 2012/19/UE.	Patrz dyrektywa WEEE 2012/19/UE.
Patrz użyte normy zharmonizowane:	(I) EN ISO 10218-1:2011 w stosownych przypadkach,(I) EN ISO 12100:2010 (I) EN ISO 13732-1:2008, (I) EN ISO 13849-1:2008 & 2015* *Uwaga: Od wersji z lat 2008 do 2015 nie ma żadnych zmian dotyczących naszych robotów Certyfikat TUV Nord 4478014097602
	(I) EN ISO 13849-2:2012, (I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008, (I) EN ISO 13850:2015 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007, (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (II) EN 60529:1991/ A2:2013
	(II) EN 60664-1:2007, (II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013 (II) EN 61000-6-2:2005, (II) EN 61140:2002/ A1:2006 (III)EN 61000-6-4:2007/ A1:2011, (III)EN 61131-2:2007

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Patrz inne użyte normy i specyfikacje techniczne:	(I) ISO/TS 15066 (odpowiednio)
	(II) IEC 61784-3:2010 [SIL2] ISO 14664-1:2015 klasa 5 w przypadku urządzeń sterowniczych z obudową i klasa 5 w przypadku manipulatorów UR3, UR5 i UR10 (II) IEC 60664-5:2007
	(III) IEC 60068-2-27:2008, (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007, (III) IEC 61326-3-1:2008

Producent lub jego upoważniony przedstawiciel przekazuje odpowiednie informacje dotyczące maszyny nieukończonej w odpowiedzi na uzasadniony wniosek władz krajowych.
Zatwierdzenie pełnego systemu zapewnienia jakości (ISO 9001) przez jednostkę notyfikowaną Bureau Veritas, certyfikat #DK008850.

Odense Denmark, 27 September 2018

Name: Roberta Nelson Shea
Position/ Title Global Technical Compliance Officer

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60
Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989
info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Certyfikat systemu bezpieczeństwa



TÜV NORD

ZERTIFIKAT
CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / *This certifies, that the company*

Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen.
is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated.

Fertigungsstätte:
Manufacturing plant:
Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

Beschreibung des Produktes:
(Details s. Anlage 1)
Description of product:
(Details see Annex 1)
Universal Robots Safety System URSafety 3.1
for **UR10, UR5** *and* **UR3 robots**

TÜV NORD
TÜV NORD CERT GmbH
Approved Safety Function
EN ISO 13849-1
PL 'd'

Geprüft nach:
Tested in accordance with:
EN ISO 13849-1:2008, PL d

Registrier-Nr. / *Registration No.* 44 207 14097602
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3515 4327
Aktenzeichen / *File reference* 8000443298

Gültigkeit / *Validity*
von / *from* 2015-06-02
bis / *until* 2020-06-01

Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2015-06-02

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise
Please also pay attention to the information stated overleaf

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

TUV Rheinland

Certificate

TÜVRheinland®

Certificate no. T 72190266 01

License Holder:
Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Manufacturing Plant:
Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Test report no.: USA-RB 31875333 002 **Client Reference:** Roberta Nelson Shea
Tested to: EN ISO 10218-1:2011

Certified Product: Robot Manipulator and Controller **License Fee - Units**

Model Designation: UR3, UR5, UR10 7

Rated Voltage: AC 100-200V, 47-63Hz or
AC 200-240V, 47-63Hz
Rated Current: 15A or 8A
Protection Class: I

Special Remarks: Solely assessed per standard listed above.
The robot is only a component in a final robot application,
collaborative or non-collaborative. The final application
must comply with EN ISO 10218-2 accordingly.
Replaces Certificate T7218250.

7

Appendix: 1, 1-5

Licensed Test mark:

TÜVRheinland CERTIFIED
EN ISO 10218-1
www.tuv.com
ID 0007000000

Date of Issue (day/mo/yr)
01/02/2019

TUV Rheinland of North America, Inc., 12 Commerce Road, Newtown, CT 06470, Tel (203) 426-0888 Fax (203) 426-4009

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Certyfikaty badania w pomieszczeniu czystym

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

ROBOTER, MODEL: UR5 / TYP INDUSTRIAL

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 5 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 3116016-02
Report-Nr.: 203195-2
Valid till: August 2023

Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 29. August 2019
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

CONTROLLER for UR 3 / UR 5 / UR 10

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 6 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 3116016-04
Report-Nr.: 203195
Valid till: August 2023

Dipl.-Ing. Walter Ritz
Berlin, 29. August 2019
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Sprzęt elektryczny i elektroniczny (RoHS) w Chinach

Management Methods for Controlling Pollution
by Electronic Information Products
Product Declaration Table
For Toxic or Hazardous Substances
表1 有毒有害物质或元素名称及含量标识格式



Product/Part Name 产品/部件名称	Toxic and Hazardous Substances and Elements 有毒有害物质或元素					
	铅 Lead (Pb)	汞 Mercury (Hg)	镉 Cadmium (Cd)	六价 Hexavalent Chromium (Cr+6)	多溴联苯 Polybrominated biphenyls (PBB)	多溴二苯醚 Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)
UR Robots UR3 / UR5 / UR10 UR机器人 UR3/UR5/UR10	X	O	X	O	X	X

O: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in all of the homogeneous materials for this part is below the limit requirement in SJ/T11363-2006.
O: 表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在SJ/T 11363-2006规定的限量要求以下。

X: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in at least one of the homogeneous materials used for this part is above the limit requirement in SJ/T11363-2006.
X: 表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出SJ/T 11363-2006规定的限量要求。

（企业可在此处，根据实际情况对上表中打"X"的技术原因进行进一步说明。）

Items below are wear-out items and therefore can have useful lives less than environmental use period:
下列项目是损耗品,因而它们的使用寿命可能短于环境使用时间:

Drives, Gaskets, Probes, Filters, Pins, Cables, Stiffener, Interfaces
驱动器, 垫圈, 探针, 过滤器, 别针, 缆绳, 加强筋, 接口

Refer to product manual for detailed conditions of use.
详细使用情况请阅读产品手册.

Universal Robots encourages that all Electronic Information Products be recycled but does not assume responsibility or liability.
Universal Robots 鼓励回收再循环利用所有的电子信息产品, 但 Universal Robots 不负任何责任或义务

To the maximum extent permitted by law, Customer shall be solely responsible for complying with, and shall otherwise assume all liabilities that may be imposed in connection with, any legal requirements adopted by any governmental authority related to the Management Methods for Controlling Pollution by Electronic Information Products (Ministry of Information Industry Order #39) of the Peoples Republic of China otherwise encouraging the recycle and use of electronic information products. Customer shall defend, indemnify and hold Universal Robots harmless from any damage, claim or liability relating thereto. At the time Customer desires to dispose of the Products, Customer shall refer to and comply with the specific waste management instructions and options set forth at http://www.teradyne.com/about-teradyne/corporate-social-responsibility, as the same may be amended by Teradyne or Universal Robots.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Bezpieczeństwo KCC

자율안전확인 신고증명서

신청인	사업장명	Universal Robots A/S	사업장관리번호	2016E110079
	사업자등록번호	016E110079	대표자 성명	Klaus Vestergaard
	소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark		

자율안전인증대상 기계·기구명	산업용로봇		
형식(규격)	UR5	용량(등급)	6 axis
자율안전확인번호	16-AB2EQ-00925		
제조자	Universal Robots A/S		
소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark		

「산업안전보건법」 제35조제1항 및 같은 법 시행규칙 제61조제3항에 따라
자율안전확인 신고증명서를 발급합니다.

2018년 11월 06일

한국산업안전보건공단 서울지역본부장

KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Rejestracja KC

D568-384C-DF32-5C4B

방송통신기자재등의 적합등록 필증

Registration of Broadcasting and Communication Equipments

상호 또는 성명 *Trade Name or Registrant*	Universal Robots A/S
기자재명칭(제품명칭) *Equipment Name*	산업용컴퓨터의 제어를 받는 플랜트 설비
기본모델명 *Basic Model Number*	UR5
파생모델명 *Series Model Number*	
등록번호 *Registration No.*	MSIP-REM-URK-UR5
제조자/제조(조립)국가 *Manufacturer/Country of Origin*	Universal Robots A/S / 덴마크
등록연월일 *Date of Registration*	2016-09-07
기타 *Others*	

위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.

It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.

2018년(Year) 10월(Month) 10일(Day)

국립전파연구원장 국립전파연구원장인

Director General of National Radio Research Agency

※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시" 를 부착하여 유통하여야 합니다.
위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Certyfikat badania środowiskowego

Climatic and mechanical assessment

Client	Force Technology project no.
Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	117-32120

Product identification

UR 3 robot arms
UR 3 control boxes with attached Teach Pendants.
UR 5 robot arms
UR5 control boxes with attached Teach Pendants.
UR10 robot arms:
UR10 control boxes with attached Teach Pendants.
See reports for details.

Force Technology report(s)

DELTA project no. 117-28266, DANAK-19/18069
DELTA project no. 117-28086, DANAK-19/17068

Other document(s)

Conclusion

The three robot arms UR3, UR5 and UR10 including their control boxes and Teach Pendants have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the Force Technology reports listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests were fulfilled in general terms with only a few minor issues (see test reports for details).

IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 ºC, 16 h
IEC 60068-2-2, Test Be; +35°C, 16h
IEC 60068-2-2, Test Be; +50ºC, 16 h
IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 10 Hz: +12 dB/octave, 10-50 Hz 0.00042 g²/Hz, 50 – 100 Hz: -12 dB/octave, 1,66 grms, 3 x 1½ h
IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 11 g, 11 ms, 3 x 18 shocks

Date	Assessor
Hørsholm, 25 August 2017	Andreas Wendelboe Højsgaard M.Sc.Eng.

DELTA – a part of FORCE Technology - Venlighedsvej 4 - 2970 Hørsholm - Denmark - Tel. +45 72 19 40 00 - Fax +45 72 19 40 01 - www.delta.dk

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Certyfikat badania EMC

We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1549

DELTA has been designated as Notified Body by the notified authority National Telecom Administration part of the Energy Agency in Denmark to carry out tasks referred to in Annex III of the European Council EMC Directive. The attestation of conformity is in accordance with the essential requirements set out in Annex I.

DELTA client
Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)
UR robot generation 3, G3, including CB3/AE for models UR3, UR5 and UR10

Manufacturer
Universal Robots A/S

Technical report(s)
DELTA Project T207371, EMC Test of UR5 and UR10 - DANAK-19/13884, dated 26 March 2014
DELTA Project T209172, EMC Test of UR3 - DANAK-19/14667, dated 05 November 2014
UR EMC Test Specification G3 rev 3, dated 30 October 2014
EMC Assessment Sheet 1351

Standards/Normative documents
EMC Directive 2014/30/EU, Article 6
EN/(IEC) 61326-3-1:2008, Industrial locations, SIL 2 applications
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1

The product identified above has been assessed and complies with the specified standards/normative documents. The attestation does not include any market surveillance. It is the responsibility of the manufacturer that mass-produced apparatus have the same EMC quality. The attestation does not contain any statements pertaining to the EMC protection requirements pursuant to other laws and/or directives other than the above mentioned if any.

DELTA
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

Tel. +45 72 19 40 00
Fax +45 72 19 40 01
www.delta.dk
VAT No. 12275110

Hørsholm, 08 August 2016

Knud A. Baltsen
Senior Consultant

20aocass-uk-j

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.16. Stosowne normy

W tej sekcji opisano właściwe normy stosowane podczas opracowywania ramienia robota i skrzynki sterowniczej. Każde wystąpienie numeru dyrektywy europejskiej w nawiasie oznacza, że norma jest harmonizowana zgodnie z tą dyrektywą.

Norma nie stanowi obowiązującego prawa. Norma jest dokumentem opracowanym przez uczestników danej branży i definiuje zwyczajowe wymagania bezpieczeństwa i wydajności dotyczące produktu lub grupy produktów.

Skróty mają następujące znaczenie:

ISO	Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (International Standardization Organization)
IEC	Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (International Electrotechnical Commission)
EN	Norma europejska
TS	Specyfikacja techniczna
TR	Raport techniczny
ANSI	American National Standards Institute
RIA	Robotic Industries Association
CSA	Canadian Standards Association

Zgodność z poniższymi normami jest gwarantowana tylko w przypadku przestrzegania wszystkich instrukcji instalacji, bezpieczeństwa i zaleceń.

ISO 13849-1:2006 [PLd]
ISO 13849-1:2015 [PLd]
ISO 13849-2:2012
EN ISO 13849-1:2008 (E) [PLd – 2006/42/EC]
EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/WE)

Bezpieczeństwo maszyn — elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem

Część 1: Ogólne zasady projektowania

Część 2: Walidacja

System kontroli bezpieczeństwa jest opracowany zgodnie z poziomem działania d (PLd) i zgodnie z wymaganiami tych norm.

ISO 13850:2006 [kategoria zatrzymywania 1]
ISO 13850:2015 [kategoria zatrzymywania 1]
EN ISO 13850:2008 (E) [kategoria zatrzymywania 1 — 2006/42/WE]
EN ISO 13850:2015 [kategoria zatrzymywania 1 — 2006/42/WE]

Bezpieczeństwo maszyn — funkcja zatrzymania awaryjnego — zasady projektowania

Funkcja zatrzymania awaryjnego jest opracowana zgodnie z kategorią zatrzymywania 1 według tej normy. Kategoria zatrzymywania 1 definiuje kontrolowane zatrzymanie przy zasilaniu silników, a następnie odcięcie zasilania po zatrzymaniu.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

ISO 12100:2010
EN ISO 12100:2010 (E) [2006/42/WE]

Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction

Roboty UR są oceniane zgodnie z zasadami tej normy.

ISO 10218-1:2011
EN ISO 10218-1:2011(E) [2006/42/WE]

Roboty i urządzenia dla robotyki — wymagania bezpieczeństwa dla robotów przemysłowych

Część 1: Roboty

Ta norma jest przeznaczona dla producenta robota, a nie integratora. Druga część (ISO~10218-2) jest przeznaczona dla integratora robota, ponieważ dotyczy instalacji i konstrukcji układu robota.

Jak można wywnioskować, autorzy normy opisują tradycyjne roboty przemysłowe, które są tradycyjnie zabezpieczane za pomocą ogrodzeń i kurtyn świetlnych. Roboty UR są opracowane tak, że przez cały czas obowiązują ograniczenia siły i mocy. Z tego względu poniżej objaśniono niektóre z pojęć.

Jeśli robot UR jest używany w zastosowaniu niebezpiecznym, może być konieczne wdrożenie dodatkowych środków bezpieczeństwa, patrz sekcja 1.5. Bezpieczeństwo on page5 w niniejszej instrukcji.

Objaśnienie:

- „3.24.3 przestrzeń chronioną” określa obwód ochronny. Zwykle przestrzeń chroniona znajduje się za ogrodzeniem, które ochroni ludzi przed niebezpiecznymi robotami tradycyjnymi. Konstrukcja robotów UR pozwala na ich pracę bez ogrodzeń dzięki wbudowanym współbieżnym funkcjom ograniczenia mocy i siły, jeśli nie istnieje chroniona przestrzeń niebezpieczna określona przez rozstawione ogrodzenie.
- "5.4.2 Wymóg wydajności". Wszystkie funkcje bezpieczeństwa są konstruowane na poziomie działania PLd według normy ISO 13849-1:2006. Robot jest zbudowany z nadmiarowymi systemami enkoderów w każdym z przegubów, a konstrukcja wejść i wyjść bezpieczeństwa ma strukturę kategorii 3[1] według nomy ISO 3849-1. Wejścia i wyjścia z klasyfikowanym bezpieczeństwem muszą zgodnie z tą instrukcją być połączone z wyposażeniem bezpieczeństwa kategorii 3, aby tworzyły strukturę poziomu działania d (PLd) kompletnej funkcji bezpieczeństwa.
- "5.7 Tryby pracy". Roboty UR nie mają różnych trybów pracy i nie są wyposażone w przełącznik trybu.

[1]Zgodnie z normą ISO 13849-1, więcej informacji zawiera słowniczek.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

- "5.8 Sterowanie przez pilota". W tej sekcji określono funkcje bezpieczeństwa w sterowniku uczenia, kiedy planowane jest używanie w chronionej przestrzeni niebezpiecznej. Ponieważ roboty UR zostały zaprojektowane do współpracy, nie istnieje niebezpieczna przestrzeń chroniona, tak jak w przypadku robotów tradycyjnych. Roboty UR są bezpieczniejsze w uczeniu od robotów tradycyjnych. Zamiast konieczności zwalniania urządzenia zezwalającego na pozycjonowanie, operator może po prostu zatrzymać robota ręką. Jeśli robot jest zainstalowany w niebezpiecznej przestrzeni chronionej, można podłączyć urządzenie zezwalające na pozycjonowanie zgodnie z instrukcjami w tym podręczniku. Ponadto patrz objaśnienia w ISO/TS 15066, klauzula 5.4.5.
- "5.10 Wymagania pracy współbieżnej". Współbieżne funkcje ograniczenia mocy i siły w robotach UR są zawsze aktywne. Widoczna budowa robotów UR wskazuje, że są one przystosowane do działania w pracy współbieżnej. Funkcje ograniczenia mocy i siły są opracowane zgodnie z ISO 10218-1, klauzula 5.10.5. Patrz też objaśnienia w normie ISO/TS 15066, klauzula 5.5.4.
- "5.12.3 Programowe limity osi i przestrzeni z klasyfikacją bezpieczeństwa". Ta funkcja bezpieczeństwa jest jedną z wielu konfigurowalnych przez oprogramowanie. Funkcja mieszająca jest tworzona na podstawie ustawień wszystkich tych funkcji bezpieczeństwa i jest reprezentowana w interfejsie GUI przez identyfikator kontrolny bezpieczeństwa.

ISO/TS 15066:2016

Roboty i urządzenia zrobotyzowane — wymagania bezpieczeństwa dotyczące robotów przemysłowych — roboty współpracujące

Jest to specyfikacja techniczna, a **nie** norma. Celem specyfikacji technicznej jest przedstawienie zbioru wstępnych wymagań w celu oceny, czy są przydatne w danej branży. Według definicji specyfikacja techniczna nie jest jeszcze wystarczająco dopracowana, aby zharmonizować ją zgodnie z dyrektywami europejskimi.

Niniejsza specyfikacja techniczna jest przeznaczona dla producenta i integratora robota. Roboty UR są kompatybilne z częściami przeznaczonymi do surowych robotów, a integrator może zastosować niniejszą specyfikację techniczną podczas integracji robotów.

Niniejsza specyfikacja techniczna przedstawia nieobowiązkowe wymogi i wskazówki będące uzupełnieniem normy ISO 10218 w dziedzinie robotów współpracujących. Oprócz tekstu głównego specyfikacja techniczna zawiera załącznik A z tabelą, w której znajdują się sugerowane wartości graniczne siły i ciśnienia, oparte na poziomie bólu, a **nie** urazu. Należy uważnie przeczytać i zrozumieć uwagi pod tą tabelą, ponieważ wiele wartości granicznych opiera się wyłącznie na ostrożnych szacunkach i literaturze przedmiotu. Wszystkie liczby ulegną zmianie w przyszłości, ponieważ opracowane zostały nowe wyniki badań naukowych. Załącznik A to nieformalna i nieobowiązkowa część specyfikacji technicznej. Integrator może więc zadeklarować zgodność ze specyfikacją techniczną bez stosowania wartości granicznych z załącznika A.

ANSI/RIA R15.06-2012

Roboty i systemy robotów przemysłowych — wymagania bezpieczeństwa

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Ta amerykańska norma odpowiada normom ISO 10218-1 i ISO 10218-2 połączonym w jeden dokument. Język angielski jest zmieniony z brytyjskiego na amerykański, lecz treść pozostała identyczna.

Część druga (ISO 10218-2) tej normy jest przeznaczona dla integratora systemu robota, a nie dla Universal Robots.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

Ta kanadyjska norma odpowiada normom ISO 10218-1 (patrz wyżej) i -2 połączonym w jeden dokument. Organizacja CSA wprowadziła dodatkowe wymagania dla użytkowników systemu robota. Niektóre z tych wymagań mogą być przeznaczone dla integratora robota.

Część druga (ISO 10218-2) tej normy jest przeznaczona dla integratora systemu robota, a nie dla Universal Robots.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

IEC 61000-6-2:2005
IEC 61000-6-4/A1:2010
EN 61000-6-2:2005 [2004/108/EC]
EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/WE]

Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)

Część 6-2: Normy ogólne — odporność w środowiskach przemysłowych

Część 6-4: Normy ogólne — norma emisji w środowiskach przemysłowych

Te normy definiują wymagania dotyczące zakłóceń elektrycznych i elektromagnetycznych. Spełnienie tych wymagań zapewni, że roboty UR będą prawidłowo działać w środowisku przemysłowym i nie będą zakłócać pracy innego sprzętu.

IEC 61326-3-1:2008
EN 61326-3-1:2008

Urządzenia elektryczne do pomiarów, kontroli i użytkowania w laboratorium — wymagania EMC

Część 3-1: Wymagania dotyczące odporności systemów bezpieczeństwa i urządzeń przeznaczonych do realizacji funkcji związanych z bezpieczeństwem (bezpieczeństwo funkcjonalne) — ogólne zastosowania w przemyśle

Ta norma definiuje rozszerzone wymagania odporności elektromagnetycznej dotyczące funkcji związanych z bezpieczeństwem. Spełnienie tej normy zapewnia, że funkcje bezpieczeństwa robotów UR gwarantują bezpieczeństwo nawet wtedy, gdy inny sprzęt przekracza limity emisji EMC zdefiniowane w normach IEC 61000.

IEC 61131-2:2007 (E)
EN 61131-2:2007 [2004/108/WE]

Sterowniki programowalne

Część 2: Wymagania dotyczące sprzętu i badania

We/wy 24 V normalne i bezpieczeństwa opracowano zgodnie z wymaganiami tej normy, aby zapewnić niezawodną komunikację z innymi systemami sterowników PLC.

ISO 14118:2000 (E)
EN 1037/A1:2008 [2006/42/WE]

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

Te dwie normy są bardzo podobne. Definiują zasady bezpieczeństwa pozwalające uniknąć nieoczekiwanego uruchomienia, zarówno w wyniku niezamierzonego włączenia zasilania podczas prac konserwacyjnych i naprawczych, jak i w wyniku niezamierzonego polecenia uruchomienia z poziomu sterowania.

IEC 60947-5-5/A1:2005
EN 60947-5-5/A11:2013 [2006/42/EC]

Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa

Część 5-5: Aparaty i łączniki sterownicze — elektryczne urządzenia zatrzymania awaryjnego z funkcją blokady mechanicznej

Czynność bezpośredniego otwarcia i mechanizm blokady bezpieczeństwa w przycisku zatrzymania awaryjnego spełniają wymagania tej normy.

IEC 60529:2013
EN 60529/A2:2013

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

Norma definiuje klasy obudów odnośnie ochrony przed pyłem i wodą. Roboty UR są opracowywane i klasyfikowane kodem IP zgodnie z tą normą, zob. naklejkę robota.

IEC 60320-1/A1:2007
IEC 60320-1:2015
EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EC]
EN 60320-1:2015

Wtyki i łączniki do użytku domowego i podobnych zastosowań ogólnych

Część 1: Wymagania ogólne

Kabel doprowadzenia zasilania sieciowego jest zgodny z tą normą.

ISO 9409-1:2004 [typ 50-4-M6]

Manipulowanie robotami przemysłowymi — interfejsy mechaniczne

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Część 1: Płyty

Kołnierz narzędzia robotów UR jest zgodny z typem 50-4-M6 opisanym w tej normie. Narzędzia robota również powinny być opracowywane zgodnie z tą normą, aby zapewnić właściwe mocowanie.

ISO 13732-1:2006
EN ISO 13732-1:2008 [2006/42/WE]

Ergonomia środowiska termicznego — metody oceny reakcji człowieka na dotknięcie powierzchni

Część 1: Powierzchnie gorące

Roboty UR są tak opracowywane, aby temperatura powierzchni utrzymywała się w ergonomicznych granicach zdefiniowanych w tej normie.

IEC 61140/A1:2004
EN 61140/A1:2006 [2006/95/WE]

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

Roboty UR są opracowywane zgodnie z tą normą, aby zapewnić ochronę przed porażeniem elektrycznym. Ochronne złącze uziemiające jest obowiązkowe, jak określa Część I Podręcznik instalacji sprzętu on page3.

IEC 60068-2-1:2007
IEC 60068-2-2:2007
IEC 60068-2-27:2008
IEC 60068-2-64:2008
EN 60068-2-1:2007
EN 60068-2-2:2007
EN 60068-2-27:2009
EN 60068-2-64:2008

Badania środowiskowe

Część 2-1: Próby — próba A: zimno

Część 2-2: Próby — próba B: suche gorąco

Część 2-27: Próby — próba Ea i wytyczne: udary

Część 2-64: Próby — próba Fh: wibracje przypadkowe szerokopasmowe i wytyczne

Roboty UR są testowane zgodnie z metodami testowymi określonymi w tych normach.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

IEC 61784-3:2010
EN 61784-3:2010 [SIL 2]

Przemysłowe sieci komunikacyjne — profile

Część 3: Sieci fieldbus bezpieczeństwa funkcjonalnego — zasady ogólne i definicje profili

Ta norma definiuje wymagania dotyczące magistral komunikacyjnych z klasyfikowanym bezpieczeństwem.

IEC 61784-3:2010
EN 61784-3:2010 [SIL 2]

Bezpieczeństwo maszyn — wyposażenie elektryczne maszyn

Część 1: Wymagania ogólne

Zastosowane są ogólne zasady opisane przez tę normę.

IEC 60664-1:2007
IEC 60664-5:2007
EN 60664-1:2007 [2006/95/EC]
EN 60664-5:2007

Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia

Część 1: Zasady, wymagania i badania

Część 5: Kompleksowa metoda ustalania odstępów izolacyjnych powietrznych i powierzchniowych równych 2 mm lub mniejszych

Obwody elektryczne robotów UR są projektowane zgodnie z tą normą.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

Roboty UR wyposażone w akcesoryjny moduł E67 do połączenia z wtryskarkami spełniają wymagania tej normy.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.17. Parametry techniczne

Typ robota	UR5
Masa	18,4 kg / 40,6 lb
Maksymalna ładowność	5 kg / 11 lb
Zasięg	850 mm / 33,5 in
Zakresy przegubów	± 360 ° for all joints
Speed	Przeguby: maks. 180 °/s.Tool: Approx. 1 $^{m}/_{s}$ / Approx. 39,4 $^{in}/_{s}$.
Powtarzalność postawy	± 0,1 mm / ± 0,0039 in (4 mils) wg ISO 9283
Obrys	Ø149 mm / 5,9 in
Stopnie swobody	6 rotating joints
Rozmiar skrzynki sterowniczej (S × W × G)	462 mm × 418 mm × 268 mm / 18,2 in × 16,5 in × 10,6 in
Porty we/wy skrzynki sterowniczej	16 cyfrowych wejść, 16 cyfrowych wyjść, 2 analogowe wejścia, 2 analogowe wyjścia
Porty we/wy narzędzia	2 cyfrowe wejścia, 2 cyfrowe wyjścia, 2 analogowe wejścia
Zasilanie we/wy	24 V 2 A in Control Box
Komunikacja	TCP/IP 1000 Mbit: IEEE 802.3u, gniazdo Ethernet 100BASE-T, kasrta sieciowa TCP Modbus i EtherNet/IP, Profinet
Programowanie	PolyScope graphical user interface on 12" touchscreen
Hałas	72 dB(A)
Klasyfikacja IP	IP54
Klasyfikacja pomieszczeń czystych	Ramię robota: klasa ISO 5 Skrzynka sterownicza: klasa ISO 6
Maksymalna moc średnia	390 W
Pobór mocy	Ok. 390 W przy typowym programie
Praca współbieżna	15 zaawansowanych funkcji bezpieczeństwa. Zgodność z normami: EN ISO 13849-1:2008, PLd i EN ISO 10218-1:2011, klauzula 5.10.5
Materiały	Aluminium, PP plastic
Temperatura	The robot can work in an ambient temperature range of 0–50°C
Zasilanie	100–240 VAC, 50–60 Hz

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Cabling	Cable between robot and Control Box (6 m / 236 in) Cable between touchscreen and Control Box (4.5 m / 177 in)

1.18. Tabele funkcji bezpieczeństwa

1.18.1. Table 1: Safety Functions (SF) Descriptions

UWAGA

Tabele funkcji bezpieczeństwa przedstawione w tym rozdziale są uproszczone. Ich pełne wersje można znaleźć tutaj: https://www.universal-robots.com/support

All safety functions are individual safety functions.

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF0 and SF1 Internal	Emergency Stop There are two separate Emergency Stop safety functions	Pressing the Estop PB on the pendant1 or the External Estop (if using the Estop Safety Input configured for Estop) results in both a Cat 0 and a Cat 1 stop according to IEC 60204-1 (NFPA79) . These are SF0 and SF1 respectively. SF0: 524ms timer setting in each safety controller's microprocessor. At the end of the 524ms, Cat 0 stop3 (IEC 60204-1) is initiated by each microprocessor. SF1: Command1 all joints to stop and upon all joints coming to a standstill state, power is removed. This is a Cat 1 stop per IEC 60204-1. The stopping times of the SF0 and SF1 Estop safety functions differ. • SFO has a functional safety rating of PLd Cat3 with the worst-case stopping time, as if all joint monitoring failed at the same time and after 524ms, then power is immediately removed while the robot is going the maximum speed. This could result in a worst case stopping time of 1250ms. • SF1 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a reliable and realistic maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for specific information. The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9) settings and the use of the stop time information provided in the manual.	Robot Arm

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF2 Logic and outputs INTERNAL	Safeguard stop (Protective Stop)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which will initiate a Cat 2 stop per IEC 60204-1. For the functional safety rating of the complete integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of SF2. If a PLd Cat3 stop is needed for protective devices, connect the protective device and configure the input as if it were an external Estop input (See SF0).	Robot Arm
SF3 Internal	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Exceeding the joint position limit results in a Cat 0 stop (IEC 60204-1). Each joint can have its own limit. Directly limits the set of allowed joint positions that the joints can move to. It is set directly in the safety setup part of the UI where you can enter values. It is a means of safety-rated soft axis limiting and space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.	Joint (each)
SF4 Internal	Joint Speed Limit	Exceeding a joint speed limit results in a Cat 0 stop5 per IEC 60204-1. Each joint can have its own limit. Directly limits the set of allowed joint speeds which the joints are allowed to perform. It is set directly in the safety setup part of the User Interface where you can enter values. It can be used to limit fast joint movements, for instance to limit risks related to singularities.	Joint (each)
SF5 Internal	Joint Torque Limit	Exceeding the joint torque limit (each joint) results in a Cat 0 stop5 (per IEC 60204-1). This is not accessible to the user as it is a factory setting, part of the force limiting safety function.	Joint (each)

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF6 Internal	TCP Pose Limit	Monitors the TCP Pose (position and orientation), any violation of a safety plane or TCP Pose Limit will result in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). This safety function consists of two parts. One is the safety planes for limiting the possible TCP positions. The second is the TCP orientation limit, which is entered as an allowed direction and a tolerance. This provides TCP inclusion/ exclusion zones due to the safety planes. When a limit (plane or TCP pose) is violated, a Cat 0 stop is initiated.	TCP
SF7 Internal	TCP Speed Limit	Exceeding the TCP speed limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1).	TCP

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF8 Internal	TCP Force Limit	Exceeding the TCP force limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). Limits the external clamping force exerted by the robot. See also Joint Torque Limit (SF5).	TCP
SF9 Internal	Joint Speed Limit	Exceeding the momentum limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). The momentum limit is very useful for limiting transient impacts. The Momentum Limit affects the entire robot arm.	Robot Arm
SF10 Internal	Power Limit	Exceeding the power limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot, which also affects the current to the robot arm as well as the speed of the robot arm. This function dynamically limits the current/torque but maintain the speed.	Robot Arm

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF11 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Estop Output	When configured for Estop output and there is an Estop condition (see SF1), the dual outputs are LOW. If there is no Estop condition, dual outputs are high. Pulses are not used but they are tolerated. For the integrated functional safety rating with an external Estop device, add the PFHd of the UR Estop function (SF0 or SF1) to the PFHd of the external logic (if any) and its components (e.g. Estop pushbutton).	External connection to logic and/or equipment
SF12 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving (motion underway), the dual digital outputs are LOW. Outputs are HIGH when no movement. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic and/or equipment
SF13 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (in process of stopping or in a stand-still condition) the dual digital outputs are HIGH. When outputs are LOW, robot is NOT in the process or stopping and NOT in a stand-still condition. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic and/or equipment

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF14 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is in reduced mode, the dual digital outputs are LOW. See Robot Reduced Mode below. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic and/or equipment
SF15 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is NOT in reduced mode, the dual digital outputs are LOW. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic and/or equipment

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Description	What is controlled?
Robot Reduced Mode	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Reduced Mode can be initiated by a safety plane/ boundary (starts when at 2cm of the plane and reduced mode settings are achieved within 2cm of the plane) or by use of an input to initiate (will achieve reduced settings within 500ms). When the external connections are Low, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL reduced mode limits are ACTIVE Reduced mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: SF3 joint position, SF4 joint speed, SF6 TCP pose limit, SF7 TCP speed, SF8 TCP force, SF9 momentum, and SF10 power.	Robot Arm
Safeguard Reset	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	When configured for Safeguard Reset and the external connections transition from low to high, the safeguard stop RESETS Safety input to initiate a reset of safeguard stop safety function SF2.	Robot

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Description	What is controlled?
Enabling Device	External Enabling Device as input to UR Robot logic	When the external Enabling Device connections are Low, a Safeguard Stop (SF2) is initiated. Recommendation: Use with a mode switch as a safety input. If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the User Interface. If the User Interface is in: • “run mode”, the enabling device will not be active. • “programming mode”, the enabling device will be active. It is possible to use password protection for changing the mode by the User Interface.	Robot
Mode Selection	External Mode Switch using dual Inputs (1 through 4) and internal logic	When the external connections are Low, Operation Mode (running) is in effect. When High, the mode is programming or teach. Must be used with an Enabling Device as a safety input. When in Teach/Program (Mode switch inputs high), enabling device is required for operation. When in teach/program, initially the TCP speed will be limited to 250mm/s. The speed can manually be increased by using the pendant user interface “speed-slider”, but upon activation of the enabling device, the speed limitation will reset to 250mm/s.	Robot

1.19. Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF0	Emergency Stop There are two separate Emergency Stop safety functions: SF0 and SF1	No	Cat 1 Stop 524ms time-delay before Cat 0 stop is initiated	NA	3	4.38E-8

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF1	Emergency Stop There are two separate safety functions: SF0 and SF1	No	Cat 1 Stop when at SS1 standstill, Cat 0 stop initiated	SS1 when at SS1 standstill, Cat 0 stop initiated	2	3.16E-07
SF2	Safeguard stop (Protective Stop)	No	Cat 2	SS2	2	3.15E-07
SF3	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF4	Joint Speed Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF5	Joint Torque Limit internal factory setting	factory setting	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF6	TCP Pose Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF7	TCP Speed Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF8	TCP Force Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF9	Momentum Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF10	Power Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF11	UR RINPUTobot Estop Output	Output & I/O Configuration	See Estop SF1	See Estop SF1	2	4.41E-08
SF12	UR Robot Moving: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0	NA	2	3.15E-07

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF13	UR Robot Not stopping: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF14	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0 if fault detected	NA	2	3.15E-07
SF15	UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0 (immediate stop)	NA	2	3.15E-07

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
Robot Reduced Mode	Reduced Mode INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Safeguard Reset	Safeguard Reset INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Enabling Device	3 Position Enabling Device INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Mode Selection	Mode switch INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Część II

Podręcznik PolyScope

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.20. Konfiguracja bezpieczeństwa

1.20.1. Przedmowa

Robot jest wyposażony w zaawansowany system bezpieczeństwa. Aby zagwarantować bezpieczeństwo całego personelu i wyposażenia w pobliżu robota, konieczne jest skonfigurowanie ustawień systemu bezpieczeństwa zależnie od szczególnych parametrów jego przestrzeni roboczej. Pierwszą rzeczą, o jaką musi zadbać integrator, jest zastosowanie ustawień wyznaczonych w procesie oceny ryzyka. Szczegółowe informacje o systemie bezpieczeństwa przedstawia Podręcznik instalacji sprzętu.

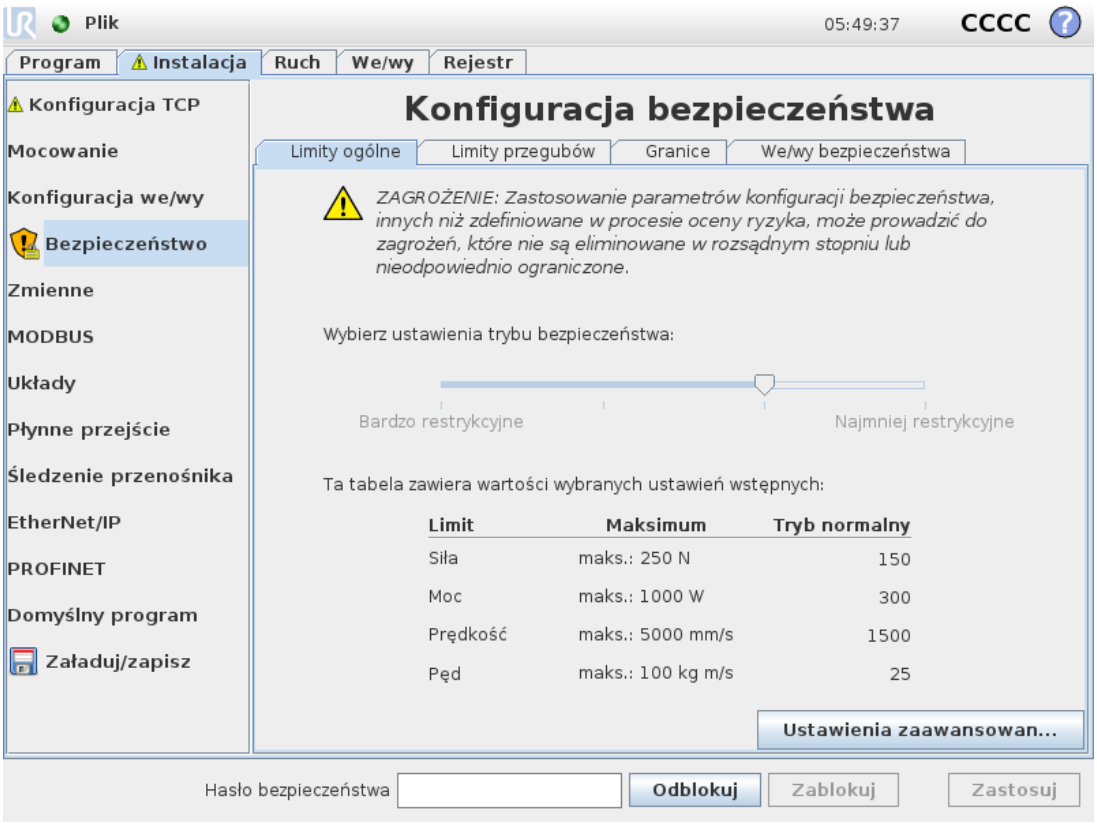


OSTRZEŻENIE

1. Używanie i konfiguracja interfejsów i funkcji dotyczących bezpieczeństwa muszą być zgodne z oceną ryzyka, którą przeprowadza integrator dla danego zastosowania robota, patrz Podręcznik instalacji sprzętu.
2. Konfiguracji bezpieczeństwa w ustawieniach i uczeniu uczenia musi być zastosowana zgodnie z oceną ryzyka przeprowadzoną przez integratora i zanim ramię robota zostanie włączone po raz pierwszy.
3. Wszystkie ustawienia w konfiguracji bezpieczeństwa dostępne na tym ekranie i podrzędnych kartach muszą być ustawione zgodnie z oceną ryzyka przeprowadzoną przez integratora.
4. Integrator musi zapewnić, że wszystkie zmiany wprowadzane w ustawieniach konfiguracji bezpieczeństwa są zgodne z oceną ryzyka wykonaną przez integratora.
5. Integrator ma obowiązek zapobiegania wprowadzaniu zmian w konfiguracji bezpieczeństwa przez nieupoważnione osoby, na przykład przez zastosowanie ochrony hasłem.

`Safety Configuration` screen can be accessed from the `Welcome` screen (see 1.21.5. Ekran powitalny on page116) by pressing the `Program Robot` button, selecting the `Installation` tab and tapping `Safety`. Konfiguracja bezpieczeństwa jest chroniona hasłem, patrz 1.20.8. Blokada hasłem on page94.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



Ustawienia bezpieczeństwa obejmują wiele wartości granicznych, które służą do ograniczania ruchów ramienia robota, a także ustawień funkcji bezpieczeństwa do konfigurowalnych wejść i wyjść. Są one zdefiniowane w poniższych kartach podrzędnych ekranu bezpieczeństwa:

- Karta podrzędna `General Limits` pozwala na zdefiniowanie maksymalnych wartości *siły*, *mocy*, *prędkości* i *pędu* ramienia robota. Kiedy istnieje szczególnie wysokie ryzyko uderzenia osoby lub elementu środowiska, w tych ustawieniach należy wprowadzić niskie wartości. Jeśli ryzyko jest niskie, to ustawienie wyższych limitów ogólnych pozwala na szybszy ruch robota i wywieranie większej siły w jego środowisku. Dodatkowe szczegóły — patrz 1.20.10. Limity ogólne on page95.
- Karta podrzędna `Joint Limits` zawiera limity *prędkości przegubów* i *pozycji przegubów*. Limity *prędkości przegubów* określają maksymalną prędkość kątową poszczególnych przegubów i służą do dalszego ograniczenia prędkości ramienia robota. Limity *pozycji przegubów* określają dopuszczalny zakres położeń poszczególnych przegubów (w ich przestrzeni). Dodatkowe szczegóły — patrz 1.20.11. Limity przegubów on page98.
- Karta podrzędna `Boundaries` określa płaszczyzny bezpieczeństwa (w przestrzeni kartezjańskiej) i granice orientacji narzędzia dla punktu TCP robota. Płaszczyzny bezpieczeństwa można skonfigurować jako nieprzekraczalne limity położenia punktu TCP robota lub jako miejsce wyzwolenia limitów bezpieczeństwa trybu *ograniczonego* (patrz 1.20.12. Granice on page99.1.20.6. Tryby bezpieczeństwa on page93)). Granica orientacji narzędzia nakłada nieprzekraczalny limit na orientację punktu TCP. Dodatkowe szczegóły — patrz
- Karta podrzędna `Safety I/O` określa funkcje bezpieczeństwa dla wszystkich

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

konfigurowalnych wejść i wyjść (patrz 1.23.2. Karta we/wy on page127). Możliwe jest na przykład skonfigurowanie *zatrzymania awaryjnego* jako sygnału wejściowego. Dodatkowe szczegóły — patrz 1.20.13. We/wy bezpieczeństwa on page107.

1.20.2. Zmiana konfiguracji bezpieczeństwa

Ustawienia konfiguracji bezpieczeństwa wolno zmieniać wyłącznie zgodnie z oceną ryzyka, przeprowadzoną przez integratora.

Zalecana procedura zmiany konfiguracji bezpieczeństwa jest następująca:

1. Należy się upewnić, że wszystkie zmiany są zgodne z oceną ryzyka przeprowadzoną przez integratora.
2. Dostosuj ustawienia bezpieczeństwa do właściwego poziomu, określonego w ocenie ryzyka przeprowadzonej przez integratora.
3. Zweryfikuj zastosowanie ustawień bezpieczeństwa.
4. W instrukcjach dla operatorów należy umieścić następujący tekst: „Przed pracą w pobliżu robota upewnić się, że konfiguracja bezpieczeństwa odpowiada oczekiwanej. Można to sprawdzić np.przez porównanie sumy kontrolnej w prawym górnym rogu PolyScope (patrz 1.20.5. Suma kontrolna bezpieczeństwa on page93 w Podręcznik PolyScope)”.

1.20.3. Błędy i synchronizacja bezpieczeństwa

Stan zastosowanej konfiguracji bezpieczeństwa w porównaniu z załadowaną w interfejsie GUI instalacji robota jest zobrazowany przez ikonę tarczy obok tekstu `Safety` po lewej stronie ekranu. Te ikony pozwalają szybko poznać bieżący stan. Zdefiniowane są następująco:

Konfiguracja zsynchronizowana
Pokazuje, że instalacja GUI jest identyczna z aktualnie zastosowaną konfiguracją bezpieczeństwa. Nie wprowadzono żadnych zmian.

Konfiguracja zmieniona
Pokazuje, że instalacja GUI jest inna niż aktualnie zastosowana konfiguracja bezpieczeństwa.

Podczas edytowania konfiguracji bezpieczeństwa ikona tarczy będzie informować, czy bieżące ustawienia są zastosowane.

Jeśli dowolne z pól tekstowych na karcie `Safety` będzie zawierać nieprawidłowe dane, konfiguracja bezpieczeństwa będzie w stanie błędu. Jest to wskazywane na kilka sposobów:

1. Obok tekstu `Safety` po lewej stronie ekranu wyświetlana jest czerwona ikona błędu.
2. Karty podrzędne zawierające błędy są oznaczone u góry czerwoną ikoną.
3. Pola tekstowe zawierające błędy są oznaczone czerwonym tłem.

W przypadku próby przejścia z karty `Installation` przy istniejących błędach wyświetlane jest okno dialogowe z następującymi opcjami:

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1. Rozwiązanie problemów w celu usunięcia wszystkich błędów. Opcja będzie widoczna, gdy czerwona ikona błędu nie będzie już wyświetlana obok tekstu `Safety` po lewej stronie ekranu.
2. Przywrócenie wcześniej zastosowanej konfiguracji bezpieczeństwa. Spowoduje to odrzucenie wszystkich zmian i pozwoli na kontynuowanie nawigacji.

W przypadku próby odejścia od karty Instalacja bez występujących błędów, pojawia się inne okno dialogowe z poniższymi opcjami:

1. Zastosowanie zmian i ponownie uruchomienie systemu. Spowoduje to zastosowanie zmian konfiguracji bezpieczeństwa w systemie i ponowne uruchomienie. Uwaga: To nie oznacza, że zmiany zostały zapisane. Zamknięcie robota na tym etapie spowoduje utratę wszystkich zmian w instalacji robota, włącznie z konfiguracją bezpieczeństwa.
2. Przywrócenie wcześniej zastosowanej konfiguracji bezpieczeństwa. Spowoduje to odrzucenie wszystkich zmian i pozwoli na kontynuowanie nawigacji.

1.20.4. Tolerancje

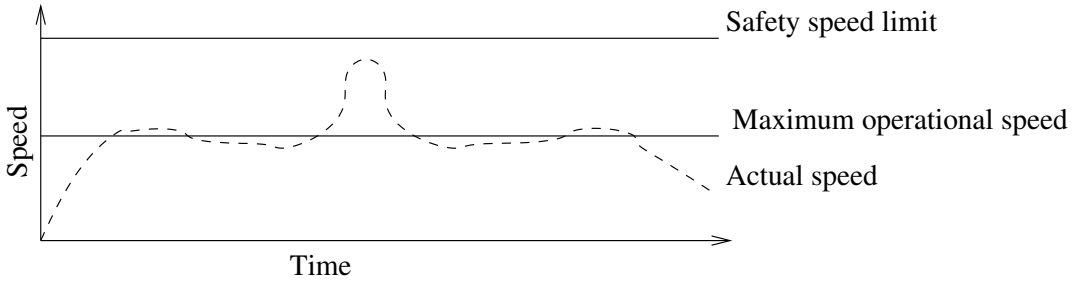
Ramię robota stosuje wbudowane zakresy tolerancji, które zapobiegają naruszeniu zasad bezpieczeństwa. Tolerancja bezpieczeństwa jest różnicą pomiędzy bezpiecznym limitem a maksymalną wartością operacyjną. Na przykład, ogólna tolerancja prędkości wynosi $-150mm/s$. To znaczy, że jeżeli użytkownik ustawi ograniczenie prędkości na poziomie $250mm/s$ speed limit, maksymalna prędkość podczas pracy wyniesie $250 - 150 = 100mm/s$. Zakresy tolerancji bezpieczeństwa zapobiegają zagrożeniom bezpieczeństwa przy zezwoleniu na odchylenia w pracy programu. Na przykład, przy dużych obciążeniach moze dojść do sytuacji, w których *ramię robota* musi przez krótki czas pracować powyżej normalnej maksymalnej prędkości pracy, aby przebyć zaprogramowaną trajektorię. Przykład takiej sytuacji przedstawia rysunek 12.1.

OSTRZEŻENIE

Zawsze wymagana jest ocena ryzyka z zastosowaniem wartości limitów bez tolerancji.

OSTRZEŻENIE

Tolerancje są zależne od wersji oprogramowania. Zaktualizowanie oprogramowania może zmienić tolerancje. Różnice między wersjami można znaleźć w informacjach o aktualizacji.



Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

12.1: *Przykład zakresu tolerancji bezpieczeństwa.*

1.20.5. Suma kontrolna bezpieczeństwa

Tekst w prawym górnym rogu ekranu zawiera skrócone przedstawienie konfiguracji bezpieczeństwa aktualnie używanej przez robota. Zmiana tekstu oznacza, że zmieniła się także bieżąca konfiguracja bezpieczeństwa. Kliknięcie sumy kontrolnej pozwala na wyświetlenie szczegółowych informacji o aktualnie obowiązującej konfiguracji bezpieczeństwa.

1.20.6. Tryby bezpieczeństwa

W warunkach normalnych, tj. poza zatrzymaniem ochronnym system bezpieczeństwa działa w jednym z poniższych *trybów bezpieczeństwa*, każdy z przypisanym zestawem limitów bezpieczeństwa:

Tryb normalny
: Tryb bezpieczeństwa aktywny domyślnie.

Tryb ograniczony
: Aktywny, gdy punkt TCP robota znajduje się za płaszczyzną *wyzwalania trybu ograniczonego* (patrz 1.20.13. We/wy bezpieczeństwa on page107).1.20.12. Granice on page99) lub po wyzwoleniu przez konfigurowalny sygnał wejściowy (patrz

Tryb przywracania
: Gdy ramię robota narusza jeden z pozostałych trybów (czyli *normalny* lub *ograniczony*) i nastąpiło zatrzymanie kategorii 0,[1], ramię robota wznowi działanie w trybie **przywracania**. Ten tryb umożliwia robotowi powolny powrót do strefy dozwolonej za pomocą **karty Ruch** lub **ruchu swobodnego**. Uruchomienie programów robota w tym trybie jest niemożliwe.



OSTRZEŻENIE

Należy pamiętać, że limity *pozycji przegubu*, *pozycji punktu TCP* oraz *orientacji punktu TCP* są wyłączone w trybie *przywracania*, należy więc zachować ostrożność podczas przesuwania ramienia robota z powrotem w granice limitów.

Karty podrzędne ekranu `Safety Configuration` pozwalają użytkownikowi na zdefiniowanie odrębnych zestawów limitów bezpieczeństwa dla trybu *normalnego* i *ograniczonego*. Limity prędkości i pędu narzędzia i przegubów powinny być bardziej restrykcyjne w trybie *ograniczonym* niż ich odpowiedniki w trybie *normalnym*.

W przypadku naruszenia limitu bezpieczeństwa z aktywnego zestawu limitów, ramię robota wykonuje zatrzymanie kategorii 0. Jeśli aktywny limit bezpieczeństwa, taki jak limit pozycji przegubu lub granica bezpieczeństwa jest naruszony już w chwili włączenia zasilania ramienia robota, robot zostanie uruchomiony w trybie *przywracania*. Umożliwi to przesunięcie ramienia robota z powrotem do limitów bezpieczeństwa. W trybie *przywracania* ruch ramienia robota jest ograniczony ustalonym zestawem limitów, którego użytkownik nie może dostosowywać. Szczegółowe informacje o limitach trybu *przywracania* — patrz Podręcznik instalacji sprzętu.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1. Zgodne z normą IEC 60204-1, więcej szczegółów zawiera słowniczek. ↩

1.20.7. Tryb ruchu swobodnego

Jeśli w trybie *ruchu swobodnego* (patrz Ruch swobodny on page126) ramię robota zbliży się do określonych limitów, użytkownik odczuje w ruchu przeciwdziałającą siłę. Ta siła jest generowana dla limitów pozycji, orientacji i prędkości punktu TCP robota oraz pozycji i prędkości przegubów.

Zastosowanie tej przeciwdziałającej siły ma na celu poinformowanie użytkownika, że bieżąca pozycja lub prędkość są zbliżone do limitu i zapobieganie naruszeniu tego limitu przez robota. Jeśli jednak użytkownik przyłoży wystarczającą siłę do ramienia robota, taki limit może zostać przekroczony. Wielkość siły zwiększa się w miarę zbliżania się ramienia robota do limitu.

Ruch wstecz

W trybie *ruchu swobodnego* przegubami robota można poruszać z użyciem względnie niewielkiej siły, ponieważ hamulce są zwolnione. Podczas inicjalizacji ramienia robota mogą występować nieznaczne wibracje po zwolnieniu hamulców. W niektórych sytuacjach, np. w razie dużego ryzyka kolizji robota, drgania te są niepożądane. W celu wymuszenia ustawienia określonych przegubów w odpowiednim położeniu bez zwalniania wszystkich hamulców w ramieniu robota można użyć funkcji *Ruch wstecz*.

Aby włączyć *ruch wstecz*:

1. Naciśnij włącznik, aby włączyć zasilanie przegubów. Stan robota to „Bezczynny”. **Nie** zwalniać hamulców (tj. nie naciskać przycisku START).
2. Nacisnąć i przytrzymać przycisk *Ruch swobodny*. Stan robota zmieni się na „Ruch wstecz”.
3. Gdy przycisk *Ruch swobodny* jest aktywny/naciśnięty, hamulce zostaną zwolnione tylko w przegubach, na które będzie działała duża siła. Podczas korzystania z funkcji *Ruch wstecz* trudno jest poruszać robotem.

1.20.8. Blokada hasłem

Wszystkie ustawienia na tym ekranie są zablokowane aż do wprowadzenia prawidłowego hasła bezpieczeństwa (patrz 1.25.3. Ustaw hasło on page216) w białym polu tekstowym u dołu ekranu i naciśnięcia przycisku `Unlock` button is pressed. The screen can be locked again by clicking the `Lock` button. The `Safety` tab is automatically locked when navigating away from the safety configuration screen. When the settings are locked, a lock icon is visible next to the text `Safety` po lewej stronie ekranu. Kiedy ustawienia są odblokowane, widoczna jest ikona otwartej kłódki.



UWAGA

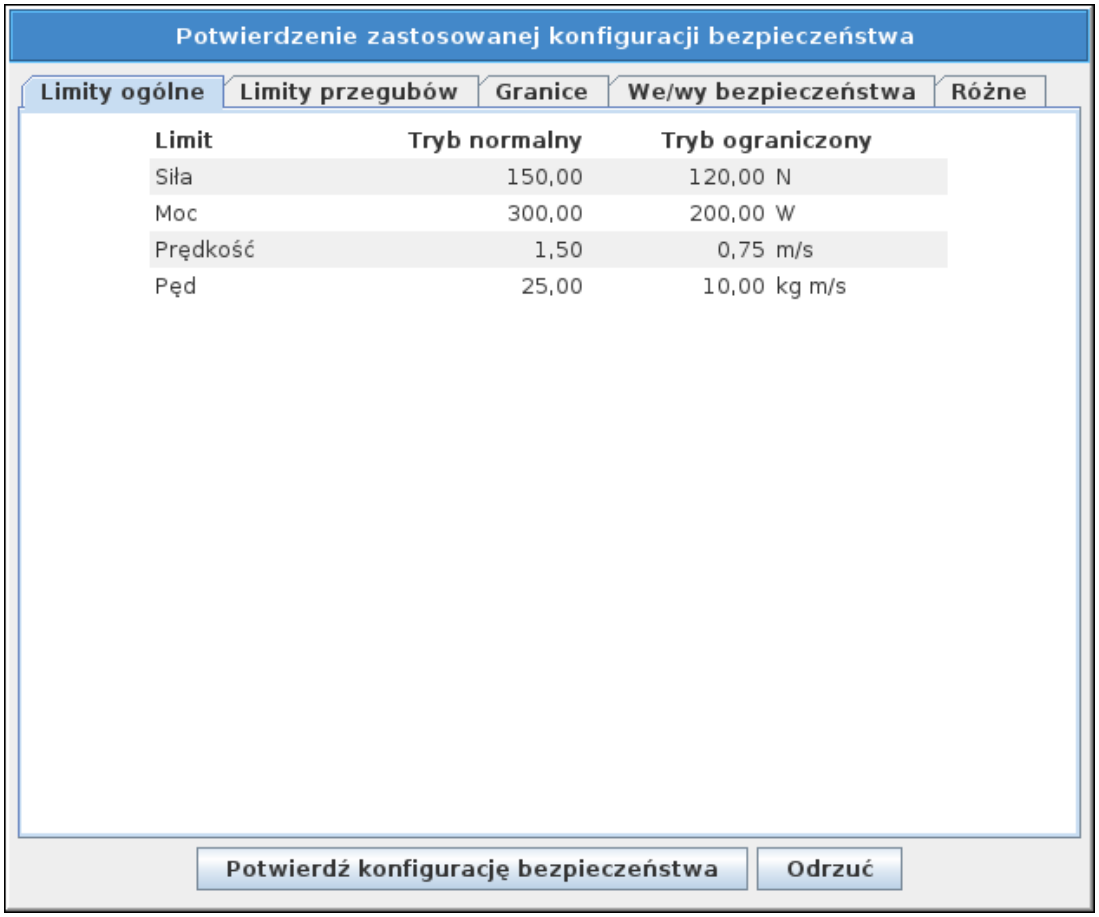
Kiedy ekran konfiguracji bezpieczeństwa jest odblokowany, zasilanie ramienia robota jest odcięte.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.20.9. Zastosuj

Po odblokowaniu konfiguracji bezpieczeństwa ramię robota pozostaje niezasilane przez cały czas wprowadzania zmian. Zasilania ramienia robota nie można włączyć do chwili zastosowania zmian lub przywrócenia ustawień, a ręczne włączenie zasilania wykonuje się z poziomu ekranu inicjalizacji.

Przed wyjściem z karty instalacji wszelkie zmiany w konfiguracji bezpieczeństwa muszą zostać zastosowane lub przywrócone. Te zmiany *nie* są stosowane do chwili naciśnięcia przycisku `Apply`. Potwierdzenie wymaga wzrokowej kontroli zmian wprowadzonych do ramienia robota. Ze względów bezpieczeństwa przedstawiane informacje są podawane w jednostkach układu SI. Poniżej przedstawiono przykładowe okno dialogowe z potwierdzeniem.



Ponadto po potwierdzeniu zmiany są zapisywane automatycznie jako część bieżącej instalacji robota. Więcej informacji o zapisywaniu instalacji robota zawiera 1.23.5. Instalacja → Załaduj/zapisz on page131.

1.20.10. Limity ogólne

Ogólne limity bezpieczeństwa służą do ograniczania liniowej prędkości punktu TCP robota, a także siły jaką może wywierać na środowisko. Składają się z poniższych wartości:

Siła
: Limit maksymalnej siły, jaką punkt TCP robota może wywierać na środowisko.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Moc
: Limit maksymalnej pracy mechanicznej wykonywanej przez robota w środowisku z uwzględnieniem faktu, że obciążenie jest częścią robota, a nie środowiska.

Prędkość
: Limit maksymalnej liniowej prędkości punktu TCP robota.

Pęd
: Limit maksymalnego pędu ramienia robota.

Dostępne są dwa obszary służące do konfiguracji ogólnych limitów bezpieczeństwa w instalacji: *Ustawienia podstawowe* oraz *Ustawienia zaawansowane*, opisane dokładniej dalej.

Zdefiniowanie ogólnych limitów bezpieczeństwa nakłada ograniczenie wyłącznie na narzędzie, a nie limity dla całego ramienia robota. To znaczy, że określenie limitu prędkości *nie* gwarantuje, że inne części ramienia robota będą podlegać temu samemu ograniczeniu.

Jeśli w trybie *ruchu swobodnego* (patrz Ruch swobodny on page126) bieżąca prędkość punktu TCP robota zbliży się do limitu *Prędkość*, użytkownik odczuje przeciwdziałającą siłę, której wielkość wzrasta w miarę zbliżania się prędkości do limitu. Siła jest wytwarzana, gdy prędkość bieżąca zbliży się na około 250 mm/s do limitu.

Ustawienia podstawowe

Panel podrzędny ze wstępnymi limitami ogólnymi pokazywany jako ekran domyślny zawiera suwak z czterema zdefiniowanymi zbiorami wartości siły, mocy, prędkości i pędu dla trybów *normalnego* i *ograniczonego*.

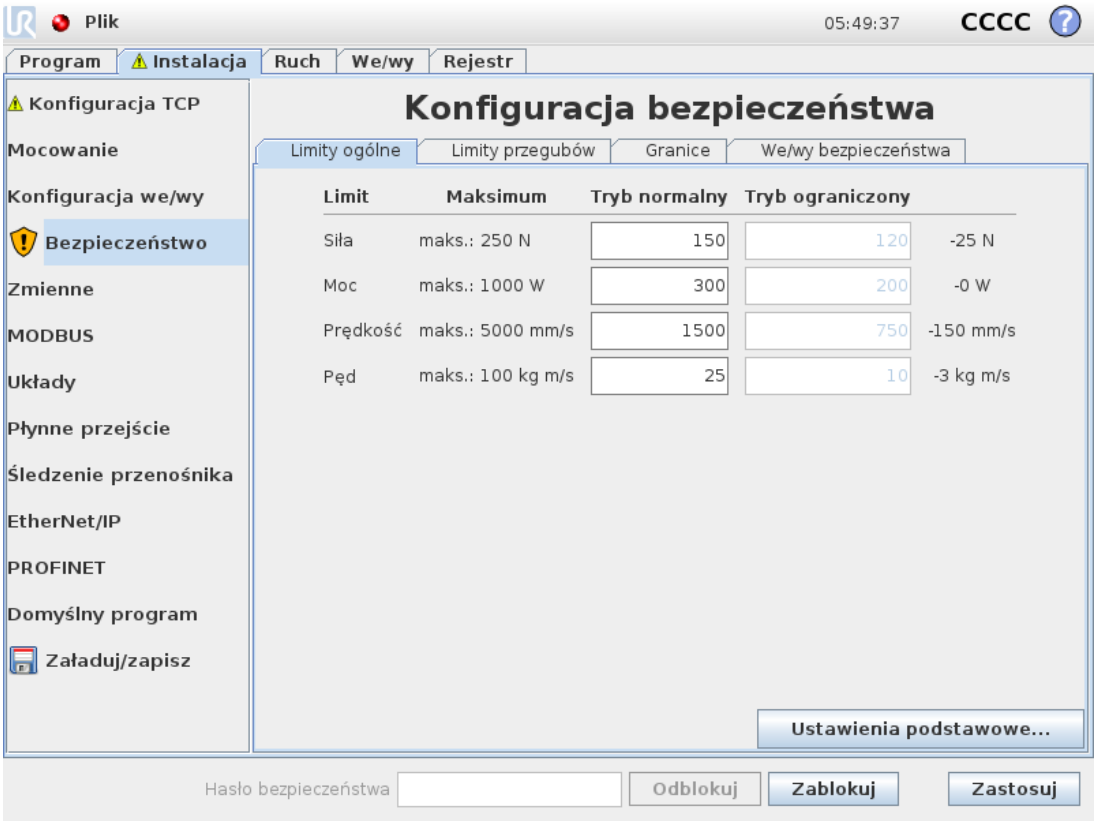
Szczególne zestawy wartości są widoczne w interfejsie GUI. Wstępnie zdefiniowane zestawy wartości to jedynie sugestie i nie mogą zastąpić właściwej oceny ryzyka.

Przełączanie do ustawień zaawansowanych

Jeśli *żaden* z wstępnie zdefiniowanych zbiorów wartości nie będzie satysfakcjonujący, naciśnięcie przycisku `Advanced Settings...` pozwala na przejście do ekranu zaawansowanych limitów ogólnych.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Ustawienia zaawansowane



Tutaj każdy z ogólnych limitów opisanych w 1.20.10. Limity ogólne on page95 można zmienić niezależnie od pozostałych. Odbywa się to przez dotknięcie odpowiedniego pola tekstowego i wprowadzenie nowej wartości. Najwyższa dopuszczalna wartość każdego z limitów jest podana w kolumnie o nazwie `Maximum`. Jako limit siły można ustawić wartości z zakresu od 100 N do 250 N, a jako limit mocy można ustawić wartości z zakresu od 80 W do 1000 W.

Uwaga: Pola limitów w trybie *ograniczonym* są nieaktywne, jeśli nie jest wyznaczona płaszczyzna bezpieczeństwa ani konfigurowalny sygnał wejściowy, które mogłyby taki tryb uruchomić (więcej szczegółowych informacji — patrz 1.20.13. We/wy bezpieczeństwa on page107). Ponadto limity 1.20.12. Granice on page99 i *Prędkość* oraz *Pęd* w trybie *ograniczonym* nie mogą być wyższe niż ich odpowiedniki z trybu *normalnego*.

Tolerancje i jednostki każdego z limitów są wymienione na końcu odpowiadającego mu wiersza. Podczas wykonywania programu prędkość ramienia robota jest automatycznie regulowana, aby nie przekroczyć żadnej z wprowadzonych wartości pomniejszonej o tolerancję (patrz 1.20.4. Tolerancje on page92). Należy zauważyć, że znak minus widoczny przy każdej wartości tolerancji ma na celu wyłącznie wskazanie, że tolerancja jest odejmowana od rzeczywistej wprowadzonej wartości. System bezpieczeństwa wykonuje zatrzymanie kategorii 0, kiedy ramię robota przekroczy limit (bez tolerancji).

OSTRZEŻENIE

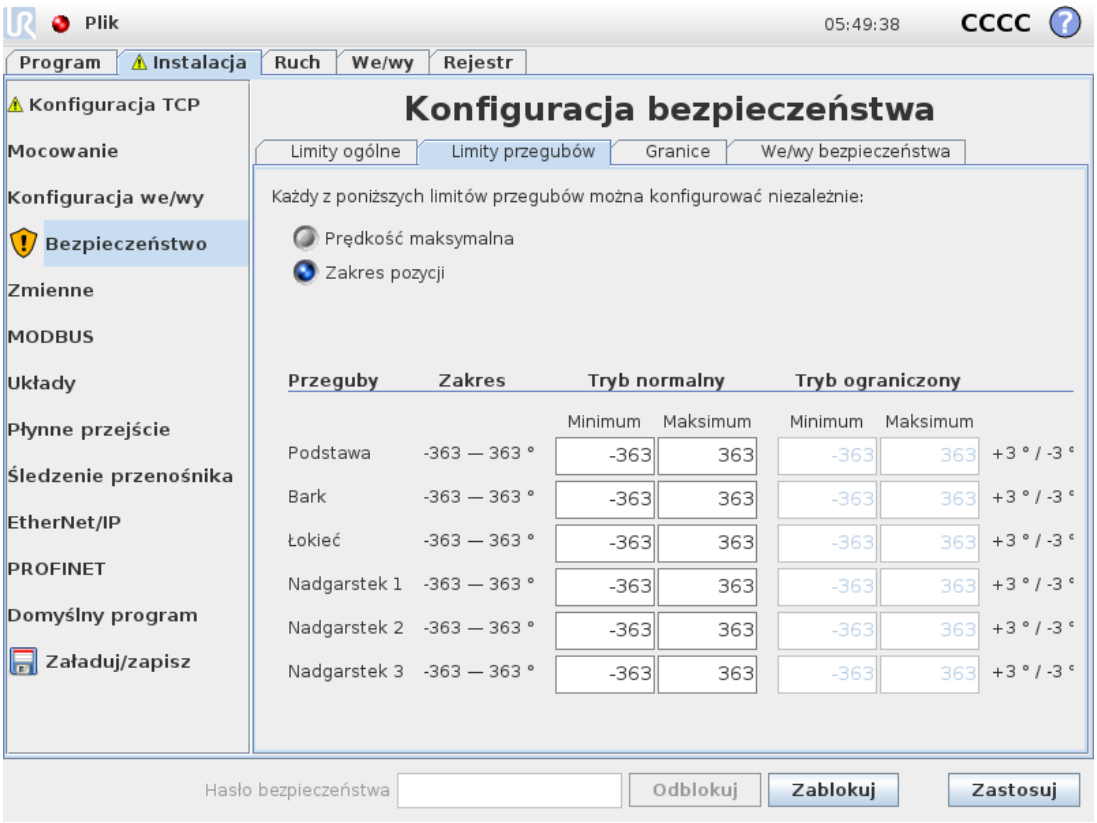
Limit prędkości dotyczy wyłącznie punktu TCP robota, więc inne części ramienia robota mogą przemieszczać się szybciej niż wynika ze zdefiniowanej wartości.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Przełączanie do ustawień podstawowych

Naciśnięcie przycisku `Basic Settings...` spowoduje przejście z powrotem do ekranu podstawowych limitów ogólnych. We wszystkich limitach ogólnych zostaną przywrócone ich ustawienia *domyślne*. Jeśli ta czynność może doprowadzić do utraty niestandardowych wartości, zostanie wyświetlone wyskakujące okienko z prośbą o potwierdzenie czynności.

1.20.11. Limity przegubów



Limity przegubów ograniczają ruch poszczególnych przegubów w ich własnej przestrzeni, tj. nie odnoszą się do przestrzeni kartezjańskiej, lecz do wewnętrznej pozycji obrotu przegubów i ich prędkości obrotowej. Przyciski opcji radiowych w górnej części panelu podrzędnego umożliwiają niezależne ustawienie `Maximum Speed` and `Position Range` przegubów.

Jeśli w trybie *ruchu swobodnego* (patrz Ruch swobodny on page126) bieżąca pozycja lub prędkość przegubu zbliży się do limitu, użytkownik odczuje przeciwdziałającą siłę, której wielkość wzrasta w miarę zbliżania się przegubu do limitu. Siła jest wytwarzana, gdy prędkość przegubu zbliży się na około 20°/s do limitu prędkości lub położenie przegubu zbliży się na około 8° do limitu pozycji.

Zakres pozycji nadgarstka 3 jest domyślnie nieograniczony. W razie używania przewodów podłączonych do robota należy najpierw usunąć zaznaczenie pola wyboru *Zakres bez ograniczeń dla nadgarstka 3*, aby uniknąć naprężenia przewodu oraz zatrzymań ochronnych.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Prędkość maksymalna

Ta opcja określa maksymalną prędkość kątową dla każdego przegubu. Odbywa się to przez dotknięcie odpowiedniego pola tekstowego i wprowadzenie nowej wartości. Najwyższa dopuszczalna wartość jest podana w kolumnie o nazwie `Maximum`. Żadnej z wartości nie można ustawić poniżej wartości tolerancji.

Należy pamiętać, że pola limitów w trybie *ograniczonym* są nieaktywne, jeśli nie jest wyznaczona płaszczyzna bezpieczeństwa ani konfigurowalny sygnał wejściowy, które mogłyby taki tryb uruchomić (więcej szczegółowych informacji — patrz 1.20.13. We/wy bezpieczeństwa on page107). Ponadto limity 1.20.12. Granice below oraz trybu *ograniczonego* nie mogą być wyższe niż ich odpowiedniki z trybu *normalnego*.

Tolerancje i jednostki każdego z limitów są wymienione na końcu odpowiadającego mu wiersza. Podczas wykonywania programu prędkość ramienia robota jest automatycznie regulowana, aby nie przekroczyć żadnej z wprowadzonych wartości pomniejszonej o tolerancję (patrz 1.20.4. Tolerancje on page92). Należy zauważyć, że znak minus widoczny przy każdej wartości tolerancji ma na celu wyłącznie wskazanie, że tolerancja jest odejmowana od rzeczywistej wprowadzonej wartości. Jeśli jednak prędkość kątowa jednego z przegubów przekroczy wprowadzoną wartość (bez tolerancji), system bezpieczeństwa wykona zatrzymanie kategorii 0.

Zakres pozycji

Na tym ekranie określony jest zakres pozycji dla każdego z przegubów. Odbywa się to przez dotknięcie odpowiedniego pola tekstowego i wprowadzenie nowych wartości granicznych dolnej i górnej pozycji przegubu. Wprowadzony zakres musi mieścić się w wartościach podanych w kolumnie o nazwie `Range`, a dolna granica nie może przewyższać górnej.

Uwaga: Pola limitów w trybie *ograniczonym* są nieaktywne, jeśli nie jest wyznaczona płaszczyzna bezpieczeństwa ani konfigurowalny sygnał wejściowy, które mogłyby taki tryb uruchomić (więcej szczegółowych informacji — patrz 1.20.13. We/wy bezpieczeństwa on page107).1.20.12. Granice below i

Tolerancje i jednostki każdego z limitów są wymienione na końcu odpowiadającego mu wiersza. Pierwsza wartość tolerancji dotyczy wartości minimalnej, a druga wartości maksymalnej. Wykonywanie programu jest przerywane, kiedy pozycja przegubu zmierza do wyjścia z zakresu określonego przez dodanie pierwszej tolerancji do wprowadzonej minimalnej wartości oraz odjęcia drugiej tolerancji od wprowadzonej maksymalnej wartości, a przegub kontynuuje ruch wzdłuż przewidywanej trajektorii. Należy zauważyć, że znak minus widoczny przy każdej wartości tolerancji ma na celu wyłącznie wskazanie, że tolerancja jest odejmowana od rzeczywistej wprowadzonej wartości. Jeśli jednak pozycja przegubu przekroczy wprowadzony zakres, system bezpieczeństwa wykona zatrzymanie kategorii 0.

1.20.12. Granice

Na tej karcie możliwe jest skonfigurowanie granicznych limitów, na które składają się płaszczyzny bezpieczeństwa oraz limit maksymalnego dopuszczalnego odchylenia orientacji narzędzia robota. Możliwe jest także zdefiniowanie płaszczyzn, które powodują wyzwolenie przejścia do trybu *ograniczonego*.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Płaszczyzny bezpieczeństwa pozwalają na ograniczenie dopuszczalnej przestrzeni roboczej robota i wymuszenie pozostawania punktu TCP po właściwej stronie płaszczyzny oraz jej nieprzekraczania. Można skonfigurować do ośmiu płaszczyzn bezpieczeństwa. Ograniczenie orientacji narzędzia może być przydatne do zapewnienia, że ta orientacja nie będzie odbiegać od pożądanej o większą wartość, niż określono.



OSTRZEŻENIE

Zdefiniowanie płaszczyzn bezpieczeństwa ogranicza wyłącznie punkt TCP, nie stanowi limitu dla całego ramienia robota. To znaczy, że określenie płaszczyzny bezpieczeństwa *nie* gwarantuje, że inne części ramienia robota będą podlegać takim ograniczeniom.

Konfiguracja każdego z limitów granicznych opiera się na jednej z funkcji zdefiniowanych w bieżącej instalacji robota (patrz 1.23.12. Instalacja → Funkcje on page145).



UWAGA

Przed edytowaniem konfiguracji bezpieczeństwa mocno zalecane jest utworzenie wszystkich funkcji niezbędnych dla konfiguracji wszystkich pożądanych limitów granicznych i przypisanie im właściwych nazw. Należy pamiętać, że zasilanie ramienia robota jest wyłączane po odblokowaniu karty *Bezpieczeństwo*, więc niedostępna będzie funkcja `Tool` (zawierająca aktualną pozycję i orientację punktu TCP robota) oraz tryb *ruchu swobodnego* (patrz Ruch swobodny on page126).

Jeśli włączony jest tryb *Ruch swobodny* (patrz Ruch swobodny on page126) i bieżąca pozycja punktu TCP robota jest zbliżona do płaszczyzny bezpieczeństwa lub odchylenie orientacji narzędzia robota od pożądanej orientacji jest bliskie określonemu odchyleniu maksymalnemu, użytkownik poczuje odpychającą siłę, wzrastającą w miarę zbliżania się punktu TCP do limitu. Siła jest wytwarzana, gdy punkt TCP znajdzie się około 5 cm od płaszczyzny bezpieczeństwa lub odchylenie orientacji narzędzia wyniesie około 3° od wyznaczonego odchylenia maksymalnego.

Gdy płaszczyzna jest zdefiniowana jako *wyzwalająca tryb ograniczony*, a punkt TCP przejdzie za tę granicę, system bezpieczeństwa przechodzi do trybu *ograniczonego*, w którym zastosowanie zostają ustawienia bezpieczeństwa trybu *ograniczonego*. Płaszczyzny wyzwalające podlegają takim samym zasadom, co zwykłe płaszczyzny bezpieczeństwa za wyjątkiem tego, że ramię robota może przez nie przechodzić.

Wybór granicy do skonfigurowania

Panel `Safety Boundaries` po lewej stronie karty służy do wybrania limitu granicznego do skonfigurowania.

Aby wyznaczyć płaszczyznę bezpieczeństwa, należy kliknąć jedną z ośmiu pozycji podanych w panelu. Jeśli wybrana płaszczyzna bezpieczeństwa została już skonfigurowana, odpowiadające

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

jej przedstawienie 3D płaszczyzny jest wyróżnione w sekcji `3D View` (see Wizualizacja 3D below) to the right of this panel. The safety plane can be set up in the `Safety Plane Properties` (patrz Konfiguracja płaszczyzny bezpieczeństwa below) u dołu karty.

Kliknij sekcję `Tool Boundary` entry to configure the orientation boundary limit for the robot tool. The configuration of the limit can be specified in the `Tool Boundary Properties` (patrz Konfiguracja granicy narzędzia on page105) u dołu karty.

Aby włączyć lub wyłączyć wizualizację 3D limitu granicznego, należy kliknąć przycisk /. Jeśli limit graniczny jest aktywny, *tryb bezpieczeństwa* (see Tryb bezpieczeństwa on page106) jest oznaczany jedną z następujących ikon: . / / / Tryb bezpieczeństwa on page103 i

Wizualizacja 3D

Sekcja `3D View` displays the configured safety planes and the orientation boundary limit for the robot tool together with the current position of the robot arm. All configured boundary entries where the visibility toggle is selected (i.e. showing icon) in the `Safety Boundaries`, są wyświetlane razem z aktualnie wybranym limitem granicznym.

Płaszczyzny bezpieczeństwa (aktywne) są przedstawiane w kolorach żółtym i czarnym z małą strzałką normalną do płaszczyzny, która wskazuje tę stronę, po której dozwolone jest pozycjonowanie punktu TCP. Płaszczyzny wyzwalające są wyświetlane na niebiesko i na zielono. Mała strzałka określa stronę płaszczyzny, która *nie* powoduje przejścia do trybu *ograniczonego*. Kiedy płaszczyzna bezpieczeństwa jest wybrana w panelu z lewej strony karty, wyróżnione jest odpowiadające jej przedstawienie 3D.

Limit graniczny orientacji narzędzia jest wizualizowany przez sferyczny stożek oraz wektor określający bieżącą orientację narzędzia robota. Wnętrze stożka odpowiada polu dopuszczalnemu dla orientacji narzędzia (wektora).

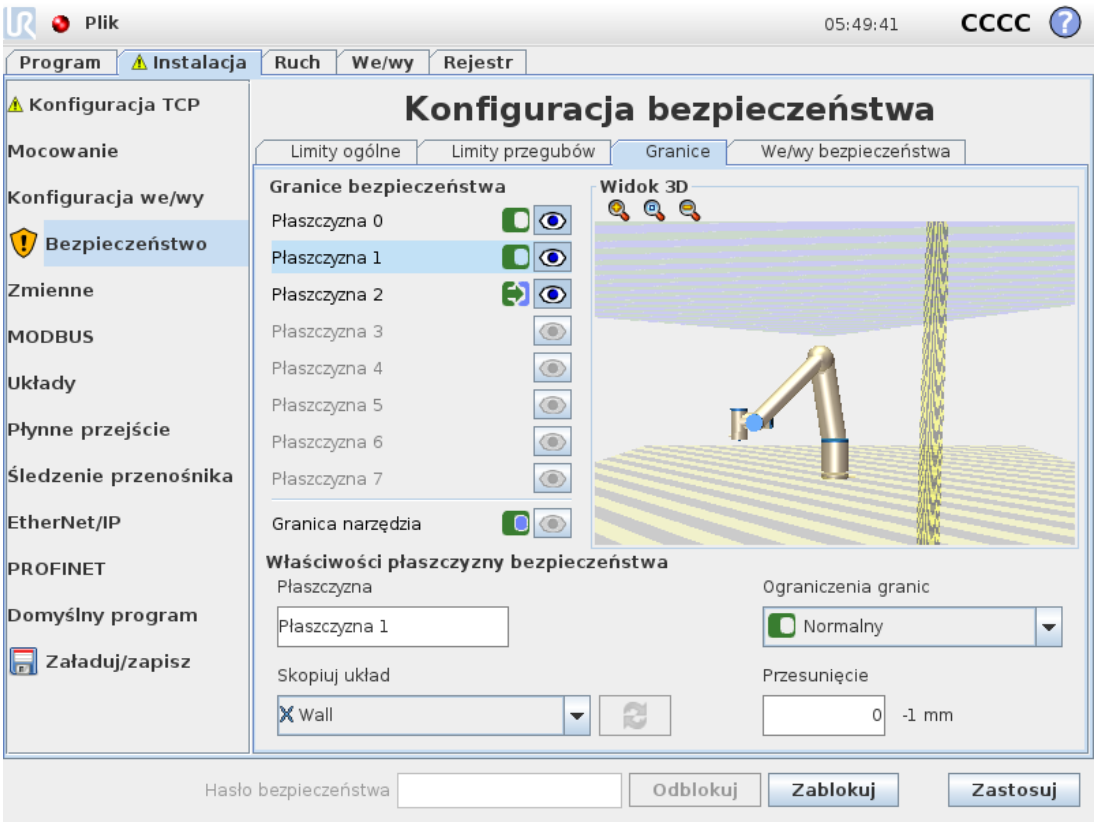
Kiedy płaszczyzna lub limit graniczny orientacji narzędzia są skonfigurowane, lecz nieaktywne, są wizualizowane w kolorze szarym.

Naciśnięcie ikony szkła powiększającego pozwala na powiększenie lub oddalenie, a przeciągnięcie palcem po ekranie na zmianę widoku.

Konfiguracja płaszczyzny bezpieczeństwa

Panel `Safety Plane Properties` section at the bottom of the tab defines the configuration of the selected safety plane in the `Safety Boundaries` w lewej górnej lewej części karty.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



Nazwa

W polu tekstowym `Name` użytkownik może przypisać nazwę wybranej płaszczyźnie bezpieczeństwa. Nazwę można zmienić, dotykając pola tekstowego i wprowadzając nową.

Skopiuj układ

Pozycja i kierunek normalny płaszczyzny bezpieczeństwa są zdefiniowane za pomocą funkcji (patrz 1.23.12. Instalacja → Funkcje on page145) z bieżącej instalacji robota. Lista rozwijana w lewej dolnej części sekcji pozycji `Safety Plane Properties` section to select a feature. Only the point and plane type features are available. Choosing the `<Undefined>` umożliwia wyczyszczenie konfiguracji płaszczyzny.

Oś Z wybranej funkcji będzie wskazywać niedozwoloną przestrzeń, natomiast kierunek normalny płaszczyzny będzie wskazywać w przeciwną stronę. Wyjątek zachodzi po wybraniu funkcji `Base`, wówczas kierunek normalny będzie wskazywać w tę samą stronę. Jeśli płaszczyzna jest skonfigurowana jako *wyzwalająca tryb ograniczony* (patrz Tryb bezpieczeństwa on the facing page), kierunek normalny wskazuje stronę płaszczyzny, która *nie* powoduje przejścia do trybu *ograniczonego*.

Należy pamiętać, że podczas konfiguracji płaszczyzny bezpieczeństwa poprzez wybranie funkcji informacje o pozycji są tylko *kopiowane* do tej płaszczyzny, a sama płaszczyzna *nie* jest powiązana z tą funkcją. To oznacza, że zmiana pozycji lub orientacji funkcji użytej do skonfigurowania płaszczyzny bezpieczeństwa nie spowoduje automatycznej aktualizacji płaszczyzny. Jeśli funkcja zostanie zmieniona, jest to oznaczane ikoną ⚠, wyświetlaną także

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

wtedy, gdy wybrana funkcja została usunięta z instalacji. przycisku przy selektorze powoduje zaktualizowanie parametrów płaszczyzny bezpieczeństwa według bieżącej pozycji i orientacji funkcji. Ikona umieszczona nad selektorem funkcji. Kliknięcie

Tryb bezpieczeństwa

Menu rozwijane z prawej strony panelu `Safety Plane Properties` umożliwia wybór *trybu bezpieczeństwa* dla płaszczyzny bezpieczeństwa. Dostępne są następujące tryby:

	`Disabled`	Płaszczyzna bezpieczeństwa jest *nigdy nieaktywna*.
	`Normal`	Gdy system bezpieczeństwa działa w trybie *normalnym*, płaszczyzna trybu `Normal` jest *aktywna* i ma funkcję *bezwzględnego limitu* położenia punktu TCP robota.
	`Reduced`	Gdy system bezpieczeństwa działa w trybie *ograniczonym*, płaszczyzna trybu `Reduced` jest *aktywna* i ma funkcję *bezwzględnego limitu* położenia punktu TCP robota.
	`Normal & Reduced`	Gdy system bezpieczeństwa działa w trybie *normalnym* lub *ograniczonym*, płaszczyzna trybu `Normal & Reduced` jest *aktywna* i ma funkcję *bezwzględnego limitu* położenia punktu TCP robota.
	`Trigger Reduced mode`	Gdy system bezpieczeństwa działa w trybie *normalnym* lub *ograniczonym*, płaszczyzna *trybu ograniczonego wyzwalanego* jest *aktywna* i powoduje przejście systemu bezpieczeństwa do trybu *ograniczonego* na czas, gdy punkt TCP robota znajduje się za nią.

Wybrany *tryb bezpieczeństwa* jest wskazywany przez ikonę przy odpowiednim wpisie w `Safety Boundaries` panel. If the *safety mode* is set to `Disabled`. Jeśli ustawienie trybu bezpieczeństwa to Wyłączony, nie jest wyświetlana żadna ikona.

Przesunięcie

Po wybraniu funkcji w polu listy rozwijanej w lewej dolnej części panelu Właściwości płaszczyzny bezpieczeństwa, płaszczyznę można liniowo przesunąć przez dotknięcie pola tekstowego Przesunięcie w prawej dolnej części tego panelu i wprowadzenie wartości. Wprowadzenie wartości dodatniej zwiększa dozwoloną przestrzeń roboczą robota przez odsunięcie płaszczyzny w kierunku przeciwnym do wektora normalnego, natomiast wprowadzenie wartości ujemnej zmniejsza dozwoloną przestrzeń przez odsunięcie płaszczyzny w kierunku zgodnym z wektorem normalnym.

Tolerancja i jednostka przesunięcia płaszczyzny granicznej są widoczne z prawej strony pola tekstowego.

Działanie płaszczyzn *limitu bezwzględnego*

Wykonywanie programu jest przerywane, gdy punkt TCP zmierza do przekroczenia aktywnej płaszczyzny bezpieczeństwa o bezwzględnym limicie, zmniejszonej o wartość tolerancji (patrz 1.20.4. Tolerancje on page92), o ile będzie kontynuować ruch wzdłuż przewidywanej trajektorii. Należy zauważyć, że znak minus widoczny przy każdej wartości tolerancji ma na celu wyłącznie

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

wskazanie, że tolerancja jest odejmowana od rzeczywistej wprowadzonej wartości. System bezpieczeństwa wykona zatrzymanie kategorii 0, jeśli punkt TCP przekroczy określoną, graniczną płaszczyznę bezpieczeństwa (bez tolerancji).

Działanie płaszczyzn *wyzwalania trybu ograniczonego*

Jeśli nie jest włączone zatrzymanie ochronne, a system bezpieczeństwa nie jest w specjalnym trybie *przywracania* (patrz 1.20.6. Tryby bezpieczeństwa on page93), system pracuje w trybie *normalnym* albo *ograniczonym* i ruchy ramienia robota są ograniczone przez właściwy zestaw limitów.

System bezpieczeństwa domyślnie działa w trybie *normalnym*. Przejście do trybu *ograniczonego* jest wykonywane w każdej z następujących sytuacji:

1. Punkt TCP robota znajduje się za jedną z płaszczyzn *wyzwolenia trybu ograniczonego*, czyli znajduje się po stronie płaszczyzny *przeciwnej do* kierunku małej strzałki na wizualizacji płaszczyzny.
2. Skonfigurowana jest funkcja wejścia bezpieczeństwa `Reduced Mode` i sygnały wejściowe są w stanie niskim (szczegółowe informacje — patrz 1.20.13. We/wy bezpieczeństwa on page107).

Jeśli nie zachodzi już żaden z powyższych warunków, system bezpieczeństwa przechodzi z powrotem do trybu *normalnego*.

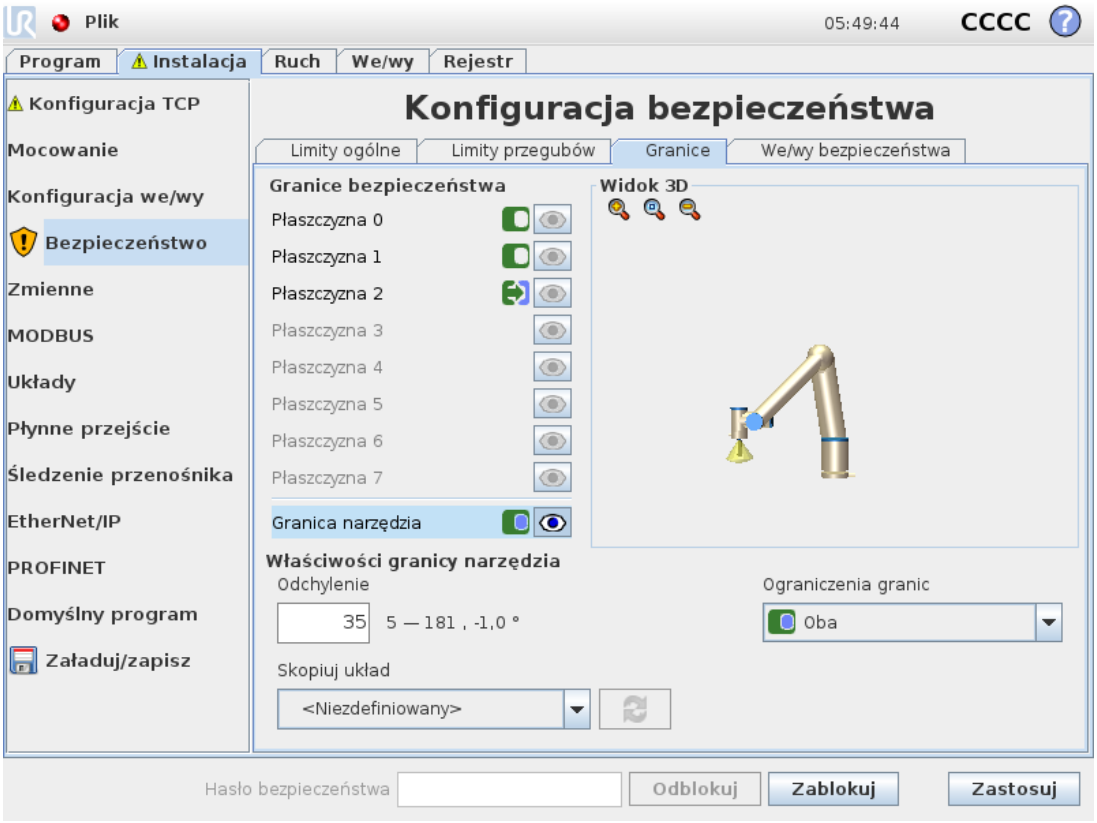
Jeśli przejście z trybu *normalnego* do *ograniczonego* zostało spowodowane przekroczeniem płaszczyzny *wyzwalania trybu ograniczonego*, następuje przejście od zbioru limitów trybu *normalnego* do zbioru limitów trybu *ograniczonego*. Gdy tylko punkt TCP robota znajdzie się o 20 mm lub bliżej od płaszczyzny *wyzwalania trybu ograniczonego* (lecz ciągle będzie znajdować się po stronie trybu *normalnego*), do każdej z wartości granicznych stosowany jest łagodniejszy limit trybu *normalnego* i *ograniczonego*. Gdy punkt TCP robota przekroczy płaszczyznę *wyzwalania trybu ograniczonego*, zbiór limitów trybu *normalnego* nie jest już aktywny i wymuszany jest zbiór limitów *trybu ograniczonego*.

Jeśli przejście z trybu *ograniczonego* do *normalnego* zostało spowodowane przekroczeniem płaszczyzny *wyzwalania trybu ograniczonego*, następuje przejście od zbioru limitów trybu *ograniczonego* do zbioru limitów trybu *normalnego*. Gdy tylko punkt TCP robota przekroczy płaszczyznę *wyzwalania trybu ograniczonego*, do każdej z wartości granicznych stosowany jest łagodniejszy limit trybu *normalnego* i *ograniczonego*. Gdy punkt TCP robota znajdzie się 20mm lub dalej od płaszczyzny *wyzwalania trybu ograniczonego* (po stronie trybu *normalnego*), zbiór limitów trybu *ograniczonego* nie jest już aktywny i wymuszany jest zbiór limitów trybu *normalnego*.

Jeśli przewidywana trajektoria punktu TCP robota przekracza płaszczyznę *wyzwalania trybu ograniczonego*, ramię robota rozpoczyna wyhamowywanie jeszcze przed przekroczeniem płaszczyzny, o ile może dojść do przekroczenia limitu prędkości przegubu, narzędzia lub limitu pędu z nowego zbioru limitów. Wymagana jest większa restrykcyjność tych limitów w zestawie limitów trybu *ograniczonego*, więc takie przedwczesne hamowanie może nastąpić dopiero podczas przechodzenia z trybu *normalnego* do trybu *ograniczonego*.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Konfiguracja granicy narzędzia



Panel `Tool Boundary Properties` w dolnej części karty definiuje limit orientacji narzędzia robota, który składa się z żądanej orientacji narzędzia oraz wartości maksymalnego dopuszczalnego odchylenia od tej orientacji.

Odchylenie

Pole tekstowe `Deviation` zawiera wartość maksymalnego dopuszczalnego odchylenia orientacji narzędzia robota od orientacji żądanej. Wartość można zmienić, dotykając pola tekstowego i wprowadzając nową.

Przy polu tekstowym wyświetlany jest dopuszczalny zakres wartości z tolerancją i jednostką odchylenia.

Skopiuj układ

Żądaną orientację narzędzia robota określa się za pomocą funkcji (patrz 1.23.12. Instalacja → Funkcje on page145) z bieżącej instalacji robota. Oś Z wybranej funkcji będzie zastosowana jako wektor pożądanej orientacji narzędzia dla tego limitu.

Lista rozwijana w lewej dolnej części sekcji Właściwości płaszczyzny bezpieczeństwa pozwala na wybranie funkcji. Dostępne są tylko funkcje typu wskazującego i płaszczyznowe. Wybranie pozycji <Niezdefiniowane> powoduje wyczyszczenie konfiguracji płaszczyzny.

Należy pamiętać, że podczas konfiguracji płaszczyzny bezpieczeństwa poprzez wybranie funkcji informacje o orientacji są tylko *kopiowane* do limitu, a sam limit *nie* jest powiązany z tą funkcją. To oznacza, że zmiana pozycji lub orientacji funkcji użytej do skonfigurowania limitu nie

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

spowoduje jego automatycznej aktualizacji. Jeśli funkcja zostanie zmieniona, jest to oznaczane ikoną ⚠, wyświetlaną także wtedy, gdy wybrana funkcja została usunięta z instalacji. przycisku przy selektorze powoduje zaktualizowanie limitu przy użyciu bieżącej orientacji funkcji. Ikona ⚠ umieszczona nad selektorem funkcji. Kliknięcie

Tryb bezpieczeństwa

Menu rozwijane z prawej strony panelu `Tool Boundary Properties` umożliwia wybór *trybu bezpieczeństwa* dla dla granic orientacji narzędzia. Dostępne są następujące opcje:

`Disabled`	Limit granicy narzędzia nigdy nie jest aktywny.
`Normal`	Gdy system bezpieczeństwa jest w trybie *normalnym*, graniczny limit narzędzia jest aktywny.
`Reduced`	Gdy system bezpieczeństwa jest w trybie *ograniczonym*, graniczny limit narzędzia jest aktywny.
`Normal & Reduced`	Gdy system bezpieczeństwa jest w trybie *normalnym* lub *ograniczonym*, graniczny limit narzędzia jest aktywny.

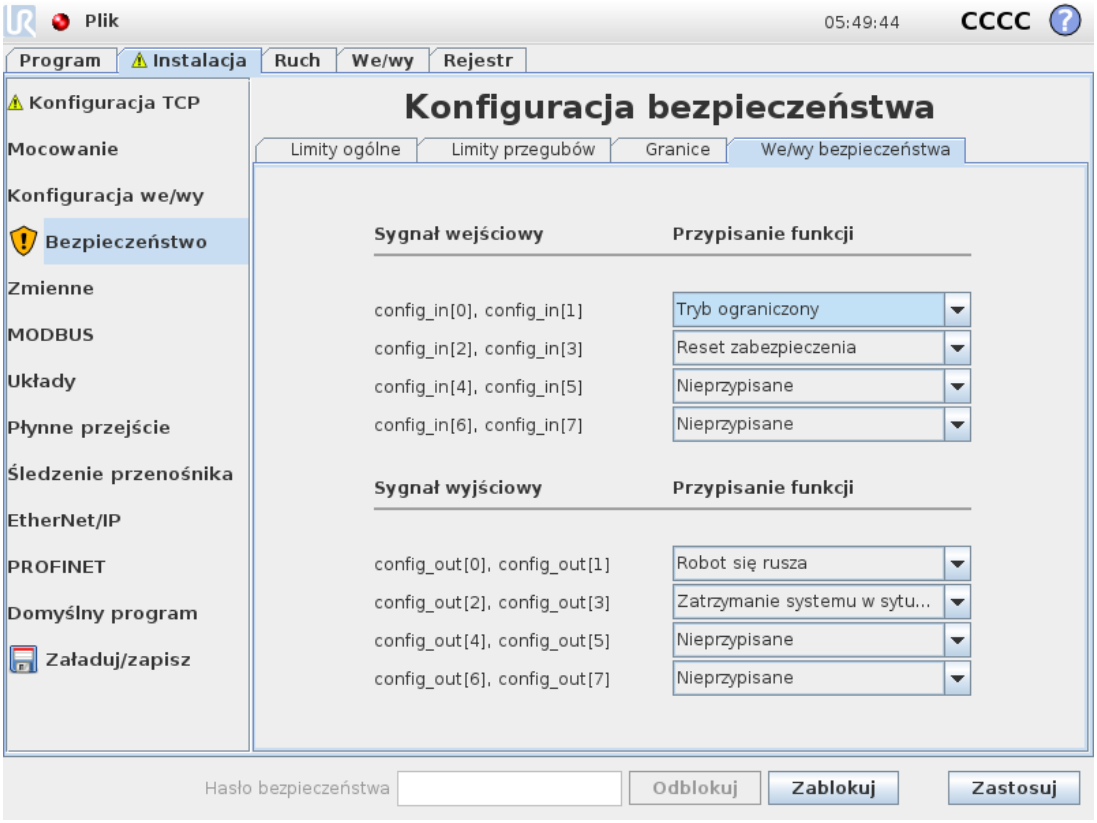
Wybrany *tryb bezpieczeństwa* jest wskazywany przez ikonę przy odpowiednim wpisie w `Safety Boundaries` panel. If the *safety mode* is set to `Disabled`. Jeśli ustawienie trybu bezpieczeństwa to Wyłączony, nie jest wyświetlana żadna ikona.

Działanie

Wykonywanie programu jest przerywane, gdy odchylenie orientacji narzędzia zmierza do przekroczenia wprowadzonego maksymalnego odchylenia zmniejszonego o wartość tolerancji (patrz 1.20.4. Tolerancje on page92), o ile kontynuuje ruch wzdłuż przewidywanej trajektorii. Należy zauważyć, że znak minus widoczny przy każdej wartości tolerancji ma na celu wyłącznie wskazanie, że tolerancja jest odejmowana od rzeczywistej wprowadzonej wartości. System bezpieczeństwa wykona zatrzymanie kategorii 0, jeśli odchylenie orientacji narzędzia przekroczy limit (bez tolerancji).

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.20.13. We/wy bezpieczeństwa



Na tym ekran definiuje się *funkcje bezpieczeństwa* konfigurowalnych wejść i wyjść (we/wy). We/wy są podzielone między sygnały wejściowe oraz wyjściowe i dobrane w pary tak, że każda funkcja gwarantuje kategorię[1] 3 i poziom działania we/wy d (PLd).

Każda *funkcja bezpieczeństwa* może sterować tylko jedną parą wejść/wyjść. Próba ponownego wybrania jednej funkcji bezpieczeństwa powoduje usunięcie jej z pierwszej pary wcześniej zdefiniowanych we/wy. Jest 5 *funkcji bezpieczeństwa* dla sygnałów wejściowych i 5 dla sygnałów wyjściowych.

Uwaga: Zastosowanie funkcji bezpieczeństwa do zestawu styków spowoduje zastąpienie wszystkich działań we/wy określonych dla styków w konfiguracji we/wy (patrz 1.23.8. Instalacja → Konfiguracja we/wy on page137).

Sygnały wejściowe

Dla sygnałów wejściowych można wybrać następujące *funkcje bezpieczeństwa*: `Zatrzymanie awaryjne systemu`, `Tryb ograniczony`, `Reset zabezpieczenia`, `3-pozycyjne urządzenie zezwalające` and `Tryb pracy`.

`Zatrzymanie awaryjne systemu`

Po skonfigurowaniu umożliwia zastosowanie dodatkowego przycisku `Emergency Stop` button besides the `Przycisk zatrzymania awaryjnego` poza przyciskiem na sterowniku uczenia. W ramach tej funkcji należy użyć urządzenia zgodnego z normą ISO 13850.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Tryb ograniczony

Wszystkie limity bezpieczeństwa mają dwa tryby, w których mogą być stosowane: *normalny*, który określa domyślną konfigurację bezpieczeństwa oraz *ograniczony* (więcej szczegółowych informacji — patrz 1.20.6. Tryby bezpieczeństwa on page93). Po wybraniu tej wejściowej funkcji bezpieczeństwa niski stan sygnału powoduje przejście systemu bezpieczeństwa do trybu *ograniczonego*. W razie konieczności ramię robota wyhamowuje, aby zachować zgodność ze zbiorem limitów trybu *ograniczonego*. Jeśli ramię robota będzie w dalszym ciągu naruszać dowolny z limitów trybu *ograniczonego*, nastąpi zatrzymanie kategorii 0. Przejście z powrotem do trybu *normalnego* odbywa się w ten sam sposób. Należy pamiętać, że płaszczyzny bezpieczeństwa również powodują przejście do trybu *ograniczonego* (szczegółowe informacje — patrz Konfiguracja płaszczyzny bezpieczeństwa on page101).

Reset zabezpieczenia

Jeśli funkcja `Zatrzymanie przez zabezpieczenie` jest podłączona do we/wy bezpieczeństwa, wejście to pozwala na utrzymanie stanu zatrzymania przez zabezpieczenie do czasu wyzwolenia resetowania. Ramię robota nie wykona ruchu w stanie zatrzymania przez zabezpieczenie.



OSTRZEŻENIE

Domyślnie wejścia `Reset zabezpieczenia` function is configured for input pins 0 and 1. Disabling it altogether implies that the robot arm ceases to be Safeguard Stopped as soon as the `Zatrzymanie przez zabezpieczenie` input becomes high. In other words, without a `Reset zabezpieczenia`, the `Zatrzymanie przez zabezpieczenie` SI0 i SI1 (patrz Podręcznik instalacji sprzętu) w pełni określają, czy stan zatrzymania przez zabezpieczenie jest aktywny, czy nie.

3-pozycyjne urządzenie zezwalające and Tryb pracy

Pozwalają na zastosowanie 3-pozycyjnego urządzenia zezwalającego, pracującego jako dodatkowy środek bezpieczeństwa podczas konfigurowania i programowania robota. Gdy skonfigurowane jest wejście `3-pozycyjne urządzenie zezwalające`, robot działa w trybie wykonawczym lub trybie programowania. W prawym górnym rogu pojawi się ikona odpowiadająca bieżącemu trybowi:

- *Tryb wykonawczy*: robot może wykonywać tylko wstępnie zdefiniowane zadania. Karta Ruch oraz tryb Ruch swobodny są niedostępne.
- *Tryb programowania*: Ograniczenia obowiązujące w *trybie wykonawczym* są zniesione. Gdy sygnał wejściowy `3-pozycyjne urządzenie zezwalające` ma stan niski, robot jest zatrzymany przez zabezpieczenie, a suwak prędkości jest ustawiony na wartość początkową, która odpowiada 250 mm/s w trybie normalnym.

  Niemniej, w trybie ograniczonym skalowanie pozostaje takie samo jak w trybie normalnym, więc suwak prędkości nie zawsze osiąga 250 mm/s; zamiast tego może być skalowany do niższej wartości procentowej trybu normalnego.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Suwakiem prędkości można przyrostowo zwiększać wartość, aby osiągnąć wyższą prędkość. Suwak prędkości jest zawsze przestawiany na niską wartość, gdy stan wejścia `3-pozycyjne urządzenie zezwalające` zmienia się z niskiego na wysoki.

Są dwa sposoby konfiguracji dla doboru trybu pracy:

1. Aby wybrać tryb pracy za pomocą zewnętrznego urządzenia wyboru trybu, należy skonfigurować wejście trybu pracy. Opcja konfiguracji pojawi się w menu rozwijanym po skonfigurowaniu wejścia trójpozycyjnego urządzenia zezwalającego. Robot będzie działać w trybie pracy, gdy wejście `Tryb pracy` input. The option to configure it will appear in the drop-down menus once the `3-pozycyjne urządzenie zezwalające` input is configured. The robot will be in *Running mode* when the `Tryb pracy` ma stan niski i w trybie *programowania*, gdy ma stan wysoki.
2. Aby wybrać tryb pracy w oprogramowaniu PolyScope, w konfiguracji bezpieczeństwa musi być skonfigurowane i podłączone tylko wejście `3-pozycyjne urządzenie zezwalające`. W takim przypadku domyślnym trybem jest tryb *wykonawczy*. Aby przełączyć się do trybu *programowania*, należy nacisnąć przycisk Zaprogramuj robota na ekranie powitalnym. Aby przełączyć się z powrotem do *trybu wykonawczego*, wystarczy wyjść z ekranu Zaprogramuj robota.

UWAGA

- Po potwierdzeniu konfiguracji we/wy bezpieczeństwa z włączoną funkcją `3-pozycyjne urządzenie zezwalające` automatycznie wyświetlany jest ekran powitalny. Automatyczne wyświetlenie ekranu powitalnego następuje także po zmianie trybu pracy z *programowania* na *wykonawczy*.
- Jeśli stosowany jest fizyczny przełącznik trybu, musi on być zgodny z ISO 10218-1; akapit 5.7.1 dot. wyboru.
- Włącznik 3-pozycyjny oraz jego działanie, cechy oraz praca musi w całości być zgodny z ISO 10218-1: akapit 5.8.3 dot. Uruchamiania urządzenia.

Sygnały wyjściowe

Do sygnałów wyjściowych można zastosować następujące *funkcje bezpieczeństwa*. Wszystkie sygnały powracają do stanu niskiego, kiedy zaniknie warunek wyzwalający stan wysoki:

`System Emergency Stop`

Niski stan sygnału pojawia się tylko, kiedy system bezpieczeństwa został przełączony do stanu zatrzymania awaryjnego przez wejście zatrzymania awaryjnego robota lub przycisk zatrzymania awaryjnego. Aby uniknąć zablokowania, po wyzwoleniu stanu zatrzymania awaryjnego przez wejście zatrzymania awaryjnego robota niski sygnał nie będzie wysyłany.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



UWAGA

Maszyny zewnętrzne przechodzące w stan zatrzymania awaryjnego na podstawie sygnału z robota za pośrednictwem wyjścia awaryjnego zatrzymania systemu muszą być zgodne z normą ISO 13850. Jest to konieczne zwłaszcza w konfiguracjach z wejściem zatrzymania awaryjnego robota podłączonym do zewnętrznego urządzenia zatrzymania awaryjnego. W takich przypadkach wyjście awaryjnego zatrzymania systemu ma stan wysoki po zadziałaniu zewnętrznego urządzenia zatrzymania awaryjnego. To znaczy, że stan zatrzymania awaryjnego maszyn zewnętrznych zostanie zresetowany bez konieczności wykonania ręcznych działań przez operatora robota. W związku z tym ze względu na normy bezpieczeństwa konieczne jest ręczne wznowienie działania maszyn zewnętrznych.

`Robot Moving`

Niski stan sygnału pojawia się zawsze, kiedy ramię robota jest w stanie ruchu. Kiedy ramię robota jest w stałym położeniu, stan sygnału jest wysoki.

`Robot Not Stopping`

Sygnał jest w stanie wysokim, kiedy robot jest zatrzymany lub w trakcie zatrzymywania spowodowanego przez zatrzymanie awaryjne lub przez zabezpieczenie. W innych przypadkach sygnał jest w niskim stanie logicznym.

`Reduced Mode`

Wysyła niski stan sygnału, gdy ramię robota jest w trybie *ograniczonym* lub jeśli wejście bezpieczeństwa skonfigurowano jako wejście sygnału `Reduced Mode` i ten sygnał jest aktualnie niski. W innych przypadkach stan sygnału jest wysoki.

`Not Reduced Mode`

Jest to odwrotność `Reduced Mode` zdefiniowanego powyżej.

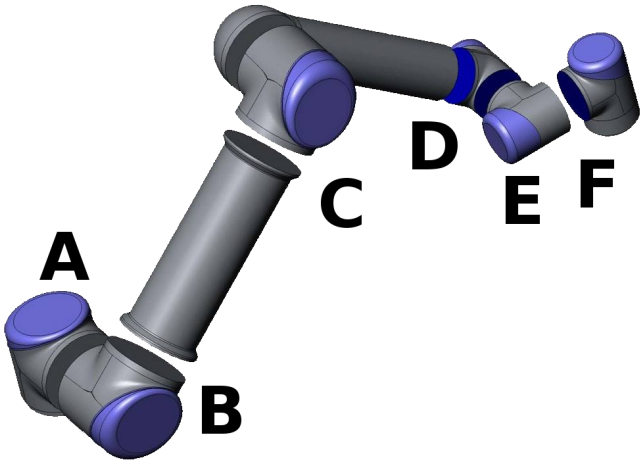
---

1. Zgodne z normą IEC 60204-1, więcej szczegółów zawiera słowniczek.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.21. Rozpoczęcie programowania

1.21.1. Przedmowa



13.1: *Przeguby robota. A: podstawa, B: bark, C: łokieć D, E, F: nadgarstek 1, 2, 3*

Ramię robota Universal Robots składa się z przegubów i rur. Przeguby oraz ich przyjęte nazwy są pokazane na rysunku 13.1. **Podstawa** to miejsce zamocowania robota, a narzędzie robota jest przyłączane na drugim końcu (**nadgarstek 3**). Poprzez koordynowanie ruchu każdego z przegubów robot może swobodnie przesuwać swoje narzędzie za wyjątkiem obszaru bezpośrednio nad i pod podstawą.

PolyScope to graficzny interfejs użytkownika (GUI), umożliwiający obsługę ramienia robota i skrzynki sterowniczej, wykonywanie programów robota oraz łatwe tworzenie nowych programów.

Poniższa sekcja zawiera wprowadzenie do pracy z robotem. Dalej znajdują się bardziej szczegółowe opisy ekranów i funkcji PolyScope.

OSTRZEŻENIE

1. Podręcznik instalacji sprzętu zawiera ważne informacje dotyczące bezpieczeństwa, które integrator robotów UR musi ze zrozumieniem przeczytać przed włączeniem robota po raz pierwszy.
2. Integrator musi ustawić parametry konfiguracji bezpieczeństwa określone w ocenie ryzyka, zanim po raz pierwszy włączy zasilanie ramienia robota, patrz rozdział 1.20. Konfiguracja bezpieczeństwa on page89.

1.21.2. Pierwsze kroki

Zanim możliwe będzie używanie PolyScope, konieczne jest zainstalowanie ramienia robota i skrzynki sterowniczej oraz włączenie skrzynki.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Instalacja ramienia robota i skrzynki sterowniczej

Aby zainstalować ramię robota i skrzynkę sterowniczą, należy wykonać procedurę:

1. Rozpakować ramię robota oraz skrzynkę sterowniczą.
2. Robota należy zamontować na podłożu stabilnym i wystarczająco wytrzymałym, aby utrzymać co najmniej dziesięciokrotność pełnego momentu obrotowego przegubu podstawowego i pięciokrotność masy ramienia robota. Podłoże musi być wolne od wibracji.
3. Umieść skrzynkę sterowniczą na jej podstawie.
4. Podłącz kabel robota do robota oraz do skrzynki sterowniczej.
5. Podłączyć wtyczkę zasilania sieciowego skrzynki sterowniczej.



OSTRZEŻENIE

Zagrożenie przewróceniem. Jeśli robot nie będzie bezpiecznie zamocowany do wytrzymałej powierzchni, może się przewrócić i spowodować obrażenia.

Szczegółowe instrukcje instalacji zawiera Podręcznik instalacji sprzętu. Należy pamiętać, że zanim ramię robota wykona jakiekolwiek zadanie konieczne jest przeprowadzenie oceny ryzyka.

Włączanie/wyłączanie skrzynki sterowniczej

Skrzynkę sterowniczą włącza się przez naciśnięcie przycisku zasilania z przedniej strony panelu z ekranem dotykowym. Ten panel jest zwykle nazywany *sterownikiem uczenia*. Kiedy skrzynka sterownicza zostaje włączona, na ekranie dotykowym pojawi się tekst z pracującego systemu operacyjnego. Po około jednej minucie na ekranie pojawi się kilka przycisków, a okno wyskakujące przeprowadza użytkownika do ekranu inicjowania (patrz 1.21.6. Ekran inicjowania on page117).

Skrzynkę sterowniczą można wyłączyć przez naciśnięcie zielonego przycisku zasilania na ekranie lub za pomocą przycisku `Shut Down` button on the welcome screen (see 1.21.5. Ekran powitalny on page116).



OSTRZEŻENIE

Wyłączanie przez wyjęcie wtyczki z gniazdka ściennego może spowodować uszkodzenie systemu plików robota, co może doprowadzić do usterki robota.

Włączanie/wyłączanie ramienia robota

Ramię robota można włączyć, jeśli skrzynka sterownicza jest włączona i jeśli nie jest włączony żaden z przycisków zatrzymania awaryjnego. Włączanie ramienia robota odbywa się na ekranie inicjowania (patrz 1.21.6. Ekran inicjowania on page117) poprzez dotknięcie przycisku `ON` button on that screen, and then pressing `Start`. Podczas uruchamiania robota wydaje on dźwięk i nieznacznie się porusza w chwili zwolnienia hamulców.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Zasilanie ramienia robota można wyłączyć, dotykając przycisku `OFF` na ekranie inicjowania. Zasilanie ramienia robota jest także wyłączane automatycznie w chwili wyłączenia skrzynki sterowniczej.

1.21.3. Pierwszy program

Program to lista poleceń informujących robota, co ma robić. Interfejs PolyScope umożliwia zaprogramowanie robota nawet osobom z niewielkim doświadczeniem programistycznym. W przypadku większości zadań programowanie jest wykonywane wyłącznie przy pomocy panelu dotykowego, bez wpisywania jakichkolwiek zagadkowych poleceń.

Ruch narzędzia jest częścią programu robota, uczącą jego ramię, w jaki sposób ma się poruszać. W interfejsie PolyScope ruchy narzędzia ustawia się za pomocą szeregu **punktów orientacyjnych**. Połączone punkty orientacyjne tworzą ścieżkę, po której porusza się ramię robota. Punkt orientacyjny można ustawić za pomocą karty Ruch, przesuwając robota ręcznie (ucząc) do określonej pozycji. Można go też obliczyć za pomocą oprogramowania. Do przesuwania ramienia robota do żądanej pozycji służy karta Ruch (patrz 1.23. Sterowanie robotem on page125). Robota można również nauczyć pozycji, przeciągając jego ramię w żądane miejsce, jednocześnie trzymając wciśnięty przycisk ruchu swobodnego z tyłusterownika uczenia.

Poza przechodzeniem przez punkty orientacyjne program może wysyłać sygnały we/wy do innych urządzeń w określonych punktach toru robota i wydawać polecenia, takie jak instrukcje warunkowe **if...then** i **pętle** w oparciu o zmienne i sygnały we/wy.

Poniżej przedstawiono prosty program pozwalający uruchomionemu ramieniu robota na poruszanie się między dwoma punktami orientacyjnymi.

1. Dotknąć `Program Robot` button and select `Empty Program`.
2. Dotknij przycisku Następny (w prawym dolnym rogu), aby wybrać wiersz `Next` button (bottom right) so that the `<empty>` w strukturze drzewa po lewej stronie ekranu.
3. Przejść do karty `Structure`.
4. Dotknąć przycisku `Move`.
5. Przejść do karty `Command`.
6. Nacisnąć przycisk Dalej, aby przejść do ustawień `Next` button, to go to the `Waypoint`.
7. Nacisnąć przycisk `Set this waypoint` obok rysunku „?”.
8. Na ekranie Ruch można poruszać robotem, naciskając różne niebieskie strzałki, można też przesunąć robota, naciskając przycisk `Move` screen, move the robot by pressing the various blue arrows, or move the robot by holding the `Freedrive` znajdujący się z tyłu sterownika uczenia, jednocześnie ciągnąc za ramię robota.
9. Nacisnąć `OK`.
10. Nacisnąć `Add waypoint before`.
11. Nacisnąć przycisk `Set this waypoint` obok rysunku „?”.
12. Na ekranie Porusz narzędzie należy przesunąć ramię robota, naciskając strzałki ruchu, można też przesunąć robota, naciskając przycisk `Move` screen, move the robot by pressing

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

the various blue arrows, or move the robot by holding the `Freedrive` znajdujący się z tyłu sterownika uczenia, jednocześnie przeciągając ramię robota w żądane pozycje.

13. Nacisnąć `OK`.
14. Program jest gotowy. Po naciśnięciu symbolu Odtwarzaj robot zacznie poruszać się między dwoma punktami. Stanąć w bezpiecznej odległości i w gotowości do naciśnięcia przycisku zatrzymania awaryjnego, a następnie nacisnąć przycisk Odtwarzaj.
15. Gratulacje! Oto pierwszy program robota, przemieszczający go pomiędzy dwoma podanymi punktami orientacyjnymi.



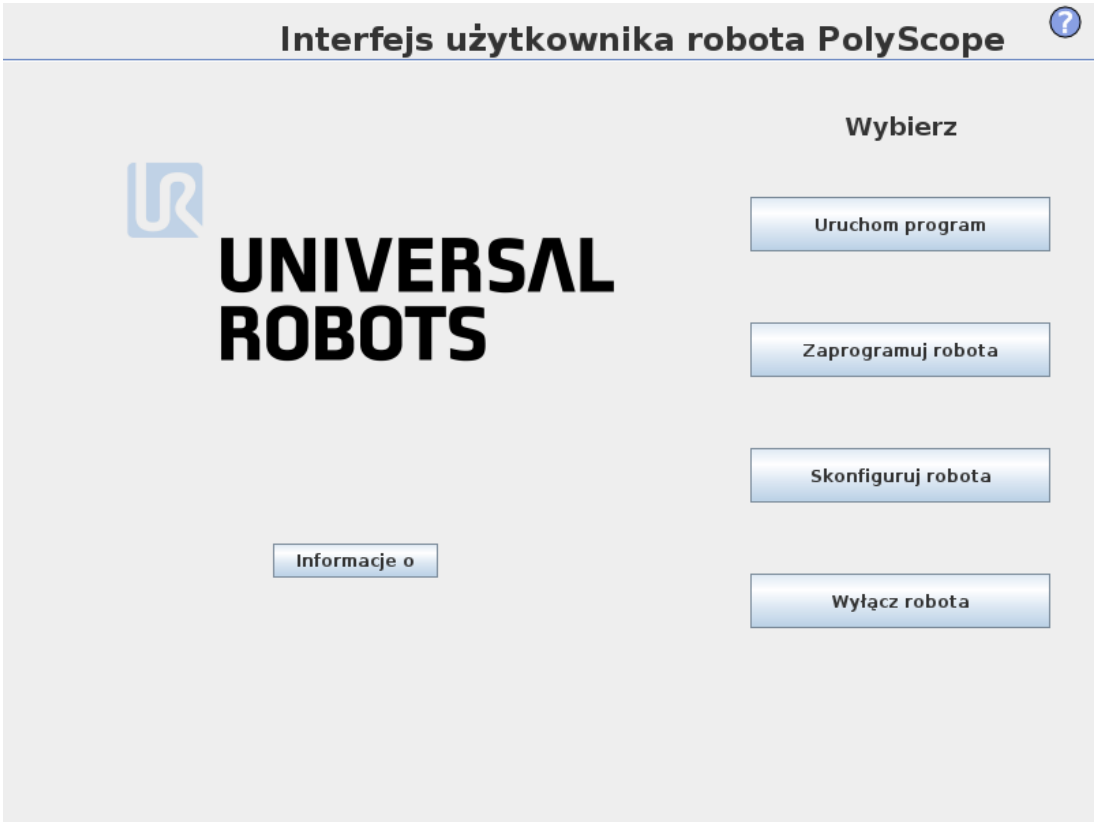
OSTRZEŻENIE

1. Nie wolno przemieszczać robota na niego ani na inne obiekty, może to spowodować jego uszkodzenie.
2. Głowę i tułów należy utrzymywać poza zasięgiem (przestrzenią roboczą) robota. Nie wolno umieszczać palców w miejscach, w których mogą być pochwycone.
3. To tylko przewodnik szybkiego startu, pokazujący jak łatwe jest używanie robota UR. Zakłada się przyjazne środowisko i obsługę bardzo ostrożnego użytkownika. Nie wolno zwiększać prędkości ani przyspieszenia powyżej wartości domyślnych. Przed każdym użyciem robota w pracy należy przeprowadzić ocenę ryzyka.

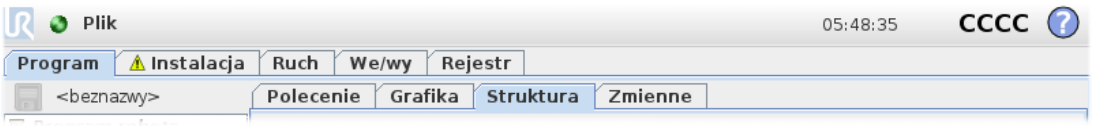
1.21.4. Interfejs programistyczny PolyScope

PolyScope pracuje na ekranie dotykowym dołączonym do skrzynki sterowniczej.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



Powyższa ilustracja przedstawia ekran powitalny. Niebieskawe obszary ekranu to przyciski, które można nacisnąć przez dotknięcie ekranu palcem lub odwróconym długopisem. Interfejs PolyScope ma hierarchiczną strukturę ekranów. W środowisku programowania ekrany są rozmieszczone na *kartach*, ułatwiających dostęp do ekranów.



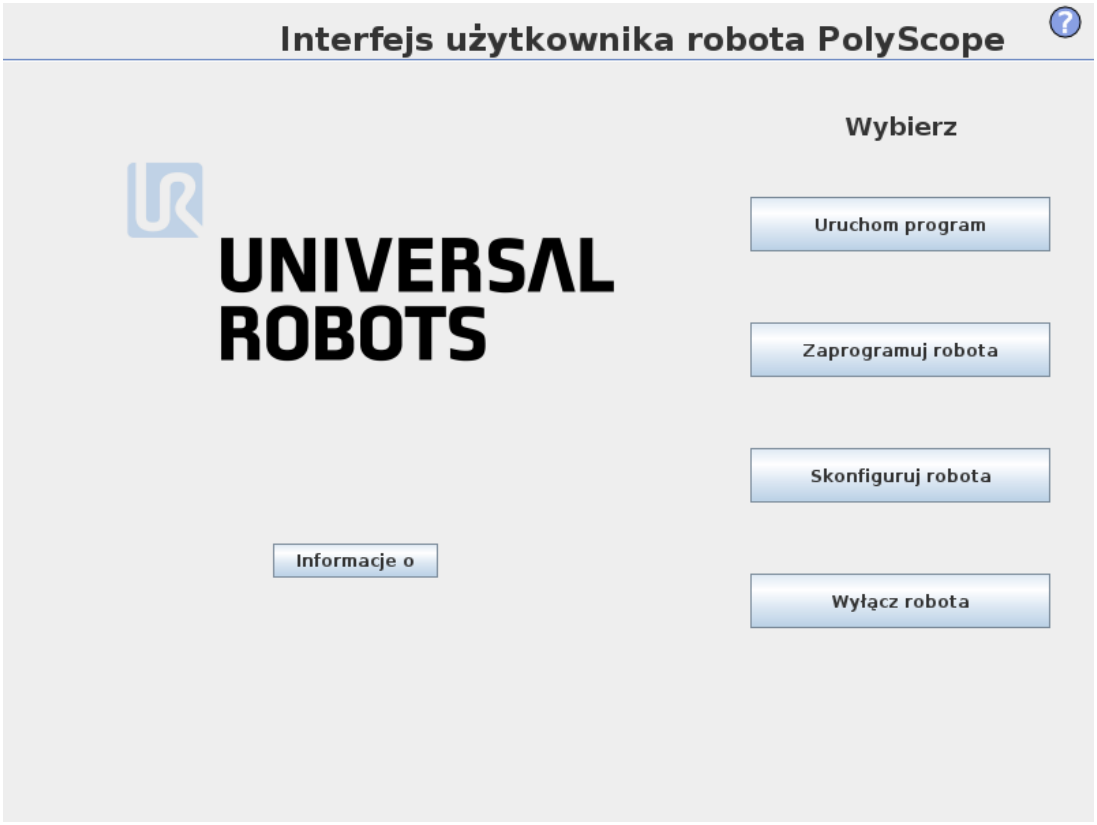
W tym przykładzie na górnym poziomie wybrana jest karta **Program**, a poniżej karta `Structure` tab is selected. The `Program`, zawierająca informacje o aktualnie załadowanym programie. Po wybraniu karty **Ruch** ekran zmienia się na ekran **Ruch**, z którego można poruszać ramieniem robota. Podobnie wybór karty **We/wy** pozwala na monitorowanie i zmianę aktualnego stanu elektrycznych wejść i wyjść.

Do skrzynki sterownika lub pilota uczenia można podłączyć mysz i klawiaturę, ale nie jest to wymagane. Prawie wszystkie pola tekstowe mogą być obsługiwane dotykowo, a ich dotknięcie uruchamia klawiaturę ekranową lub standardową.

W kolejnych sekcjach zostały opisane różne ekrany PolyScope.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.21.5. Ekran powitalny

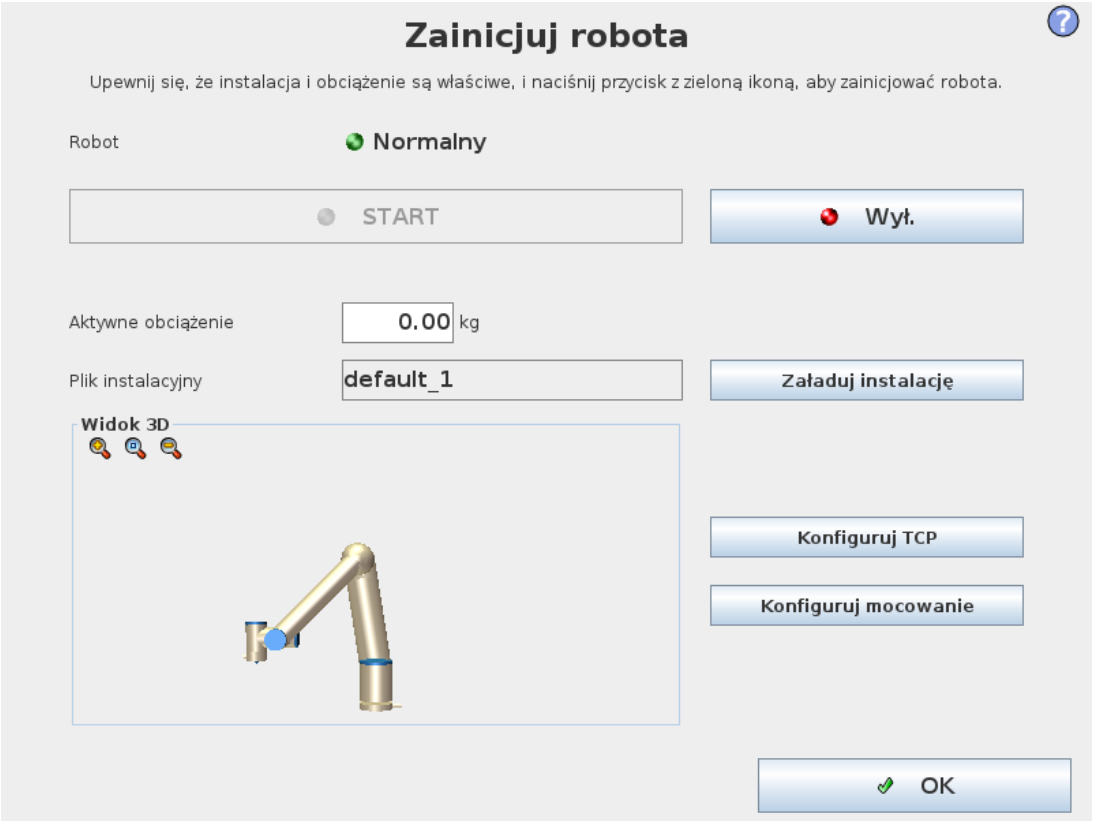


Po włączeniu sterującego komputera PC pokazany zostaje ekran powitalny. Na ekranie tym znajdują się następujące opcje:

- **Uruchom program:** umożliwia wybranie i uruchomienie istniejącego programu. Jest to najprostszy sposób obsługi ramienia robota i skrzynki sterowniczej.
- **Zaprogramuj robota:** umożliwia zmianę programu lub utworzenie nowego programu.
- **Skonfiguruj robota:** umożliwia zmianę języka, ustawienie haseł, uaktualnienie oprogramowania itd.
- **Wyłącz robota:** umożliwia wyłączenie zasilania ramienia robota i wyłączenie skrzynki sterowniczej.
- **Informacje:** wyświetla szczegółowe informacje o wersjach oprogramowania, nazwie hosta, adresie IP, numerze seryjnym i informacje prawne.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.21.6. Ekran inicjowania



Na tym ekranie można sterować inicjowaniem ramienia robota.

Wskaźnik stanu ramienia robota

Dioda stanu wskazuje stan roboczy ramienia robota:

- Jasnoczerwona dioda oznacza, że ramię robota jest aktualnie w stanie zatrzymanym, może być kilka przyczyn.
- Jasnożółta dioda oznacza, że ramię robota jest włączone, ale nie jest gotowe do normalnej pracy.
- Zielona dioda oznacza, że ramię robota jest włączone i gotowe do normalnej pracy.

Napis pojawiający się obok diody dokładniej określa aktualny stan ramienia robota.

Aktywne obciążenie i instalacja

Kiedy ramię robota jest włączane, masa obciążenia zastosowana w sterowniku do obsługi ramienia robota jest wyświetlana w małym, białym polu tekstowym. Tą wartość można zmienić, dotykając pola tekstowego i wprowadzając nową wartość.
Uwaga: ustawienie tej wartości nie zmienia obciążenia w instalacji robota (patrz 1.23.6. Instalacja → Konfiguracja punktu centralnego narzędzia (TCP) on page132), ustawiana jest tylko masa obciążenia, która ma być stosowana przez sterownik.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Podobnie nazwa aktualnie załadowanego pliku instalacji jest wyświetlana w szarym polu tekstowym. Możliwe jest załadowanie innej instalacji poprzez dotknięcie pola tekstowego lub użycie znajdującego się obok niego przycisku **Załaduj**. Możliwe jest również dostosowanie załadowanej instalacji za pomocą przycisków znajdujących się przy widoku 3D w dolnej części ekranu.

Zanim ramię robota zostanie uruchomione, bardzo ważne jest sprawdzenie, czy aktywne obciążenie i aktywna instalacja odpowiadają rzeczywistej sytuacji, w jakiej znajduje się ramię robota.

Inicjowanie ramienia robota



OSTRZEŻENIE

Przed każdym uruchomieniem ramienia robota należy sprawdzić, czy rzeczywiste obciążenie i instalacja są prawidłowe. Jeśli te ustawienia będą błędne, ramię robota i skrzynka sterownicza nie będą działać prawidłowo i mogą stanowić zagrożenie dla osób i wyposażenia w ich pobliżu.



PRZESTROGA

Należy zachować wielką ostrożność, jeśli ramię robota dotyka przeszkody lub stołu, ponieważ dociskanie ramienia do przeszkody może uszkodzić przekładnię przegubu.

Duży przycisk z umieszczoną na nim zieloną ikoną służy do wykonywania rzeczywistego inicjowania ramienia robota. Napis na nim i wykonywane czynności zależą od aktualnego stanu ramienia robota.

- Po uruchomieniu komputera PC sterownika należy jeden raz nacisnąć przycisk, aby włączyć ramię robota. Stan ramienia robota zmieni się wtedy na **Włączenie zasilania**, a następnie na **Bezczynny**. Należy pamiętać, że przy zatrzymaniu awaryjnym zasilanie ramienia robota nie jest możliwe, więc przycisk ten będzie nieaktywny.
- Gdy stan ramienia robota to **Bezczynny**, należy ponownie dotknąć przycisku w celu uruchomienia ramienia robota. W tym momencie sprawdzane są dane z czujników pod kątem skonfigurowanego sposobu montażu ramienia robota. Jeśli zostanie wykryta niezgodność (z tolerancją $30^{)\circ}$), przycisk staje się nieaktywny, a pod nim wyświetlany jest komunikat o błędzie.

  Jeśli weryfikacja mocowania będzie pomyślna, dotknięcie przycisku spowoduje zwolnienie wszystkich hamulców przegubów i ramię robota będzie gotowe do normalnej pracy. Należy pamiętać, że przy zwalnianiu hamulców robot wydaje dźwięk i nieznacznie się porusza.
- Jeśli ramię robota naruszy jeden z limitów bezpieczeństwa podczas uruchamiania, będzie działać w specjalnym **trybie przywracania**. W tym trybie dotknięcie przycisku spowoduje przełączenie do ekranu ruchu przywracającego, w którym ramię robota można wycofać do limitów bezpieczeństwa.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

- W przypadku wystąpienia awarii możliwe jest ponowne uruchomienie sterownika za pomocą przycisku.
- Jeśli sterownik aktualnie nie pracuje, dotknięcie przycisku spowoduje jego uruchomienie.

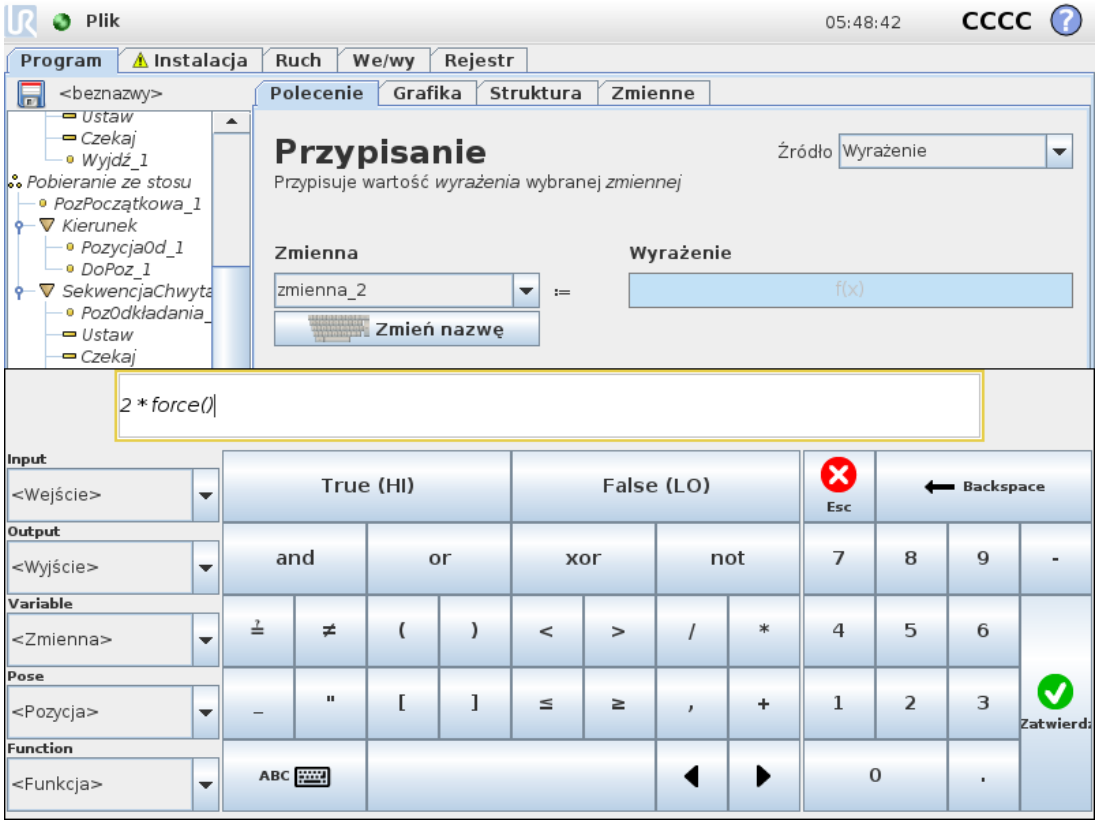
Mniejszy przycisk z umieszczoną na nim czerwoną ikoną służy do wyłączenia zasilania ramienia robota.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.22. Edytory ekranowe

1.22.1. Ekranowy edytor wyrażeń



Samo wyrażenie jest edytowane jako tekst, ale edytor wyrażeń ma kilka przycisków i funkcji do wstawiania specjalnych symboli wyrażeń, takich jak * (mnożenie) lub ≤ (mniejsze lub równe). Przycisk symbolu klawiatury w lewym górnym rogu ekranu przełącza na edycję tekstową wyrażenia. Wszystkie zdefiniowane zmienne przedstawia `Variable` selector, while the names of the input and output ports can be found in the `Input` and `Output` selectors. Some special functions are found in `Function`.

Wyrażenie jest sprawdzane pod względem błędów gramatycznych, gdy naciśnięty zostanie przycisk OK. Przycisk `Ok` button is pressed. The `Cancel` zamyka ekran z odrzuceniem wszystkich zmian.

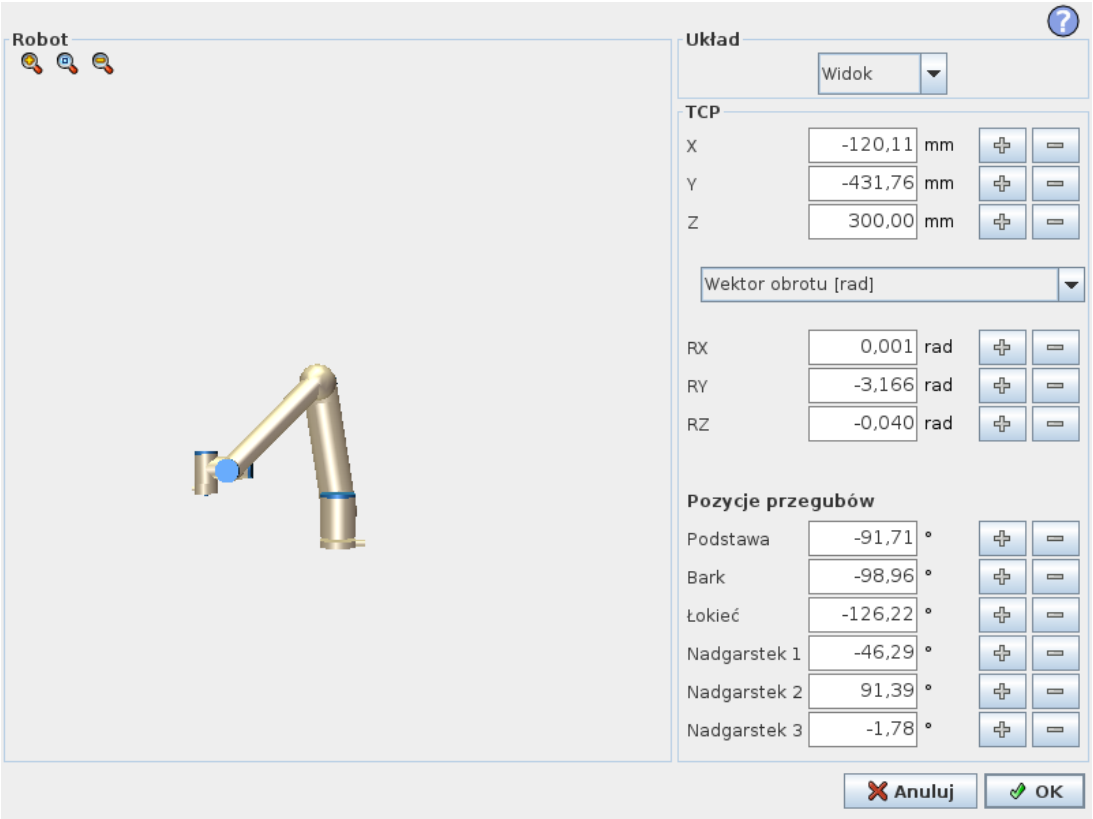
Wyrażenie może wyglądać następująco:

`digital_in[1]`$\stackrel{?}{=}$`True and analog_in[0]<0.5`

1.22.2. Ekran edytora postawy

Na tym ekranie można wyznaczyć docelowe położenia przegubów lub docelową postawę (pozycję i orientację) narzędzia robota. Ten ekran pracuje w trybie offline i nie kontroluje bezpośrednio ramienia robota.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



Robot

Bieżące położenie ramienia robota i wyznaczona nowa pozycja docelowa są przedstawiane w grafice 3D. Rysunek 3D ramienia robota pokazuje aktualną pozycję ramienia robota, a jego cień pokazuje jego pozycję docelową kontrolowaną przez wartości wyznaczone po prawej stronie ekranu. Naciśnięcie ikony szkła powiększającego pozwala na powiększenie lub oddalenie, a przeciągnięcie palcem po ekranie na zmianę widoku.

Jeśli określona pozycja punktu TCP robota zbliży się do płaszczyzny bezpieczeństwa lub wyzwalania albo orientacja narzędzia robota jest w pobliżu najbliższej wartości granicznej orientacji (patrz 1.20.12. Granice on page99), wyświetlany jest model 3D pobliskiej wartości granicznej.

Płaszczyzny bezpieczeństwa są przedstawiane w kolorach żółtym i czarnym z małą strzałką normalną do płaszczyzny, która wskazuje tę stronę, po której dozwolone jest pozycjonowanie punktu TCP. Płaszczyzny wyzwalania są przedstawiane w kolorach niebieskim i zielonym z małą strzałką wskazującą tę stronę płaszczyzny, po której aktywne są wartości graniczne trybu *normalnego* (patrz 1.20.6. Tryby bezpieczeństwa on page93). Limit graniczny orientacji narzędzia jest wizualizowany przez sferyczny stożek oraz wektor określający bieżącą orientację narzędzia robota. Wnętrze stożka odpowiada polu dopuszczalnemu dla orientacji narzędzia (wektora).

Kiedy docelowy punkt TCP robota nie jest już w pobliżu limitu, przedstawienie 3D nie jest już wyświetlane. Jeśli docelowy punkt TCP narusza lub bardzo zbliża się do limitu granicznego, wizualizacja tego limitu zmienia kolor na czerwony.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Pozycja narzędzia i funkcji

W prawym górnym rogu ekranu można znaleźć selektor funkcji. Selektor określa, względem której funkcji sterować ramieniem robota.

Pod selektorem funkcji wyświetlana jest nazwa aktualnie aktywnego punktu centralnego narzędzia (TCP). Więcej informacji o konfigurowaniu kilku nazwanych punktów TCP, patrz 1.23.6. Instalacja → Konfiguracja punktu centralnego narzędzia (TCP) on page132. W polach tekstowych znajdują się pełne wartości współrzędnych tego punktu TCP względem wybranej funkcji. `X`, `Y` and `Z` control the position of the tool, while `RX`, `RY` and `RZ` kontrolują orientację narzędzia.

W menu rozwijanym powyżej pól `RX`, `RY` and `RZ` można zmienić sposób przedstawienia orientacji. Dostępne typy to:

- **Wektor obrotu `[rad]`** Orientacja jest podana jako *wektor obrotu*. Długość osi to kąt obrotu podany w radianach, a sam wektor określa oś, dookoła której dokonuje się obrót. To ustawienie jest domyślne.
- **Wektor obrotu `[°]`** Orientacja jest podana jako *wektor obrotu*, którego długość odpowiada kątowi obrotu w stopniach.
- Kąty obrotu, nachylenia i odchylenia **RPY `[rad]`** *Roll*, *Pitch* i *Yaw* (*RPY*), podane w radianach. Macierz obrotu RPY (obrót X, Y', Z'') jest zdefiniowana przez:

  $$Rrpy(\gamma, \beta, \alpha) = RZ(\alpha) \cdot RY(\beta) \cdot RX(\gamma)$$

- Kąty obrotu, nachylenia i odchylenia **RPY `[°]`** *Roll*, *Pitch* i *Yaw* (*RPY*), podane w stopniach.

Wartości można edytować, klikając daną współrzędną. Kliknięcie przycisku + or − z prawej strony pola pozwala na dodanie lub odjęcie pewnej wielkości do lub od wartości bieżącej. Przyciśnięcie i przytrzymanie przycisku spowoduje bezpośrednie zwiększenie lub zmniejszenie wartości. Im dłużej trwa przytrzymanie przycisku, tym większa będzie wartość powiększenia lub zmniejszenia.

Pozycje przegubów

Pozwala na bezpośrednie określenie pozycji poszczególnych przegubów. Każde położenie przegubu może mieć przypisaną wartość w zakresie od -360° do $+360^\circ$, stanowiącą *wartość graniczną przegubu*. Wartości można edytować, klikając daną pozycję przegubu. Kliknięcie przycisku + or − z prawej strony pola pozwala na dodanie lub odjęcie pewnej wielkości do lub od wartości bieżącej. Przyciśnięcie i przytrzymanie przycisku spowoduje bezpośrednie zwiększenie lub zmniejszenie wartości. Im dłużej trwa przytrzymanie przycisku, tym większa będzie wartość powiększenia lub zmniejszenia.

Przycisk OK

Jeśli ekran został aktywowany z karty `Move` tab (see 1.23. Sterowanie robotem on page125), clicking the `OK` button will return to the `Move`, na której ramię robota przejdzie do wyznaczonego miejsca docelowego. Jeśli ostatnią wyznaczoną wartością jest współrzędna narzędzia, ramię robota przesunie się do pozycji docelowej ruchem typu *RuchL*, jeśli natomiast ostatnią wartością jest pozycja przegubu, ruch będzie typu *RuchJ*. Różne typy ruchu opisuje Rodzaje ruchów on page168.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Przycisk Anuluj

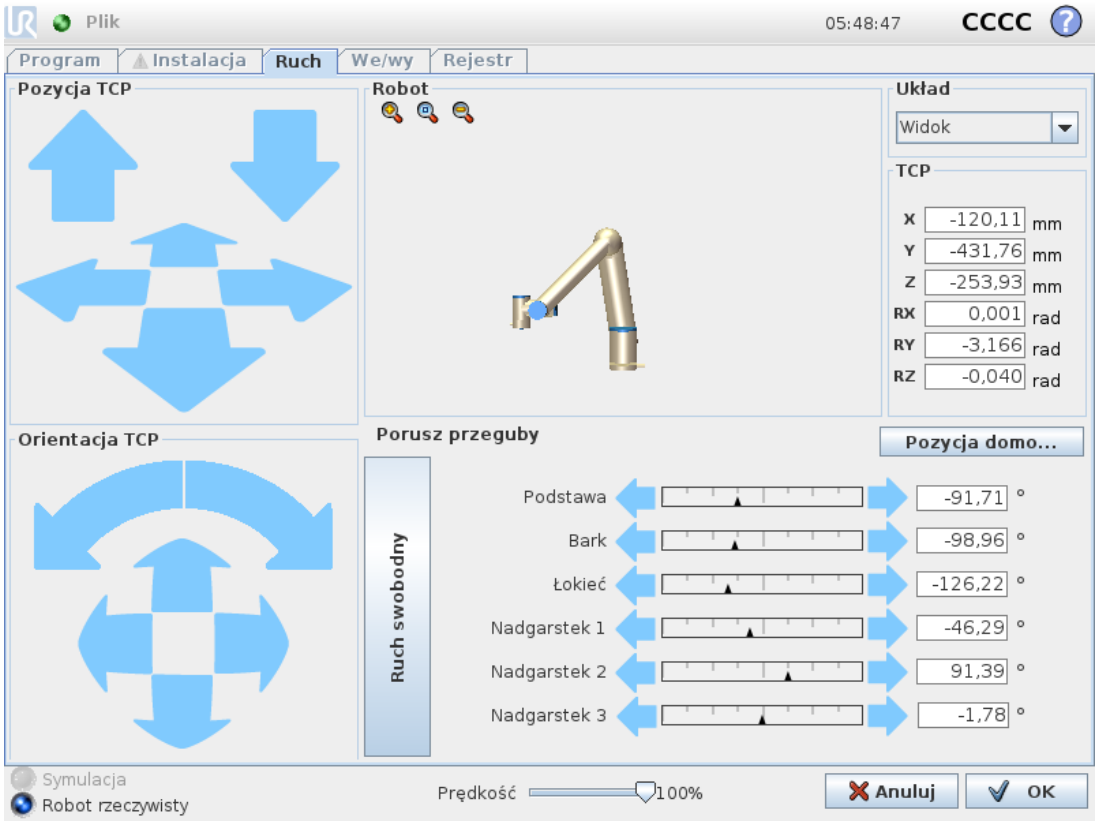
Kliknięcie przycisku `Cancel` powoduje wyjście z ekranu z odrzuceniem wszystkich zmian.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.23. Sterowanie robotem

1.23.1. Karta Ruch

Na tym ekranie zawsze można przesunąć ramię robota bezpośrednio (skokowo) albo przez przesuwanie i obracanie narzędzia robota, albo przez przemieszczanie przegubów robota osobno.



Robot

Bieżąca pozycja ramienia robota jest pokazana na grafice 3D. Naciśnięcie ikony szkła powiększającego pozwala na powiększenie lub oddalenie, a przeciągnięcie palcem po ekranie na zmianę widoku. Aby uzyskać najlepsze poczucie kontroli nad ramieniem robota, należy wybrać funkcję **Widok** i obrócić kąt wyświetlania rysunku 3D tak, aby dopasować go do swojego punktu widzenia rzeczywistego ramienia robota.

Jeśli bieżąca pozycja punktu TCP robota zbliży się do płaszczyzny bezpieczeństwa lub wyzwalania albo orientacja narzędzia robota jest w pobliżu najbliższej wartości granicznej orientacji (patrz 1.20.12. Granice on page99), wyświetlany jest model 3D pobliskiej wartości granicznej. Należy pamiętać, że kiedy robot wykonuje program, wizualizacja limitów granicznych jest wyłączona.

Płaszczyzny bezpieczeństwa są przedstawiane w kolorach żółtym i czarnym z małą strzałką normalną do płaszczyzny, która wskazuje tę stronę, po której dozwolone jest pozycjonowanie punktu TCP. Płaszczyzny wyzwalania są przedstawiane w kolorach niebieskim i zielonym z małą strzałką wskazującą tę stronę płaszczyzny, po której aktywne są wartości graniczne trybu

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

normalnego (patrz 1.20.6. Tryby bezpieczeństwa on page93). Limit graniczny orientacji narzędzia jest wizualizowany przez sferyczny stożek oraz wektor określający bieżącą orientację narzędzia robota. Wnętrze stożka odpowiada polu dopuszczalnemu dla orientacji narzędzia (wektora).

Kiedy punkt TCP robota nie jest już w pobliżu limitu, reprezentacja 3D nie jest już wyświetlana. Jeśli punkt TCP narusza lub bardzo zbliża się do limitu granicznego, wizualizacja tego limitu zmienia kolor na czerwony.

Pozycja narzędzia i funkcji

W prawym górnym rogu ekranu można znaleźć selektor funkcji. Określa on, względem której funkcji sterować ramieniem robota.

Nazwa aktualnie aktywnego punktu centralnego narzędzia (TCP) jest wyświetlana pod selektorem funkcji. W polach tekstowych znajdują się pełne wartości współrzędnych tego punktu TCP względem wybranej funkcji. Więcej informacji o konfigurowaniu kilku nazwanych punktów TCP, (patrz 1.23.6. Instalacja → Konfiguracja punktu centralnego narzędzia (TCP) on page132).

Wartości można zmienić ręcznie przez kliknięcie współrzędnych lub pozycji przegubu. Spowoduje to przejście do ekranu edytora postawy (patrz 1.22.2. Ekran edytora postawy on page121), na którym można określić pozycję docelową oraz orientację narzędzia lub docelowe pozycje przegubów.

Porusz narzędzie

- Przytrzymanie naciśniętej strzałki translacji (górnej) przesunie końcówkę narzędziową robota we wskazanym kierunku.
- Przytrzymanie naciśniętej strzałki rotacji (dolnej) zmieni orientację narzędzia robota we wskazanym kierunku. Punktem obrotu będzie punkt centralny narzędzia (TCP), czyli punkt na końcu ramienia robota, będący punktem charakterystycznym narzędzia robota. Punkt centralny narzędzia (TCP) jest przedstawiany jako mała niebieska kula.

Uwaga: Zwolnienie przycisku powoduje natychmiastowe zatrzymanie ruchu

Porusz przeguby

Pozwala na bezpośrednie kontrolowanie poszczególnych przegubów. Każdy przegub ma możliwość ruchu w zakresie od −360° do +360°, są to domyślne *wartości graniczne przegubów*, wskazywane dla każdego z nich na poziomym pasku. Kiedy przegub dotrze do swojego ograniczenia, nie będzie można go odsunąć jeszcze bardziej. Jeśli limity dla przegubu zostaną skonfigurowane z zakresem pozycji innym niż domyślny (patrz 1.20.11. Limity przegubów on page98), to zakres ten jest oznaczony na poziomym pasku kolorem czerwonym.

Ruch swobodny

Gdy przytrzymywany jest przycisk *ruchu swobodnego*, można fizycznie chwycić ramię robota i przeciągnąć je do żądanej pozycji. Jeśli ustawienie grawitacji (patrz 1.23.7. Instalacja → Sposób

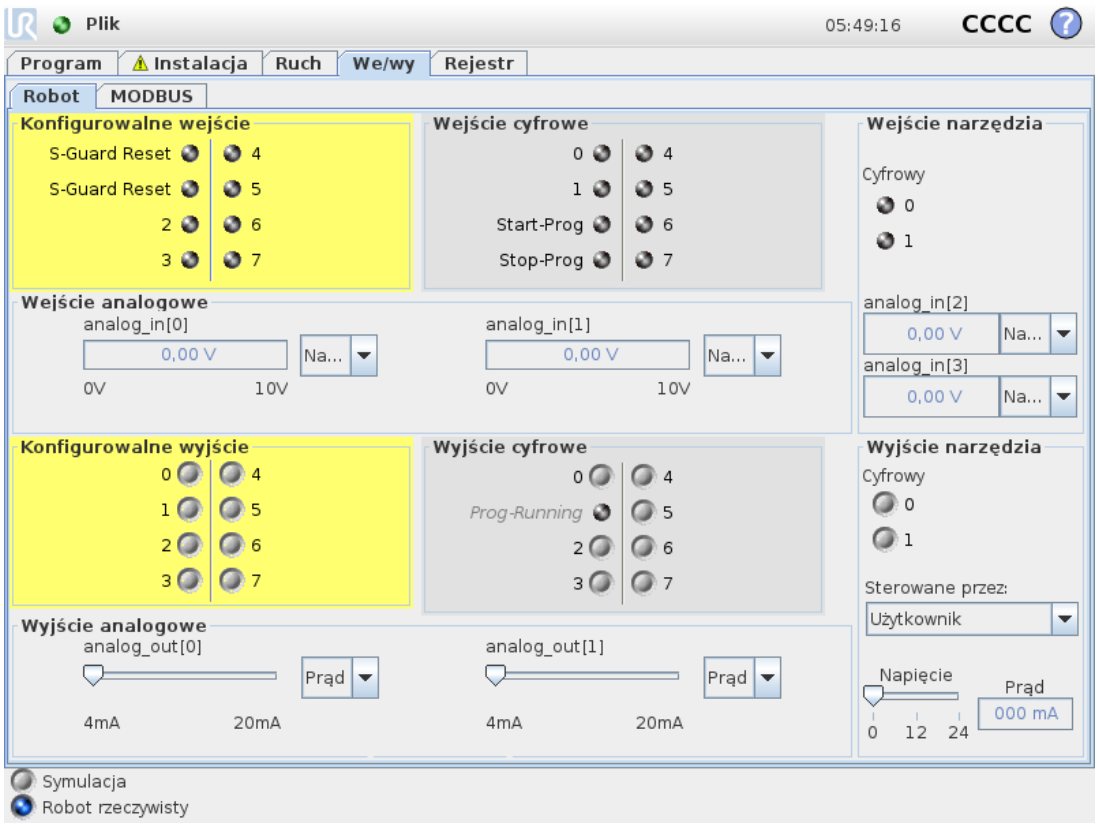
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

montażu on page136) na karcie **Konfiguracja** jest nieprawidłowe lub ramię robota przenosi duże obciążenie, po naciśnięciu przycisku **ruchu swobodnego** może dojść do ruchu (opadania) ramienia robota. W tym przypadku wystarczy ponownie zwolnić przycisk **ruchu swobodnego**.

OSTRZEŻENIE

1. Koniecznie należy używać właściwych ustawień instalacji (np. kąt mocowania robota, ciężar w punkcie TCP, odsunięcie TCP). Pliki instalacji powinny być zapisywane i ładowane z programem.
2. Przed użyciem przycisku **ruchu swobodnego** należy sprawdzić prawidłowość ustawień punktu TCP i mocowania robota. Jeśli ustawienia te są nieprawidłowe, ramię robota będzie się poruszać po naciśnięciu przycisku **ruchu swobodnego**.
3. Funkcji ruchu swobodnego (**Impedancja/Ruch wstecz)** wolno używać tylko w instalacjach, w których dopuszcza to ocena ryzyka. Narzędzia i przeszkody nie powinny mieć ostrych krawędzi ani wprowadzać punktów zgniecenia. Cały personel musi pozostawać poza zasięgiem ramienia robota.

1.23.2. Karta we/wy



Na tym ekranie można zawsze monitorować i ustawiać aktywne sygnały wejściowe i wyjściowe skrzynki sterowniczej robota. Ekran wyświetla bieżący stan wejść/wyjść, także podczas wykonywania programu. Jeśli podczas wykonywania programu cokolwiek zostanie zmienione,

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

program zostanie zatrzymany. W momencie zatrzymania programu wszystkie sygnały wyjścia zachowają swój stan. Ekran jest aktualizowany z częstotliwością zaledwie 10 Hz, tak więc bardzo szybki sygnał może nie być wyświetlany prawidłowo.

Konfigurowalne sygnały we/wy można zarezerwować dla specjalnych ustawień bezpieczeństwa zdefiniowanych w sekcji konfiguracji we/wy bezpieczeństwa instalacji (patrz 1.20.13. We/wy bezpieczeństwa on page107). Sygnały zarezerwowane będą miały nazwę funkcji bezpieczeństwa, zamiast nazwy domyślnej lub zdefiniowanej przez użytkownika. Konfigurowalne wyjścia zarezerwowane dla ustawień bezpieczeństwa są nieprzełączalne i zawsze będą wyświetlane wyłącznie jako diody.
Szczegóły elektryczne sygnałów są opisane w rozdziale 1.9.3. We/wy sterownika on page33.

Napięcie

W obszarze Wyjście narzędzia opcję Napięcie można skonfigurować tylko wtedy, gdy wyjściem narzędzia steruje użytkownik. Wybranie URCap powoduje odebranie dostępu do opcji Napięcie.

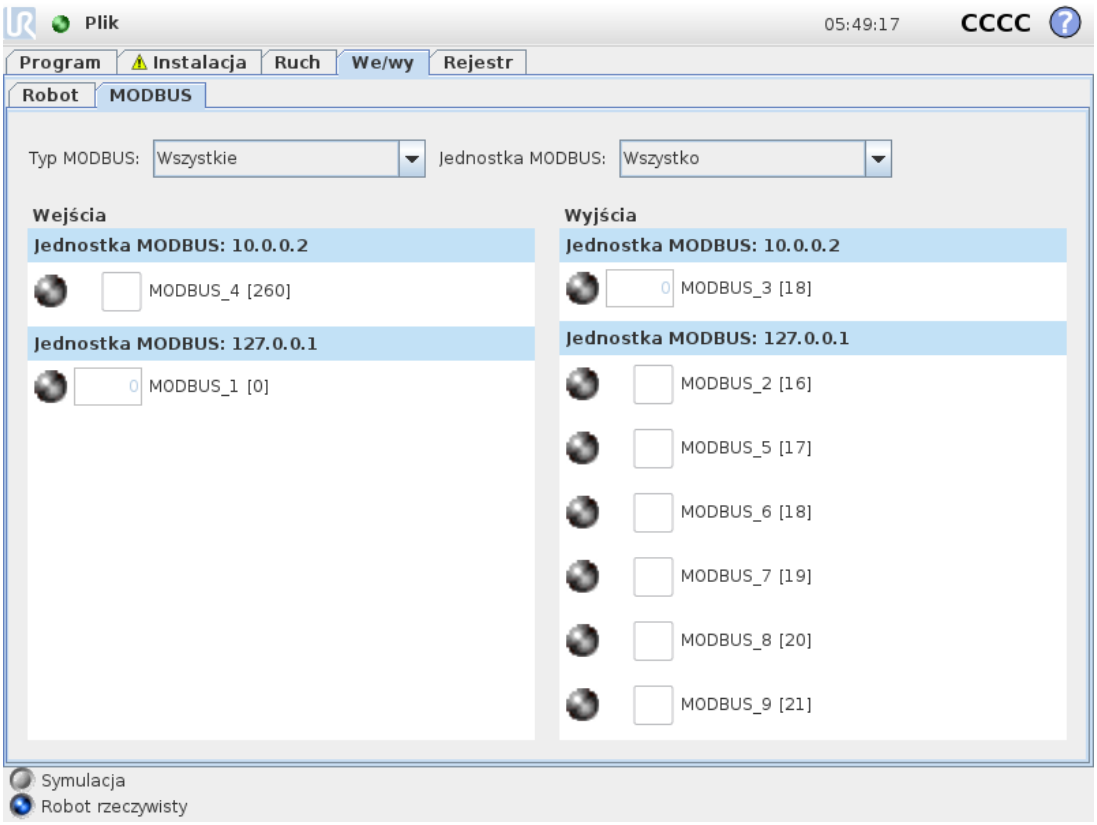
Ustawienia w domenie analogowej

Wyjścia i wejścia analogowe można ustawić albo jako prądowe [4–20 mA], albo napięciowe [0–10 V]. Kiedy program zostanie zapisany, to ustawienia te zostaną zapamiętane do ewentualnych późniejszych ponownych uruchomień sterownika robota. Wybranie URCap w sekcji Wyjście narzędzia powoduje odebranie dostępu do ustawień domeny analogowego wejścia narzędzia.

1.23.3. MODBUS

Na poniższym zrzucie ekranu pokazano sygnały we/wy klienta MODBUS ustawione podczas instalacji. Za pomocą menu rozwijanych w górnej części ekranu można zmieniać wyświetlaną treść na podstawie typu sygnału i jednostki MODBUS, jeśli skonfigurowano więcej niż jedną. Każdy sygnał na listach zawiera informacje o stanie połączeń, wartości, nazwie i adresie sygnału. Sygnały wyjściowe można przełączać, jeśli pozwala na to stan połączenia i opcje wybrane na karcie We/wy (patrz 1.23.8. Instalacja → Konfiguracja we/wy on page137).

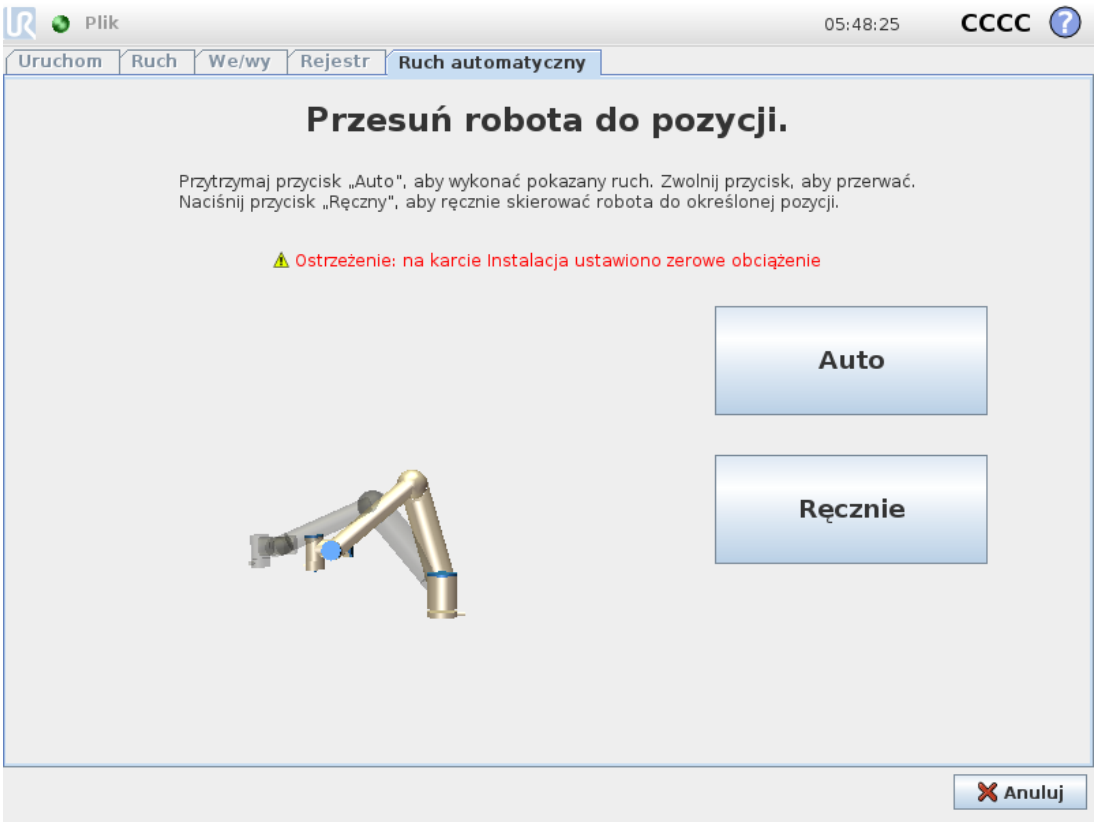
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



1.23.4. Karta Ruch automatyczny

Karta Ruch automatyczny jest przydatna, kiedy konieczne jest przeniesienie ramienia robota do szczególnej pozycji w przestrzeni roboczej. Do przykładów można zaliczyć przeniesienie ramienia robota do pozycji początkowej programu przed jego wykonaniem lub przeniesienie do punktu orientacyjnego na czas modyfikowania programu.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



Animacja

Animacja pokazuje ruch ramienia robota, który zostanie za chwilę wykonany.

PRZESTROGA

Animację należy porównać z pozycją prawdziwego ramienia robota w celu sprawdzenia, czy ramię może bezpiecznie wykonać ruch bez kolizji z żadnymi przeszkodami.

PRZESTROGA

Funkcja ruchu automatycznego wykonuje ruch robota wzdłuż trajektorii cienia. Kolizje mogą spowodować uszkodzenie robota lub innego wyposażenia.

Auto

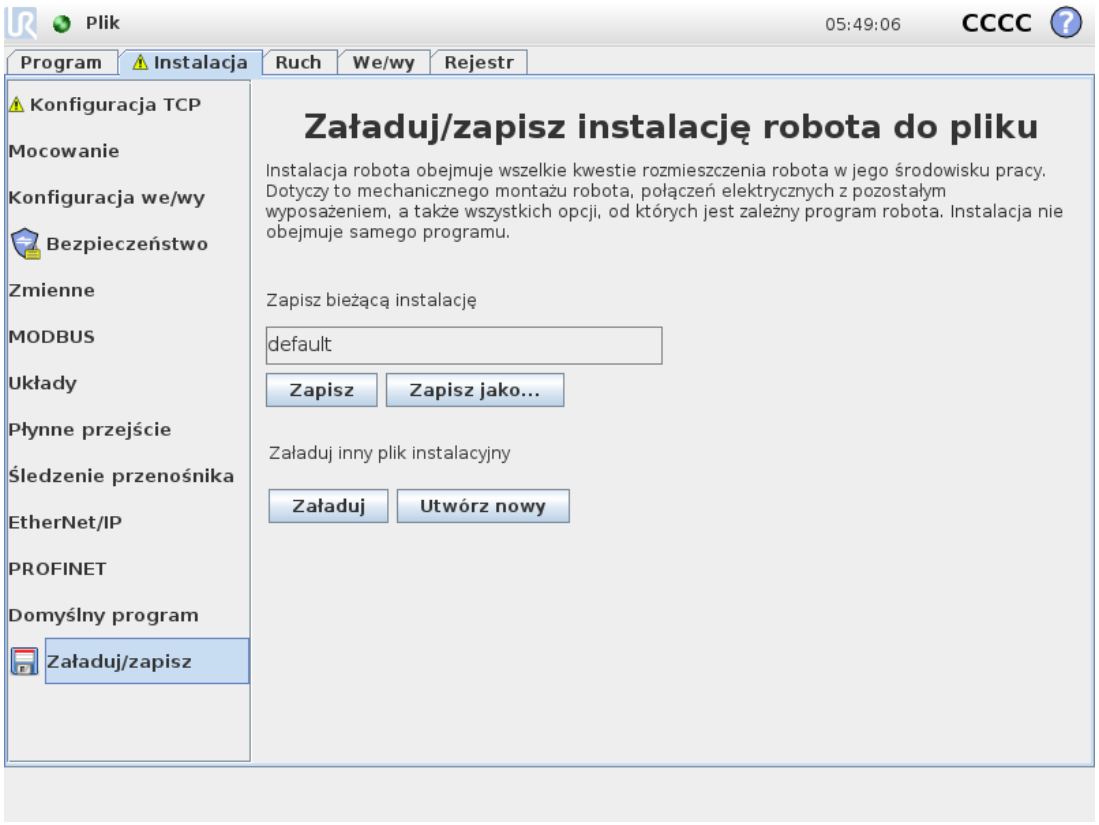
Aby przesunąć ramię robota tak, jak pokazano na animacji, należy nacisnąć i przytrzymać przycisk **Auto**.
Uwaga: Zwolnienie przycisku powoduje natychmiastowe zatrzymanie ruchu.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Ręcznie

Naciśnięcie przycisku **Ręcznie** spowoduje przejście do karty **Ruch**, na której możliwe jest ręczne przemieszczanie ramienia robota. Jest to konieczne tylko wtedy, kiedy ruch przedstawiony na animacji nie jest optymalny.

1.23.5. Instalacja → Załaduj/zapisz



Instalacja robota obejmuje kwestie rozmieszczenia ramienia robota i skrzynki sterowniczej w środowisku pracy. Dotyczy to mechanicznego montażu ramienia robota, połączeń elektrycznych z pozostałym wyposażeniem, a także wszystkich opcji, od których jest zależny program robota. Instalacja nie obejmuje samego programu.

Te ustawienia można określać na różnych ekranach karty **Instalacja**, z wyjątkiem domen we/wy, które określa się na karcie **We/wy** (patrz 1.23.2. Karta we/wy on page127).

Można mieć więcej niż jeden plik instalacji dla danego robota. Stworzone programy będą korzystać z aktywnej instalacji i będą ją automatycznie ładować, kiedy będą wykorzystywane.

Wszelkie zmiany w instalacji muszą zostać zapisane, aby zostały zachowane po wyłączeniu zasilania. Jeśli są jakiekolwiek niezapisane dane instalacji, obok tekstu **Załaduj/zapisz** z lewej strony karty **Instalacja** wyświetlana jest ikona dyskietki.

Instalację można zapisać, naciskając przycisk **Zapisz** lub **Zapisz jako**. Zapisanie programu także powoduje zapisanie aktywnej instalacji. Aby załadować inny plik instalacji, należy nacisnąć przycisk **Załaduj**. Naciśnięcie przycisku **Utwórz nowy** przywraca wartości domyślne wszystkich ustawień instalacji robota.

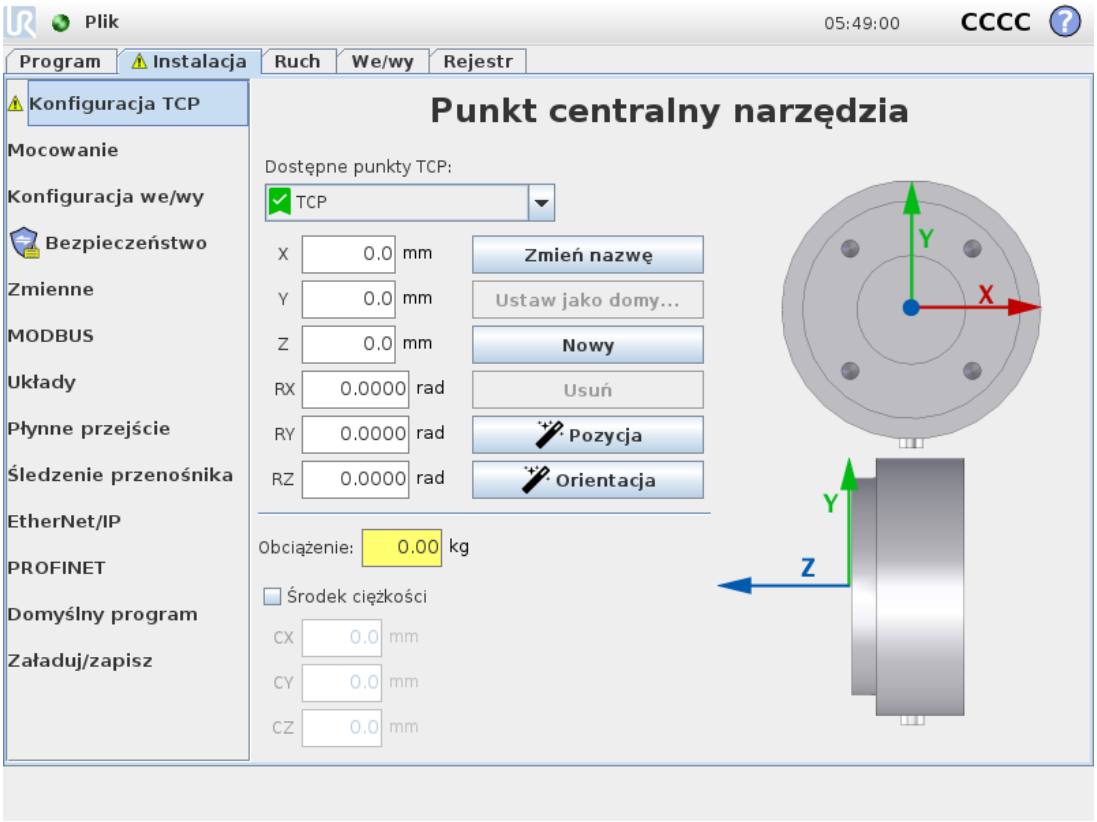
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

PRZESTROGA

Nie zaleca się używania robota przy instalacji ładowanej z nośnika USB. Aby zastosować instalację zapisaną na nośniku USB, należy ją najpierw załadować, a następnie zapisać w lokalnym folderze **programy** za pomocą przycisku **Zapisz jako**.

1.23.6. Instalacja → Konfiguracja punktu centralnego narzędzia (TCP)

Punkt centralny narzędzia (TCP) to punkt na narzędziu robota. Każdy punkt TCP zawiera informacje o translacji i rotacji względem środka kołnierza wyjściowego narzędzia.
Po zaprogramowaniu powrotu do poprzednio zapisanego punktu orientacyjnego robot przenosi punkt TCP do położenia i orientacji zapisanej w tym punkcie orientacyjnym. Po zaprogramowaniu robota do pracy w trybie ruchu liniowego punkt TCP jest przenoszony w sposób liniowy.



Pozycja

Współrzędne X, Y, Z określają pozycję punktu TCP. Kiedy wszystkie wartości (w tym orientacja) są równe zeru, punkt TCP pokrywa się z punktem środkowym kołnierza wyjściowego narzędzia i przyjmuje układ współrzędnych widoczny na ekranie.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Orientacja

Pola współrzędnych RX, RY, RZ określają orientację punktu TCP. Podobnie, jak w przypadku karty Ruch, menu rozwijane Jednostki nad polami RX, RY, RZ służy do wyboru współrzędnych orientacji (patrz 1.22.2. Ekran edytora postawy on page121).

Dodawanie, zmienianie nazwy, modyfikowanie i usuwanie punktów TCP

Aby zdefiniować nowy punkt TCP, należy dotknąć przycisku **Nowy**. Utworzony punkt TCP automatycznie otrzymuje unikatową nazwę i można go wybrać w rozwijanym menu. Aby zmienić nazwę punktu TCP, należy dotknąć przycisku **Zmień nazwę**. Aby usunąć wybrany punkt TCP, należy dotknąć przycisku **Usuń**. Ostatniego punktu TCP nie można usunąć.
Translację i obrót wybranego punktu TCP można zmodyfikować, wprowadzając nowe wartości do pola.

Aktywny TCP

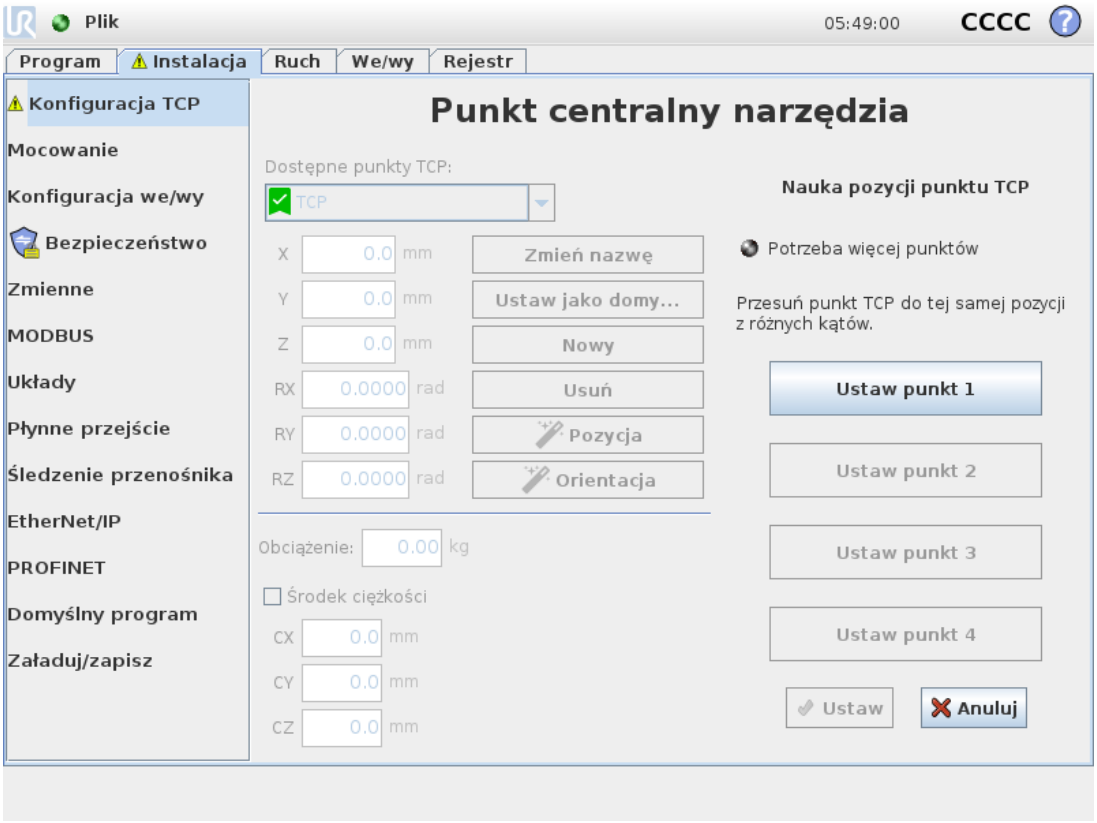
Podczas ruchu liniowego robot zawsze używa aktywnego punktu TCP w celu określenia przesunięcia punktu TCP. Aktywny punkt TCP można zmienić za pomocą poleceń Ruch (patrz 1.24.4. Polecenie: Ruch on page168) lub Ustaw.

Domyślny punkt TCP

Domyślny punkt TCP musi być ustawiony jako aktywny TCP przed uruchomieniem programu. Aby ustawić punkt TCP jako domyślny, należy wybrać żądany punkt TCP i dotknąć pozycji **Ustaw jako domyślny**. W dostępnym rozwijanym menu zielona ikona wskazuje domyślny skonfigurowany punkt TCP.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Uczenie pozycji punktu TCP



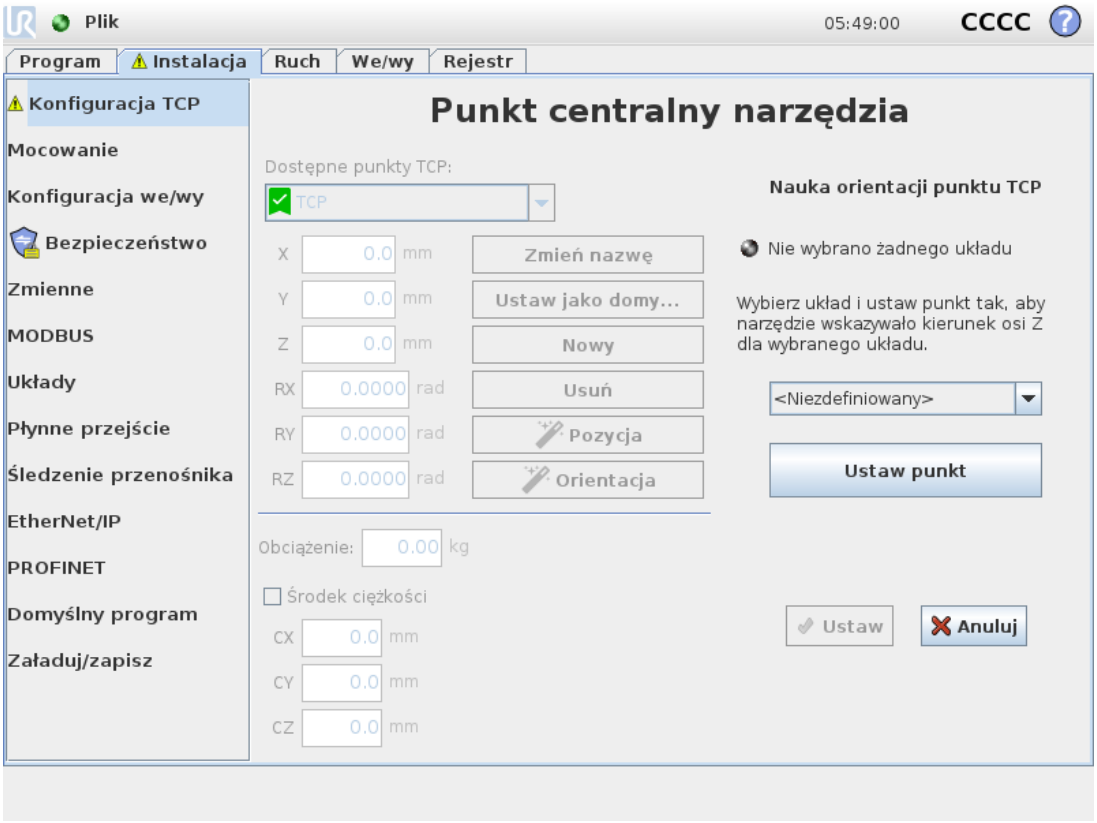
Współrzędne pozycji punktu TCP można obliczyć automatycznie, w tym celu należy:

1. Dotknąć przycisku **Kreator pozycji TCP**.
2. Wybrać stały punkt w przestrzeni roboczej robota.
3. Za pomocą strzałek z prawej strony ekranu można przesunąć punkt TCP pod co najmniej trzema różnymi kątami, następnie zapisać odpowiadające pozycje kołnierza wyjściowego narzędzia.
4. Użyć przycisku **Ustaw**, aby zastosować zweryfikowane współrzędne do odpowiedniego punktu TCP. Aby obliczenie było prawidłowe, pozycje muszą być wystarczająco różne. W przeciwnym razie dioda LED stanu powyżej przycisków zmieni kolor na czerwony.

Chociaż do wyznaczenia właściwego punktu TCP wystarczą zazwyczaj trzy pozycje, do sprawdzenia, czy obliczenie jest prawidłowe, można użyć czwartej pozycji. Jakość każdego zapisanego punktu względem obliczonego punktu TCP jest wskazywana za pomocą zielonej, żółtej lub czerwonej diody LED przy odpowiadającym przycisku.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Uczenie orientacji TCP



1. Dotknąć przycisku **Kreator orientacji TCP**.
2. Wybrać funkcję z rozwijanej listy. Dodatkowe informacje na temat definiowana nowych funkcji — patrz 1.23.12. Instalacja → Funkcje on page145
3. Dotknąć przycisku **Wybierz punkt**, a następnie użyć **strzałek Porusz narzędzie**, aby ustawić pozycję, w której orientacja narzędzia oraz odpowiadający jej punkt TCP pokrywają się z układem współrzędnych wybranych funkcji.
4. Sprawdzić obliczoną orientację punktu TCP i zastosować ją dla wybranego punktu TCP, dotykając przycisku **Ustaw**.

Obciążenie

Masa narzędzia robota jest określona w dolnej części ekranu. To ustawienie można zmienić dotykając białego pola tekstowego i wprowadzając nową masę. Ustawienia dotyczą wszystkich zdefiniowanych punktów TCP. Szczegółowe informacje dotyczące dopuszczalnego obciążenia — `see the Hardware Installation Manual`.

Środek ciężkości

Środek ciężkości narzędzia określa się za pomocą pól `CX`, `CY` and `CZ`. Ustawienia dotyczą wszystkich zdefiniowanych punktów TCP. Instalacje utworzone przed wersją 3.8 obsługują

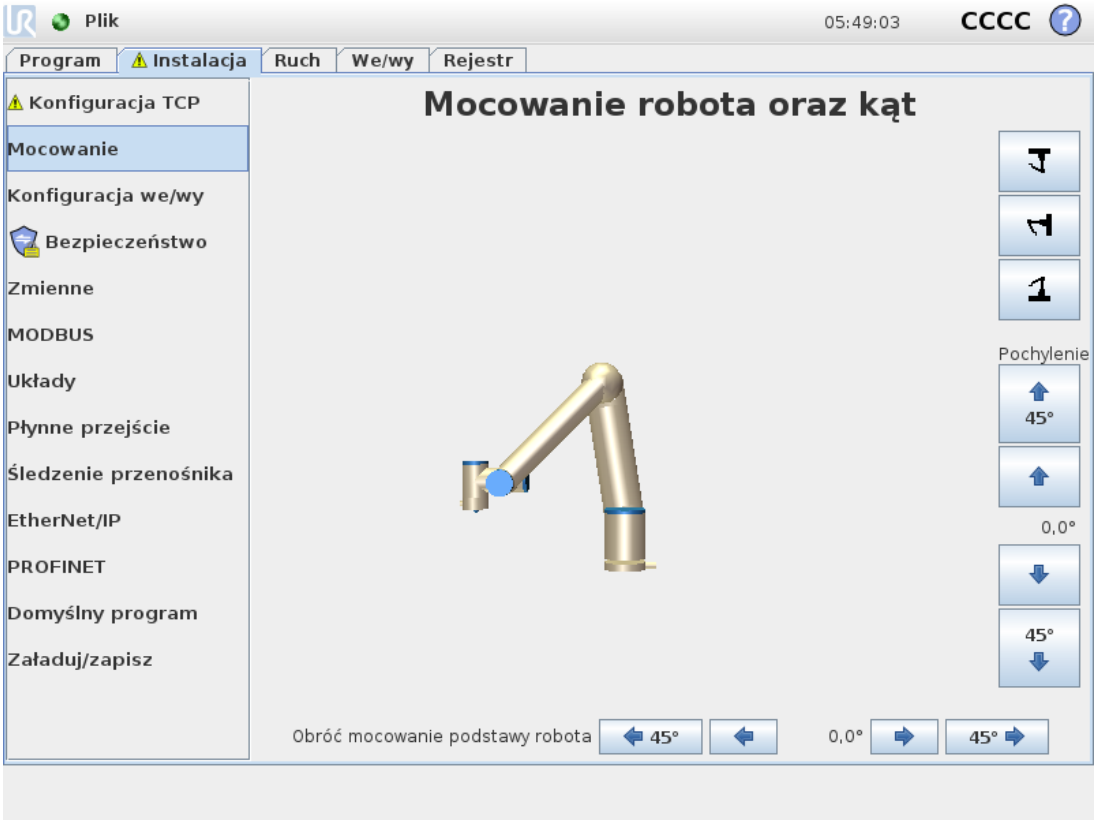
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

środek ciężkości ustawiony w punkcie TCP, jeśli zostało to ustawione wcześniej. Jeśli środek ciężkości został ustawiony ręcznie, w wersji 3.8 lub nowszej możliwość ustawienia środka ciężkości w punkcie TCP jest trwale usunięta.

OSTRZEŻENIE

Należy używać prawidłowych ustawień instalacji. Pliki instalacji powinny być zapisywane i ładowane wraz z programem.

1.23.7. Instalacja → Sposób montażu



Określenie sposobu montażu ramienia robota służy dwóm celom:

1. Powoduje, że ramię robota jest prawidłowo wyświetlane na ekranie.
2. Informuje sterownik, w jakim kierunku działa siła ciążenia.

Zaawansowany model dynamiki zapewnia płynne i precyzyjne ruchy ramienia robota, a także samoczynne podtrzymanie ramienia w **trybie ruchu swobodnego**. Z tego powodu określenie prawidłowego sposobu montażu ramienia robota jest niezwykle ważne.

OSTRZEŻENIE

Nieprawidłowy sposób montażu ramienia robota może powodować częste zatrzymania ochronne i/lub może prowadzić do ruchu ramienia robota po naciśnięciu przycisku **ruchu swobodnego**.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Jeśli ramię robota jest zamontowane na płaskim stole lub podłodze, na tym ekranie nie trzeba wprowadzać żadnych zmian. Jeśli jednak ramię robota jest **zamontowane na suficie**, **zamontowane na ścianie** lub **zamontowane pod kątem**, wymagane jest wprowadzenie korekt za pomocą przycisków.

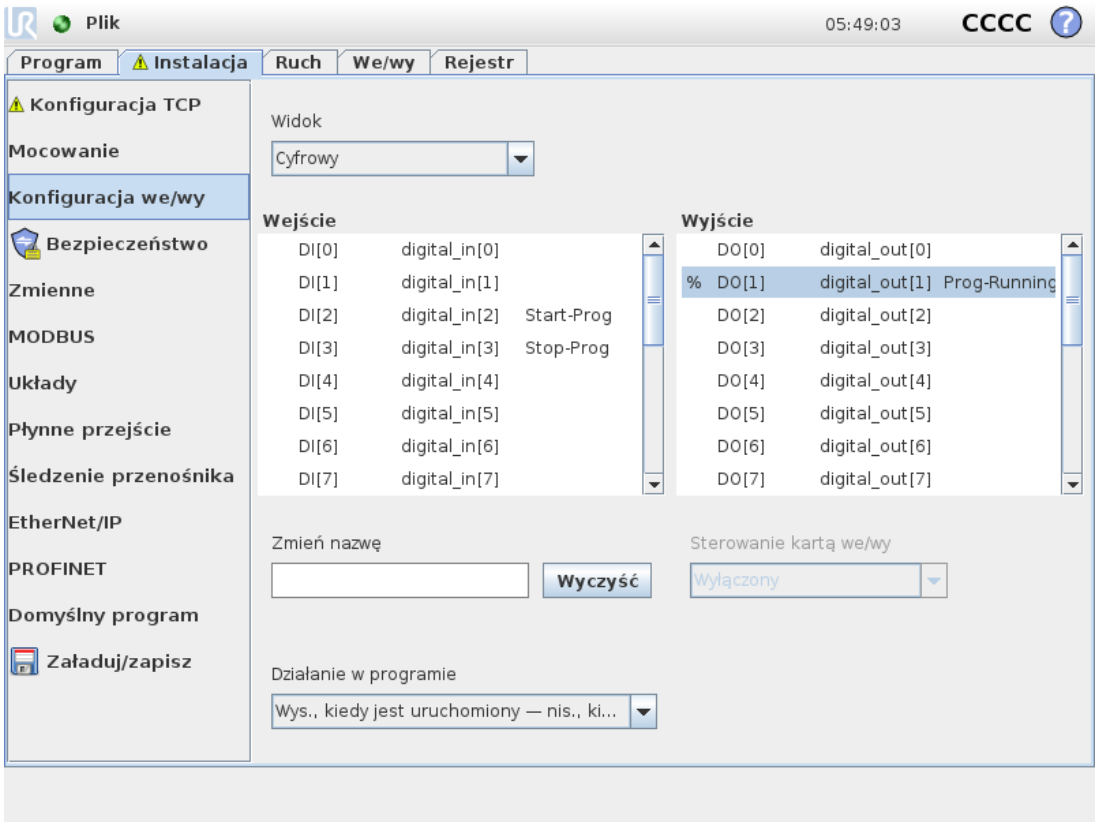
Przyciski po prawej stronie ekranu służą do zmiany kąta montażu ramienia robota. Trzy górne przyciski po prawej stronie służą do ustawiania kąta dla **sufitu** (180°), **ściany** (90°) oraz **podłogi** (0°). Za pomocą przycisków **Przechył** można ustawić dowolny kąt.

Przyciski w dolnej części ekranu służą do obracania mocowania ramienia robota tak, aby zgadzało się z rzeczywistym sposobem montażu.

OSTRZEŻENIE

Należy używać prawidłowych ustawień instalacji. Pliki instalacji powinny być zapisywane i ładowane wraz z programem.

1.23.8. Instalacja → Konfiguracja we/wy



Na ekranie Konfiguracja we/wy użytkownicy mogą zdefiniować sygnały we/wy oraz konfigurować działania za pomocą karty We/wy.

W sekcjach **Wejście** i **Wyjście** podana jest lista sygnałów we/wy, takich jak:

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

- Cyfrowe, standardowe, ogólnego przeznaczenia, konfigurowalne i narzędzia
- Analogowe, standardowe, ogólnego przeznaczenia i narzędzia
- MODBUS
- Rejestry ogólnego przeznaczenia (logiczny, liczb całkowitych, zmiennoprzecinkowy) Dostęp do rejestrów ogólnego przeznaczenia jest możliwy przez sieć magistralową typu fieldbus (np. Profinet lub Ethernet/IP).

Typ sygnału we/wy

Aby ograniczyć liczbę sygnałów znajdujących się w sekcjach **Wejście** i **Wyjście**, należy zmienić zawartość wyświetlaną w zależności od typu sygnału za pomocą menu rozwijanego **Widok** w górnej części ekranu.

Przydzielanie nazw zdefiniowanych przez użytkownika

Aby łatwiej zapamiętać zastosowanie sygnałów podczas pracy z robotem, użytkownicy mogą nadawać nazwy sygnałom wejściowym i wyjściowym.

1. Wybierz żądany sygnał
2. Dotknąć pole tekstowe w dolnej części ekranu, aby ustawić nazwę.
3. Aby przywrócić nazwę domyślną, należy dotknąć przycisku **Wyczyść**.

Aby rejestr ogólnego przeznaczenia był dostępny w programie, należy mu nadać nazwę zdefiniowaną przez użytkownika (np. dla polecenia **Czekaj** lub wyrażenia warunkowego instrukcji **Jeśli**. Polecenie **Czekaj** oraz instrukcja warunkowa **Jeśli** są opisane odpowiednio w sekcjach 1.24.10. Polecenie: Czekaj on page182 i 1.24.17. Polecenie: Jeżeli on page188. Nazwane rejestry ogólnego przeznaczenia są dostępne w selektorze **Wejście** lub **Wyjście** na ekranie **Edytor wyrażeń**.

Akcje we/wy i sterowanie kartą we/wy

Akcje wejścia i wyjścia

Cyfrowe wejścia/wyjścia fizyczne i Fieldbus mogą posłużyć do wyzwalania akcji lub reagowania na stan programu. Dostępne akcje wejścia:

- Start: uruchamia lub wznawia bieżący program na zboczu narastającym.
- Stop: zatrzymuje bieżący program na zboczu narastającym.
- Wstrzymanie: wstrzymuje bieżący program na zboczu narastającym.
- Ruch swobodny: przy wysokim stanie sygnału wejściowego robot jest w trybie ruchu swobodnego (podobni jak po naciśnięciu przycisku ruchu swobodnego). Sygnał wejściowy jest ignorowany, jeśli program jest uruchomiony lub inne warunki uniemożliwiają ruch swobodny.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

OSTRZEŻENIE

Jeśli robot został zatrzymany podczas stosowania działania sygnału wejściowego Start, robot powoli przesuwa się do pierwszego punktu orientacyjnego programu przed wykonaniem tego programu. Jeśli praca robota została wstrzymana podczas używania akcji sygnału wejściowego Start, przed wznowieniem programu robot powoli przesuwa się do pozycji, w której praca została wstrzymana.

Dostępne działania wyjścia:

Działanie	Stan wyjścia	Stan programu
Niski, gdy nieuruchomiony	Niski	Zatrzymany lub wstrzymany
Wysoki, gdy nieuruchomiony	High	Zatrzymany lub wstrzymany
Wysoki, gdy uruchomiony, niski, gdy zatrzymany	Niski Wysoki	Uruchomiony Zatrzymany lub wstrzymany
Niski przy nieplanowanym zatrzymaniu	Niski	Nieplanowane zakończenie programu
Niski przy nieplanowanym zatrzymaniu, w przeciwnym razie wysoki	Niski Wysoki	Nieplanowane zatrzymanie programu Uruchomiony, zatrzymany lub wstrzymany
Ciągłe impulsy	Na przemian wysoki i niski	Uruchomiony (wstrzymać lub zatrzymać program w celu utrzymania stanu impulsów)

UWAGA

Nieplanowe zakończenie programu jest wykonywane w przypadku wystąpienia któregokolwiek z poniższych zdarzeń:

- zatrzymanie ochronne
- Błąd
- Naruszenie
- Wyjątek czasu wykonywania

Sterowanie kartą we/wy

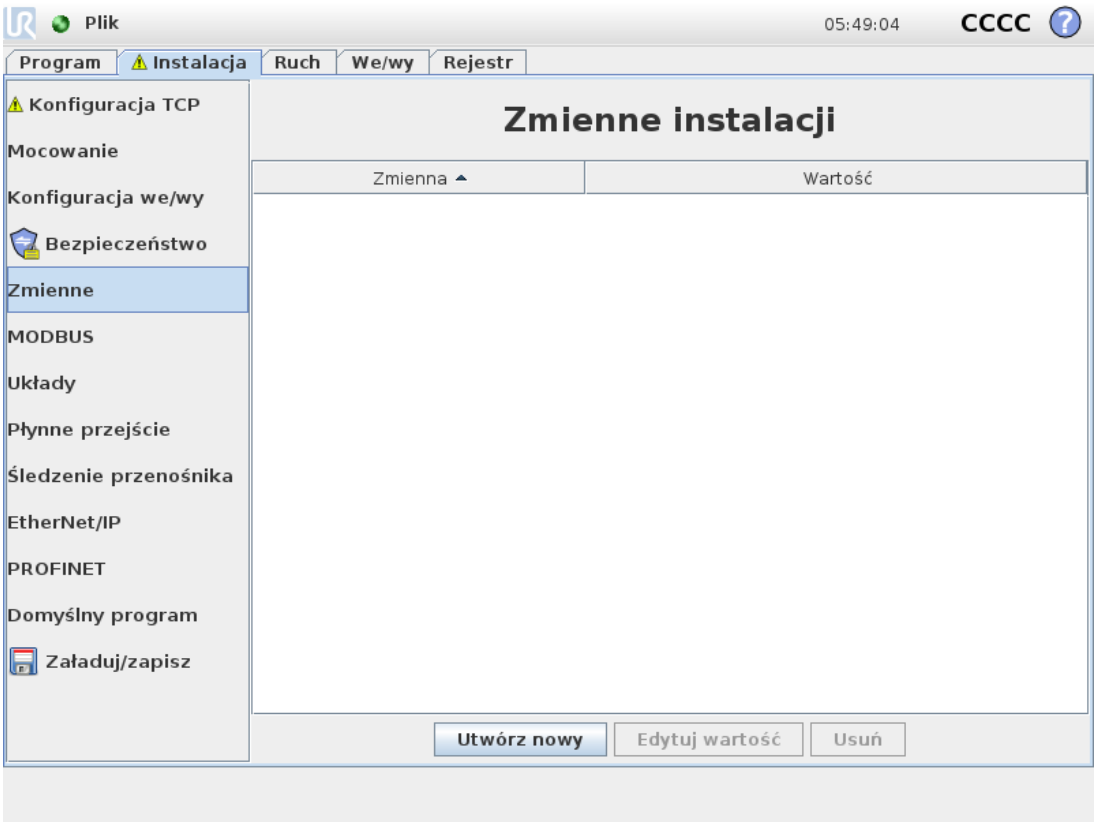
Należy określić, czy wyjściem można sterować na karcie we/wy (albo przez programistów, albo przez operatorów i programistów), czy też sterują nim programy robota.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

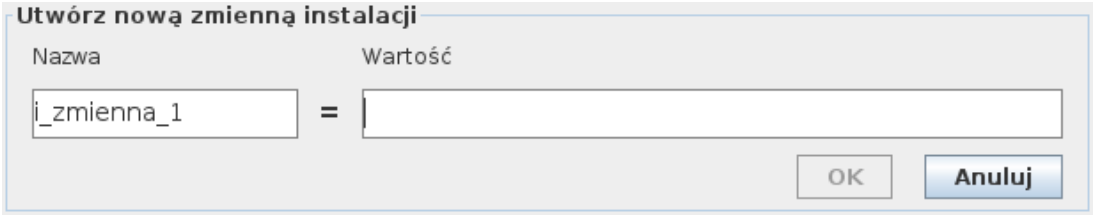
1.23.9. Instalacja → Bezpieczeństwo

Patrz rozdział 1.20. Konfiguracja bezpieczeństwa on page89.

1.23.10. Instalacja → Zmienne



Zmienne utworzone na ekranie Zmienne są nazywane zmiennymi instalacji i są używane tak, jak zwykłe zmienne programu. Zmienne instalacji są inne, ponieważ zachowują swoje wartości nawet po zatrzymaniu i ponownym uruchomieniu programu, a także gdy zostanie wyłączone i przywrócone zasilanie ramienia robota i/lub skrzynki sterowniczej. Ich nazwy i wartości są zapisywane podczas instalacji, można więc używać tej samej zmiennej w wielu programach.



Po naciśnięciu przycisku **Utwórz nowy** wyświetlane jest okienko z proponowaną nazwą nowej zmiennej. Można zmienić nazwę, a wartość można wprowadzić dotykając jednego z pól tekstowych. Przycisku **OK** można dotknąć tylko wtedy, gdy nowa nazwa nie jest jeszcze używana w danej instalacji.

Wartość zmiennej instalacji można zmienić poprzez zaznaczenie jej na liście, a następnie kliknięcie opcji **Edytuj wartość**.

Aby usunąć zmienną, należy ją zaznaczyć i dotknąć przycisku **Usuń**.

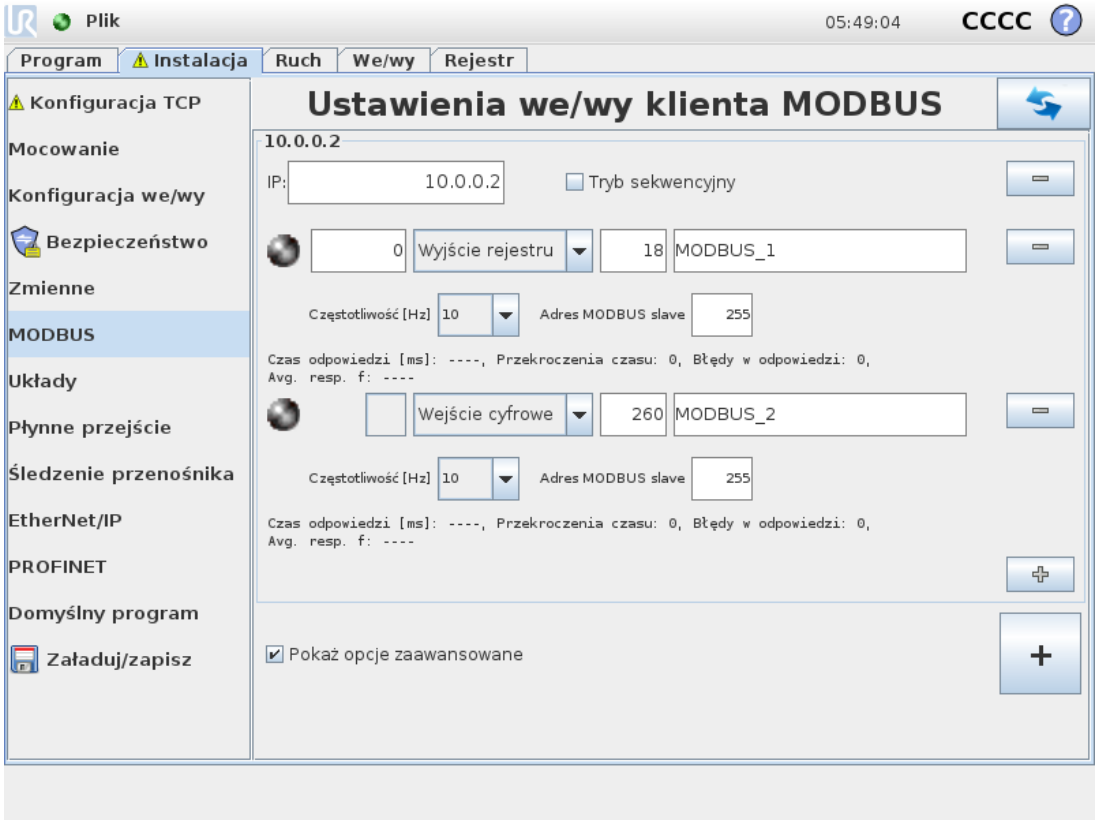
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Aby konfiguracja została zachowana, po skonfigurowaniu zmiennych instalacji należy zapisać instalację.

Zmienne instalacji i ich wartości są zapisywane automatycznie co 10 minut.

Jeśli zostanie załadowany program lub instalacja, a co najmniej jedna zmienna programu będzie mieć taką samą nazwę, jak zmienne instalacji, użytkownik będzie miał do wyboru następujące rozwiązania tego problemu: zastosowanie zmiennych instalacji o danej nazwie zamiast zmiennych programu albo automatyczna zmiana nazw zmiennych, które powodują konflikt.

1.23.11. Instalacja → Konfiguracja we/wy klienta MODBUS



Tutaj można skonfigurować sygnały klienta (master) MODBUS. Połączenie z serwerami (lub jednostkami podrzędnymi) MODBUS o określonym adresie IP można utworzyć za pomocą sygnałów wejścia/wyjścia (rejestrów lub cyfrowych). Każdy sygnał ma unikalną nazwę, można jej więc używać w programach.

Odśwież

Naciśnięcie przycisku spowoduje odświeżenie wszystkich połączeń MODBUS. Odświeżanie odłącza i ponownie łączy wszystkie jednostki modbus. Wszystkie dane statystyczne zostają wyczyszczone.

Dodaj urządzenie

Naciśnięcie przycisku spowoduje dodanie nowego urządzenia MODBUS.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Usuń urządzenie

Naciśnięcie przycisku spowoduje usunięcie urządzenia MODBUS i wszystkich jego sygnałów.

Ustaw IP urządzenia

Tutaj pokazany jest adres IP urządzenia MODBUS. Naciśnij przycisk, aby go zmienić.

Tryb sekwencyjny

Dostępny tylko po wybraniu polecenia Pokaż opcje zaawansowane (patrz Pokaż opcje zaawansowane on page144). Zaznaczenie tego okienka zmusza klienta modbus do zaczekania na odpowiedź przed wysłaniem ponownego zapytania. Tryb ten jest wymagany przez niektóre jednostki fieldbus. Uruchomienie tej opcji może pomóc, jeśli mamy do czynienia z wieloma sygnałami i wzrostem częstotliwości wysyłania zapytań, co skutkuje rozłączeniem sygnałów. Rzeczywista częstotliwość zapytań może być niższa niż wybrana, jeśli wiele sygnałów jest zdefiniowanych w trybie sekwencyjnym. Rzeczywista częstotliwość sygnału jest widoczna w obszarze danych statystycznych sygnałów (patrz sekcja Opcje zaawansowane on page144). Wskaźnik sygnału świeci na żółto, jeśli rzeczywista częstotliwość sygnału jest niższa niż połowa wartości wybranej w menu rozwijalnym „Częstotliwość”.

Dodaj sygnał

Naciśnięcie przycisku spowoduje dodanie sygnału do odpowiedniego urządzenia MODBUS.

Usuń sygnał

Naciśnięcie przycisku spowoduje usunięcie sygnału z odpowiedniego urządzenia MODBUS.

Ustaw typ sygnału

Przy pomocy tego menu rozwijanego można wybrać typ sygnału. Dostępne typy to:

Wejście cyfrowe
: Wejście cyfrowe (cewka) to jednobitowa wielkość odczytywana z urządzenia MODBUS z cewki podanej w polu adresowym sygnału. Wykorzystywany jest kod funkcji 0x02 (Odczytaj wejścia dyskretne).

Wyjście cyfrowe
: Wyjście cyfrowe (cewka) to wielkość jednobitowa, którą można ustawić w poziomie wysokim lub niskim. Do momentu, kiedy wartość tego wyjścia zostanie ustawiona przez użytkownika, jest ona odczytywana ze zdalnego urządzenia MODBUS. To oznacza, że stosowany jest kod funkcji 0x01 (Odczytaj cewki). Od chwili, ustawienia wyjścia przez program robota lub naciśnięciem przycisku **ustaw wartość sygnału** stosowany jest kod funkcji 0x05 (Zapisz pojedynczą cewkę).

Wejście rejestru

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Wejście rejestru to liczba 16-bitowa odczytywana z adresu podanego w polu adresu. Wykorzystywany jest kod funkcji 0x04 (Odczytaj rejestry wejścia).

Wyjście rejestru

Wyjście rejestru to liczba 16-bitowa, której wartość może ustawić użytkownik. Zanim wartość rejestru zostanie ustawiona, wartość ta jest odczytywana ze zdalnego urządzenia MODBUS. To oznacza, że używany jest kod funkcji 0x03 (Odczytaj rejestry tymczasowe). Gdy wyjście zostanie ustawione przez program robota lub przez określenie wartości sygnału w polu **ustaw wartość sygnału** do ustawienia wartości w zdalnym urządzeniu MODBUS stosowany jest kod funkcji 0x06 (Zapisz pojedynczy rejestr).

Ustaw adres sygnału

To pole pokazuje adres w zdalnym serwerze MODBUS. Można wybrać inny adres przy pomocy wyświetlanej na ekranie klawiatury numerycznej. Prawidłowe adresy zależą od producenta oraz konfiguracji zdalnego urządzenia MODBUS.

Ustaw nazwę sygnału

Użytkownik może przypisać sygnałowi nazwę za pomocą klawiatury ekranowej. Kiedy sygnał jest wykorzystywany w programach, używana jest ta nazwa.

Wartość sygnału

Tutaj pokazana jest aktualna wartość sygnału. Dla sygnałów rejestrów wartość ta jest wyrażona jako liczba całkowita bez znaku. Dla sygnałów wyjścia pożądana wartość sygnału może zostać ustawiona przy pomocy przycisku. Również dla wyjścia rejestru wartość do zapisania do urządzenia musi zostać podana jako liczba całkowita bez znaku.

Stan połączenia sygnału

Ikona ta pokazuje, czy sygnał można prawidłowo odczytać lub zapisać (zielona), czy też odpowiedź od urządzenia jest nieoczekiwana lub nie można się z nim połączyć (szara). W przypadku odebrania odpowiedzi z wyjątkiem MODBUS wyświetlany jest kod odpowiedzi. Odpowiedzi z wyjątkami MODBUS-TCP są następujące:

E1

NIEPRAWIDŁOWA FUNKCJA (0x01) Kod funkcji odebrany w zapytaniu nie określa dopuszczalnego działania serwera (lub urządzenia podrzędnego).

E2

NIEPRAWIDŁOWY ADRES DANYCH (0x02) Kod funkcji odebrany w zapytaniu nie określa dopuszczalnego działania serwera (lub urządzenia podrzędnego). Należy sprawdzić, czy wprowadzony adres sygnału odpowiada konfiguracji zdalnego serwera MODBUS.

E3

NIEPRAWIDŁOWA WARTOŚĆ DANYCH (0x03) Wartość zawarta w polu danych zapytania nie jest wartością dopuszczalną dla serwera (lub urządzenia podrzędnego). Należy sprawdzić,

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

czy wprowadzona wartość sygnału jest prawidłowa dla określonego adresu w zdalnym serwerze MODBUS.

E4
AWARIA URZĄDZENIA PODRZĘDNEGO (0x04) Podczas próby wykonania żądanej czynności przez serwer (lub urządzenie podrzędne) wystąpił nieodwracalny błąd.

E5
POTWIERDZENIE (0x05) Specjalistyczne zastosowanie w połączeniu z poleceniami programistycznymi, wysyłane do zdalnego urządzenia MODBUS.

E6
URZĄDZENIE PODRZĘDNE ZAJĘTE (0x06) Specjalistyczne zastosowanie w połączeniu z poleceniami programistycznymi, wysyłane do zdalnego urządzenia MODBUS. Urządzenie podrzędne (serwer) nie może teraz odpowiedzieć.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Pokaż opcje zaawansowane

To pole wyboru pokazuje/ukrywa opcje zaawansowane dla każdego z sygnałów.

Opcje zaawansowane

Częstotliwość aktualizacji
Przy pomocy tego menu można zmienić częstotliwość aktualizacji sygnału. Oznacza to częstotliwość, z jaką wysyłane są do zdalnego urządzenia MODBUS żądania odczytu lub zapisu wartości sygnału. Jeśli częstotliwość jest ustawiona na poziomie 0, polecenia modbus są uruchamiane na żądanie przy pomocy funkcji skryptu *statusu_otrzymania_sygnału_modbus*, *rejestru_ustawień_wyjściowych_modbus* oraz *sygnału_ustawień_wyjściowych_modbus*.

Adres podrzędny
W tym polu tekstowym można ustawić określony adres podrzędny dla żądań odpowiadających określonemu sygnałowi. Wartość musi się mieścić w zakresie od 0 do 255, przy czym standardową wartością jest 255. W przypadku zmiany tej wartości zaleca się sprawdzenie w podręczniku zdalnego urządzenia MODBUS, czy jego działanie ze zmienionym adresem podrzędnym będzie nadal prawidłowe.

Liczba ponownych połączeń
Liczba przypadków, kiedy TCP było odłączone i ponownie połączone.

Status połączenia
Status połączenia TCP.

Czas odpowiedzi [ms]
Czas między wysłaniem polecenia modbus a jego otrzymaniem – parametr uaktualniany tylko, jeśli komunikacja jest aktywna.

Błędy pakietów modbus
Liczba otrzymanych pakietów zawierających błędy (np. nieprawidłowa długość, brakujące dane, błąd gniazda TCP).

Przekroczenia czasu

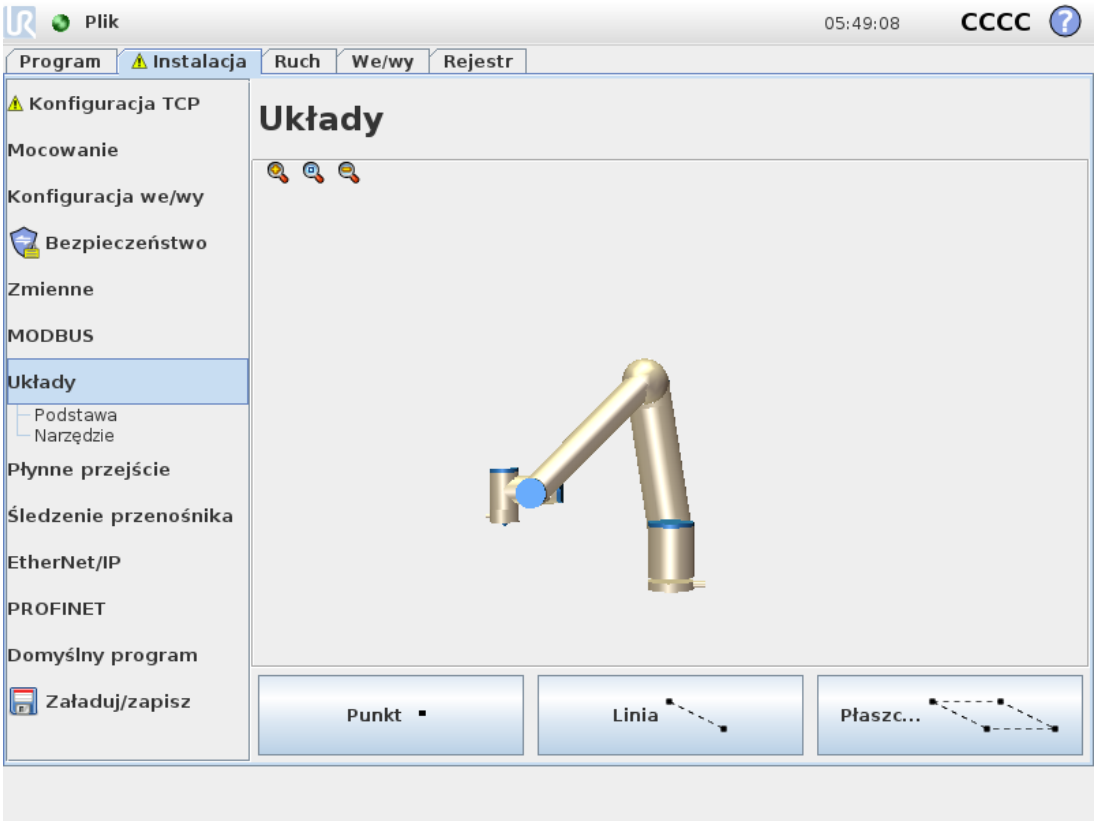
Liczba żądań protokołu modbus bez odpowiedzi.

Błędy w odpowiedzi
Liczba pakietów, których nie udało się wysłać ze względu na błędny status wtyczki.

Rzeczywista częst.
Aktualizacja statusu; średnia częstotliwość sygnału klienta (mastera). Wartość jest wyliczana ponownie za każdym razem, kiedy sygnał otrzyma odpowiedź z serwera (lub urządzenia podrzędnego).

Liczenie wykonywane jest do liczby 65 535, następnie znów się zeruje.

1.23.12. Instalacja → Funkcje



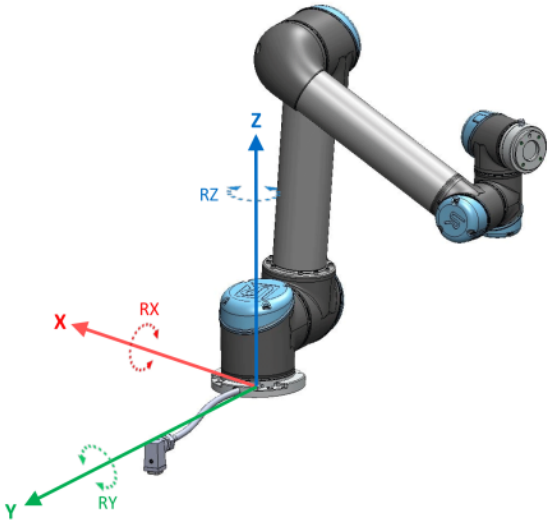
Funkcja reprezentuje obiekt zdefiniowany przez sześciowymiarową postawę (pozycję i orientację) względem podstawy robota. Funkcję można nazwać, aby ułatwić jej rozpoznanie w przyszłości.

Niektóre elementy składowe programu robota obejmują ruchy, które muszą zostać wykonane względem określonych obiektów, innych niż podstawa ramienia robota. Obiektami tymi mogą być stoły, inne maszyny, obsługiwane elementy, systemy wizyjne, półfabrykaty lub granice, które zazwyczaj występują w otoczeniu ramienia robota.

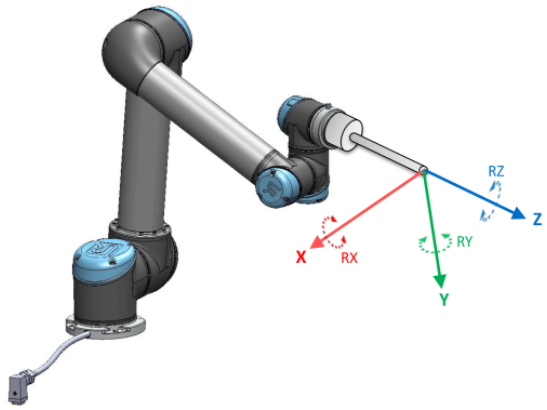
Robot ma dwie wstępnie zdefiniowane funkcje, wymienione poniżej, z postawami zdefiniowanymi przez konfigurację samego ramienia robota:

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

- Funkcja Podstawa jest usytuowana w punkcie początkowym pośrodku podstawy robota (patrz rysunek 15.1).
- Funkcja Narzędzie jest usytuowana w punkcie początkowym pośrodku bieżącego punktu TCP (patrz rysunek 15.2).



15.1: *Funkcja bazowa*



15.2: *Funkcja narzędzia (TCP)*

Funkcja Punkt, funkcja Linia i/lub funkcja Płaszczyzna służą do definiowania postawy funkcji.

Położenie funkcji jest określane za pomocą metody wykorzystującej bieżącą postawę TCP w obszarze roboczym. Dzięki temu można uczyć robota lokalizacji funkcji za pomocą np. trybu ruchu swobodnego lub przesuwać ramię robota impulsowo do żądanej postawy.

Wybór funkcji zależy od typu używanego obiektu i wymagań dotyczących dokładności. Gdy to możliwe, należy korzystać z funkcji Linia i Płaszczyzna, ponieważ są one oparte na większej liczbie punktów wejściowych. Więcej punktów wejściowych oznacza większą dokładność.

Aby na przykład dokładnie określić kierunek ruchu przenośnika liniowego, należy zdefiniować dwa punkty funkcji Linia przy zachowaniu jak największych możliwych odstępów fizycznych. Do określenia kierunku ruchu przenośnika liniowego można również użyć funkcji Punkt, jednak użytkownik musi skierować punkt TCP w kierunku ruchu przenośnika.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Wykorzystanie większej liczby punktów do zdefiniowania postawy stołu oznacza, że orientacja jest oparta o pozycje, a nie o orientację pojedynczego punktu TCP. Precyzyjne skonfigurowanie orientacji pojedynczego punktu TCP jest trudniejsze.
Więcej informacji na temat dodawania funkcji zawierają sekcje: on the next page, on page149 i Funkcja płaszczyznowa on page150.

Korzystanie z funkcji

Aby powiązać ruchy robota, można odnieść się do funkcji zdefiniowanej w programie robota (np. poleceń **RuchL** i **RuchP**) (patrz sekcja 1.24.4. Polecenie: Ruch on page168).

Dzięki temu można w łatwy sposób dostosować program robota, na przykład gdy jest wiele stanowisk robota lub obiekt porusza się podczas wykonywania programu, lub stale porusza się w obrębie sceny. Dostosowanie funkcji obiektu koryguje wszystkie ruchy programu względem tego obiektu. Dodatkowe przykłady zawierają sekcje Przykład: ręczna aktualizacja funkcji w celu dostosowania programu on page151 i Przykład: dynamiczna aktualizacja postawy funkcji on page151. Funkcje skonfigurowane z możliwością impulsowania są też przydatnymi narzędziami podczas ręcznego przesuwania robota na karcie Ruch (sekcja 1.23. Sterowanie robotem on page125) lub na ekranie **Edytor postawy** (patrz 1.22.2. Ekran edytora postawy on page121). Po wybraniu funkcji jako układu odniesienia przyciski Porusz narzędzie odpowiedzialne za translację i rotację działają w wybranym obszarze funkcji (patrz Pozycja narzędzia i funkcji on page126 i Porusz narzędzie on page126), odczytując współrzędne punktu TCP. Przykładowo, jeśli jako funkcję wybrano stół, który został również wybrany jako wartość referencyjna na karcie Ruch, przyciski strzałek translacji (np. góra/dół, lewo/prawo, przód/tył) przesuwają robota w odpowiednim kierunku względem stołu. Ponadto współrzędne punktu TCP będą mieściły się w ramie stołu.

Zmień nazwę

Ten przycisk służy do zmiany nazwy funkcji.

Usuń

Ten przycisk służy do usunięcia wybranej funkcji lub jej dowolnych funkcji podrzędnych.

Pokaż osie

Wybór, czy osie współrzędnych wybranej funkcji będą widoczne na grafice 3D. Wybór ten działa na tym ekranie oraz na ekranie Przesuń.

Zmiana punktu

Użyć przycisku **Zmień ten punkt**, aby ustawić lub zmienić wybraną funkcję. Wyświetlona zostaje karta **Ruch** (sekcja 1.23. Sterowanie robotem on page125) i można ustawić nową pozycję funkcji.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Z możliwością poruszania

Wybierz, czy wybrana funkcja będzie mieć możliwość impulsowania. To określa, czy pojawi się on w menu funkcji na ekranie Przesuń.

Używanie funkcji Przesuń tutaj

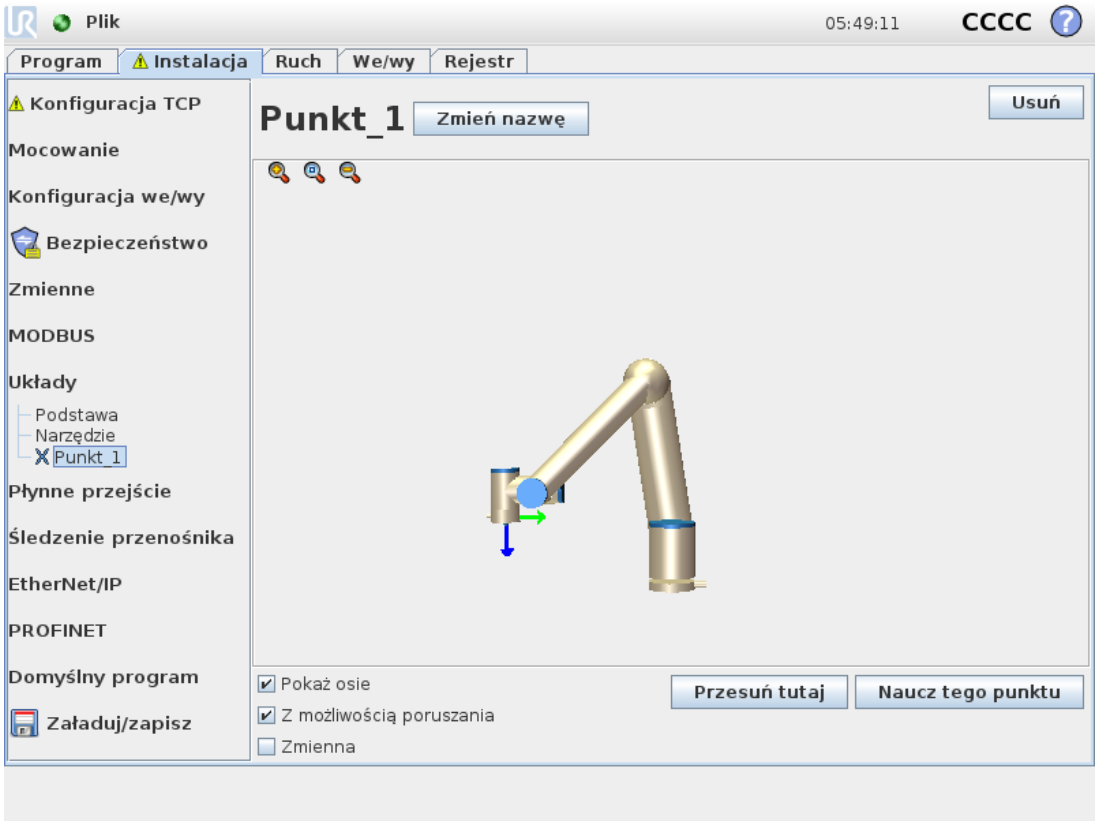
Dotknąć przycisku **Przesuń tutaj**, aby przesunąć ramię robota w stronę wybranej funkcji. Pod koniec tego ruchu układy współrzędnych elementu oraz punktu centralnego narzędzia (TCP) będą się pokrywać.

Funkcja Punkt

Funkcja punktowa określa granicę bezpieczeństwa lub globalną konfigurację pozycji początkowej ramienia robota. Postawa funkcji punktowej jest zdefiniowana jako pozycja i orientacja punktu TCP.

Dodawanie punktu

1. Na karcie Instalacja wybrać opcję **Funkcje**.
2. W obszarze Funkcje wybrać opcję **Punkt**.



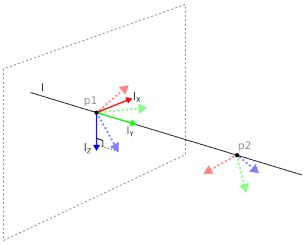
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Funkcja Linia

Funkcja liniowa określa linie, po których musi podążać robot. (Np.: podczas używania funkcji śledzenia przenośnika). Linia *l* jest definiowana jako oś pomiędzy dwoma funkcjami punktu, *p1* i *p2*, co przedstawia rysunek 15.3.

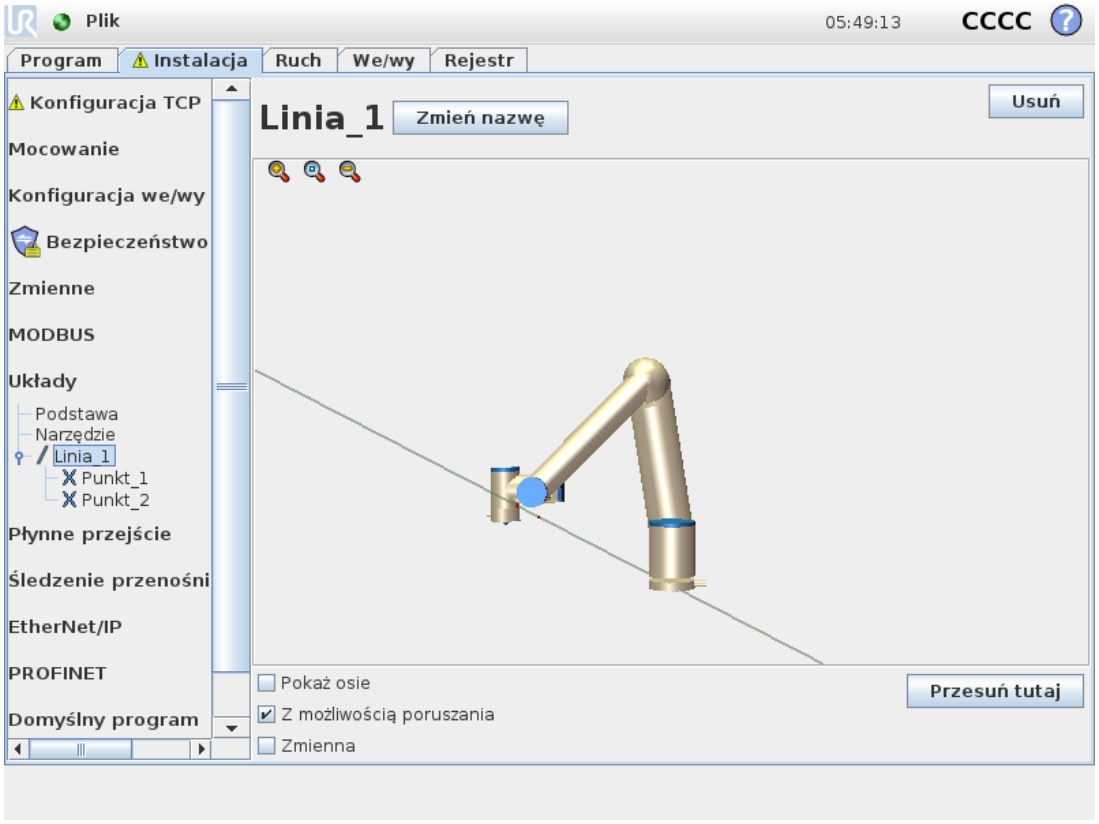
Dodawanie linii

1. Na karcie Instalacja wybrać opcję **Funkcje**.
2. W obszarze Funkcje wybrać opcję **Linia**.



15.3: *Definition of the line feature*

Na rysunku 15.3 oś skierowana od pierwszego do drugiego punktu stanowi oś y układu współrzędnych linii. Oś z jest definiowana przez rzutowanie osi z punktu *p1* na płaszczyznę prostopadłą do linii. Pozycja układu współrzędnych linii jest taka sama jak pozycja punktu *p1*.



Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Funkcja płaszczyznowa

Funkcję płaszczyznową należy wybrać, gdy potrzebna jest rama o wysokiej precyzji, np. podczas pracy z systemem wizyjnym lub w przypadku ruchu względem stołu.

Dodawanie płaszczyzny

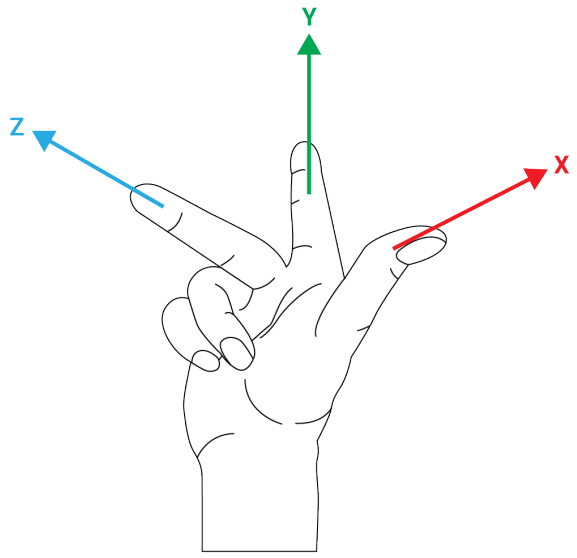
1. Na karcie Instalacja wybrać opcję **Funkcje**.
2. W obszarze Funkcje wybrać opcję **Płaszczyzna**.

Uczenie płaszczyzny

Po naciśnięciu przycisku płaszczyzny w celu utworzenia nowej płaszczyzny na ekranie zostaje wyświetlany kreator pomagający ją utworzyć.

1. Wybrać punkt charakterystyczny
2. Przesunąć robota, aby zdefiniować kierunek dodatniej osi x na płaszczyźnie
3. Przesunąć robota, aby zdefiniować kierunek dodatniej osi y na płaszczyźnie

Płaszczyzna jest definiowana za pomocą reguły prawej dłoni w taki sposób, że oś z jest iloczynem wektorowym osi x oraz osi y, jak pokazano poniżej.



UWAGA

Można wykonać ponowne uczenie płaszczyzny w kierunku przeciwnym do osi x, jeśli płaszczyzna ta ma mieć normalny kierunek w przeciwną stronę.

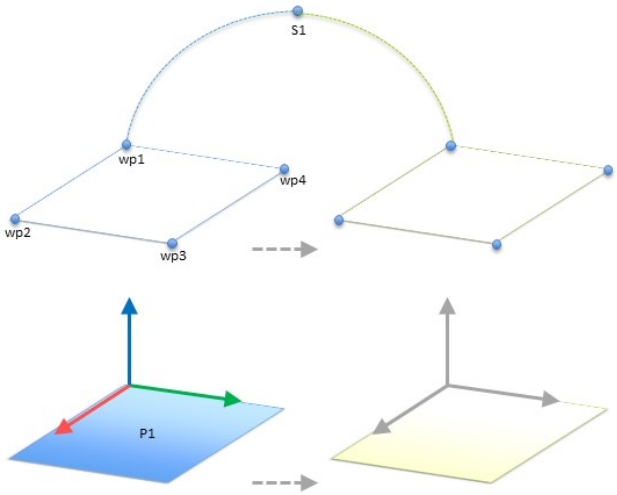
Zmodyfikować istniejącą płaszczyznę, wybierając płaszczyznę i naciskając przycisk Modyfikuj płaszczyznę. Następnie użyć tego samego kreatora, co w przypadku uczenia nowej płaszczyzny.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Przykład: ręczna aktualizacja funkcji w celu dostosowania programu

Uwzględnij zastosowanie funkcji, gdy wiele części programu robota jest względnych do stołu. Rysunek 15.4 przedstawia ruch od punktów orientacyjnych `wp1` through `wp4`.

```
Robot Program
    MoveJ
        S1
    MoveL # Feature: P1_var
        wp1
        wp2
        wp3
        wp4
```



15.4: *Wystarczy zaprogramować poprzez ręczną zmianę funkcji cztery punkty orientacyjne względne do funkcji płaszczyzny*

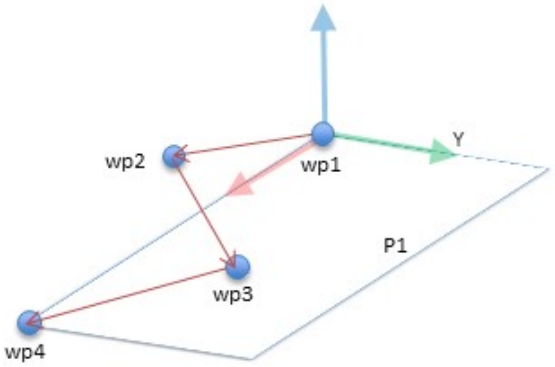
Zastosowanie wymaga, aby ponownie użyć programu w wielu instalacjach robota, gdzie pozycja stołu może różnić się w nieznacznym stopniu. Ruch względem stołu jest taki sam. W razie zdefiniowania pozycji stołu jako funkcji *P1* w instalacji, program z poleceniem *RuchL* skonfigurowanym względem płaszczyzny można z łatwością zastosować na dodatkowych robotach, po prostu aktualizując instalację za pomocą rzeczywistej pozycji stołu.

Koncepcja ma zastosowanie do wielu funkcji aplikacji. Dzięki temu można ustalić elastyczny program, który służy do rozwiązania tego samego zadania na wielu robotach, nawet jeśli np. inne miejsca w przestrzeni roboczej będą różnić się w poszczególnych instalacjach.

Przykład: dynamiczna aktualizacja postawy funkcji

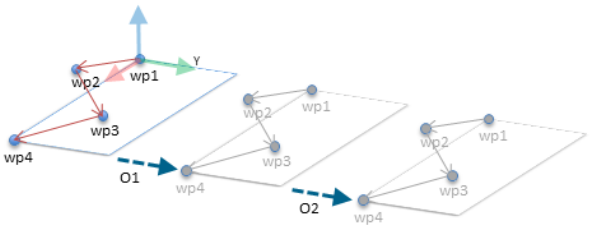
Rozważmy podobne zastosowanie, w którym robot musi wykonać ruch zgodnie z określonym wzorcem nad stołem, aby wykonać określone zadanie (patrz 15.5).

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



15.5: *Polecenie RuchL z czterema punktami orientacyjnymi względnymi do funkcji płaszczyzny*

```
Robot Program
    MoveJ
        wp1
    y = 0.01
    o = p[0,y,0,0,0,0]
    P1_var = pose_trans(P1_var, o)
    MoveL # Feature: P1_var
        wp1
        wp2
        wp3
        wp4
```

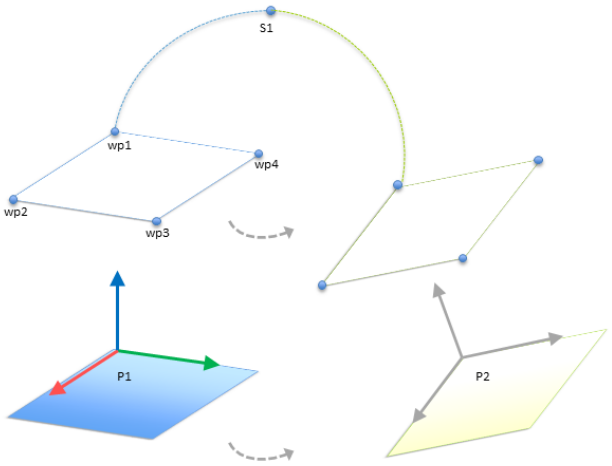


15.6: *Stosowanie przesunięcia do funkcji płaszczyzny*

```
Robot Program
    MoveJ
        S1
    if (digital_input[0]) then
        P1_var = P1
    else
        P1_var = P2
    MoveL # Feature: P1_var
        wp1
        wp2
```

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

```
wp3
wp4
```



15.7: *Zmiana funkcji płaszczyzny na inną*

Ruch względem *P1* jest wielokrotnie powtarzany, za każdym razem z przesunięciem *o*. W tym przykładzie przesunięcie wynosi 10 cm w kierunku Y (patrz rysunek 15.6, przesunięcia *O1* i *O2*). Można to osiągnąć, np. korzystając z funkcji skryptu *pos_dod()* lub *pos_trans()*, za pomocą których można manipulować zmienną. Gdy program jest uruchomiony, zamiast dodawać przesunięcie można zmienić funkcję na inną. Takie działanie jest widoczne na poniższym przykładzie (patrz rysunek 15.7), w którym funkcję referencyjną polecenia *RuchL zmiennej_P1* można przełączać między dwoma płaszczyznami, *P1* i *P2*.

1.23.13. Ustawienia śledzenia przenośnika

Ustawienia śledzenia przenośnika pozwalają skonfigurować ruch maksymalnie dwóch osobnych przenośników. Ustawienia śledzenia przenośnika obejmują opcje konfigurowania robota tak, aby współpracował z bezwzględnymi lub przyrostowymi koderami, a także liniowymi lub kołowymi przenośnikami.

Parametry przenośnika

Przyrostowy
: enkodery można podłączać do wejść cyfrowych 0 do 3. Dekodowanie sygnałów cyfrowych przebiega z częstotliwością 40 kHz. Wybranie enkodera **kwadraturowego** (który wymaga dwóch wejść) pozwala robotowi na określenie szybkości oraz kierunku przenośnika. Jeśli kierunek przenośnika się nie zmienia, do określenia jego szybkości można użyć tylko jednego wejścia do wykrywania zboczy *narastających*, *opadających* lub *narastających i opadających*.

Absolutny
: kodery można połączyć przez sygnał MODBUS. Wymaga to skonfigurowania cyfrowego rejestru wyjściowego MODBUS (sekcja 1.23.11. Instalacja → Konfiguracja we/wy klienta MODBUS on page141).

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Parametry śledzenia

Przenośniki liniowe

W przypadku wybrania przenośnika liniowego konieczne jest skonfigurowanie funkcji linii w części **Funkcje** instalacji, aby określić kierunek przenośnika. Sprawdzić dokładność, ustawiając funkcję linii równolegle do kierunku przenośnika z zachowaniem dużej odległości między dwoma punktami definiującymi funkcję linii. Funkcję linii należy skonfigurować przez zdecydowane dosunięcie narzędzia do powierzchni bocznej przenośnika podczas uczenia obu punktów. Jeśli kierunek funkcji linii jest przeciwny do kierunku ruchu przenośnika, należy nacisnąć przycisk **Odwróć kierunek**. W polu **Znaczników na metr** jest wyświetlana liczba znaczników generowanych przez enkoder, gdy przenośnik przesuwa się o jeden metr.

Przenośniki kołowe

Podczas śledzenia przenośnika kołowego należy zdefiniować punkt środkowy przenośnika.

1. Punkt środkowy należy zdefiniować w części **Funkcje** instalacji. Wartość **Znaczników na obrót** musi być liczbą znaczników, którą enkoder generuje podczas jednego pełnego obrotu przenośnika.

2. Zaznaczyć pole wyboru **Obróć narzędzie z przenośnikiem** w obszarze orientacji narzędzia, aby śledzić obrót przenośnika.

1.23.14. Płynne przejście między trybami bezpieczeństwa

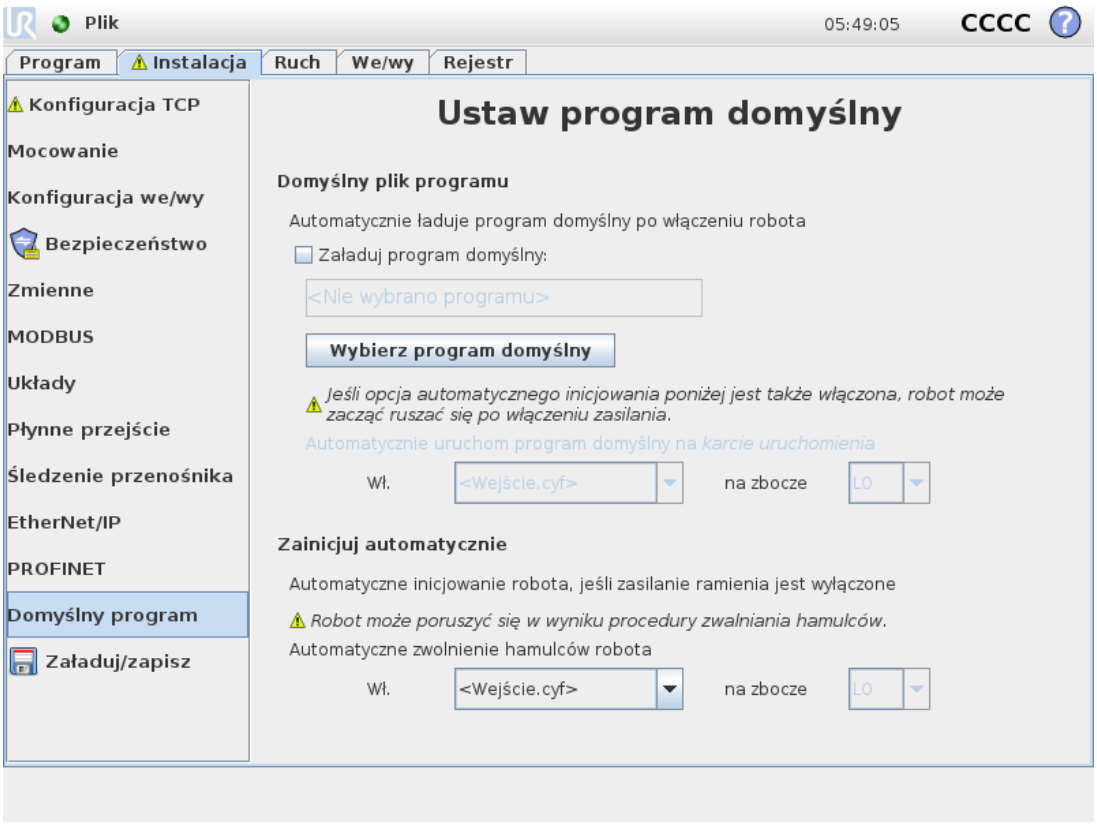
Przełączając między trybami bezpieczeństwa podczas zdarzeń (np. wejście trybu ograniczonego, płaszczyzna wyzwalającą tryb ograniczony, zatrzymanie przez zabezpieczenie oraz 3-pozycyjne urządzenie zezwalające), ramię robota stara się przeznaczyć 0,4 s na utworzenie przejścia „miękkiego”. Istniejące aplikacje mają niezmienione zachowanie, przekładające się na ustawienie „twarde”. Nowym plikom instalacyjnym przypisywane jest domyślnie ustawienie „miękkie”.

Konfiguracja ustawień przyśpieszania/zwalnianie

- Nacisnąć kartę Instalacja.
- W menu bocznym po lewej stronie wybrać pozycję Płynne przejście.
- Wybrać pozycję Twarde, aby uzyskać większe przyśpieszenie/zwalnianie, albo wybrać pozycję Miękkie w celu uzyskania płynniejszego domyślnego ustawienia przejścia.

1.23.15. Instalacja → Program domyślny

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



Na ekranie Rozruch dostępne są ustawienia automatycznego ładowania i uruchamiania programu domyślnego, a także automatycznego inicjowania ramienia robota podczas włączania zasilania.

OSTRZEŻENIE

1. Gdy włączone będą wszystkie opcje: automatycznego ładowania, automatycznego uruchomienia i inicjowania, robot rozpocznie wykonywanie wybranego programu od razu po włączeniu skrzynki sterowniczej, jeśli sygnał wejściowy jest zgodny z wybranym poziomem sygnału. Na przykład: przejście zbocza do wybranego poziomu sygnału nie będzie w tym przypadku konieczne.
2. W przypadku ustawienia poziomu sygnału do wartości NISKI wymagana jest większa ostrożność. Wartość sygnałów wejściowych jest domyślnie ustawiona jako niska, w związku z czym program nie zostanie uruchomiony automatycznie bez wyzwolenia sygnałem zewnętrznym.

Ładowanie programu domyślnego

Program domyślny zostanie załadowany po włączeniu zasilania skrzynki sterowniczej. Ponadto program domyślny jest również automatycznie ładowany po przejściu do ekranu **Uruchom program**, gdy nie jest załadowany żaden program (patrz Uruchom program: umożliwia wybranie i uruchomienie istniejącego programu. Jest to najprostszy sposób obsługi ramienia robota i skrzynki sterowniczej. on page116).

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Uruchamianie programu domyślnego

Ekran **Uruchom program** służy do automatycznego uruchamiania programu domyślnego. Wykonywanie programu zostaje rozpoczęte automatycznie po załadowaniu programu domyślnego i wykryciu zmiany określonej przez zbocze zewnętrznego sygnału wejściowego.

Przy uruchamianiu bieżący poziom sygnału wejściowego jest niezdefiniowany. Wybranie przejścia, które odpowiada poziomowi sygnału przy uruchomieniu powoduje natychmiastowe rozpoczęcie wykonywania programu. Ponadto opuszczenie ekranu **Uruchom program** lub dotknięcie przycisku Zatrzymaj w obszarze Tablica przyrządów wyłącza funkcję automatycznego uruchamiania aż do ponownego naciśnięcia przycisku Uruchom.

Automatyczne inicjowanie

Ramię robota zostaje automatycznie zainicjowane. Ramię robota zostaje całkowicie zainicjowane w przypadku wykrycia przejścia zbocza w wybranym, zewnętrznym sygnale wejściowym, niezależnie od tego, który ekran jest wyświetlany.

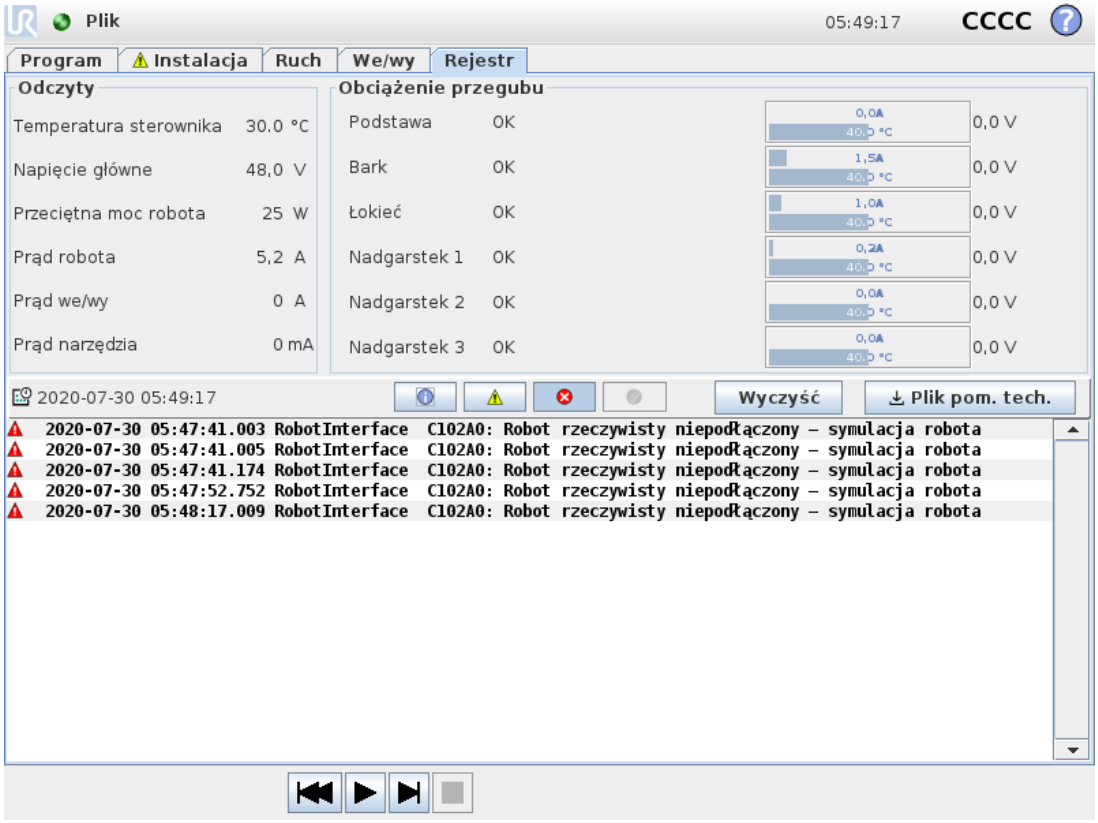
Zwolnienie hamulca to ostatni etap inicjalizacji. Podczas zwalniania hamulca ramię robota nieznacznie porusza się i generuje dźwięk klikania. Ponadto hamulców nie można automatycznie zwolnić, jeśli skonfigurowany sposób montażu jest niezgodny z wykrytym sposobem montażu (na podstawie danych z czujników). W takim przypadku konieczne jest ręczne zainicjowanie robota na ekranie inicjowania (patrz 1.21.6. Ekran inicjowania on page117).

Przy uruchamianiu bieżący poziom sygnału wejściowego jest niezdefiniowany. Wybranie przejścia, które odpowiada poziomowi sygnału przy uruchomieniu powoduje natychmiastowe zainicjowanie ramienia robota.

Funkcja automatycznego inicjowania działa tylko po wyłączeniu zasilania ramienia robota.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.23.16. Karta rejestru



Kondycja robota

W górnej połowie ekranu wyświetlany jest stan techniczny ramienia robota i skrzynki sterowniczej.

Lewa strona ekranu zawiera informacje związane ze skrzynką sterowniczą, natomiast prawa strona ekranu zawiera informacje o przegubach robota. Dla każdego przegubu wyświetlane są informacje o temperaturze silnika i elektroniki, obciążeniu przegubu oraz napięciu elektrycznym.

Rejestr robota

Komunikaty są wyświetlane w dolnej połowie ekranu. Pierwsza kolumna określa kategorię istotności pozycji rejestru. Druga kolumna pokazuje czas nadejścia komunikatów. Kolejna kolumna pokazuje nadawcę komunikatu. Ostatnia kolumna pokazuje sam komunikat. Komunikaty można filtrować za pomocą przycisków przełączających właściwych dla istotności pozycji rejestru. Powyższy rysunek ilustruje wyświetlanie błędów przy odfiltrowaniu komunikatów informacyjnych i ostrzegawczych. Niektóre komunikaty rejestru służą do przekazywania większej ilości informacji dostępnych po wybraniu odpowiedniej pozycji rejestru.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Zapisywanie raportów błędów

Po wystąpieniu błędu w PolyScope wygenerowany zostaje rejestr błędów. Na karcie Rejestr można przeglądać wygenerowane raporty i/lub eksportować je na dysk USB (patrz 1.23.16. Karta rejestru on the previous page). Przegląd i eksportować można następującą listę błędów:

- Błąd
- Wewnętrzne wyjątki PolyScope
- Zatrzymanie ochronne
- Nieobsługiwany wyjątek w URCap
- Naruszenie

Wyeksportowany raport zawiera: program użytkownika, dziennik historii, instalację i listę uruchomionych usług.

Raport błędu

Szczegółowy raport o stanie jest dostępny, gdy w wierszu rejestru zostanie wyświetlona ikona spinacza.

- Należy wybrać wiersz rejestru i dotknąć przycisku Zapisz raport, aby zapisać raport na dysku USB.
- Raport można zapisać podczas wykonywania programu.

UWAGA

W przypadku wygenerowania nowego raportu najstarszy jest usuwany. Przechowywać można tylko pięć najnowszych raportów.

1.23.17. Ekran ładowania

Na tym ekranie można wybrać program do załadowania. Istnieją dwie wersje tego ekranu: jedna jest używana, gdy użytkownik chce tylko załadować i wykonać program, a druga pozwala na jego edytowanie.

UWAGA

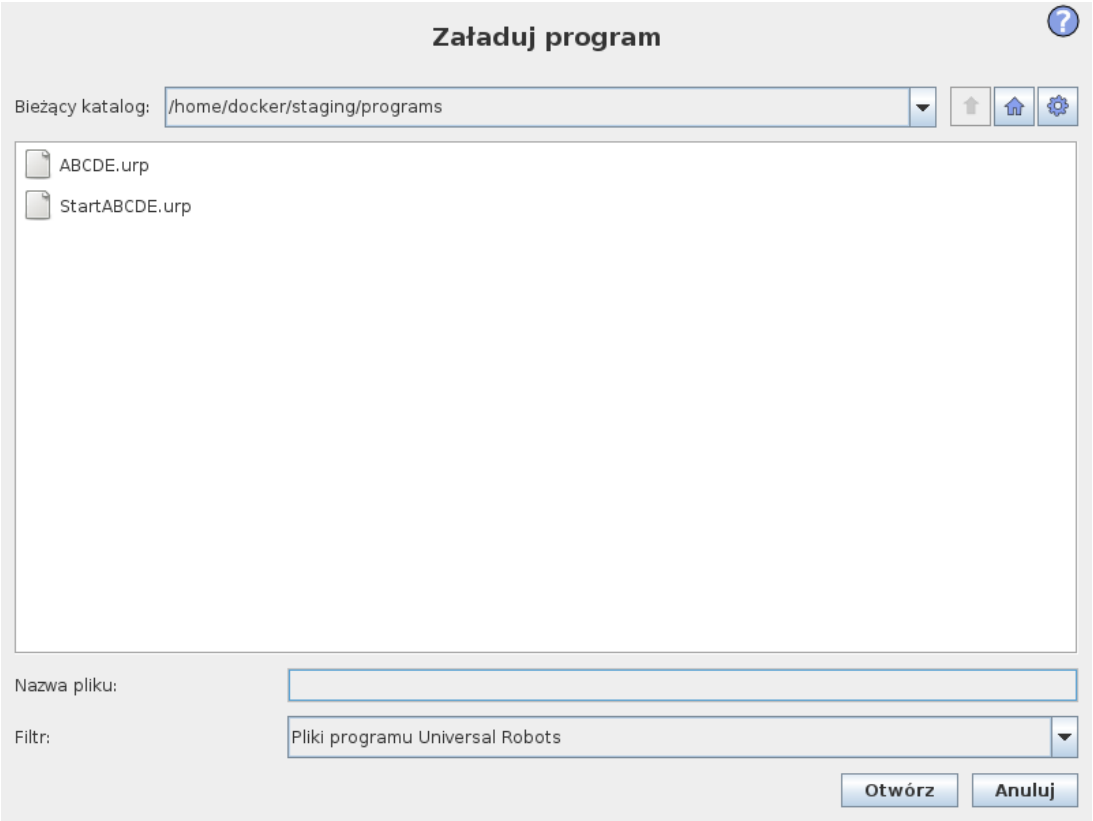
Wykonywanie programu z nośnika USB jest niezalecane. Aby uruchomić program zapisany na nośniku USB, należy go najpierw załadować, a następnie zapisać w lokalnym folderze `programs` za pomocą opcji **Zapisz jako** w menu **Plik**.

Główne różnice polegają na tym, które działania są dostępne dla użytkownika. Na podstawowym ekranie ładowania użytkownik będzie miał możliwość wyłącznie dostępu do plików bez możliwości ich modyfikowania ani usuwania. Ponadto użytkownik nie może opuścić struktury katalogów, zaczynającej się od folderu `programs` folder. The user can descend to a sub-directory, but he cannot get any higher than the `programs`.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

W związku z tym wszystkie programy należy umieszczać w folderze programów i/lub w jego podfolderach.

Układ ekranu



Ten rysunek przedstawia rzeczywisty ekran ładowania. Składa się z poniższych istotnych obszarów i przycisków:

Historia ścieżki

Historia ścieżki pokazuje listę ścieżek prowadzących do aktualnej lokalizacji. Oznacza to, że pokazane są wszystkie katalogi nadrzędne aż do katalogu głównego komputera. Można tutaj zauważyć, że dostęp do katalogów powyżej folderu programów jest niemożliwy.

Po wybraniu nazwy folderu na liście okno dialogowe ładowania zmienia się na ten katalog i wyświetla go w obszarze wyboru plików (patrz Obszar wyboru pliku below).

Obszar wyboru pliku

W tym obszarze okna dialogowego pokazana jest zawartość rzeczywistego obszaru. Pozwala to użytkownikowi na wybranie pliku przez pojedyncze kliknięcie jego nazwy lub otworzenie pliku przez kliknięcie dwukrotne.

Katalogi wybiera się naciśnięciem i przytrzymaniem przycisku przez około 0,5 s. Pojedyncze kliknięcie folderu podrzędnego powoduje wyświetlenie jego zawartości.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Filtr plików

Przez wykorzystanie filtra plików można ograniczyć wyświetlane pliki tylko do pożądanego typu. Wybranie opcji **Wykonaj kopię zapasową** skutkuje wyświetleniem w obszarze wyboru plików ostatnich 10 zapisanych wersji każdego z programów, przy czym rozszerzenie `.old0` is the newest and `.old9` to wersja najstarsza.

Pole pliku

Tutaj pokazany jest aktualnie wybrany plik. Użytkownik ma możliwość ręcznego wprowadzenia nazwy pliku, klikając ikonę klawiatury z prawej strony pola. Pojawi się wtedy klawiatura ekranowa, przy pomocy której użytkownik może wprowadzić nazwę pliku bezpośrednio na ekranie.

Przycisk Otwórz

Kliknięcie przycisku Otwórz spowoduje otwarcie aktualnie wybranego pliku i powrót do poprzedniego ekranu.

Przycisk Anuluj

Kliknięcie przycisku Anuluj spowoduje przerwanie trwającego procesu ładowania i przełączenie ekranu do poprzedniego obrazu.

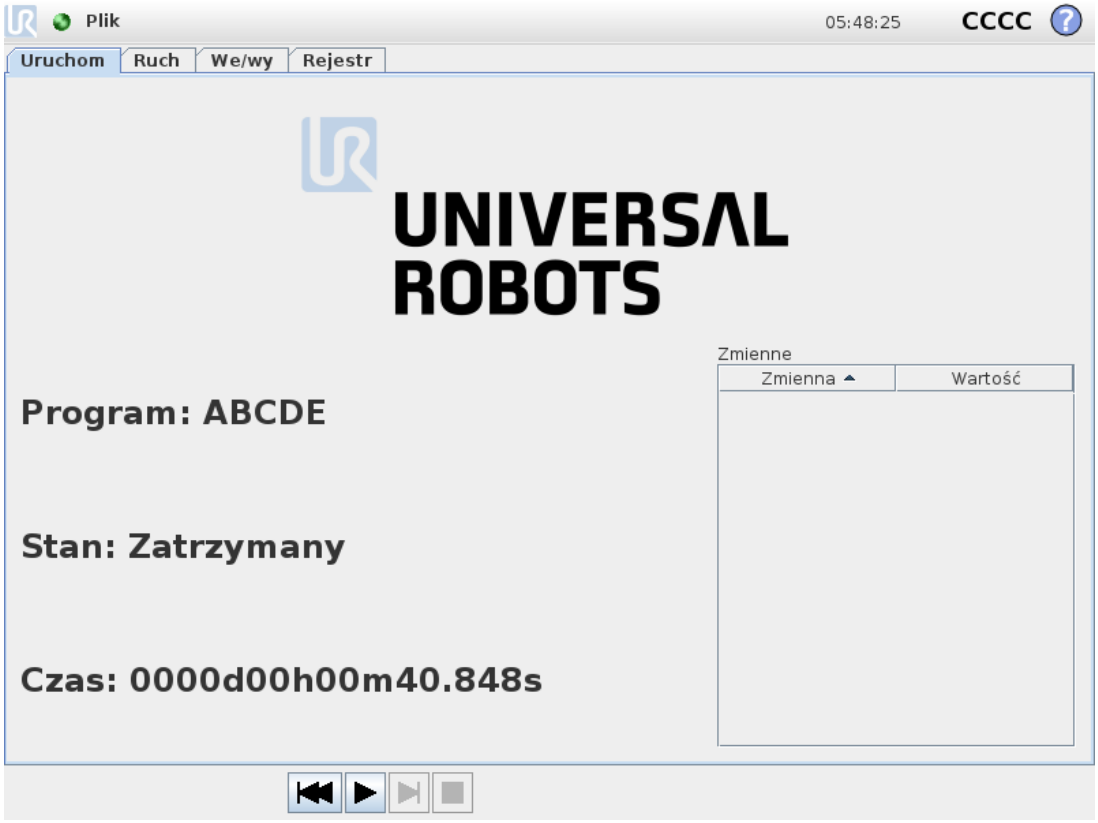
Przyciski działań

Zestaw przycisków pozwala użytkownikowi na wykonywanie działań, które normalnie byłyby dostępne po kliknięciu prawym przyciskiem nazwy pliku w zwykłym oknie dialogowym. Dostępna jest także możliwość poruszania się w górę struktury katalogów i bezpośrednio do folderu programu.

- Nadrzędny: przejście do góry w strukturze katalogów. Ten przycisk będzie nieaktywny w dwóch przypadkach: kiedy bieżący katalog jest na najwyższym poziomie lub kiedy ekran działa w trybie ograniczonym i bieżący katalog jest folderem programu.
- Przejdź do folderu programu: przejście do ekranu głównego
- Działania: działania takie jak utworzenie katalogu, usunięcie pliku itd.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.23.18. Karta uruchomienia



Ta karta umożliwia bardzo prostą obsługę ramienia robota i skrzynki sterowniczej i zawiera minimalną możliwą liczbę przycisków i opcji. W połączeniu z zabezpieczeniem hasłem części interfejsu PolyScope służącej do programowania (patrz 1.25.3. Ustaw hasło on page216) pozwala ona przekształcić robota w narzędzie, w którym można uruchamiać wyłącznie wcześniej napisane programy.

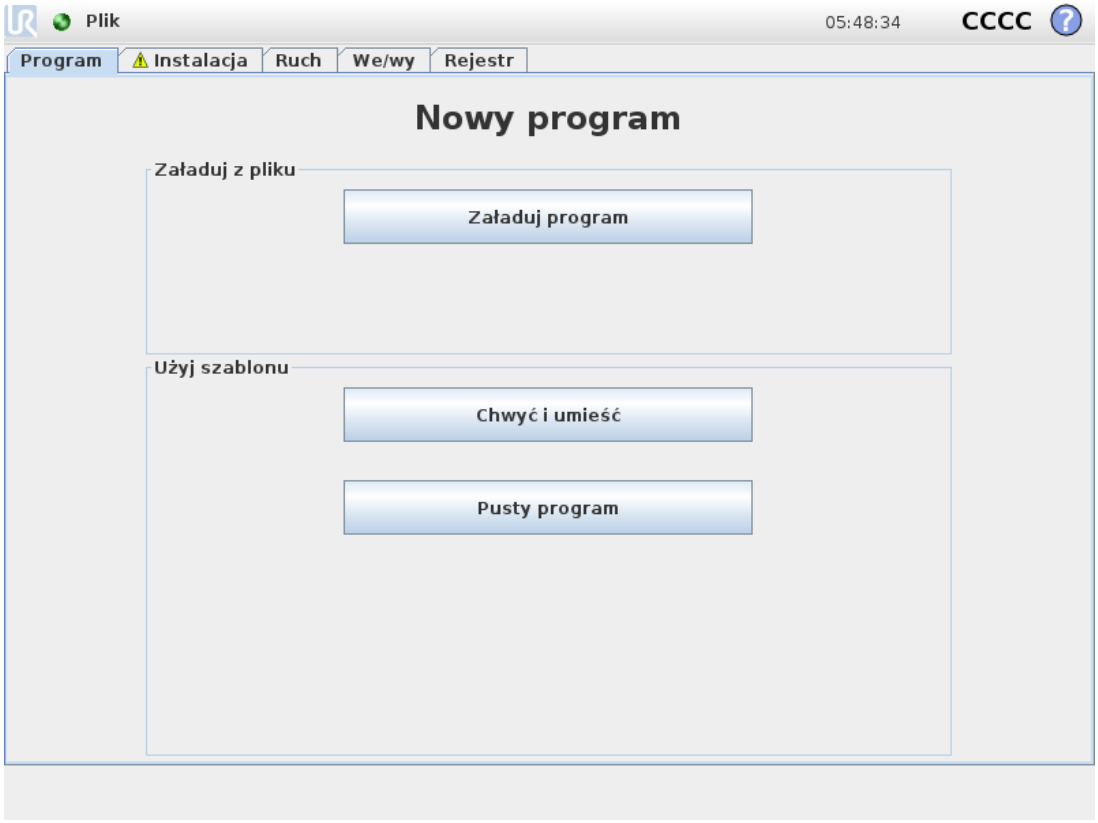
Ponadto na tej karcie można automatycznie ładować i uruchamiać program domyślny na podstawie przejścia zbocza zewnętrznego sygnału wejściowego (patrz 1.23.15. Instalacja → Program domyślny on page154). Połączenie automatycznego ładowania i uruchamiania programu domyślnego oraz automatycznego inicjowania przy uruchomieniu może być użyte na przykład do zintegrowania ramienia robota z inną maszyną.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24. Programowanie

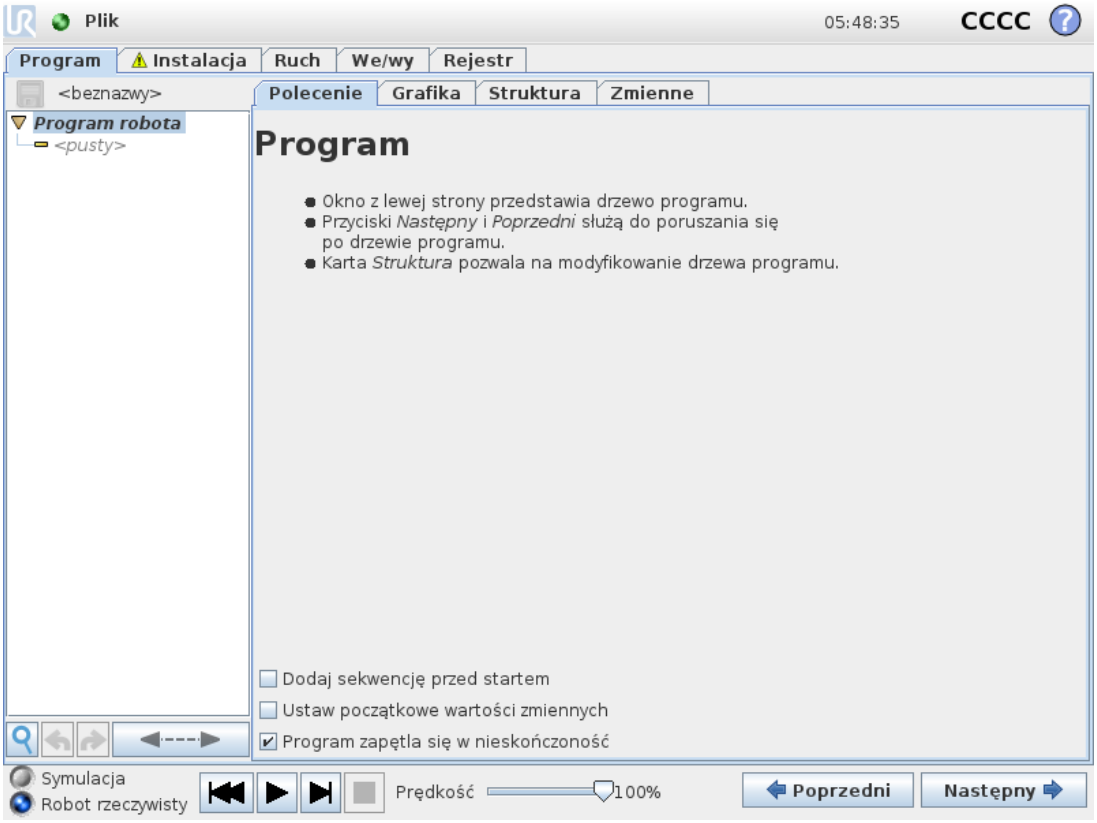
1.24.1. Nowy program



Nowy program robota można zacząć albo od *szablonu*, albo od istniejącego (zapisanego) programu robota. *Szablon* może zapewnić ogólną strukturę programu, tak że konieczne jest tylko uzupełnienie szczegółów programu.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.2. Karta Program



Na karcie Program jest wyświetlany aktualnie edytowany program.

Drzewo programu

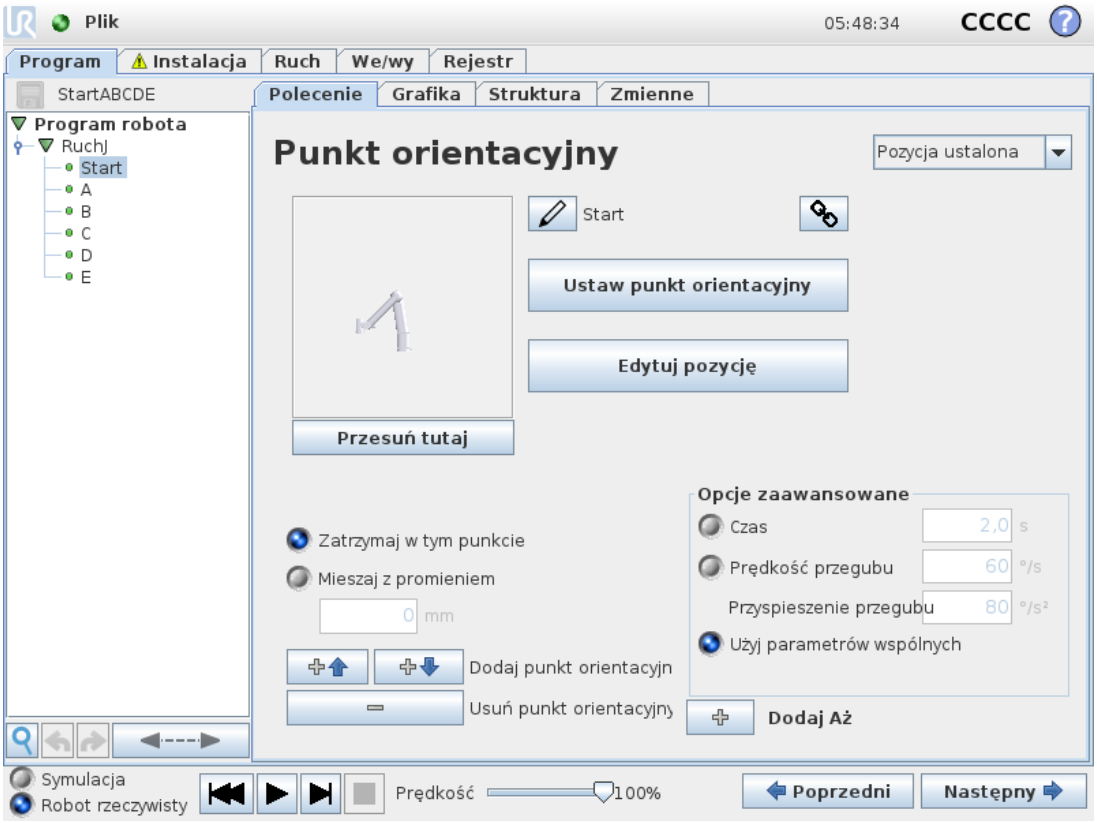
Drzewo programu z lewej strony ekranu wyświetla program jako listę poleceń, natomiast obszar z prawej strony ekranu zawiera informacje dotyczące bieżącego polecenia.

Bieżące polecenie wybiera się, klikając listę poleceń lub używając przycisków **Poprzedni** i **Następny** w prawej dolnej części ekranu. Polecenia można wstawiać lub usuwać na karcie **Struktura**. Nazwa programu jest wyświetlana bezpośrednio nad listą poleceń z ikoną dyskietki, którą można kliknąć, aby szybko zapisać program.

W drzewie programu aktualnie wykonywane polecenie jest wyróżnione, zgodnie z opisem w Wskazanie wykonywania programu on the facing page.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Wskazanie wykonywania programu



Drzewo programu zawiera wizualne elementy, informujące o tym, które polecenie jest wykonywane przez sterownik robota. Z lewej strony ikony polecenia widoczna jest mała ikona wskaźnika, a nazwa wykonywanego polecenia oraz wszystkich poleceń, dla których wykonywane polecenie jest podrzędne (zwykle oznaczane ikonami ▶/▼) są wyróżniane kolorem niebieskim. Pomaga to użytkownikowi w odszukaniu wykonywanego polecenia w drzewie. Na przykład ramię robota porusza się w kierunku punktu orientacyjnego. Odpowiednie polecenie podrzędne takiego punktu oznaczone jest ikoną , a jego nazwa wraz z nazwą nadrzędnego polecenia Ruch (patrz 1.24.4. Polecenie: Ruch on page168) są wyświetlane w kolorze niebieskim. Jeśli program zostanie wstrzymany, ikona wskaźnika jego wykonywania będzie oznaczać ostatnie wykonywane polecenie. Kliknięcie przycisku z ikoną pod drzewem programu powoduje przejście w drzewie do aktualnie lub ostatnio wykonywanego polecenia. Jeśli użytkownik kliknie polecenie w czasie wykonywania programu, na karcie Polecenie będą widoczne informacje związane z wybranym poleceniem. Naciśnięcie przycisku spowoduje, że na karcie Polecenie ponownie będą wyświetlane informacje o aktualnie wykonywanych poleceniach.

Przycisk wyszukiwania

Dotknąć przycisku, aby wyszukać w drzewie programu. Po kliknięciu przycisku wyszukiwania możliwe jest wprowadzenie wyszukiwanego tekstu, a pasujące węzły programu zostaną wyróżnione kolorem żółtym. Ponadto dostępne są przyciski nawigacji, umożliwiające przechodzenie do poszczególnych znalezionych elementów. Nacisnąć ikonę , aby wyjść z trybu wyszukiwania. Uwaga: aby uzyskać dostęp do dodatkowych przycisków nawigacji, należy rozwinąć drzewo programu.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Przyciski cofnij/ponów

Przyciski z ikonami oraz na pasku narzędzi u podstawy drzewa programu służą do cofania i przywracania zmian wprowadzonych w drzewie programu i w zawartych w nim poleceniach.

Tablica przyrządów programu

Najniższa część ekranu to *Tablica przyrządów*. *Tablica przyrządów* zawiera zestaw przycisków podobnych do tych ze starych magnetofonów, za pomocą których można uruchamiać i zatrzymywać programy, wykonywać je krokowo i ponownie uruchamiać. *Suwak szybkości* umożliwia regulację szybkości programu w dowolnej chwili, co bezpośrednio wpływa na szybkość ruchów robota. Ponadto *suwak szybkości* w czasie rzeczywistym pokazuje względną szybkość ruchu ramienia robota z uwzględnieniem ustawień bezpieczeństwa. Wskazywana wartość procentowa to maksymalna szybkość, jaką można osiągnąć w działającym programie bez przekraczania limitów bezpieczeństwa.

Z lewej strony *Tablicy przyrządów* znajdują się przyciski `Simulation` and `Real Robot`, które przełączają uruchomienie programu między pracą w trybie symulacji a pracą na prawdziwym robocie. Podczas pracy w trybie symulacji ramię robota się nie porusza, dzięki czemu nie może ulec uszkodzeniu ani uszkodzić pobliskiego wyposażenia w efekcie kolizji. Symulacja służy do testowania programów, jeśli nie ma pewności co do czynności ramienia robota.



OSTRZEŻENIE

1. Po naciśnięciu przycisku `Play` należy koniecznie pozostawać poza przestrzenią roboczą robota. Zaprogramowany ruch może się różnić od oczekiwanego.
2. Przycisku `Step` button when it is absolutely necessary. Make sure to stay outside the robot workspace when the `Step` należy używać tylko w razie absolutnej konieczności.
3. Program należy zawsze sprawdzać z szybkością ograniczoną przez suwak szybkości. Logiczne błędy programowania popełnione przez integratora mogą powodować nieoczekiwane ruchy ramienia robota.
4. W przypadku zatrzymania awaryjnego lub ochronnego program robota się zatrzymuje. Możliwe jest jego wznowienie, o ile żaden przegub nie poruszy się o więcej niż 10°. Po naciśnięciu opcji odtwarzania robot powoli powróci na trajektorię i będzie kontynuować wykonywanie programu.

Podczas pisania programu wynikowe ruchy ramienia robota są pokazywane na rysunku 3D na karcie `Graphics`, której opis zawiera 1.24.33. Karta Urządzenie graficzne on page209.

Obok każdego polecenia programu znajduje się mała ikona, która ma barwę czerwoną, żółtą lub zieloną. Czerwona ikona oznacza, że w danym poleceniu występuje błąd, żółta oznacza, że polecenie nie jest ukończone, zaś zielona oznacza, że całość jest prawidłowa. Program można uruchomić tylko wtedy, kiedy wszystkie polecenia są zielone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.3. Zmienne

Program robota może używać zmiennych do zapisywania i aktualizowania różnych wartości podczas wykonywania. Dostępne są dwa rodzaje zmiennych:

Zmienne instalacji
Te zmienne mogą być używane przez wiele programów, a ich nazwy i wartości są powiązane z instalacją robota (patrz 1.23.10. Instalacja → Zmienne on page140). Zmienne instalacji zachowują swoje wartości także po ponownym uruchomieniu robota i skrzynki sterowniczej.

Zwykłe zmienne programu
Te zmienne są dostępne wyłącznie dla wykonywanego programu, a ich wartości są tracone od razu po zatrzymaniu programu.

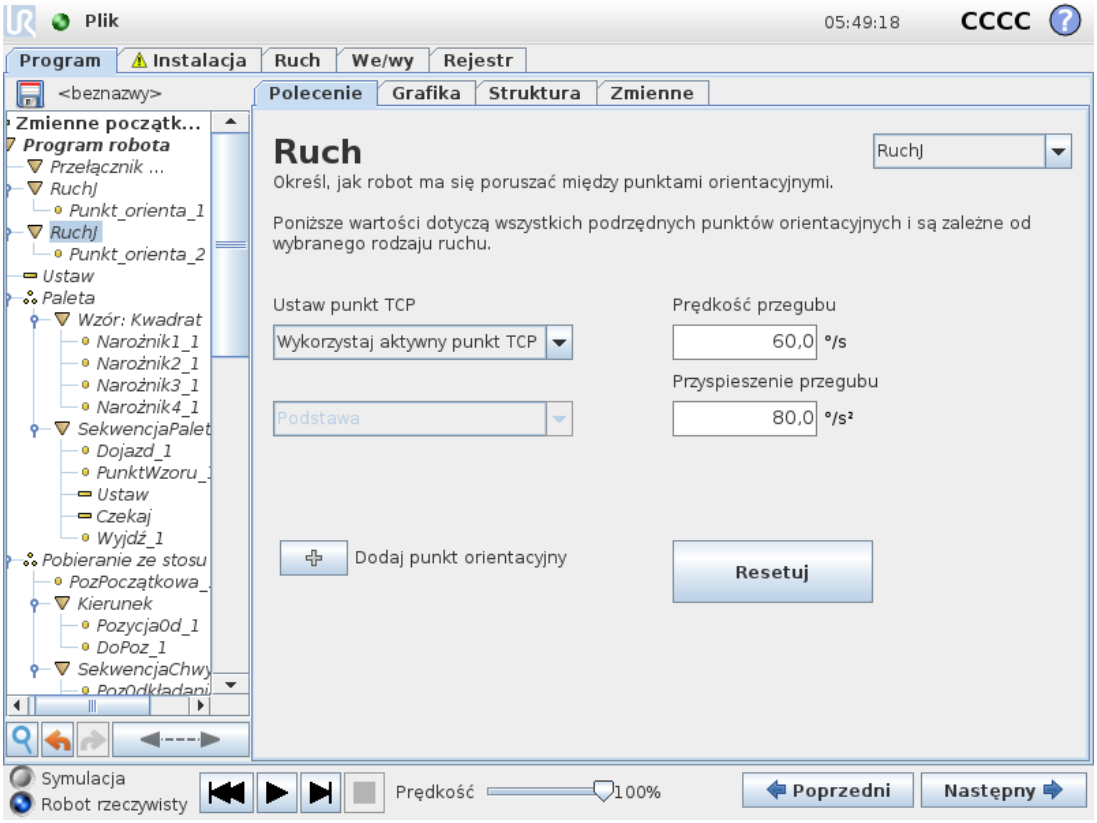
Wyświetlanie punktów orientacyjnych
Program robota używa zmiennych skryptu do przechowywania informacji o punktach orientacyjnych.
Zaznacz pole wyboru **Wyświetl punkty orientacyjne** na karcie **Zmienne**, aby wyświetlić zmienne skryptu na liście zmiennych.IFXCOND_generationNumber_SEP_ generationFiveIFXCONDEND

Typy zmiennych

logiczna	Zmienna logiczna, której wartość to `True` or `False`.
całk.	Liczba całkowita z zakresu od −2147483648 do 2147483647 (32 bity).
zm.przec.	Liczba zmiennoprzecinkowa (dziesiętna) (32 bity).
ciąg	Ciąg znaków.
pozycja	Wektor opisujący lokalizację i orientację w przestrzeni kartezjańskiej. Jest to połączenie promienia wodzącego (*x*, *y*, *z*) i wektora obrotu (*rx*, *ry*, *rz*) określającego orientację, z zapisem `p[x, y, z, rx, ry, rz]`.
lista	Ciąg zmiennych.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.4. Polecenie: Ruch



Polecenie **Ruch** steruje ruchem robota przez zadane punkty orientacyjne. Punkty orientacyjne muszą zostać określone w ramach polecenia Ruch. Polecenie Ruch określa przyspieszenie i szybkość, z jaką ramię robota będzie się poruszać między tymi punktami orientacyjnymi.

Rodzaje ruchów

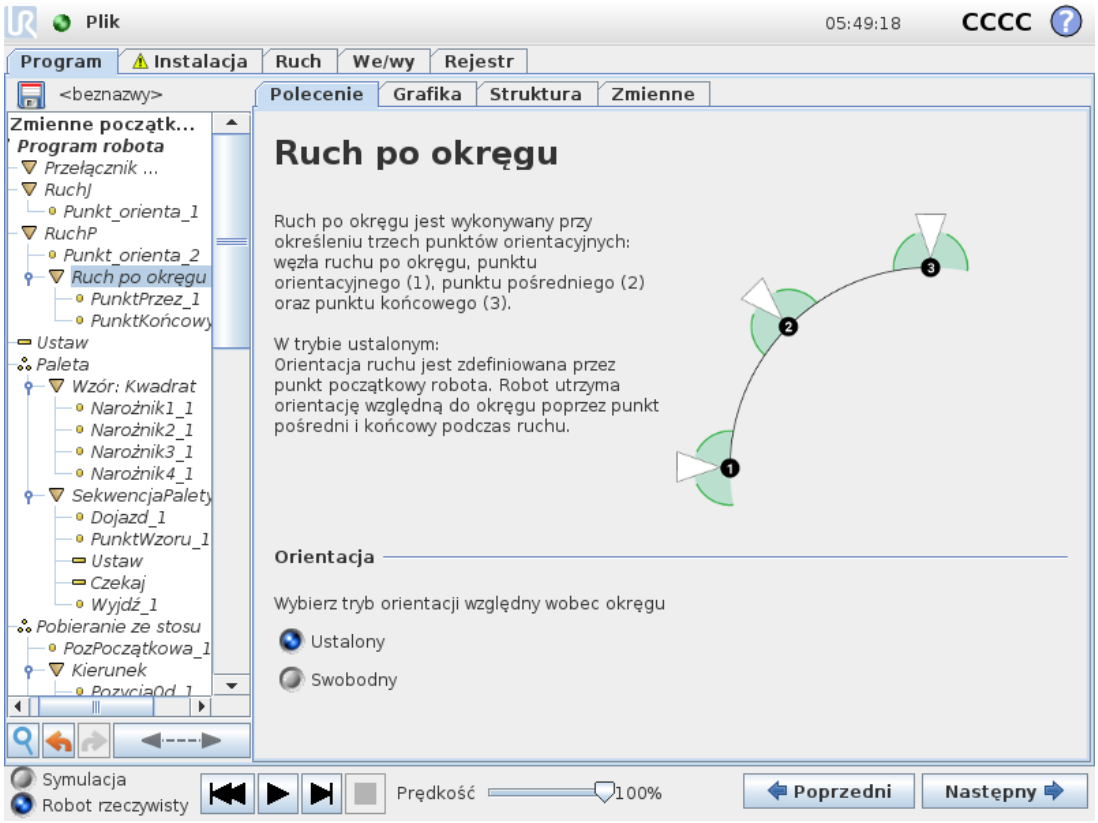
Można wybrać jeden z trzech typów ruchów: **RuchJ**, **RuchL** i **RuchP**. Wszystkie typy ruchów opisano poniżej.

- **RuchJ** powoduje wykonywanie ruchów obliczanych w **przestrzeni przegubów** ramienia robota. Każdy z przegubów jest sterowany w taki sposób, aby jednocześnie osiągnęły one żądane położenie końcowe. Ten rodzaj ruchu daje zakrzywiony tor narzędzia. Wspólnymi parametrami mającymi zastosowanie do tego typu ruchu są maksymalna prędkość przegubu i przyśpieszenie przegubu, wyrażane odpowiednio w jednostkach *st./s* i $st./s^2$. Jeśli ramię robota ma się szybko przemieścić między punktami orientacyjnymi bez względu na tor narzędzia między nimi, należy wybrać ten rodzaj ruchu.
- **RuchL** powoduje liniowy ruch punktu centralnego narzędzia (TCP) między punktami orientacyjnymi. Oznacza to, że każdy przegub wykonuje dużo bardziej złożony ruch, aby utrzymać narzędzie na prostym torze. Wspólnymi parametrami, które można ustawić dla tego typu ruchu są żądana prędkość narzędzia i przyspieszenie narzędzia wyrażane odpowiednio w jednostkach *mm/s* i mm/s^2, a także funkcja.
- **RuchP** powoduje liniowy ruch narzędzia ze stałą prędkością z kołowym mieszaniem i służy

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

do wykonywania operacji takich, jak klejenie lub dozowanie. Wielkość promienia mieszania jest domyślnie wspólną wartością dla wszystkich punktów orientacyjnych. Mniejsza wartość spowoduje, że tor będzie ostrzejszy, zaś większa wartość spowoduje, że tor będzie łagodniejszy. Gdy ramię robota porusza się między punktami orientacyjnymi ze stałą szybkością, skrzynka sterownicza robota nie może oczekiwać na operację we/wy ani czynność operatora. Może to doprowadzić do zatrzymania ruchu ramienia robota lub spowodować zatrzymanie ochronne.

- **Ruch po okręgu** można dodać do polecenia **RuchP**, aby wykonać ruch okrężny. Robot zaczyna poruszać się z aktualnej pozycji lub punktu początkowego, przemieszcza się przez **punkt przejściowy** oznaczony na łuku oraz **punkt końcowy**, co kończy ruch okrężny.
  Tryb jest wykorzystywany do obliczenia orientacji narzędzia poprzez łuk okręgu. Tryb może być:
  - Stały: stosowany jest wyłącznie punkt początkowy do określenia orientacji narzędzia
  - Swobodny: punkt początkowy jest przekształcany w **punkt końcowy** w celu określenia orientacji narzędzia



Parametry wspólne

Wspólne parametry w prawym dolnym rogu ekranu Ruch dotyczą przesunięcia z poprzedniego położenia ramienia robota do pierwszego punktu orientacyjnego danego polecenia i dalej do każdego kolejnego punktu orientacyjnego. Ustawienia polecenia Ruch nie mają zastosowania do toru biegnącego *od* ostatniego punktu orientacyjnego w ramach danego polecenia Ruch.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Wybór punktu TCP

Punkt TCP używany dla punktów orientacyjnych w danym poleceniu Ruch można wybrać z menu rozwijanego. Z instalacji można wybrać TCP zdefiniowane przez użytkownika, aktywne TCP lub wykorzystać kołnierz narzędzia. Po wyborze TCP zdefiniowanego przez użytkownika lub aktywnego TCP ruch polecenia Ruch zostanie dostosowany do wybranej wartości. Wybór opcji **Wykorzystaj kołnierz narzędzia** spowoduje, że punkt TCP nie będzie wykorzystywany, a ruch w ramach danego polecenia Ruch zostanie dostosowany do kołnierza narzędzia (tj. ruch nie ulegnie korekcie).

Jeśli aktywny punkt TCP tego ruchu jest wyznaczony podczas wykonywania programu, musi być ustawiony dynamicznie za pomocą polecenia Ustaw (patrz 1.24.11. Polecenie: Ustaw on page183) lub przy użyciu poleceń skryptu. Więcej informacji o konfigurowaniu nazwanych punktów TCP, patrz 1.23.6. Instalacja → Konfiguracja punktu centralnego narzędzia (TCP) on page132.

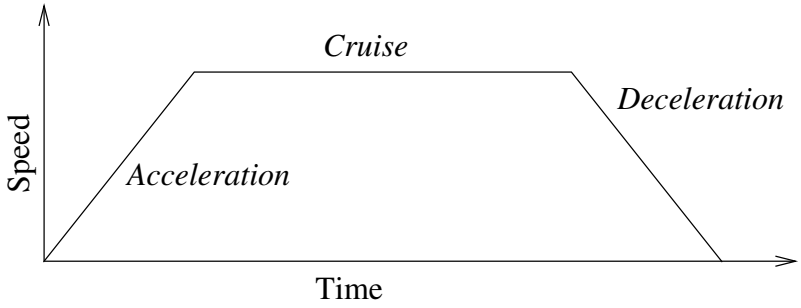
Wybór funkcji

Funkcja rozmieszcza w ramach polecenia Ruch te punkty orientacyjne, które powinny być reprezentowane podczas określania punktów orientacyjnych (patrz sekcja 1.23.12. Instalacja → Funkcje on page145). Oznacza to, że podczas ustawiania punktu orientacyjnego program będzie pamiętał współrzędne narzędzia w przestrzeni funkcji dla wybranej funkcji. Istnieje kilka okoliczności wymagających dokładniejszego omówienia:

Wybrana funkcja nie ma wpływu na względne punkty orientacyjne. Ruch względny jest zawsze wykonywany względem orientacji **podstawy**.

Gdy ramię robota przesuwa się do zmiennego punktu orientacyjnego, punkt centralny narzędzia (TCP) jest obliczany jako współrzędne zmiennej w przestrzeni wybranej funkcji. W związku z tym ruch ramienia robota do zmiennego punktu orientacyjnego zmienia się po wybraniu innej funkcji.

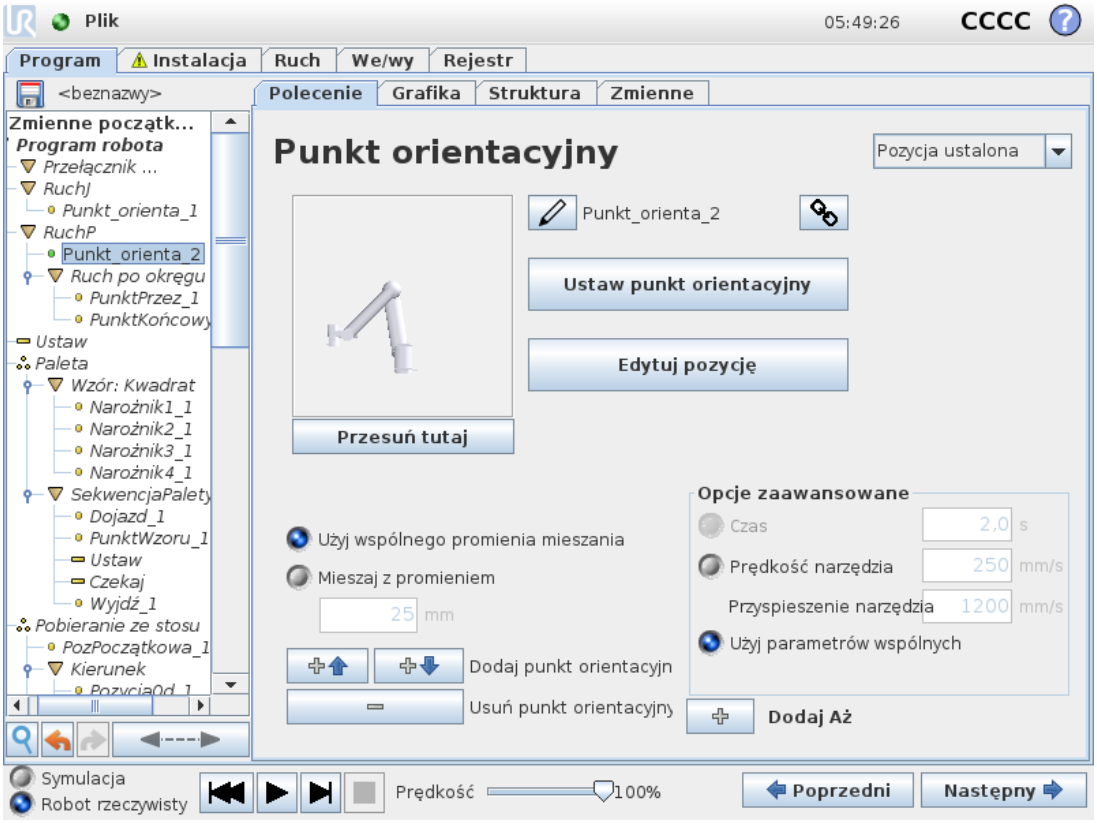
Jeśli dowolna z funkcji w aktualnie załadowanej instalacji zostanie określona jako zmienna, odpowiadające jej zmienne będzie również można wybrać w menu wyboru funkcji. Jeśli zostanie wybrana zmienna funkcji (nosząca nazwę funkcji z przyrostkiem „_var”), ruchy ramienia robota (z wyjątkiem **względnych punktów orientacyjnych**) będą względne wobec rzeczywistej wartości zmiennej podczas wykonywania programu. Wartością początkową zmiennej funkcji jest wartość rzeczywistej funkcji, jaką skonfigurowano podczas instalacji. W przypadku zmiany tej wartości zmianie ulegną ruchy robota.



Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

16.1: *Profil szybkości dla ruchu. Krzywą jest podzielona na trzy odcinki: przyspieszenie, stała prędkość i hamowanie.. Poziom fazy stała prędkość jest określany przez ustawienie prędkości ruchu, zaś nachylenia faz przyspieszenia i hamowania są określane przez parametr przyspieszenia.*

1.24.5. Polecenie: Ustalony punkt orientacyjny



Punkt na torze robota. Punkty orientacyjne są najważniejszą częścią programu robota i kierują ramieniem robota. Punkt orientacyjny o ustalonej pozycji jest nauczany przez fizyczne przesunięcie ramienia robota do danej pozycji.

Ustawianie punktu orientacyjnego

Należy nacisnąć ten przycisk, aby przejść do ekranu Ruch, gdzie można określić pozycję ramienia robota dla tego punktu orientacyjnego. Jeśli punkt orientacyjny został umieszczony w przestrzeni liniowej za pomocą polecenia Ruch (**RuchL** lub **RuchP**), dla tego polecenia Ruch musi zostać wybrana poprawna funkcja, aby można było nacisnąć ten przycisk.

Nazwy punktów orientacyjnych

Punkty orientacyjne automatycznie otrzymują unikatową nazwę. Użytkownik może zmienić nazwę. Po kliknięciu ikony połączenia punkty orientacyjne zostają połączone i współdzielą informacje o pozycji. Pozostałe informacje na temat punktów orientacyjnych, takie jak promień mieszania, prędkość narzędzi/przegubów i przyspieszenie narzędzi/przegubów, można ustawić dla poszczególnych punktów orientacyjnych, nawet jeśli mogą być potencjalnie ze sobą połączone.

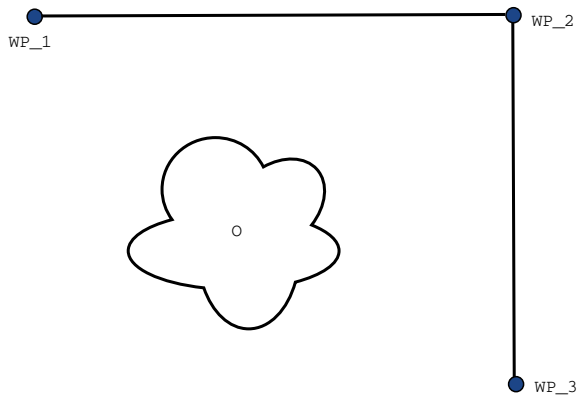
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Mieszanie

Mieszanie umożliwia robotowi płynne przejście między dwiema trajektoriami bez zatrzymywania się w punkcie orientacyjnym między nimi.

Przykład

Przykładem może być pobieranie i umieszczanie (patrz rysunek 16.2), gdy robot jest obecnie w punkcie orientacyjnym 1 (`WP_2`). Aby utworzyć tor spełniający wymagania, należy wprowadzić trzy punkty orientacyjne.`WP_3` w kierunku od punktu orientacyjnego 2 (`O`), robot musi zbliżyć się do `WP_3`). Aby uniknąć kolizji z obiektem i innymi przeszkodami (`WP_1`) i musi pobrać obiekt w punkcie orientacyjnym 3.



16.2: *`WP_1` : pozycja początkowa, `WP_2` : punkt przejściowy, `WP_3` : pozycja podnoszenia, `O` : przeszkoda.*

Robot zatrzyma się przy każdym punkcie orientacyjnym przed kontynuowaniem ruchu, jeśli nie inne ustawienia nie zostaną zmienione. W przypadku tego zadania zatrzymanie się w `WP_2` nie jest optymalne, ponieważ płynny obrót wymaga mniej czasu i energii, a zarazem spełnia wymagania. Dopuszczalne jest nawet, aby robot nie dotarł dokładnie do `WP_2` , o ile przejście z pierwszej trajektorii na drugą zostanie przeprowadzane w pobliżu tego położenia.

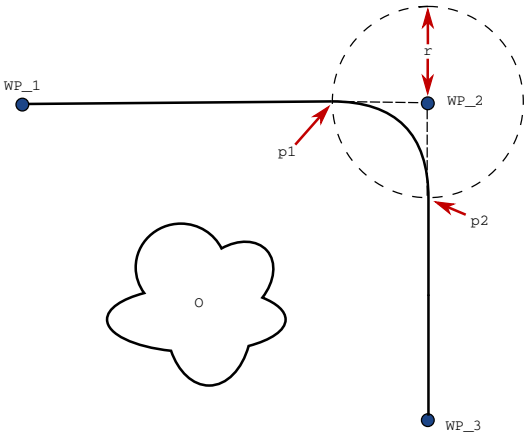
Można uniknąć zatrzymania w `WP_2` , konfigurując mieszanie dla punktu orientacyjnego i umożliwiając robotowi obliczenie płynnego przejścia do następnej trajektorii. Podstawowy parametr mieszania to promień. Jeśli robot mieści się w promieniu mieszania punktu orientacyjnego, może rozpocząć przejście i odchylić się od pierwotnego toru. To umożliwi szybszy i płynniejszy ruch ponieważ robot nie będzie musiał zwalniać ani przyspieszać.

Parametry mieszania

Na trajektorię mieszania oprócz punktów orientacyjnych ma wpływ wiele parametrów (patrz rysunek 16.3):

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

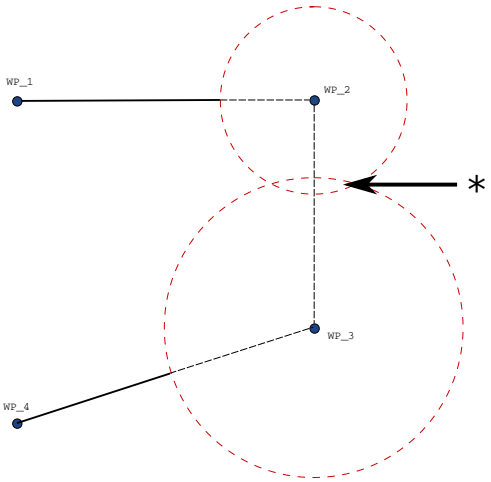
- Promień mieszania (`r`)
- Początkowa i końcowa prędkość robota (odpowiednio w położeniu `p1` i `p2`)
- Czas ruchu (np. jeśli określony czas trajektorii zostanie ustawiony, wpłynie on na początkową/końcową prędkość robota)
- Typ trajektorii, od której i do której robot ma przejść (`MoveL`, `MoveJ`)



16.3: *Mieszanie `WP_2` z promieniem `r` , pozycja początkowa przejścia `p1` , pozycja końcowa mieszania `p2` . `O` to przeszkoda.*

W przypadku ustawienia promienia mieszanego trajektoria ramienia robota zmienia się wokół punktu orientacyjnego, co pozwala ramieniu nie zatrzymywać się w tym punkcie.

Fragmenty mieszania nie mogą się nakładać, więc nie można ustawić promienia mieszania nakładającego się na promień mieszania poprzedniego lub następnego punktu orientacyjnego, co przedstawia rysunek 16.4.



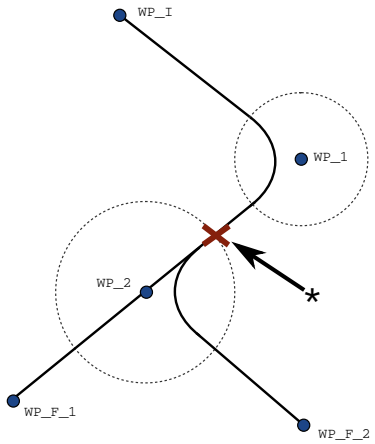
16.4: *Nakładanie się promienia mieszania zabronione (*).*

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Warunkowe trajektorie mieszania

Trajektoria mieszania jest uzależniona od punktu orientacyjnego, w którym jest ustawiony promień mieszania i kolejnej trajektorii mieszania w drzewie programu. W programie na rysunku 16.5 mieszanie jest wykonywane wokół `WP_2` w tym przykładzie. Możliwe są dwie pozycje końcowe i, aby określić kolejny punkt orientacyjny do mieszania, robot musi ocenić bieżący odczyt z `WP_2` . Konsekwencje tego są bardziej widoczne, gdy na mieszanie wokół `WP_1digital_input[1]` wpływa już podczas wprowadzania promienia mieszania. To znaczy, że wyrażenie **jeśli...to** (lub inne wyrażenia niezbędne do określenia następnego punktu orientacyjnego, np. zmienne punkty orientacyjne) zostaje przeanalizowane przed dotarciem do `WP_2` , co jest nieco sprzeczne z intuicją, jeśli brać pod uwagę sekwencję programu. Jeśli punkt orientacyjny jest punktem zatrzymania po którym następuje wyrażenie porównawcze, które ma określić kolejny punkt orientacyjny (np. polecenie we/wy), wyrażenie zostaje wykonane po zatrzymaniu ramienia robota w tym punkcie orientacyjnym.

```
MoveL
    WP_I
    WP_1 (blend)
    WP_2 (blend)
    if (digital_input[1]) then
        WP_F_1
    else
        WP_F_2
```



16.5: *`WP_I` to początkowy punkt orientacyjny. Są dwa możliwe końcowe punkty orientacyjne, `WP_F_1` i `WP_F_2`, w zależności od wyrażeń warunkowych. Wyrażenie warunkowe `if` jest analizowane, gdy ramię robota wejdzie w drugi obszar mieszania (*).*

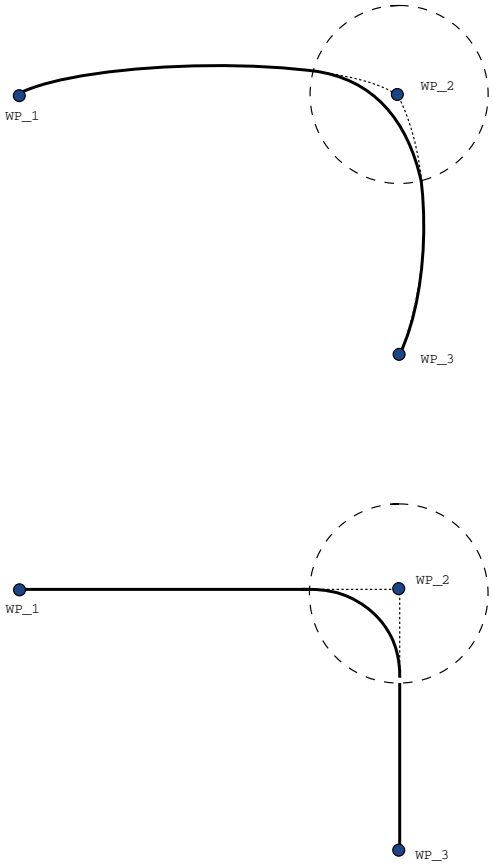
Kombinacje typów trajektorii

Można mieszać za pomocą wszystkich czterech kombinacji typów trajektorii **RuchJ** i **RuchL**, jednak określona kombinacja będzie miała wpływ na obliczoną trajektorię mieszania. Istnieją 4 kombinacje:

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1. **RuchJ** do **RuchJ** (mieszanie wyłącznie w przestrzeni przegubów)
2. **RuchJ** do **RuchL**
3. **RuchL** do **RuchL** (mieszanie wyłącznie w przestrzeni kartezjańskiej)
4. **RuchL** do **RuchJ**

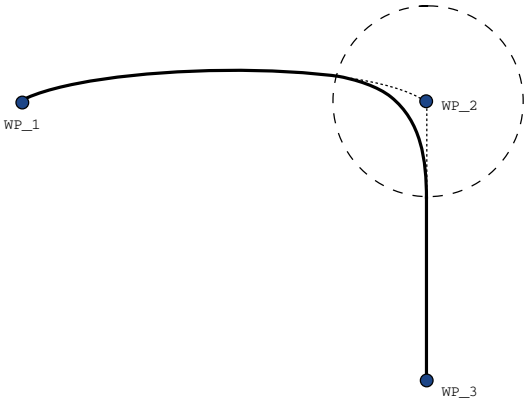
Mieszanie wyłącznie w przestrzeni przegubów (punkt 1) i mieszanie wyłącznie w przestrzeni kartezjańskiej (punkt 3) są porównane na rysunku 16.6. Pokazane są dwa możliwe tory narzędzia dla takich samych zestawów punktów orientacyjnych.



16.6: *Ruch i mieszanie w przestrzeni przegubów (`MoveJ`) vs. cartesian space (`MoveL`).*

W innych kombinacjach punkty 2, 3 i 4 utworzą trajektorie, które pozostaną w granicach pierwotnej trajektorii przestrzeni kartezjańskiej. Przykład mieszania różnych typów trajektorii (punkt 2) jest widoczny na rysunku 16.7.

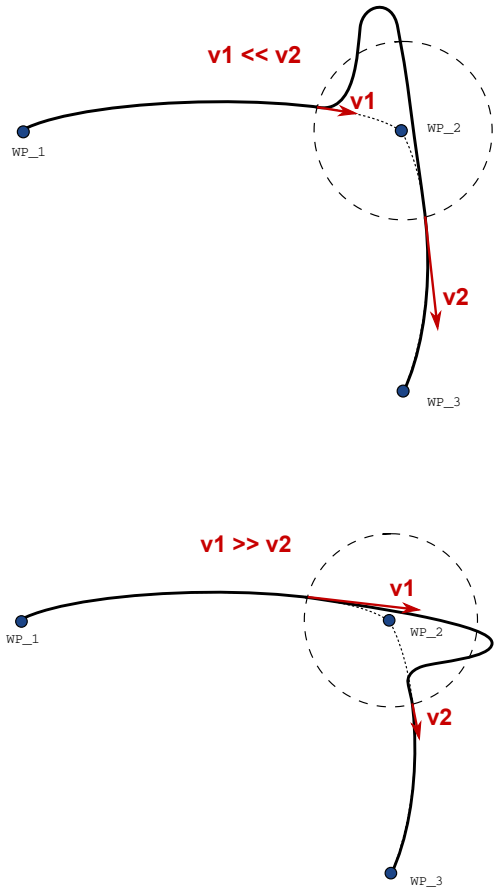
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



16.7: *Przejście z ruchu w przestrzeni przegubów (`MoveJ`) to linear tool movement (`MoveL`).*

Mieszanie wyłącznie w przestrzeni przegubów (punkt 1) może jednak przebiegać w mniej intuicyjny sposób, ponieważ robot będzie starał się wybrać najpłynniejszą możliwą trajektorię w przestrzeni przegubów, biorąc pod uwagę prędkość i wymagania dotyczące czasu. Z tego powodu trajektorie mogą różnić się od torów określonych przez punkty orientacyjne. Taka sytuacja może zdarzyć się szczególnie w przypadku znacznych różnic w prędkości przegubów między dwoma trajektoriami. *Przestroga:* jeśli prędkości znacznie się różnią (np. wskutek określenia ustawień zaawansowanych — zarówno prędkości jak i czasu — określonego punktu orientacyjnego), może wystąpić duże odchylenie od pierwotnej trajektorii, jak na rysunku 16.8. Jeśli konieczne jest mieszanie różnych prędkości i nie można zaakceptować takiego odchylenia, należy rozważyć mieszanie w przestrzeni kartezjańskiej, stosując w zamian **RuchL**.

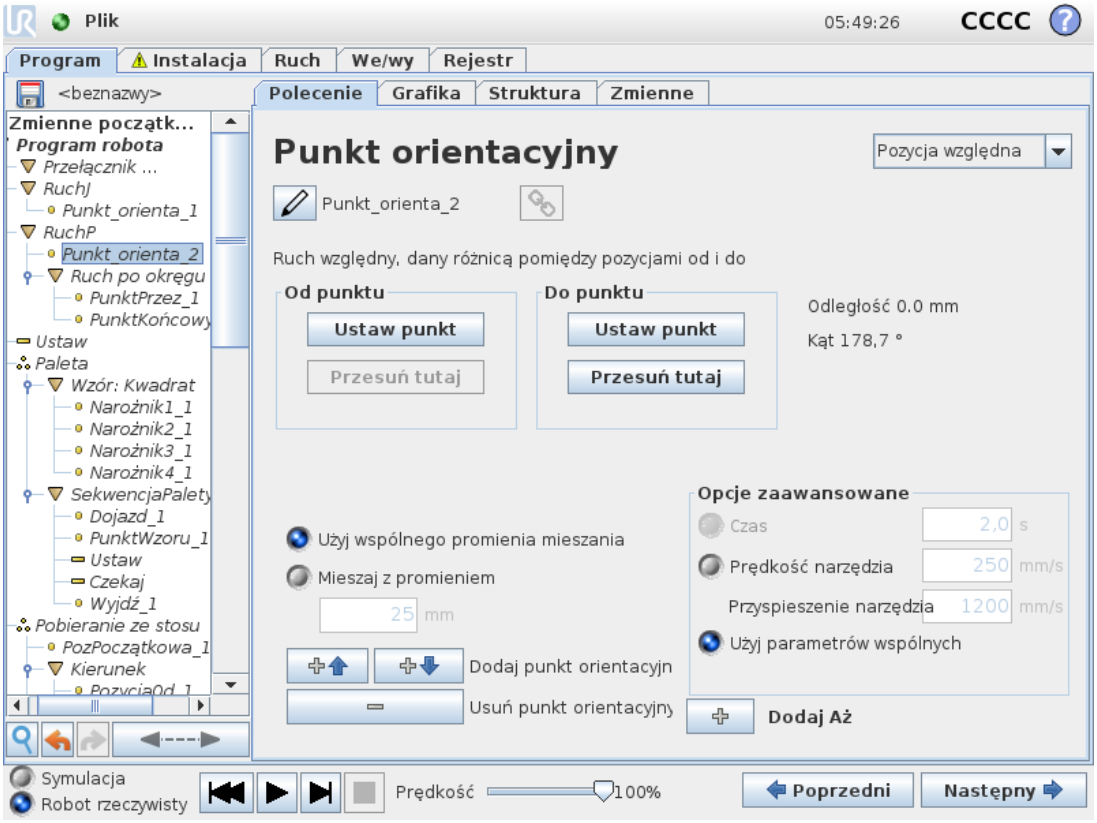
Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



16.8: *Joint space blending when initial velocity `v1` is significantly smaller than final velocity `v2` or the opposite.*

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.6. Polecenie: Względny punkt orientacyjny



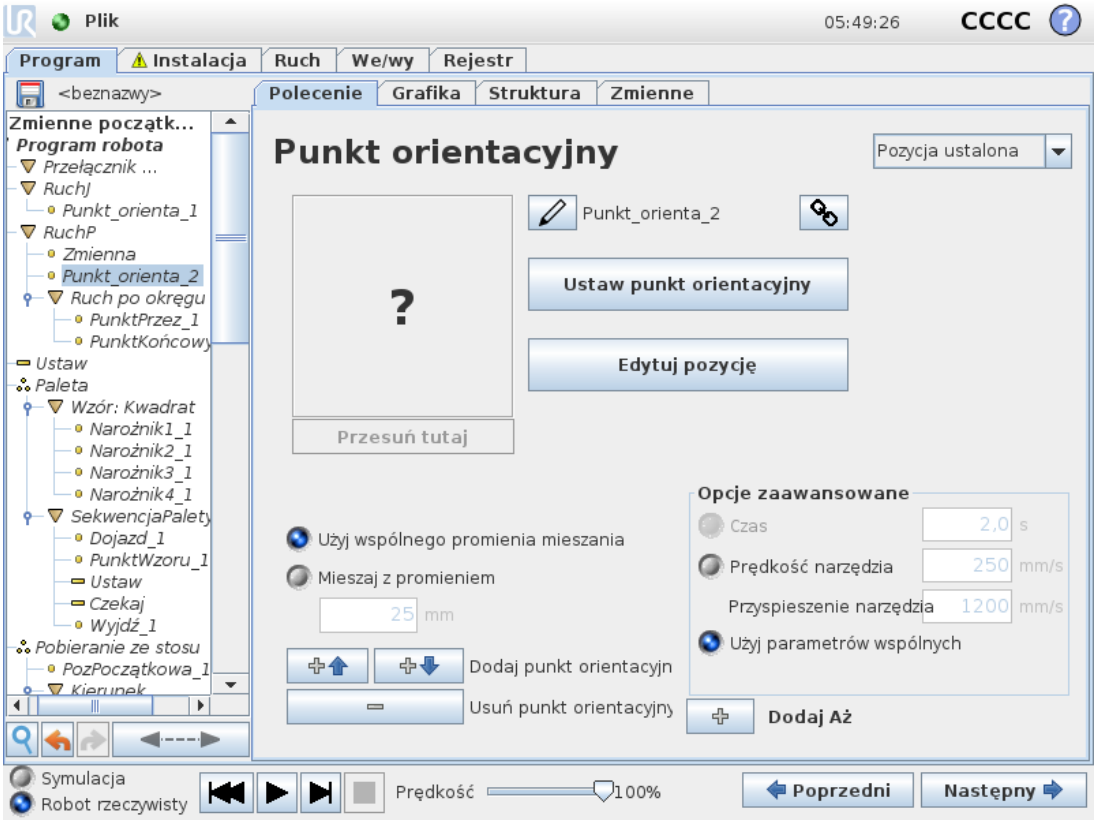
Punkt orientacyjny, którego pozycja jest podana względem poprzedniej pozycji ramienia robota, na przykład „dwa centymetry w lewo”. Pozycja względna jest definiowana jako różnica między dwoma podanymi pozycjami (od lewej do prawej).

Uwaga: powtarzane wykorzystanie pozycji względnych może przesunąć ramię robota poza jego przestrzeń roboczą.

Odległością jest tutaj odległość kartezjańska pomiędzy punktem TCP w dwóch pozycjach. Kąt określa, jak bardzo zmienia się orientacja TCP pomiędzy dwoma pozycjami. Dokładniej mówiąc, chodzi o długość wektora obrotu opisującą zmianę orientacji.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.7. Polecenie: Zmienny punkt orientacyjny



Punkt orientacyjny, którego pozycja została podana jako zmienna, w tym przypadku obliczona_poz. Zmienna musi stanowić *postawę*, na przykład var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]. Pierwsze trzy to *x,y,z*, a ostatnie trzy stanowią to orientacja podana jako *wektor obrotu*, zdefiniowany przez wektor *rx,ry,rz*. Długość osi to kąt obrotu podany w radianach, a sam wektor określa oś, dookoła której dokonuje się obrót. Pozycja jest zawsze podawana względem układu odniesienia albo układu współrzędnych zdefiniowanego przez wybraną cechę. Jeśli promień mieszania jest ustawiony w ustalonym punkcie orientacyjnym, a poprzedzające go i następujące po nim punkty orientacyjne są zmienne lub promień mieszania jest ustawiony w zmiennym punkcie orientacyjnym, promień mieszania nie będzie sprawdzany pod względem nakładania się (patrz Parametry mieszania on page172). Jeśli po uruchomieniu programu promień mieszania nakłada się na punkt, robot zignoruje go i przejdzie do następnego.

Na przykład w celu przesunięcia robota o 20 *mm* wzdłuż osi narzędzia:

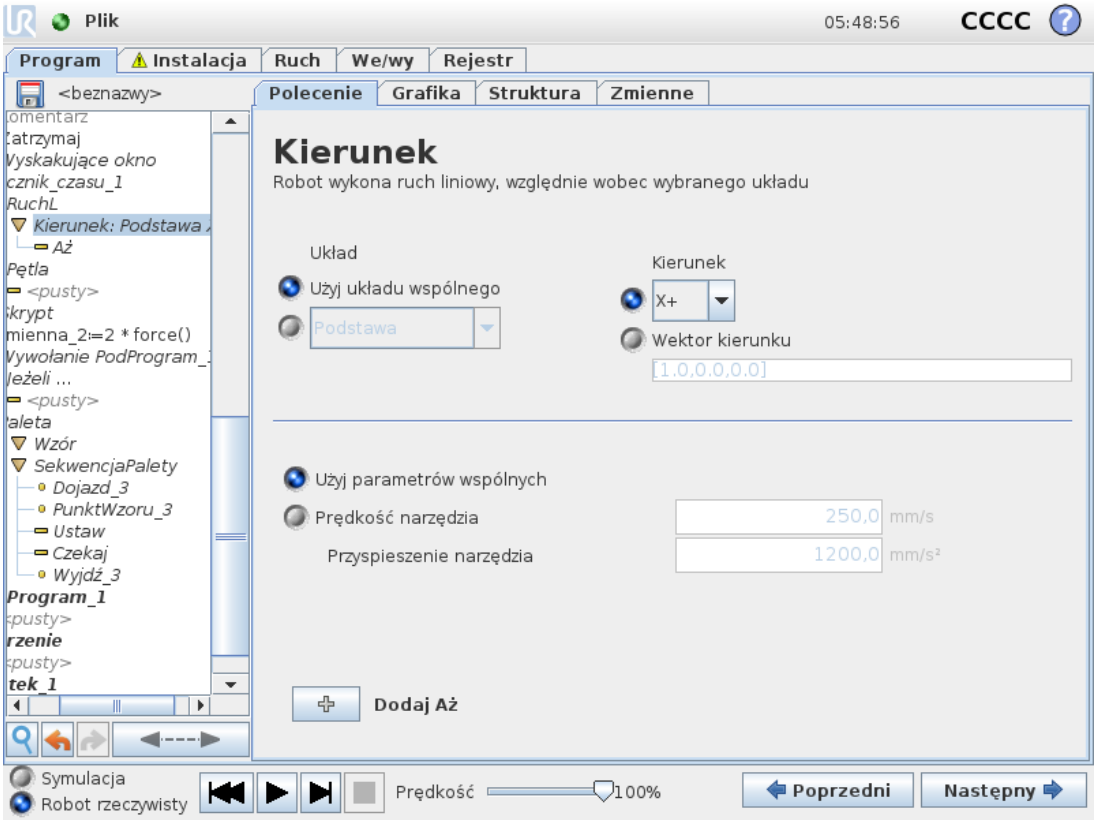
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Movel
  Waypoint_1 (variable position):
    Use variable=var_1, Feature=Tool
```

1.24.8. Polecenie: Kierunek

Węzeł programu *Kierunek* określa ruch względem osi funkcji lub punktów TCP. Robot porusza się po torze określonym przez węzeł programu Kierunek do chwili zatrzymania tego ruchu przez warunek *Aż*. Należy mieć warunki Aż zatrzymania ruchu ukierunkowanego. Aby określić kryteria

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

zatrzymania, należy dotknąć przycisku *Dodaj Aż*.



Zatrzymywanie ruchu ukierunkowanego

Można dodać ustawienia wektora kierunku **Prędkość narzędzia** oraz **Przyspieszenie narzędzia**, aby zdefiniować kierunek wektora ruchu liniowego i umożliwić takie zaawansowane zastosowania, jak:

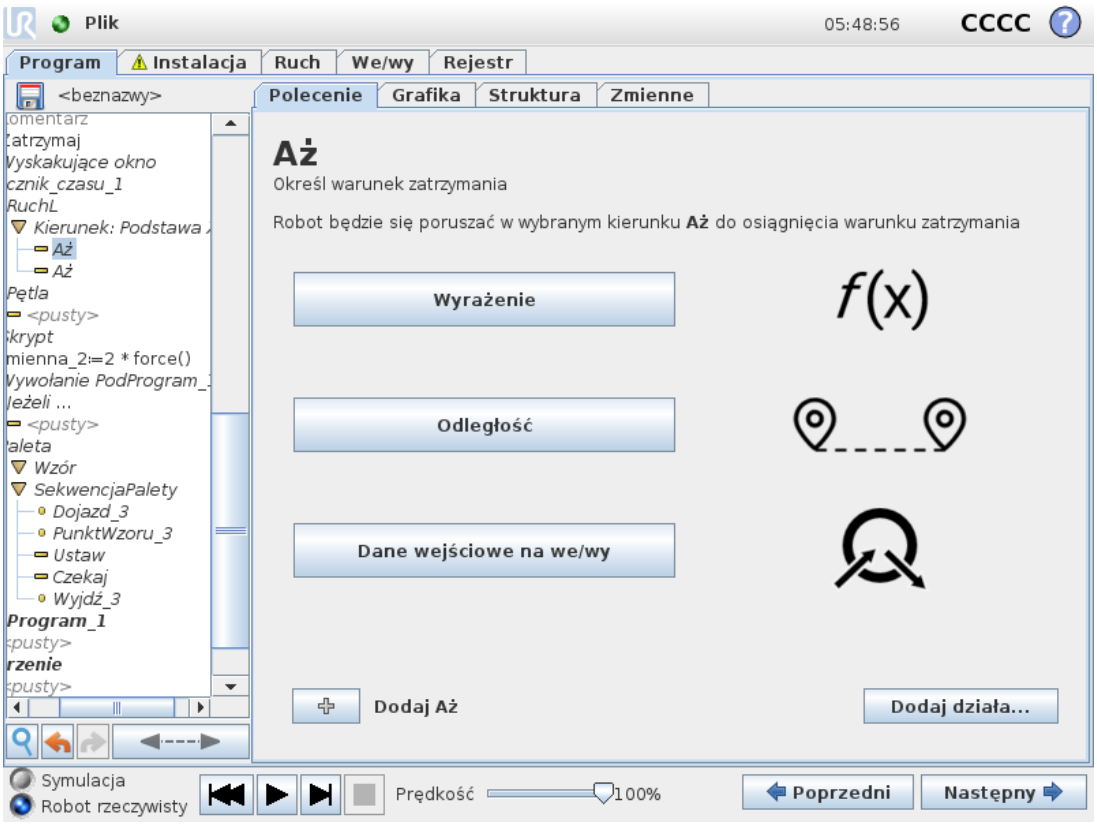
- definiowanie ruchu liniowego względem wielu osi funkcji
- obliczanie kierunku jako wyrażenia matematycznego

Funkcja Wektory kierunku definiuje niestandardowe wyrażenie kodu, którego rozwiązaniem jest wektor jednostki. Przykładowo z wektorem o wartości [2,1,0] robot porusza się o dwie jednostki w kierunku x na każdą jednostkę w kierunku y względem określonej prędkości.

1.24.9. Polecenie: Aż

Węzeł programu **Aż** definiuje kryteria zatrzymania danego ruchu. Robot porusza się po ścieżce i zatrzymuje po wykryciu kontaktu.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

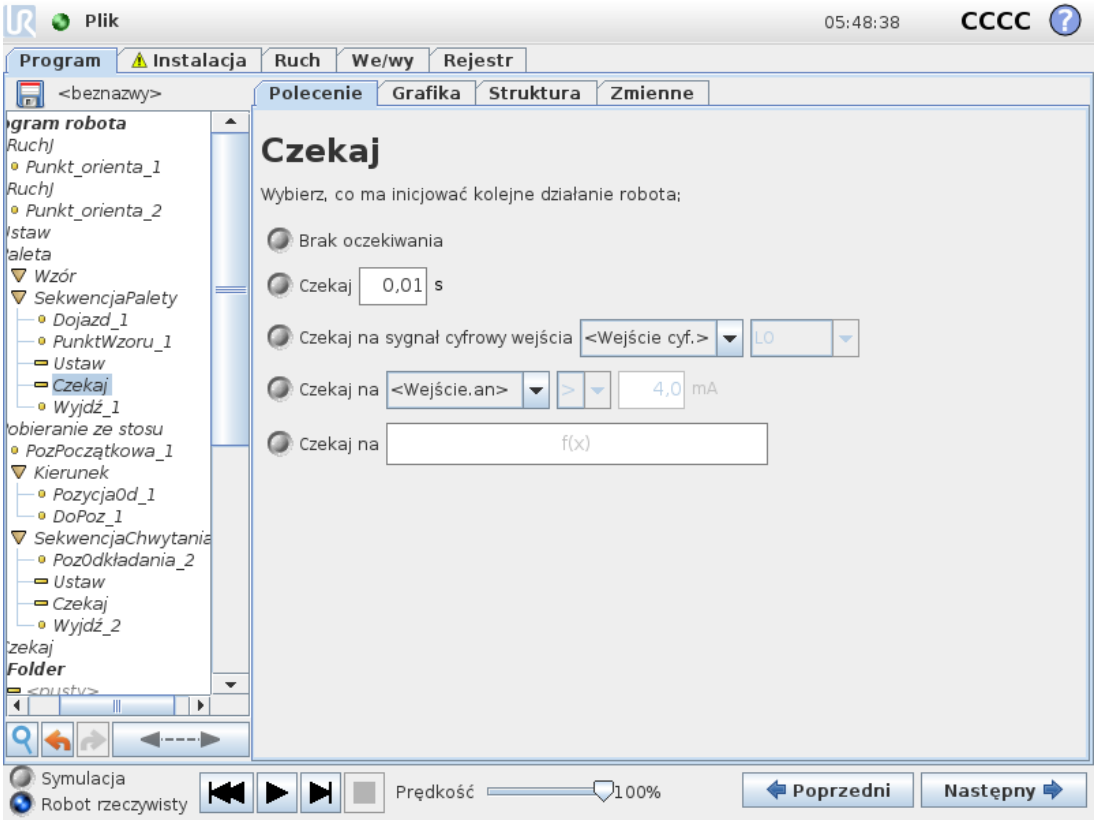


W polu **Aż** można zdefiniować następujące kryteria zatrzymania:

- **Dodaj działanie** Umożliwia dodanie węzła programu po spełnieniu określonego warunku Aż. Przykładowo po wykryciu stanu błędu program może zostać zatrzymany przez węzeł Okienko wyskakujące.
- **Odległość** Tego węzła można używać do zatrzymania ruchu ukierunkowanego, gdy robot przesunie się o określoną odległość. Prędkość zostaje zmniejszona, aby robot zatrzymał się dokładnie w wymaganej odległości.
- **Wyrażenie** Tego węzła można używać do zatrzymania ruchu ze względu na niestandardowe wyrażenie programu. Do określenia warunku zatrzymania można używać funkcji we/wy, zmiennych lub skryptów.
- **Wejście we/wy** Można używać tego węzła w celu zatrzymania ruchu sterowanego sygnałem na wejściu we/wy.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

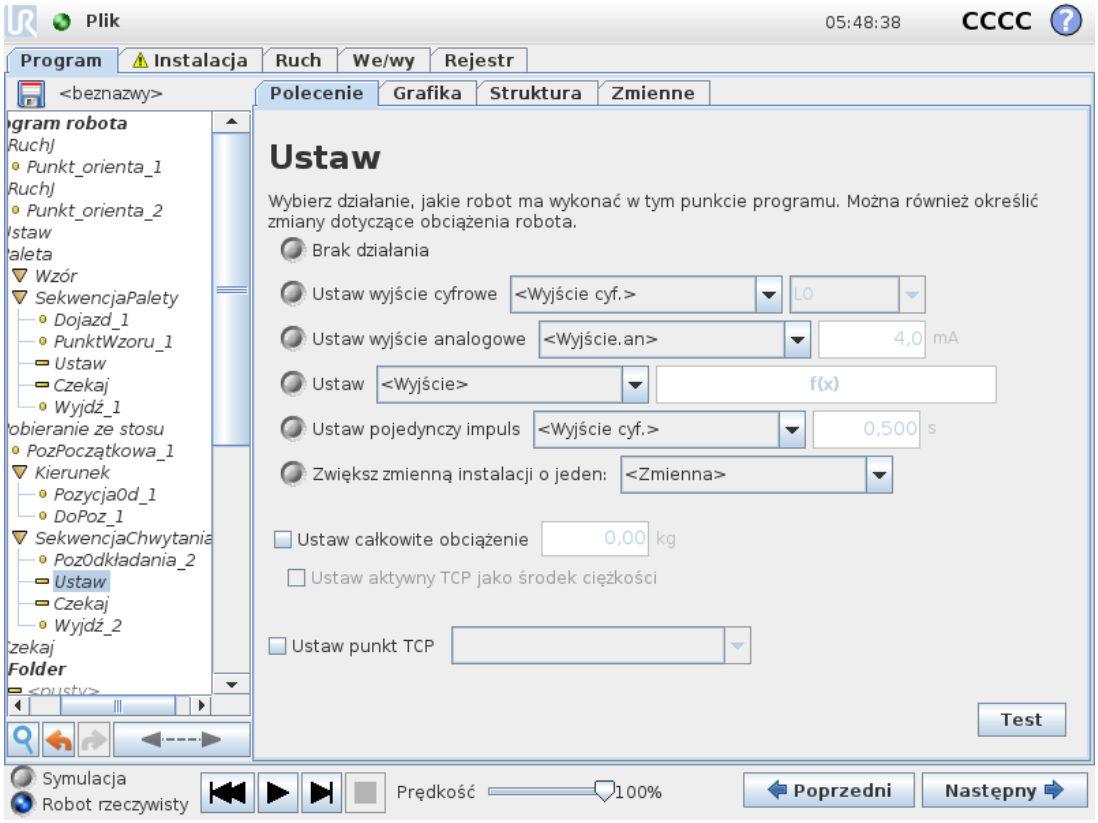
1.24.10. Polecenie: Czekaj



Polecenie **Czekaj** wstrzymuje na określony czas sygnał we/wy lub wyrażenie. Jeśli wybrane jest polecenie **Brak oczekiwania**, nic się nie dzieje.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.11. Polecenie: Ustaw



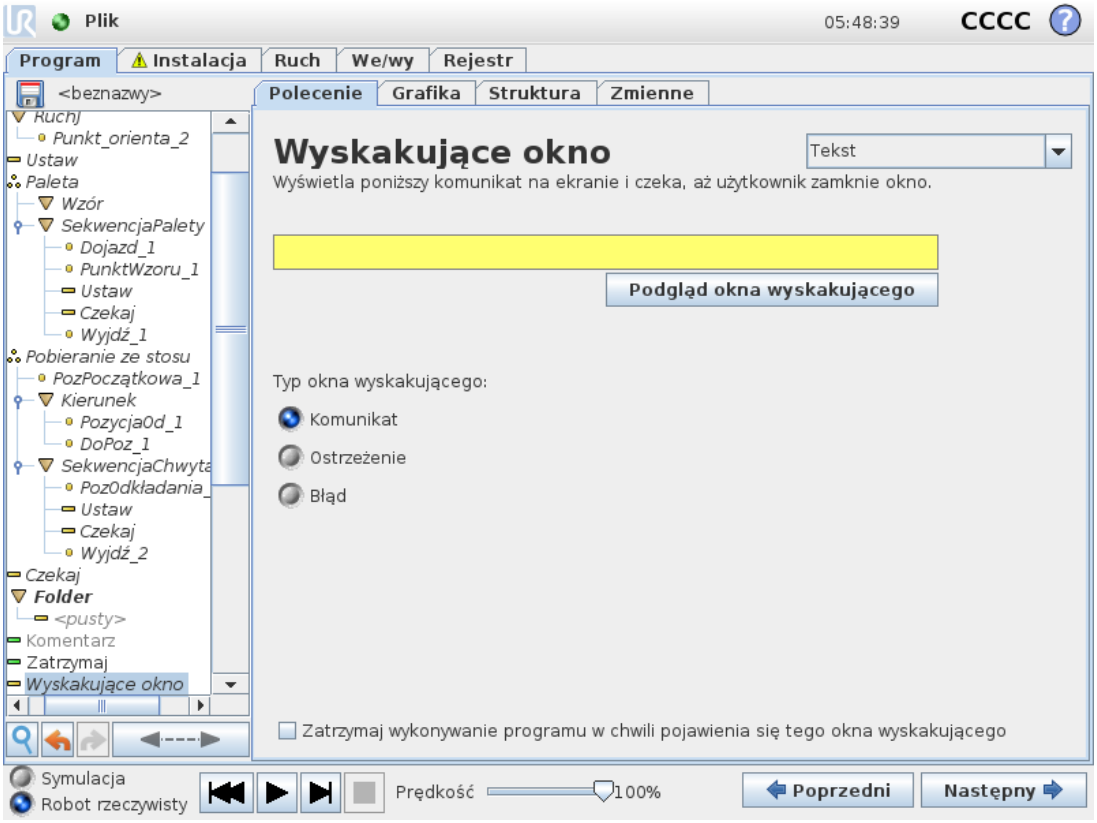
Ustawia wyjścia cyfrowe albo analogowe na zadaną wartość. Wyjścia cyfrowe można również skonfigurować tak, aby wysyłały pojedynczy impuls.

Aby ustawić obciążenie ramienia robota, należy użyć polecenia Ustaw. Można dostosować obciążenie, aby zapobiec włączaniu zatrzymania ochronnego robota, gdy masa na narzędziu jest inna od oczekiwanego obciążenia. Jeśli aktywny punkt TCP nie powinien być używany jako środek ciężkości, należy usunąć zaznaczenie tego pola wyboru.
Aktywny punkt TCP można również zmodyfikować za pomocą polecenia **Ustaw**, zaznaczając pole wyboru i wybierając z menu jedno z przesunięć punktu TCP.

Jeśli podczas pisania programu znany jest aktywny punkt TCP określonego ruchu, warto zamiast tego rozważyć zastosowanie wyboru TCP z karty **Ruch** (patrz 1.24.4. Polecenie: Ruch on page168). Więcej informacji o konfigurowaniu nazwanych punktów TCP, patrz 1.23.6. Instalacja → Konfiguracja punktu centralnego narzędzia (TCP) on page132.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.12. Polecenie: Wyskakujące okno

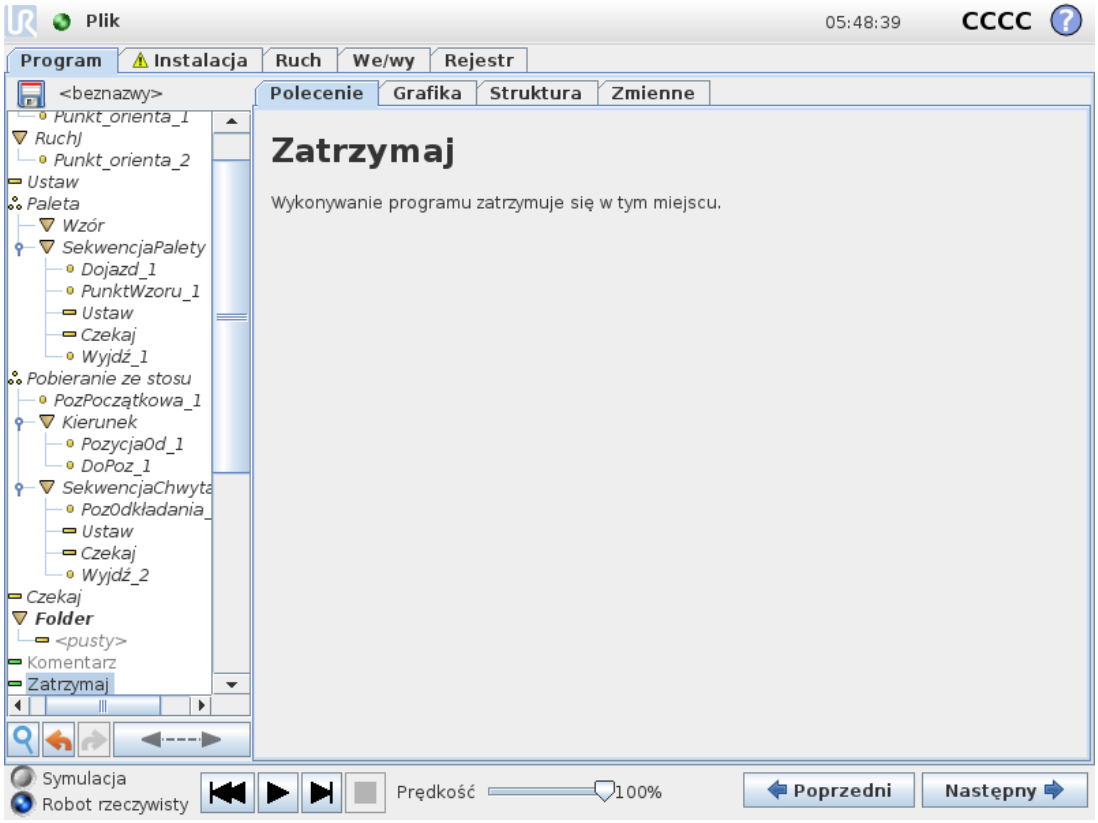


Wyskakujące okno to komunikat wyświetlany na ekranie, gdy program dojdzie do tego polecenia. Można wybrać styl komunikatu, zaś sam tekst można wprowadzić za pomocą klawiatury ekranowej. Przed kontynuacją programu robot czeka, aż użytkownik lub operator naciśnie przycisk OK pod oknem wyskakującym. W przypadku wybrania opcji Zatrzymaj wykonywanie programu program robota zatrzyma się po wyświetleniu tego okna wyskakującego.

Uwaga: Komunikaty mogą zawierać maksymalnie 255 znaków.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

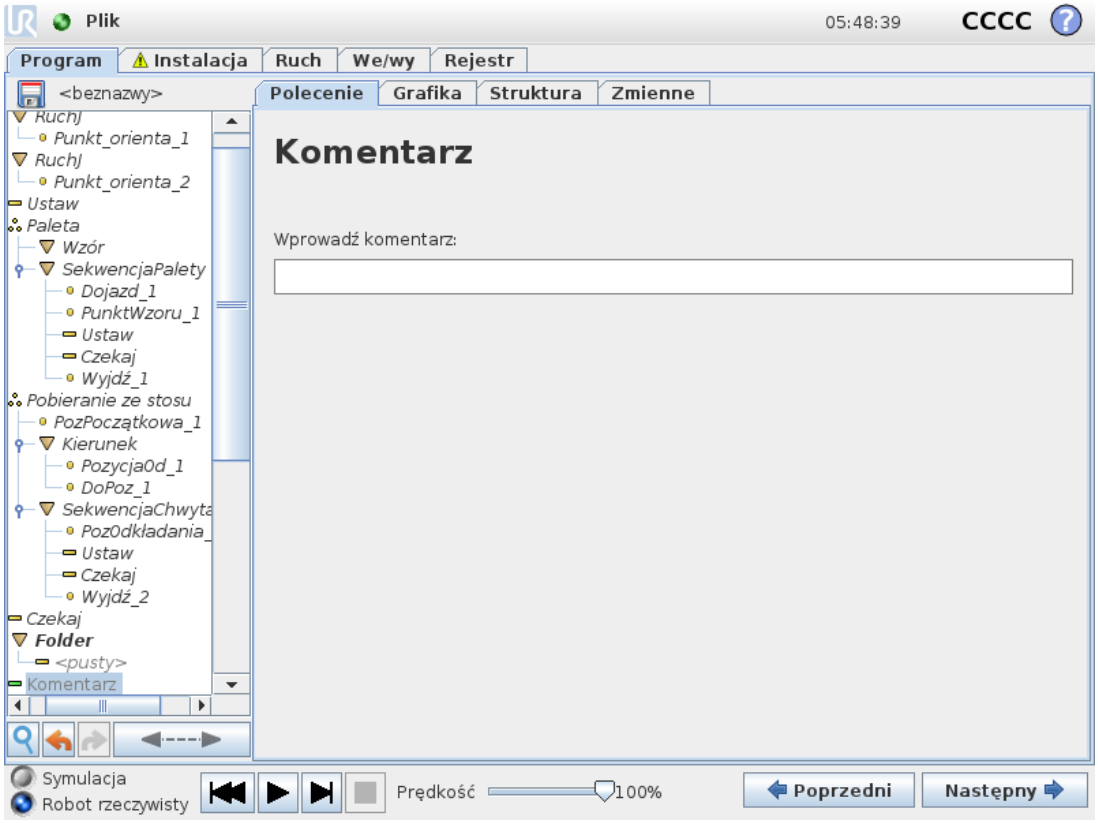
1.24.13. Polecenie: Zatrzymaj



Wykonywanie programu zatrzymuje się w tym miejscu.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

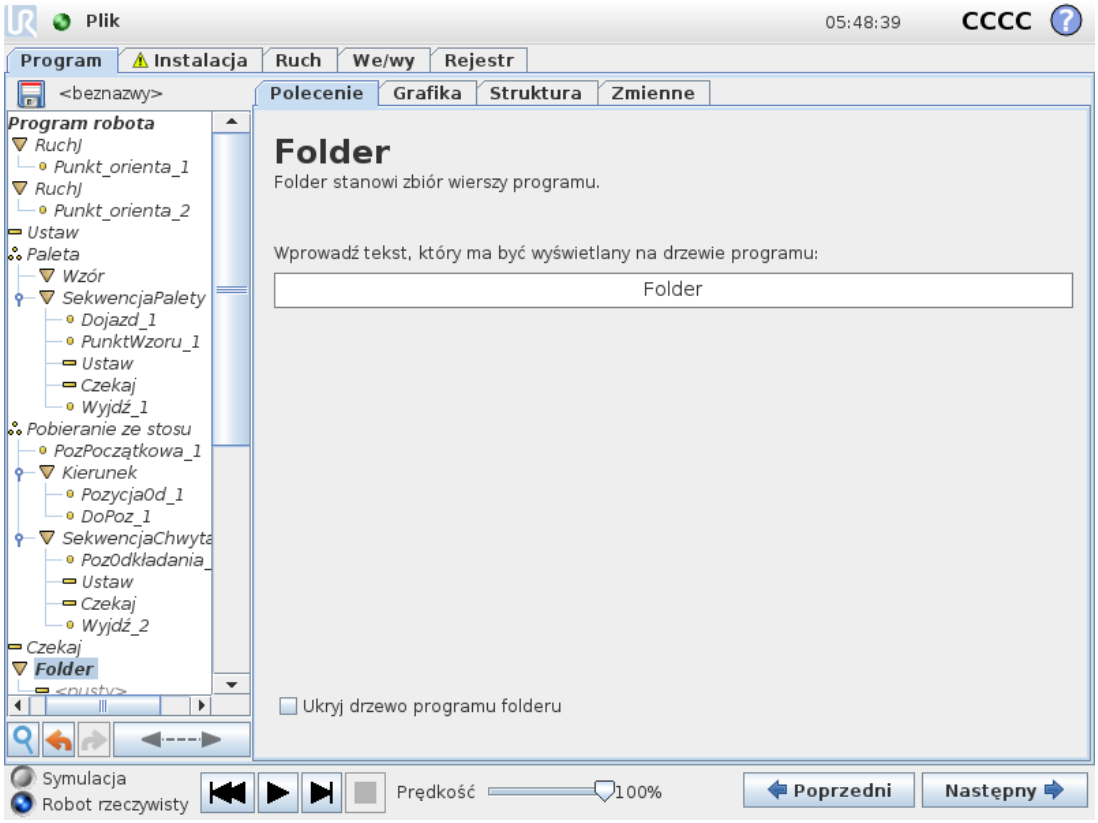
1.24.14. Polecenie: Komentarz



Daje programiście możliwość dodania wiersza tekstu do programu. Ten wiersz tekstu nie ma żadnego wpływu na wykonanie programu.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.15. Polecenie: Folder

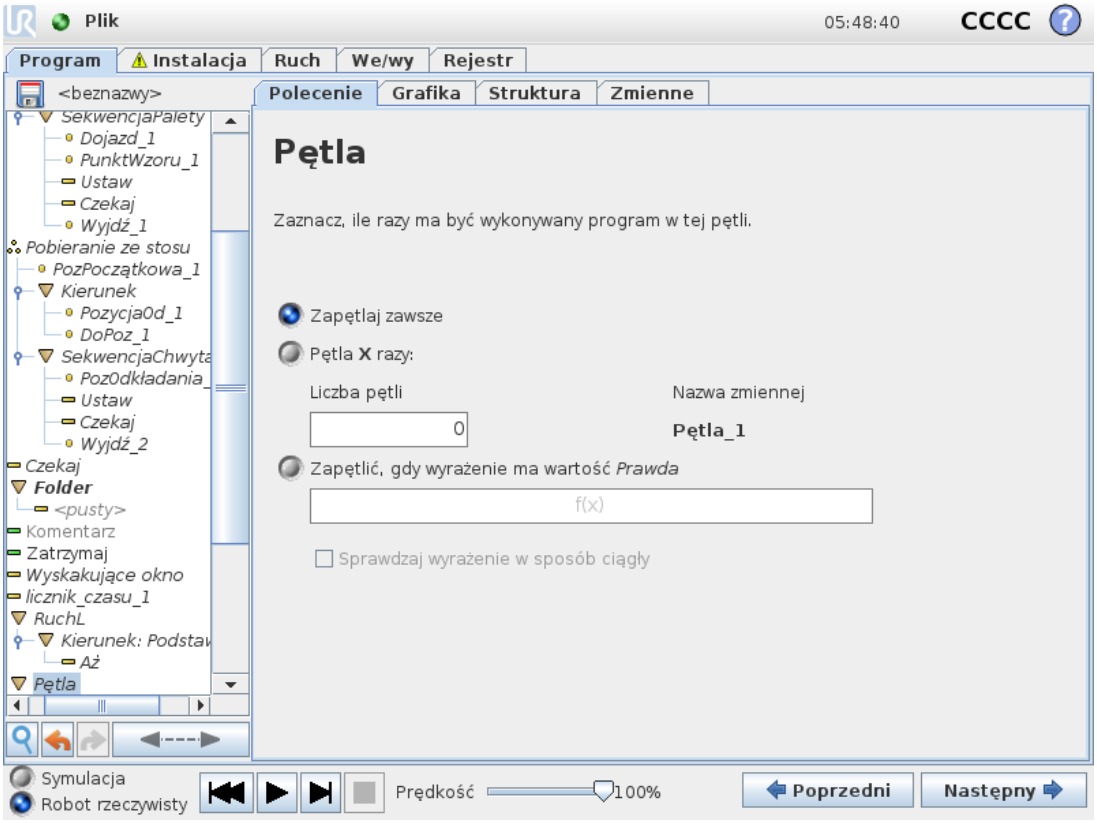


Polecenie **Folder** służy do porządkowania i etykietowania określonych części programu, do porządkowania drzewa programu oraz zwiększania czytelności programu i upraszczania nawigacji.

Foldery nie mają wpływu na program i jego wykonanie.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.16. Polecenie: Pętla



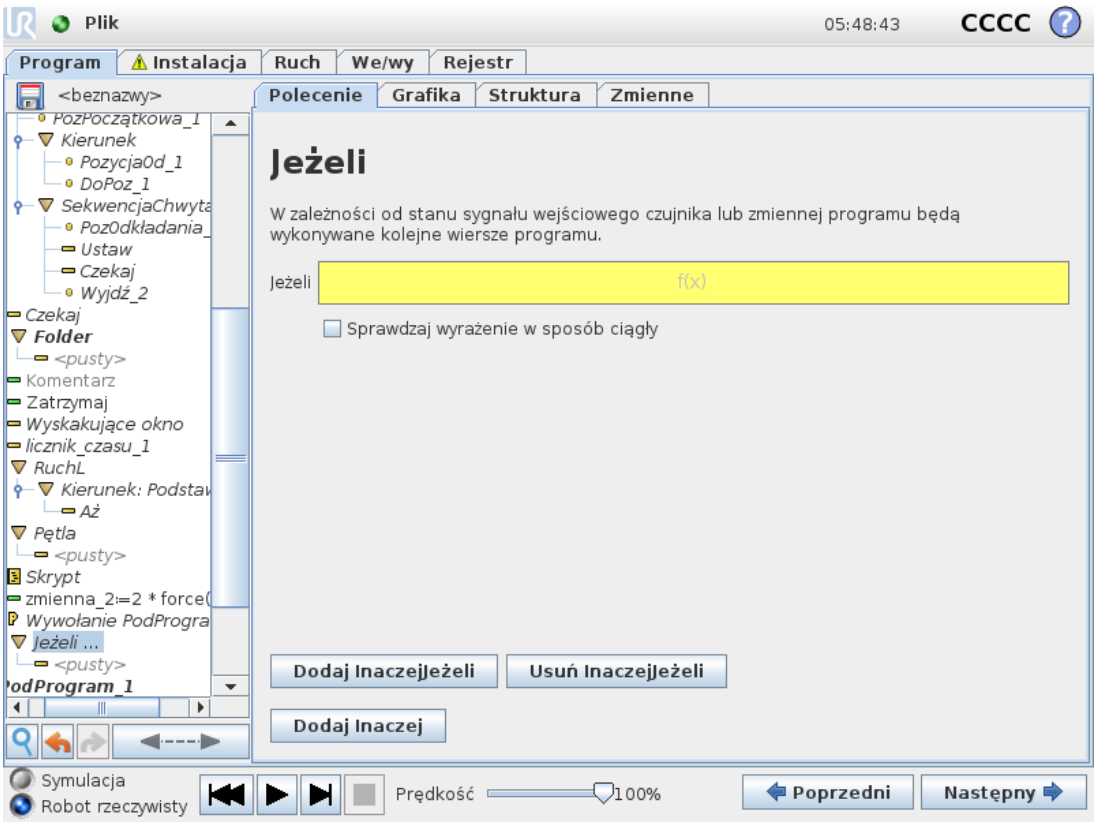
Zapętla wykonywanie zawartych w niej poleceń programu. W zależności od wybranej opcji zawarte w pętli polecenia programu są zapętlone w nieskończoność, wykonywane określoną liczbę razy albo dopóki podany warunek jest prawdziwy. W przypadku powtarzania pętli określoną liczbę razy tworzona jest dedykowana zmienna pętli (na zrzucie ekranu powyżej nazwana `loop_1`), której można używać w wyrażeniach wewnątrz pętli. Zmienna pętli przybiera kolejne wartości od 0 do *N* − 1.

W przypadku wykonywania pętli z użyciem wyrażenia jako warunku zakończenia oprogramowanie PolyScope udostępnia opcję ciągłego szacowania wartości tego wyrażenia, dzięki czemu wykonywanie pętli można przerwać w każdej chwili, nie czekając na zakończenie iteracji.

1.24.17. Polecenie: Jeżeli

Instrukcje `If` and `If...Else` mogą zmienić sposób działania robota w zależności od danych wejściowych z czujników lub wartości zmiennych.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



Wybrać warunki w edytorze wyrażeń, które tworzą wyrażenia przy użyciu instrukcji `If` statement. If a condition is evaluated as True, the statements within this `If` command are executed. An `If` statement can have only one `Else` statement. Use `Add ElseIf` and `Remove ElseIf` to add and remove ElseIf expressions.

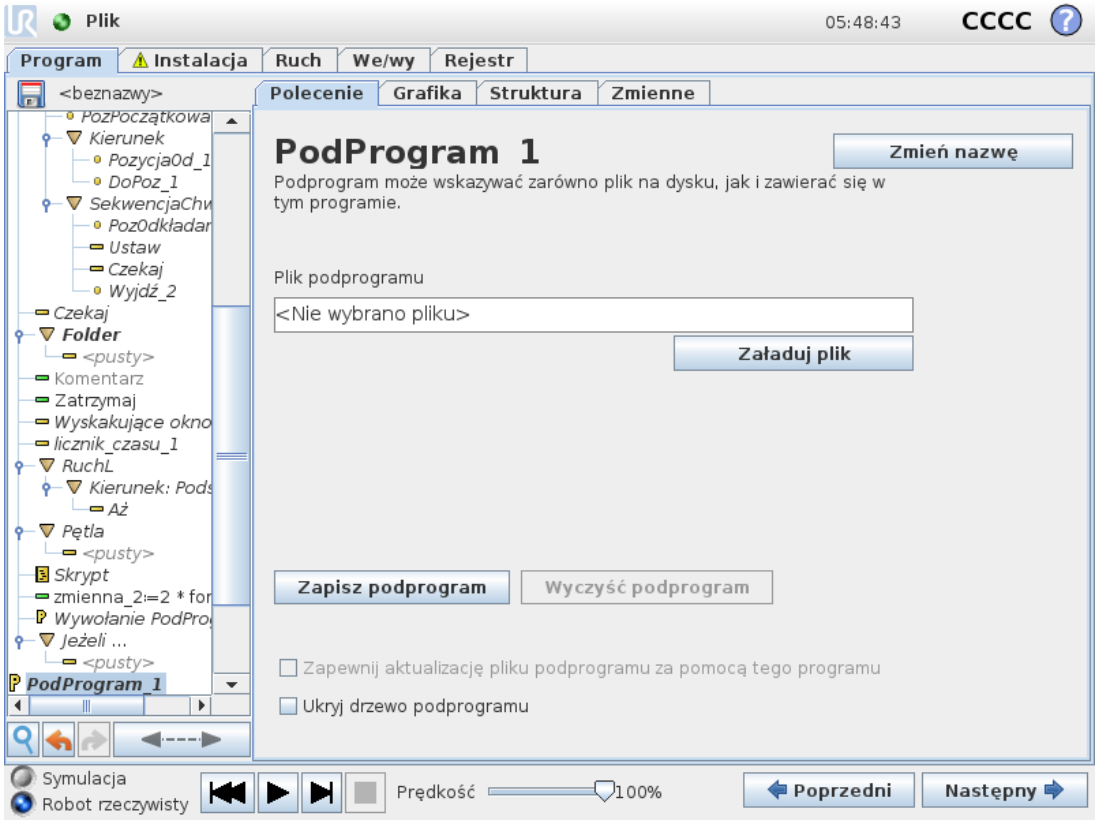
Select `Check Expression Continuously` to allow `If`, `ElseIf` and `Loop` statements to be evaluated while the contained lines are executed. If an expression inside an `If` statement is evaluated as False, the `ElseIf` or `Else`.

UWAGA

Jeśli w wyrażeniu If lub wyrażeniu Pętla z opcją Stale sprawdzaj wyrażenia są punkty orientacyjne, można dodać instrukcje stopj() lub stopl() za wyrażeniem, aby delikatnie wyhamować ramię robota. Ma to zastosowanie dla obu poleceń: Jeżeli oraz Pętla (patrz sekcja 1.24.16. Polecenie: Pętla on the previous page).

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

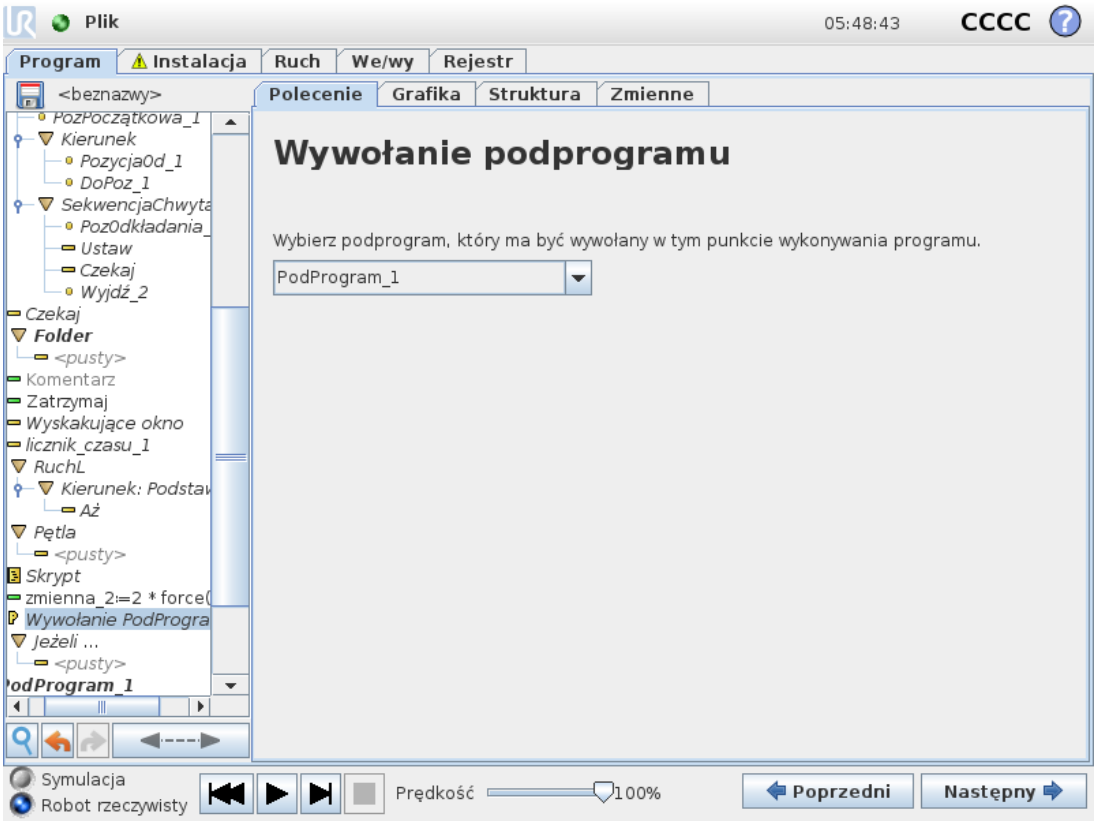
1.24.18. Polecenie: PodProgram



Podprogram może przechowywać fragmenty programu potrzebne w kilku miejscach. Podprogram może być oddzielnym plikiem na dysku oraz może być ukryty w celu ochrony przed jego przypadkowymi zmianami.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

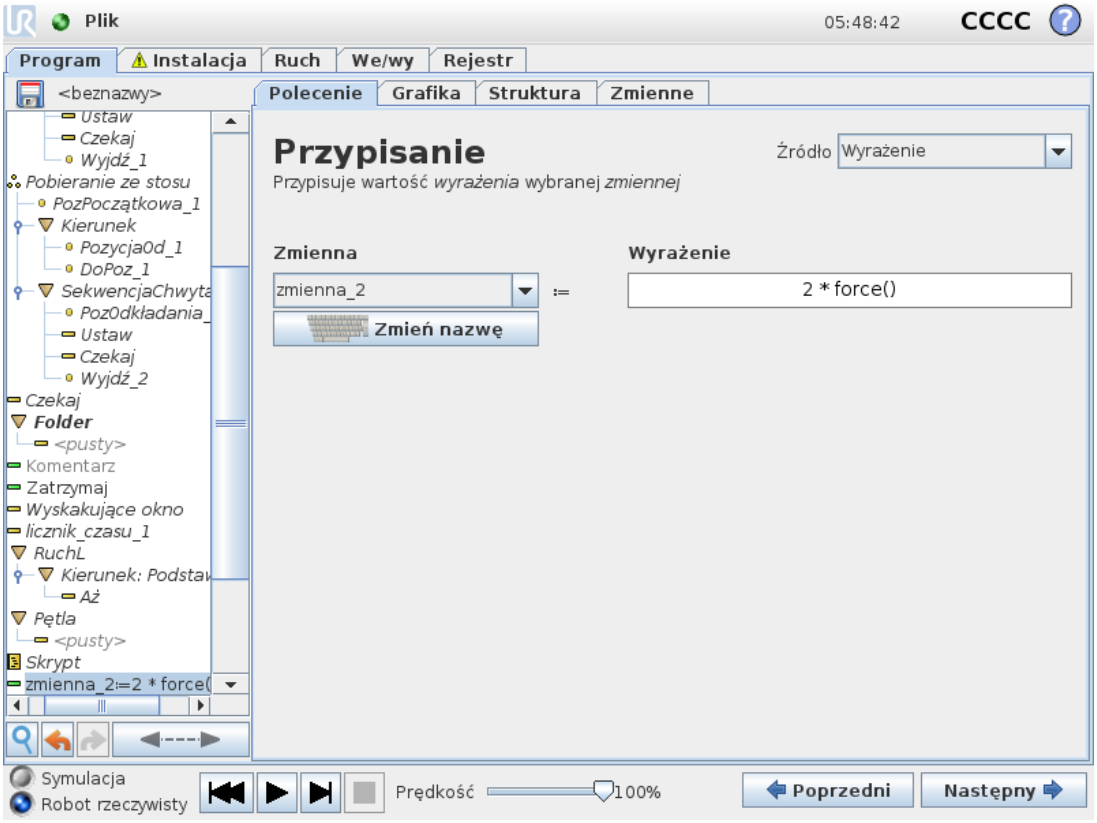
Polecenie: Wywołaj PodProgram



Wywołanie podprogramu spowoduje wykonanie wierszy programu w podprogramie, a następnie powrót do następnego wiersza.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

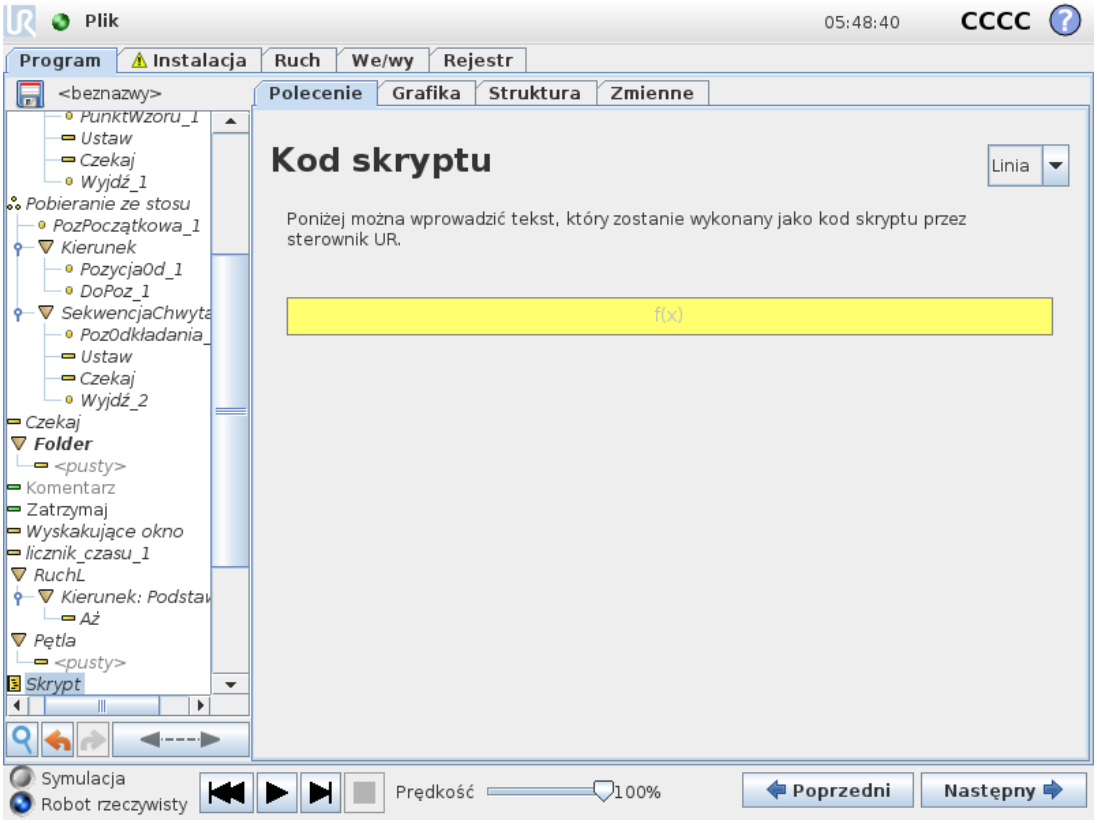
1.24.19. Polecenie: Przypisanie



Przypisuje wartości zmiennym. Przypisanie powoduje umieszczenie obliczonej wartości z prawej strony w zmiennej znajdującej się z lewej strony. Może to być przydatne w złożonych programach.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.20. Polecenie: Skrypt



Następujące opcje są dostępne na liście rozwijanej w obszarze polecenia:

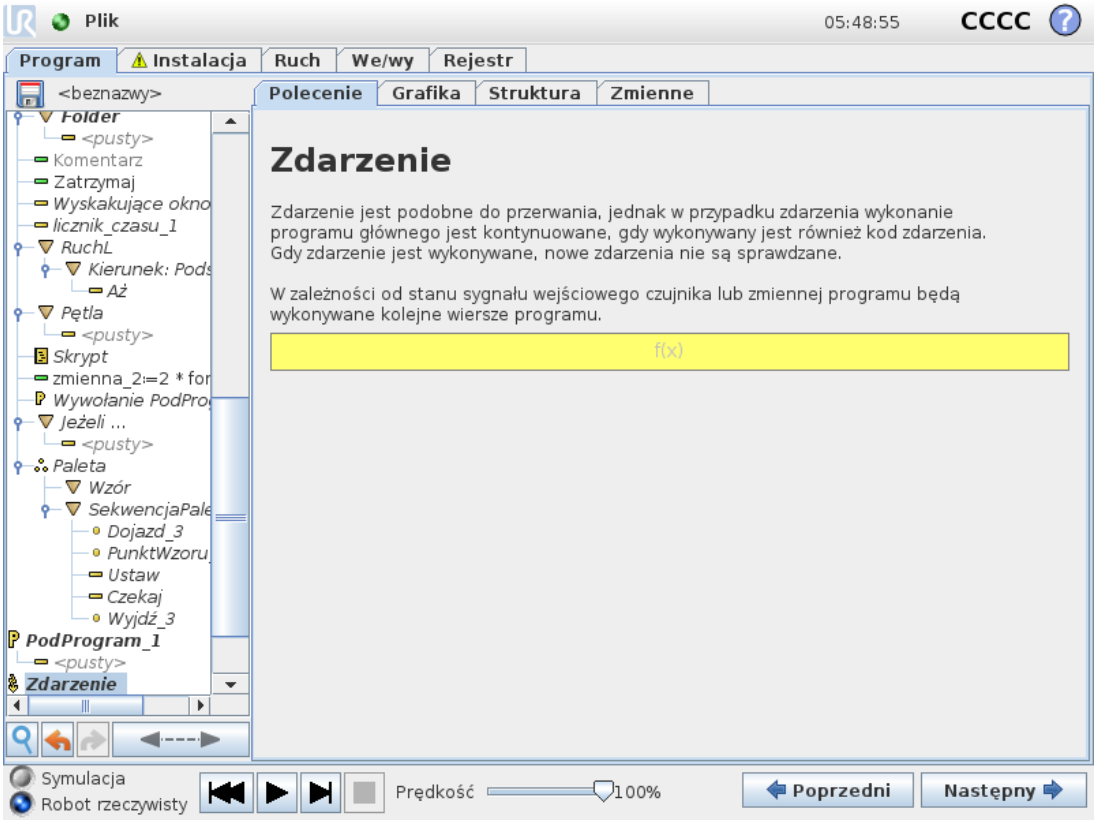
- **Linia** pozwala napisać pojedynczą linię kodu URscript za pomocą edytora wyrażeń (1.22.1. Ekranowy edytor wyrażeń on page121)
- **Plik** pozwala zapisywać, edytować lub ładować pliki URscript.

Instrukcje dotyczące pisania kodu URscript są dostępne w podręczniku skryptów w witrynie internetowej pomocy technicznej (http://www.universal-robots.com/support).

Funkcje i zmienne deklarowane w pliku URscript są dostępne do użycia w ramach programu w PolyScope.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

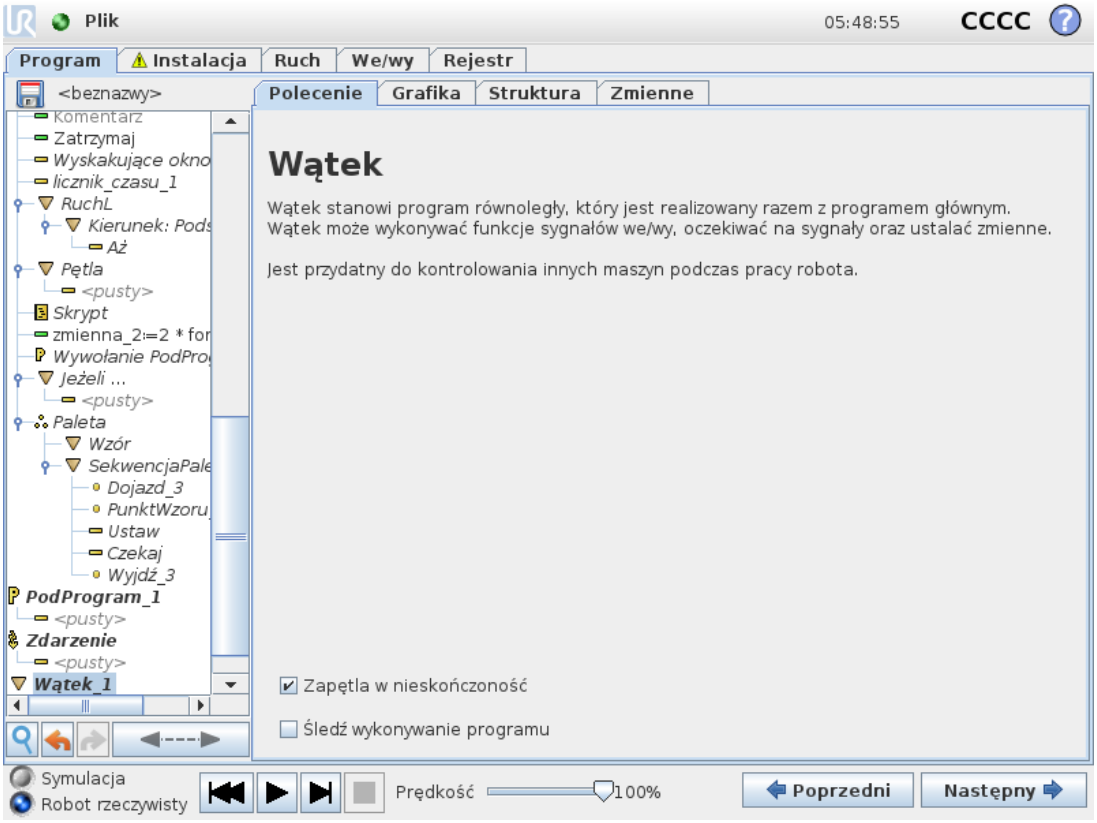
1.24.21. Polecenie: Zdarzenie



Zdarzenia można użyć do monitorowania sygnału wejściowego i wykonywania pewnego działania lub ustawienia zmiennej, gdy sygnał wejściowy osiąga poziom wysoki. Na przykład w razie osiągnięcia poziomu wysokiego przez sygnał wyjściowy program zdarzenia może odczekać 200 ms, po czym przywrócić niski poziom. Może to znacznie uprościć kod programu w przypadku, gdy jest wyzwalany z maszyny zewnętrznej w sposób narastający, a nie wysokim poziomem na wejściu. Zdarzenia są sprawdzane w każdym cyklu kontrolnym (8 ms).

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

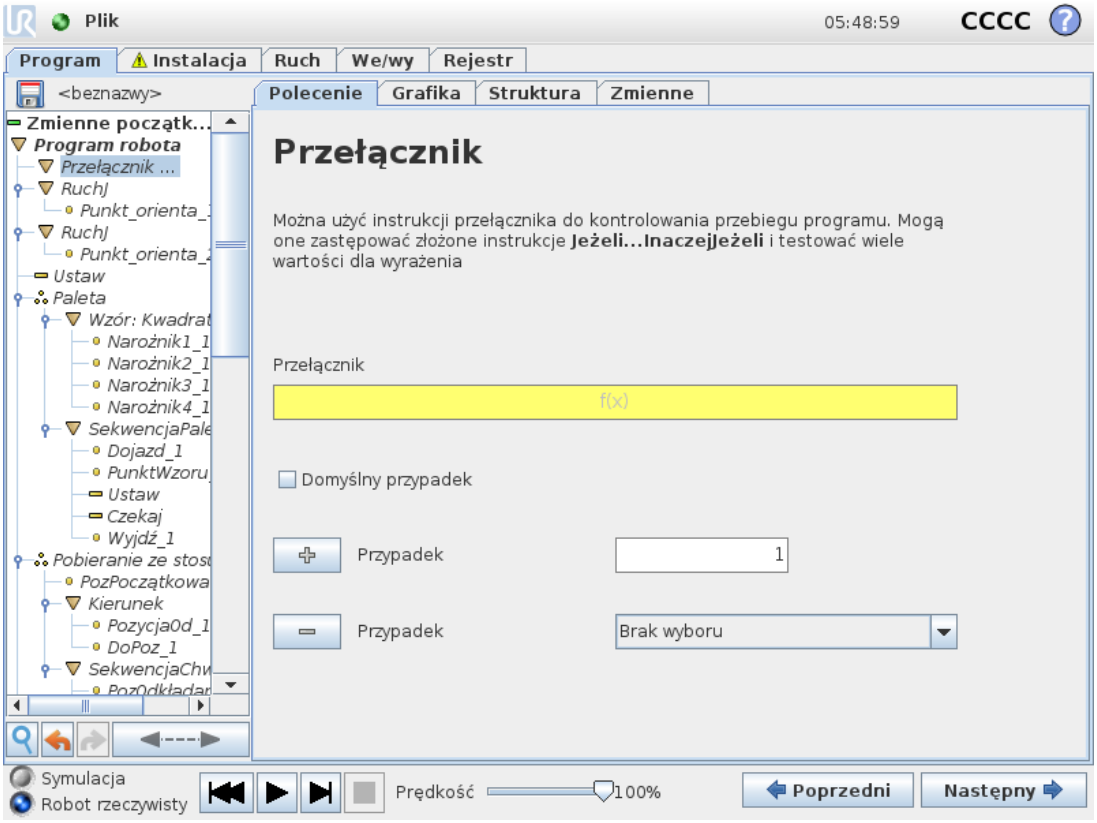
1.24.22. Polecenie: Wątek



Wątek jest procesem równoległym do programu robota. Wątek może służyć do kontrolowania maszyny zewnętrznej niezależnie od ramienia robota. Wątek może się komunikować z programem robota za pomocą zmiennych i sygnałów wyjściowych.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.23. Polecenie: Przełącznik

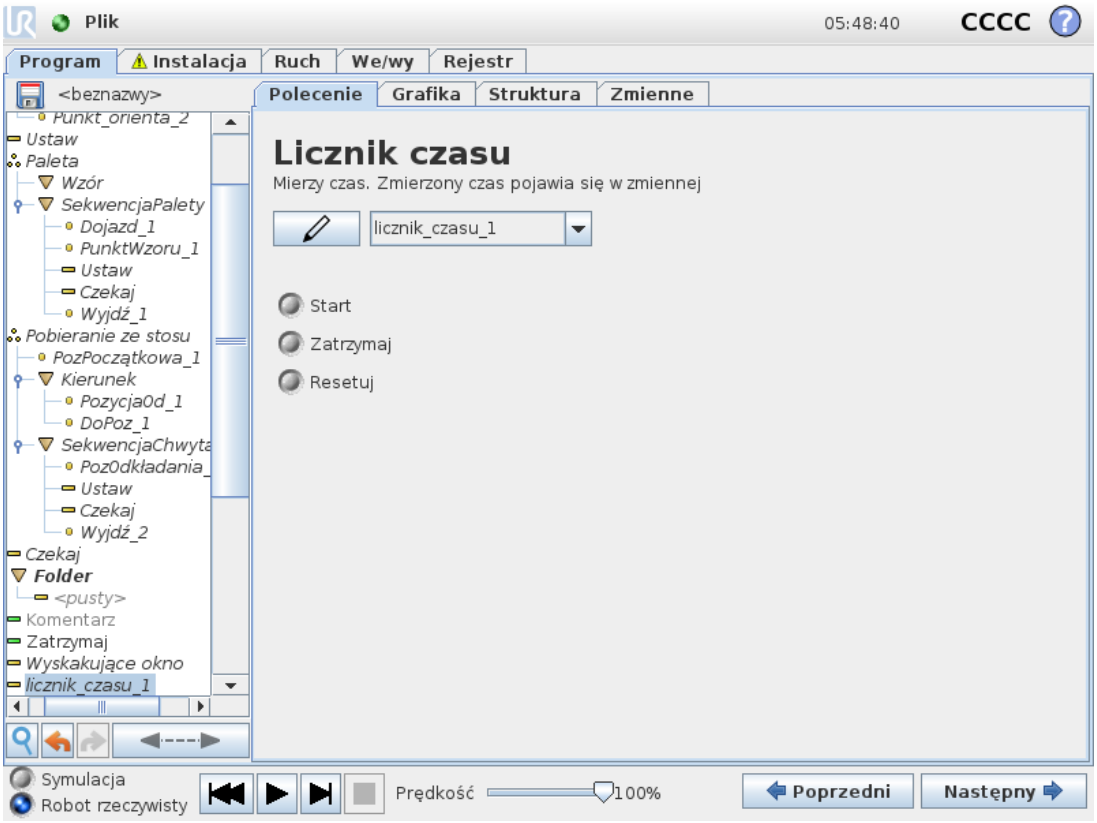


Konstrukcja **Przypadek przełącznika** może zmienić sposób działania robota w zależności od danych wejściowych z czujników lub wartości zmiennych. **Edytor wyrażeń** służy do opisania warunku podstawowego i zdefiniowania przypadków, przy których robot powinien przejść do poleceń podrzędnych danego przełącznika. Jeśli określony zostanie Przypadek domyślny, to linie będą wykonywane tylko wtedy, gdy nie będzie żadnego innego pasującego przypadku.

Każde polecenie `Switch` can have several `Cases` and one `Default Case`. `Switches` can only have one instance of any `Case` values defined. `Cases` can be added using the buttons on the screen. A `Case` można usunąć z ekranu tego przełącznika.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

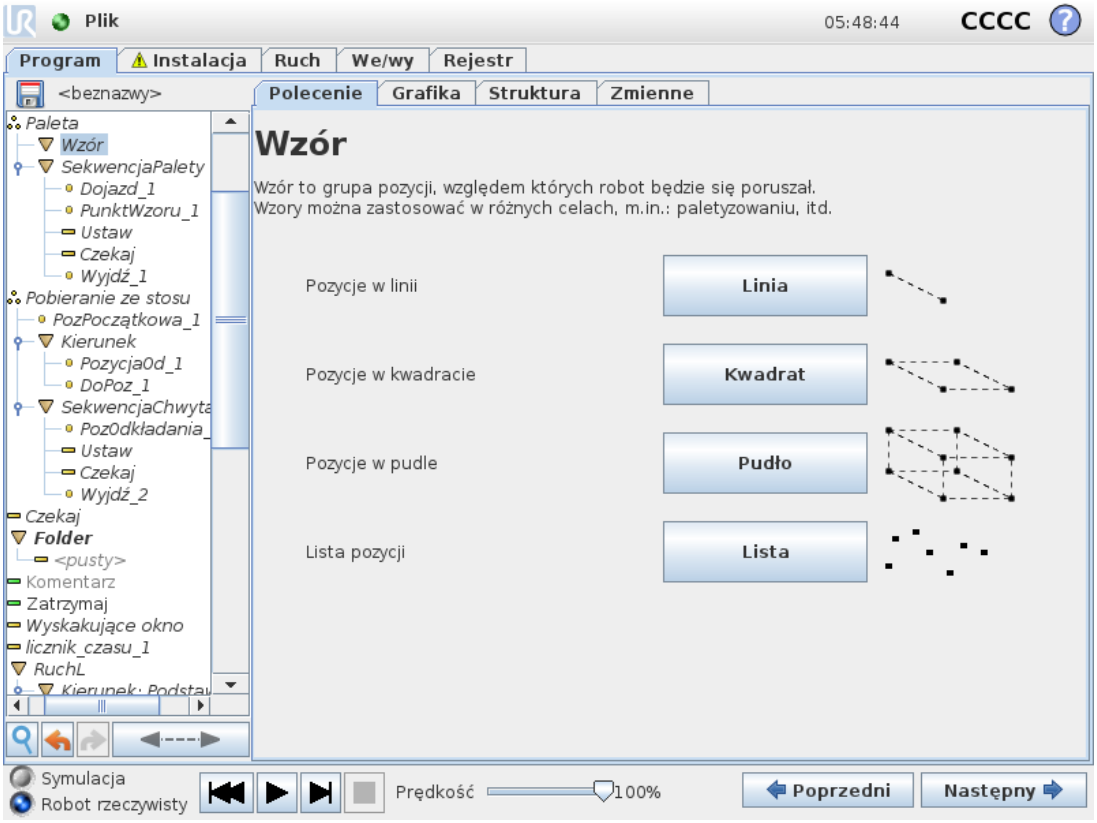
Licznik czasu



Licznik czasu mierzy czas pracy poszczególnych części programu. Zmienna programowa zawiera czas, jaki upłynął od uruchomienia licznika czasu i jest widoczna na karcie Zmienne oraz na karcie Uruchom.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.24. Polecenie: Wzór



Polecenia **Wzór** można użyć do cyklicznego przechodzenia między pozycjami w programie robota. Polecenie **Wzór** odpowiada jednej pozycji podczas każdego wykonania.

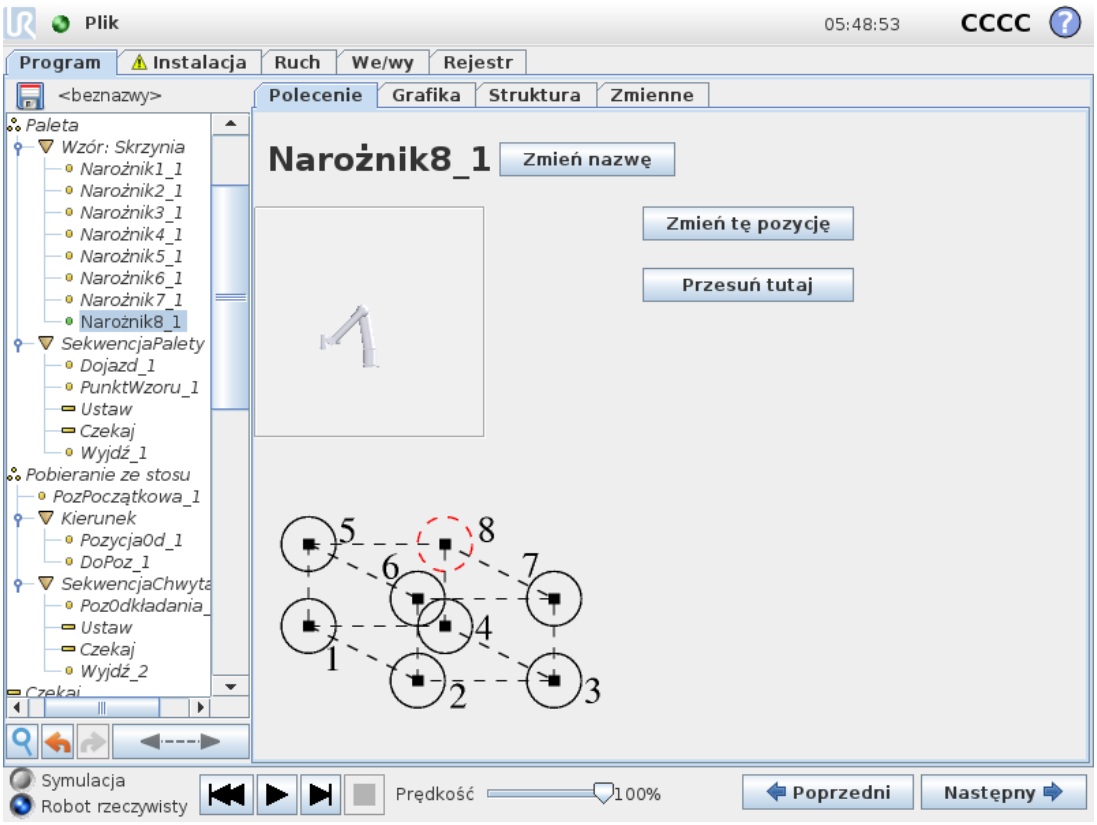
Wzór może należeć do jednego z czterech typów. Pierwszych trzech, **Linia**, **Kwadrat** lub **Okno**, można używać w pozycjach w regularnym wzorze. Regularne wzorce są definiowane przez liczbę punktów charakterystycznych, przy czym te punkty definiują krawędzie wzorca. W przypadku **linii** są to dwa punkty końcowe, w przypadku **kwadratu** są to trzy z czterech punktów narożnych, zaś w przypadku **okna** są to cztery z ośmiu punktów narożnych. Programista wprowadza liczbę pozycji wzdłuż każdej krawędzi wzorca. Sterownik robota oblicza następnie poszczególne pozycje wzorca, proporcjonalnie dodając wektory brzegowe do siebie.

Jeśli pozycja, przez którą należy przejść nie pasuje do regularnego wzoru, można wybrać opcję **Lista**, w przypadku której listę wszystkich pozycji wprowadza programista. W ten sposób można obsłużyć dowolne rozmieszczenie pozycji.

Definiowanie wzoru

W przypadku wybrania wzoru **Okno** ekran zmienia się na przedstawiony poniżej.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.



Do zdefiniowania boku okna we wzorze **Okno** służą trzy wektory. Te trzy wektory są podawane jako cztery punkty, przy czym pierwszy wektor jest skierowany od punktu jeden do punktu dwa, drugi od punktu dwa do punktu trzy, zaś trzeci wektor od punktu trzy do punktu cztery. Każdy wektor jest podzielony na liczbę odstępów czasu. Konkretne położenie we wzorcu jest obliczane jako zwykłe proporcjonalne dodanie wektorów odstępów czasowych.

Opcje **Linia** oraz **Kwadrat** działają podobnie.

Zmienna licznika jest używana podczas przechodzenia między pozycjami wzoru. Nazwa zmiennej jest wyświetlana na ekranie polecenia **Wzór**. Zmienna przyjmuje kolejno wartości od 0 do $X * Y * Z - 1$, czyli liczby punktów we wzorze. Tą zmienną można manipulować za pomocą przypisań i można jej używać w wyrażeniach.

1.24.25. Polecenie: Siła

W przestrzeni roboczej robota **tryb Siła** zapewnia zgodność i siłę na wybranych osiach. Wszystkie ruchy ramienia robota pod poleceniem **Siła** są wykonywane w **trybie Siła**. Gdy ramię robota porusza się w **trybie Siła**, można wybrać jedną lub więcej osi, w których ramię robota jest zgodne. Ramię robota jest zgodne z otoczeniem wzdłuż osi zgodności. Oznacza to, że ramię robota automatycznie dostosuje swoją pozycję, aby uzyskać wybraną siłę. Można również sprawić, aby ramię robota samo zastosowało siłę w środowisku, np. do obsługiwanego elementu.

Tryb Siła jest przydatny w zastosowaniach, w których rzeczywista pozycja punktu TCP wzdłuż uprzednio zdefiniowanej osi nie jest istotna, natomiast wymagana jest odpowiednia siła wzdłuż tej osi. Na przykład, jeśli punkt TCP robota obraca się wzdłuż zakrzywionej powierzchni albo przy pchaniu lub ciągnięciu obsługiwanego elementu. **Tryb Siła** obsługuje również stosowanie określonych momentów obrotowych wokół określonych osi.

Uwaga: jeśli nie ma żadnych przeszkód na osi, na której ustawiona jest siła inna niż zero, ramię

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

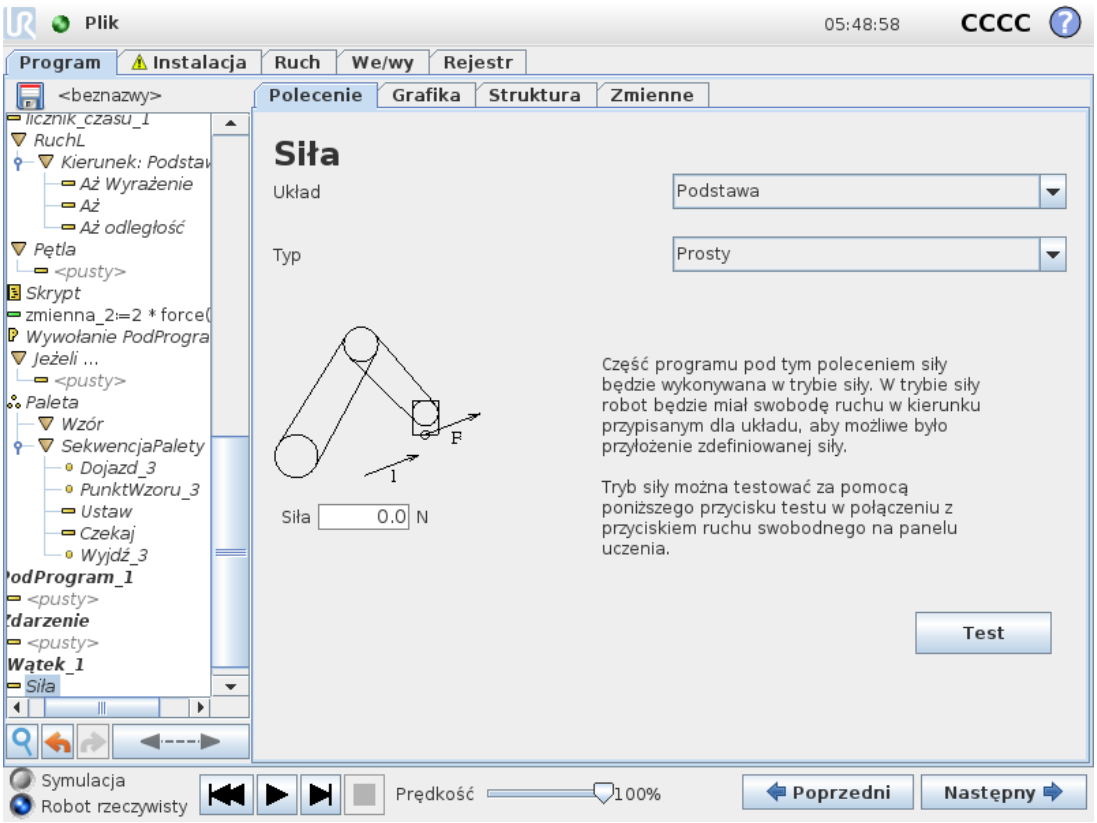
robota będzie próbowało przyspieszyć wzdłuż tej osi.
Mimo że oś została wybrana jako zgodna, program robota nadal będzie próbował przemieszczać robota wzdłuż tej osi. Jednak sterowanie siłą zapewnia, że ramię robota nadal będzie zbliżać się do określonej siły.

UWAGA

Jeśli w wyrażeniach Jeżeli, InaczejJeżeli lub Pętla jest węzeł Siła i zaznaczono opcję Stale sprawdzaj wyrażenia, można dodać skrypt zakończtrybsiły() na końcu wyrażenia, aby zakończyć sterowanie siłą.

OSTRZEŻENIE

1. Należy unikać ostrego spowalniania zaraz przed uruchomieniem trybu siła.
2. Należy unikać przyspieszania w trybie siła, ponieważ obniża to dokładność sterowania siłą.
3. Należy unikać ruchów równoległych do osi zgodności przed uruchomieniem trybu siła.



Wybór funkcji

Menu Funkcja umożliwia wybór układu współrzędnych (osi), który będzie używany przez robota, gdy będzie on pracować w trybie Siła. Funkcje w menu to elementy, które zostały zdefiniowane w instalacji (patrz 1.23.12. Instalacja → Funkcje on page145).

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Typ trybu Siła

Występują cztery różne typy trybu Siła i każdy z nich określa sposób interpretacji wybranej funkcji.

- **Prosty**: tylko jedna oś będzie zgodna w trybie Siła. Siła wzdłuż tej osi jest regulowana. Wymagana siła zawsze będzie stosowana wzdłuż osi z wybranej funkcji. Jednak w przypadku funkcji linii odbywa się to wzdłuż ich osi y.
- **Rama**: typ Rama jest przeznaczony do bardziej zaawansowanego użytku. Można tutaj niezależnie wybierać zgodność i siły we wszystkich sześciu stopniach swobody.
- **Punkt**: gdy wybrany jest typ Punkt, rama zadania ma oś y skierowaną od punktu TCP robota w kierunku punktu początkowego wybranej funkcji. Odległość pomiędzy punktem TCP robota a punktem początkowym wybranej funkcji musi wynosić co najmniej 10 mm. Należy zwrócić uwagę, że rama zadania zmienia się w czasie wykonywania, ponieważ zmienia się pozycja punktu TCP robota. Osie x i z ramy zadania zależą od oryginalnej orientacji wybranej funkcji.
- **Ruch** : Ruch oznacza, że rama zadania zmienia się wraz z kierunkiem ruchu TCP. Oś x ramy zadania będzie rzutem kierunku ruchu punktu TCP na płaszczyznę rozciągającą się między osią x i osią y wybranej funkcji. Oś y będzie prostopadła do ruchu ramienia robota i będzie znajdować się w płaszczyźnie x–y wybranej funkcji. Może to być przydatne przy gratowaniu wzdłuż złożonych ścieżek, gdzie siła musi być prostopadła do ruchu TCP.
  Uwaga: gdy ramię robota nie porusza się: jeśli przejście w tryb Siła nastąpi z nieruchomym ramieniem robota, nie będzie żadnych zgodnych osi, dopóki prędkość punktu TCP nie wzrośnie powyżej zera. Jeśli później ramię robota zostanie ponownie unieruchomione ciągle w trybie Siła, rama zadania będzie miała taką samą orientację jak ostatnim razem, gdy prędkość punktu TCP była większa od zera.

W przypadku trzech ostatnich typów rzeczywista rama zadania może być wyświetlona na karcie grafiki (patrz 1.24.33. Karta Urządzenie graficzne on page209) w czasie wykonywania, gdy robot pracuje w trybie Siła.

1.24.26. Wybór wartości siły

- Siłę lub wartość momentu obrotowego dla osi zgodności można ustawić, a ramię robota odpowiednio dostosowuje swoją pozycję, aby osiągnąć wybraną siłę.
- W osiach niezgodnych ramię robota porusza się po trajektorii ustawionej w programie.

W przypadku parametrów liniowych siła jest podana w niutonach [N], a w przypadku parametrów obrotowych moment jest podany w niutonometrach [Nm].

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

UWAGA

Należy wykonać następujące kroki:

- Zastosować funkcję skryptu `get_tcp_force()` w osobnym wątku, aby odczytać rzeczywistą siłę oraz moment obrotowy.
- Poprawić wektor skrętu, jeśli rzeczywista wartość siły i/lub momentu obrotowego jest niższa niż ustawiono.

1.24.27. Wybór limitów

W przypadku wszystkich osi można ustawić limit, ale ma to różne znaczenie, w zależności od tego, czy oś jest zgodna czy niezgodna.

- **Zgodny**: limitem jest maksymalna prędkość, jaką punkt TCP może uzyskać wzdłuż lub wokół osi. Jednostki to [mm/s] i [stopnie/s].
- **Niezgodny**: limitem jest maksymalne odchylenie od trajektorii programu, jakie jest dopuszczalne, zanim nastąpi zatrzymanie ochronne robota. Jednostki to [mm] i [stopnie].

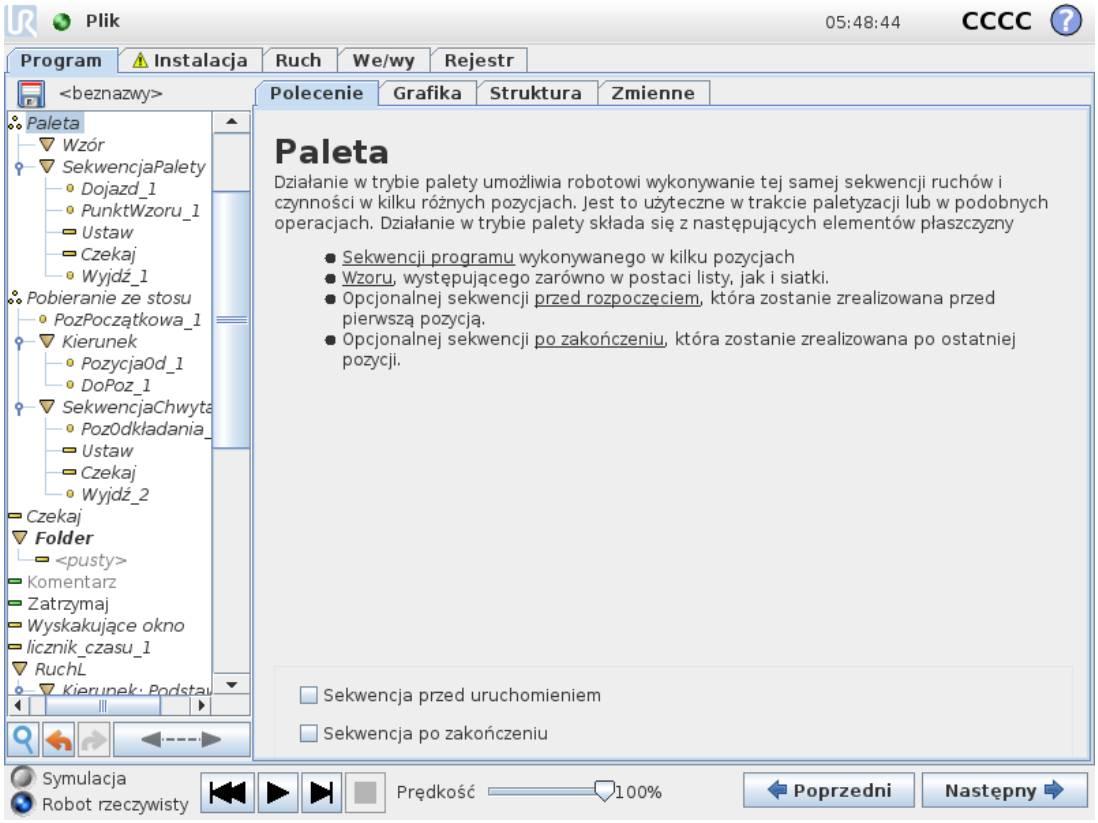
1.24.28. Testuj ustawienia siły

Przycisk wł./wył. z etykietą **Test** przełącza sposób działania przycisku **ruchu swobodnego** z tyłu sterownika uczenia z normalnego trybu ruchu swobodnego na testowanie polecenia Siła.

Gdy przycisk **Test** jest włączony i zostanie naciśnięty przycisk **ruchu swobodnego** z tyłu sterownika uczenia, robot działa tak, jakby program osiągnął to polecenie Siła i w ten sposób można zweryfikować ustawienia przed faktycznym uruchomieniem całego programu. Ta możliwość jest szczególnie przydatna do sprawdzania, czy zgodne osie oraz siły zostały wybrane prawidłowo. Wystarczy przytrzymać jedną ręką punkt TCP robota i nacisnąć przycisk **ruchu swobodnego** drugą ręką. Należy obserwować, w którą stronę można lub nie można przesuwać robota. Po zamknięciu tego ekranu przycisk Test automatycznie wyłącza się, co oznacza, że przycisk **ruchu swobodnego** z tyłu sterownika uczenia ponownie służy do włączania zwykłego trybu **ruchu swobodnego**.
Uwaga: Przycisk **ruchu swobodnego** będzie działać tylko wtedy, gdy zostanie wybrana prawidłowa funkcja dla polecenia Siła.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.29. Polecenie: Paleta



Operacja Paleta może wykonać sekwencję ruchów w zestawie miejsc podanym jako wzór (patrz 1.24.24. Polecenie: Wzór on page198). W każdym położeniu w ramach wzorca zostanie wykonana sekwencja ruchów względem pozycji wzorca.

Programowanie operacji Paleta

1. Zdefiniować wzór.
2. Utworzyć **SekwencjęPalety** do pobierania i umieszczania w każdym punkcie z osobna. Sekwencja opisuje, co należy zrobić w każdej pozycji wzorca.
3. Za pomocą przełącznika na ekranie polecenia sekwencji zdefiniować punkty orientacyjne w sekwencji, które powinny odpowiadać pozycjom wzorca.

Sekwencja palety/Sekwencja kotwiczenia

W węźle **Sekwencja palety** ruchy ramienia robota są względne w stosunku do pozycji palety. Sposób działania sekwencji jest taki, że ramię robota znajdzie się w pozycji określonej przez wzór w opcji **Pozycja zakotwiczenia/punkt wzorca**. Pozostałe pozycje zostaną przesunięte, aby je dopasować. Polecenia **Ruch** nie należy używać wewnątrz sekwencji, ponieważ nie będzie ono względne wobec pozycji zakotwiczenia.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

“Przed uruchomieniem”

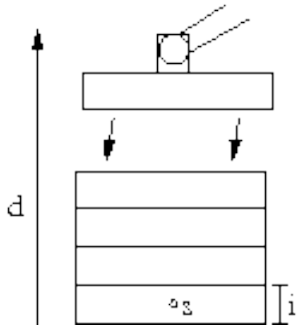
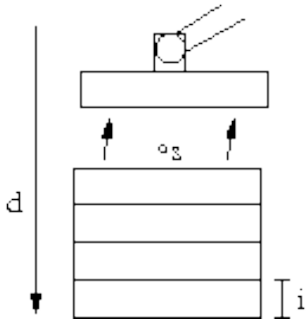
Opcjonalna sekwencja **Przed uruchomieniem** jest wykonywana tuż przed rozpoczęciem operacji. Można jej użyć do czekania na sygnały gotowości.

“Po zakończeniu”

Opcjonalna sekwencja **Po zakończeniu** jest wykonywana po zakończeniu operacji. Może ona służyć do sygnalizacji uruchomienia ruchu przenośnika w celu przygotowania się do następnej palety.

1.24.30. Polecenie: Szukaj

Funkcja wyszukiwania używa czujnika do określenia, czy została osiągnięta poprawna pozycja do uchwycenia lub upuszczenia elementu. Czujnikiem może być przycisk, czujnik ciśnieniowy lub pojemnościowy. Ta funkcja jest przeznaczona do pracy ze stosami elementów o różnej grubości lub w sytuacji, gdy nie jest znane dokładne położenie elementów lub zbyt trudno je zaprogramować.

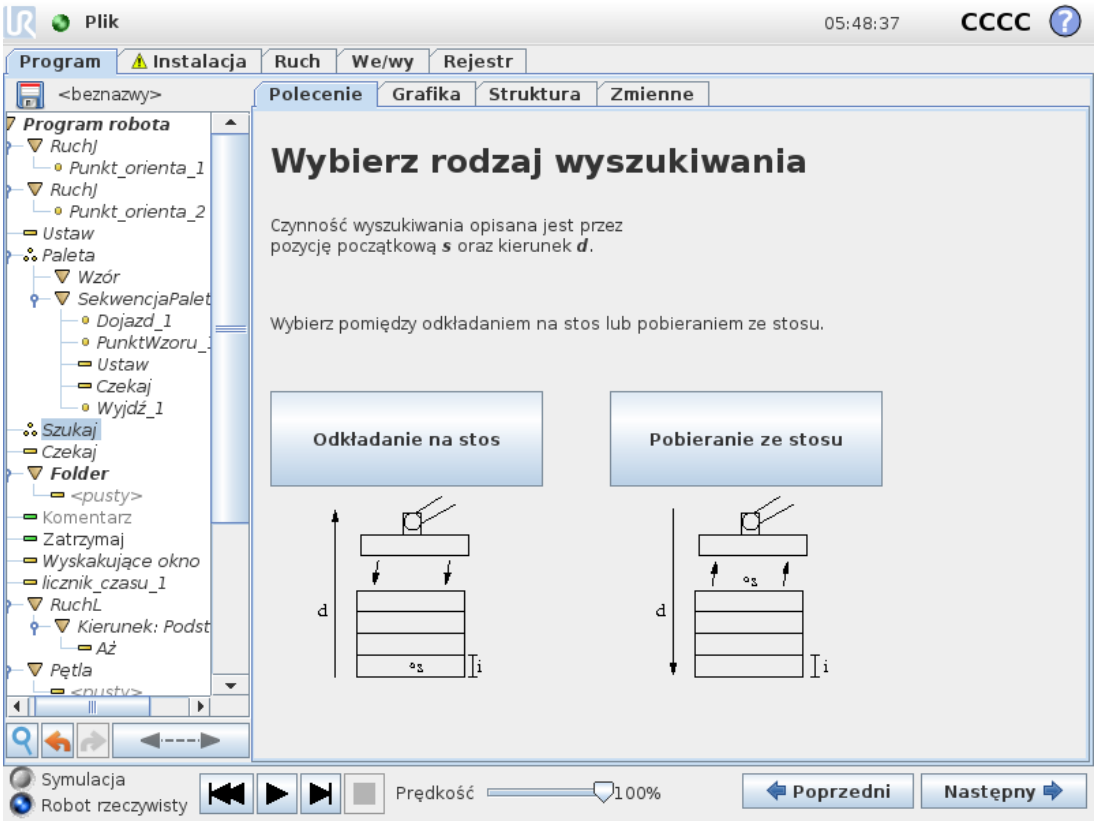
Odkładanie na stos	Pobieranie ze stosu
	

Podczas programowania operacji wyszukiwania do pracy ze stosem należy zdefiniować punkt początkowy *s*, kierunek stosu *d* i grubość elementów w stosie *i*.

Ponadto należy zdefiniować warunek na wypadek osiągnięcia następnej pozycji w stosie oraz specjalną sekwencję programową, która będzie wykonywana dla każdej z pozycji stosu. Dodatkowo należy podać szybkość i przyspieszenie dla ruchów objętych operacją na stosie.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

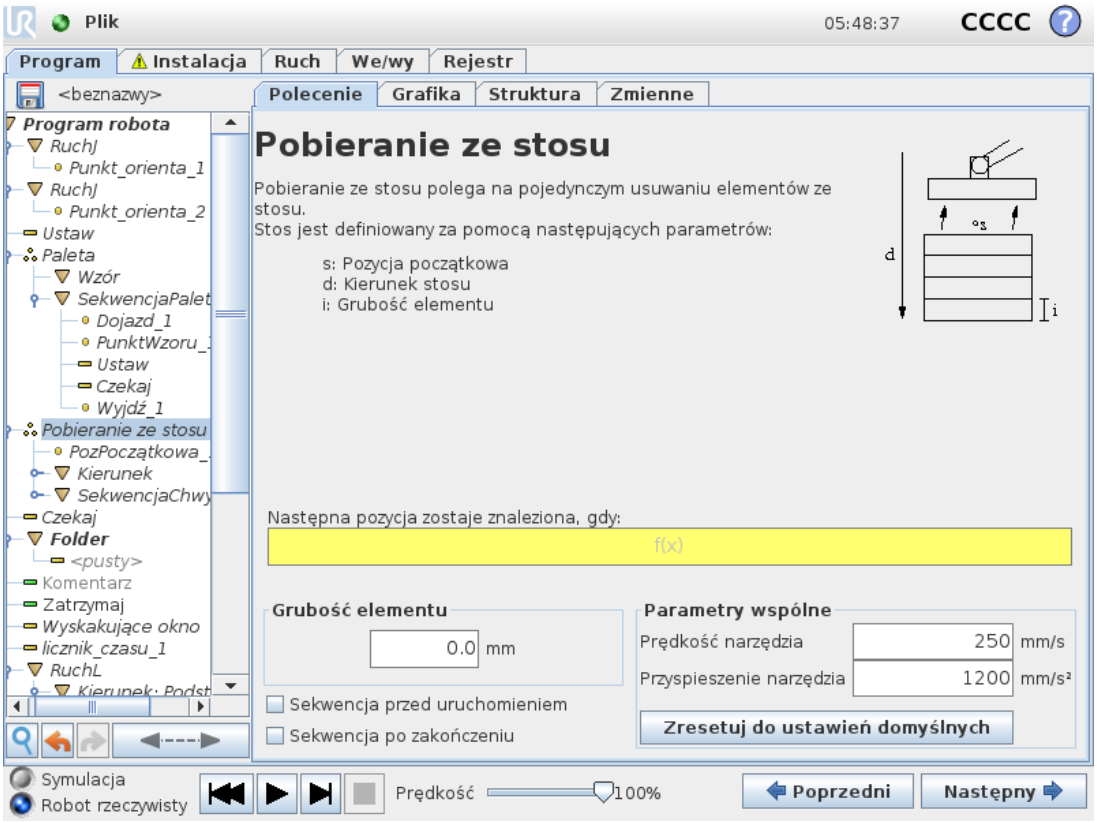
Odkładanie na stos



Podczas układania w stos ramię robota przemieszcza się do pozycji początkowej, a następnie przesuwa się w kierunku *przeciwnym* w celu wyszukania następnej pozycji stosu. Kiedy warunek zostaje spełniony, robot zapamiętuje pozycję i wykonuje sekwencję specjalną. Następnym razem robot rozpoczyna szukanie od zapamiętanej pozycji powiększonej o grubość elementu w danym kierunku. Układanie w stos jest zakończone, gdy wysokość stosu jest większa niż pewna zdefiniowana liczba lub gdy czujnik wyśle sygnał.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Pobieranie ze stosu



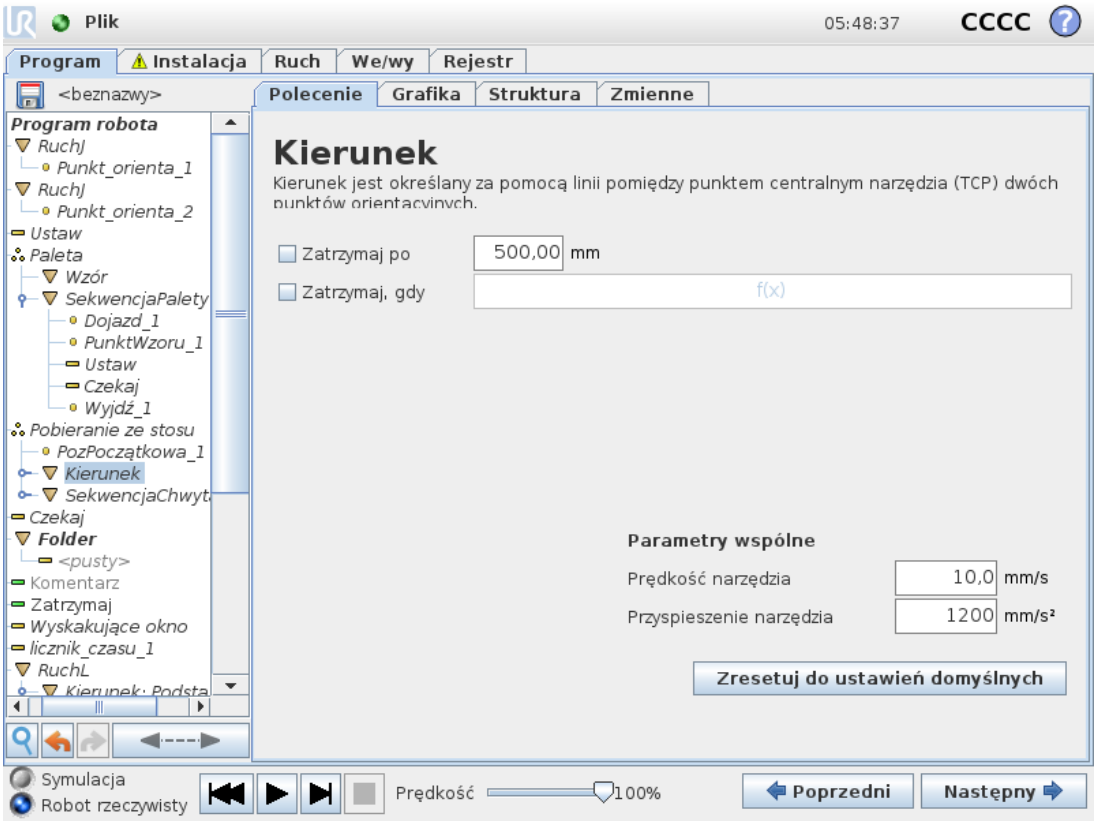
Podczas pobierania ze stosu ramię robota przemieszcza się od pozycji początkowej w zadanym kierunku w celu wyszukania następnego elementu. Dotarcie do kolejnego elementu jest określane na podstawie warunku na ekranie. Kiedy warunek zostaje spełniony, robot zapamiętuje pozycję i wykonuje sekwencję specjalną. Następnym razem robot rozpoczyna szukanie od zapamiętanej pozycji powiększonej o grubość elementu w danym kierunku.

Pozycja początkowa

Pozycja początkowa to pozycja, gdzie rozpoczyna się operacja na stosie. Jeśli pozycja początkowa zostanie pominięta, stos zaczyna się w bieżącej pozycji ramienia robota.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Kierunek



Kierunek jest określany przez dwie pozycje i jest obliczany jako różnica pozycji między TCP pierwszej pozycją i TCP drugiej pozycji.
Uwaga: Kierunek nie uwzględnia orientacji punktów.

Wyrażenie następnej pozycji układania w stos

Ramię robota porusza się wzdłuż wektora kierunku, ciągle oceniając, czy została osiągnięta następna pozycja stosu. Jeśli wartością wyrażenia będzie `True`, zostanie wykonana sekwencja specjalna.

“Przed uruchomieniem”

Opcjonalna sekwencja `BeforeStart` jest wykonywana tuż przed rozpoczęciem operacji. Można jej użyć do czekania na sygnały gotowości.

“Po zakończeniu”

Opcjonalna sekwencja `AfterEnd` jest wykonywana po zakończeniu operacji. Może ona służyć do sygnalizacji uruchomienia ruchu przenośnika w celu przygotowania się do następnego stosu.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Sekwencja pobierania/umieszczania

Sekwencja pobierania/umieszczania jest specjalną sekwencją programu wykonywaną przy każdej pozycji stosu, podobnie jak w przypadku działania w trybie palety (patrz 1.24.29. Polecenie: Paleta on page203).

1.24.31. Polecenie: Śledzenie przenośnika

Robota można skonfigurować w taki sposób, aby śledził ruch jednego skonfigurowanego przenośnika (przenośnik 1). Jeśli zdefiniowana w instalacji funkcja **Śledzenie przenośnika** została skonfigurowana prawidłowo, robot dostosowuje swój ruch tak, aby podążać za przenośnikiem. Węzeł programu **Śledzenie przenośnika** jest dostępny na karcie **Kreatory** w obszarze Struktura. Podczas śledzenia przenośnika w ramach tego węzła dopuszczalne są wszystkie ruchy, lecz są one wykonywane względem ruchu pasa przenośnika. Konfiguracja funkcji **Śledzenie przenośnika** na karcie **Instalacja** (patrz sekcja 1.23.13. Ustawienia śledzenia przenośnika on page153) zapewnia opcje umożliwiające skonfigurowanie robota w taki sposób, aby współpracował z enkoderami absolutnymi, jak i przyrostowymi, a także przenośnikami liniowymi i kołowymi.



UWAGA

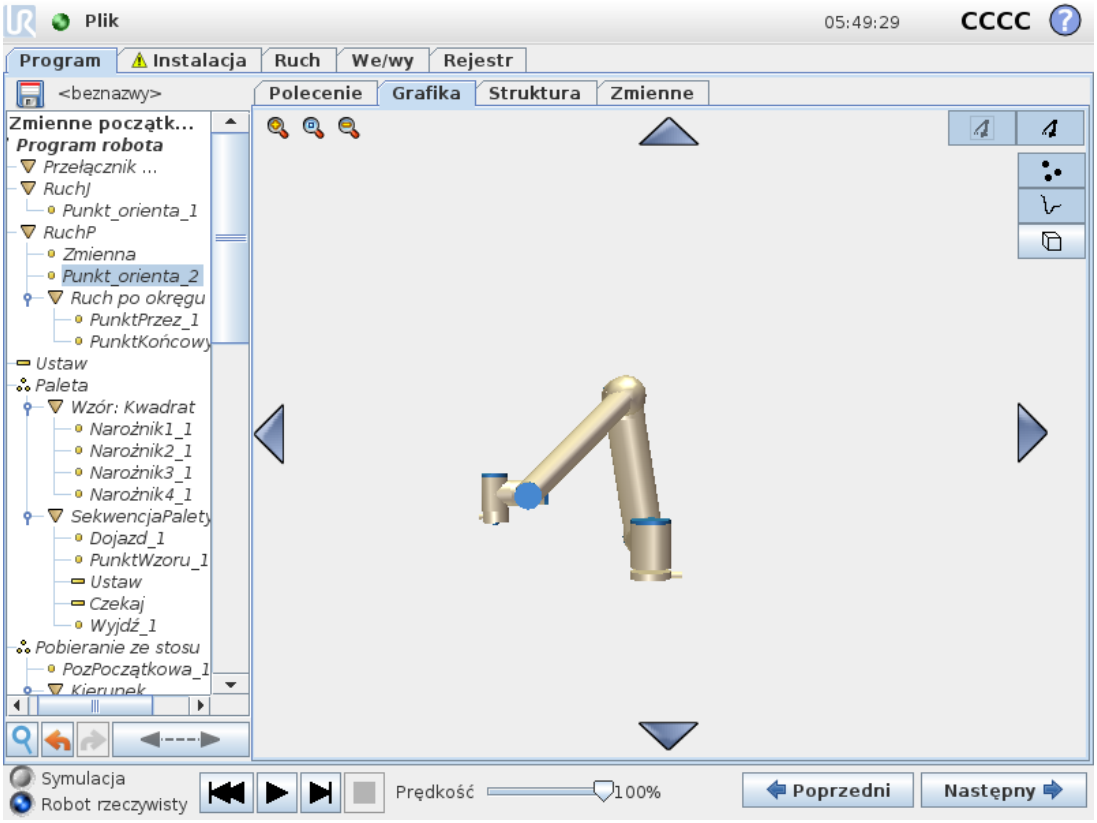
Skrzynka sterownicza może pomieścić tylko jeden enkoder przyrostowy, który musi być używany z jednym przenośnikiem (przenośnikiem 1).

1.24.32. Polecenie: Zablokuj

Zablokowane wiersze programu są po prostu pomijane podczas wykonywania programu. Zablokowany wiersz można ponownie odblokować później. Jest to szybki sposób wprowadzania zmian w programie bez niszczenia oryginalnej zawartości.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.33. Karta Urządzenie graficzne



Graficzne przedstawienie aktualnego programu robota. Tor punktu centralnego narzędzia (TCP) jest pokazany w widoku 3D, z segmentami ruchu pokazanymi na czarno i segmentami mieszanymi (przejściami pomiędzy segmentami ruchu) na zielono. Zielone punkty podają pozycje punktu centralnego narzędzia dla każdego z punktów orientacyjnych w programie. Rysunek 3D ramienia robota pokazuje jego aktualną pozycję, a *cień* ramienia robota pokazuje, w jaki sposób osiągnie ono punkt orientacyjny wybrany po lewej stronie ekranu.

Jeśli bieżąca pozycja punktu TCP robota zbliży się do płaszczyzny bezpieczeństwa lub wyzwalania albo orientacja narzędzia robota jest w pobliżu najbliższej wartości granicznej orientacji (patrz 1.20.12. Granice on page99), wyświetlany jest model 3D pobliskiej wartości granicznej.
Uwaga: gdy robot wykonuje program, wizualizacja limitów granicznych jest wyłączona.

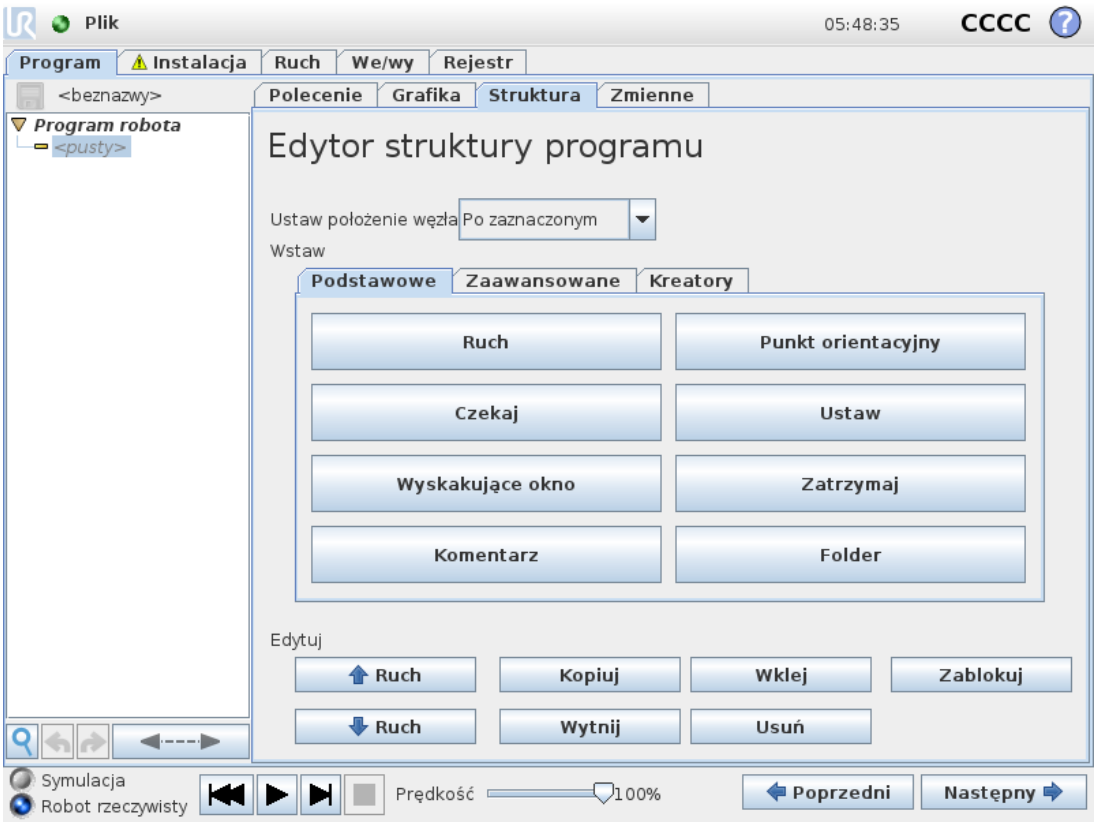
Płaszczyzny bezpieczeństwa są przedstawiane w kolorach żółtym i czarnym z małą strzałką normalną do płaszczyzny, która wskazuje tę stronę, po której dozwolone jest pozycjonowanie punktu TCP. Płaszczyzny wyzwalania są przedstawiane w kolorach niebieskim i zielonym z małą strzałką wskazującą tę stronę płaszczyzny, po której aktywne są wartości graniczne trybu **normalnego** (patrz 1.20.6. Tryby bezpieczeństwa on page93). Limit graniczny orientacji narzędzia jest wizualizowany przez sferyczny stożek oraz wektor określający bieżącą orientację narzędzia robota. Wnętrze stożka odpowiada polu dopuszczalnemu dla orientacji narzędzia (wektora).

Kiedy docelowy punkt TCP robota nie jest już w pobliżu limitu, przedstawienie 3D nie jest już wyświetlane. Jeśli punkt TCP narusza lub bardzo zbliża się do limitu granicznego, wizualizacja tego limitu zmienia kolor na czerwony.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Widok 3D można powiększać i obracać, aby móc lepiej widzieć ramię robota. Przyciski w prawym górnym rogu ekranu mogą wyłączać różne elementy graficzne w widoku 3D. Dolny przycisk włącza i wyłącza wizualizację pobliskich limitów granicznych. Pokazane odcinki ruchu zależą od wybranego węzła programu. Jeśli wybrano węzeł `Move`, wyświetlana jest ścieżka przesuwu zdefiniowana przez ten ruch. Jeśli wybrano węzeł **Punkt orientacyjny**, ekran przedstawia następnych ~ 10 kroków ruchu.

1.24.34. Karta struktury



Karta struktury programu umożliwia wstawianie, przenoszenie, kopiowanie i usuwanie różnych rodzajów poleceń.

Aby wstawić nowe polecenia, należy wykonać czynności:

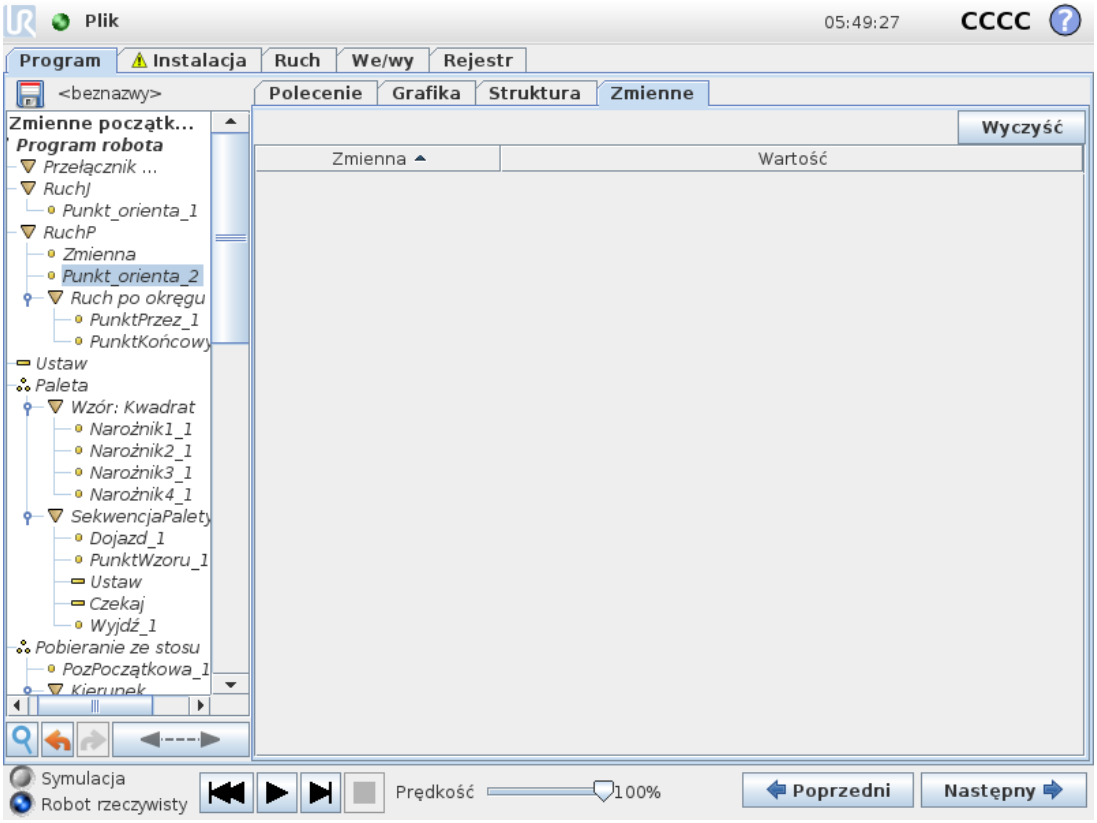
1. Wybrać istniejące polecenie programu.
2. Wybrać, czy nowe polecenie należy wstawić ponad czy pod wybranym poleceniem.
3. Nacisnąć przycisk rodzaju polecenia, jakie ma być wstawione. W celu dostosowania szczegółów nowego polecenia należy przejść do karty `Command`.

Polecenia można przesuwać, klonować i usuwać za pomocą przycisków w ramce edycji. Jeśli polecenie ma polecenia podległe (pokazane przez trójkąt obok polecenia), to wszystkie one są również przesuwane, klonowane lub usuwane.

Nie wszystkie polecenia pasują do wszystkich miejsc w programie. Zwykle przenoszenie poleceń `Waypoints` must be under a Move command (not necessarily directly under). `ElseIf` and `Else` commands are required to be after an `If`. In general, moving `ElseIf` może prowadzić do bałaganu. Zanim będzie można wykorzystać zmienne, konieczne jest przypisanie im wartości.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

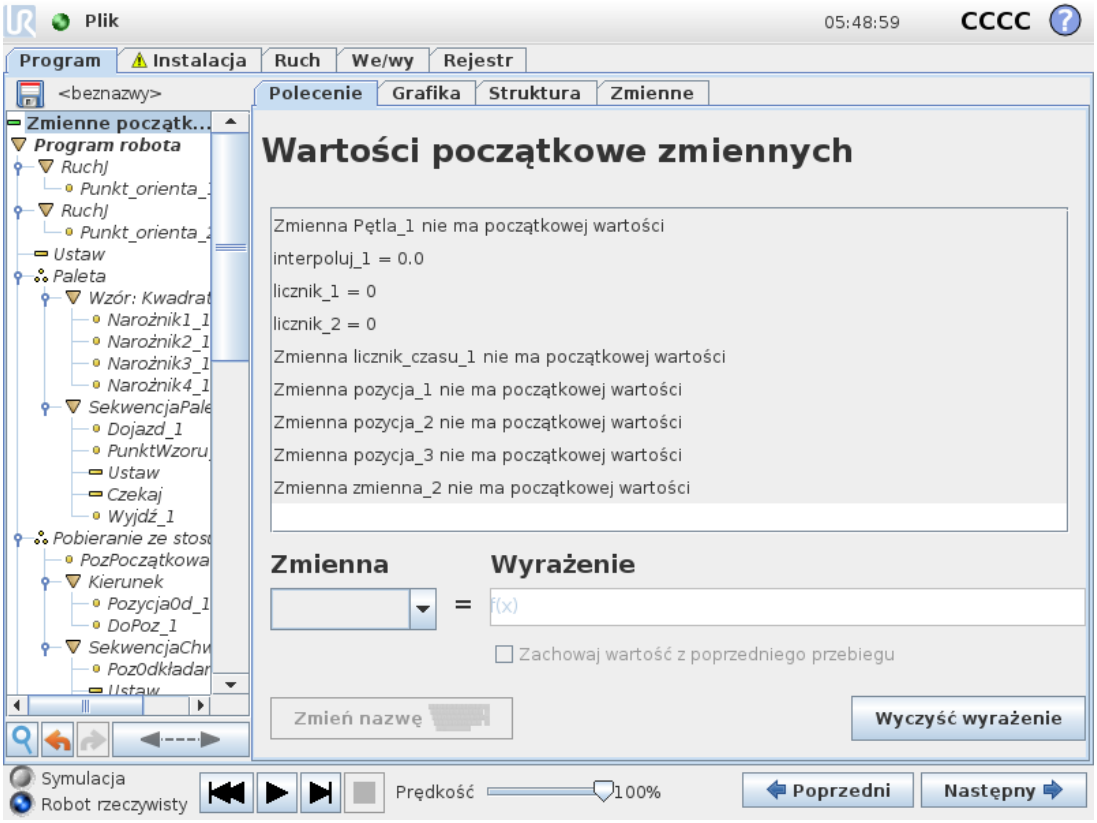
1.24.35. Karta zmiennych



Karta **Zmienne** pokazuje aktualne wartości zmiennych w uruchomionym programie i utrzymuje listę zmiennych oraz wartości między przebiegami programu. Karta pojawia się tylko wtedy, kiedy ma informacje do wyświetlenia. Zmienne są uporządkowane alfabetycznie według nazw. Nazwy zmiennych na tym ekranie są przedstawione z maks. 50 znakami, a wartości zmiennych są przedstawione z maks. 500 znakami.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.24.36. Polecenie: Inicjalizacja zmiennych



Ten ekran umożliwia ustawianie wartości zmiennej przed rozpoczęciem wykonywania programu (i wszelkich wątków).

Zmienną z listy zmiennych można wybrać, klikając ją lub korzystając z pola wyboru zmiennej. Dla wybranej zmiennej można wprowadzić wyrażenie, które będzie używane do ustawiania wartości zmiennej podczas uruchamiania programu.

W przypadku zaznaczenia pola wyboru **Zachowaj wartość z poprzedniego przebiegu** zmienna zostanie zainicjowana do wartości znajdującej się na karcie **Zmienne** (patrz 1.24.35. Karta zmiennych on the previous page). Umożliwia to zmiennym zachowanie swoich wartości między kolejnymi wykonaniami programu. Zmienna uzyska wartość z wyrażenia, jeśli program zostanie uruchomiony po raz pierwszy lub jeśli karta wartości zostanie wyczyszczona.

Zmienną można usunąć z programu, ustawiając jej nazwę jako pustą (same spacje).

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.25. Ekran konfiguracji



- **Zainicjuj robota** Przejście do ekranu inicjowania, patrz 1.21.6. Ekran inicjowania on page117.
- **Język i jednostki** Konfiguracja języka i jednostek miary używanych w interfejsie użytkownika, patrz 1.25.1. Język i jednostki on the next page.
- **Aktualizuj robota** Umożliwia uaktualnienie oprogramowania robota do nowszej wersji, patrz 1.25.2. Aktualizacja robota on page215.
- **Ustaw hasło** Umożliwia zablokowanie dostępu do części programistycznej robota osobom nie znającym hasła, patrz 1.25.3. Ustaw hasło on page216.
- **Kalibruj ekran** Kalibrowanie właściwości dotykowych ekranu dotykowego, patrz 1.25.4. Kalibruj ekran on page217.
- **Konfiguruj sieć** Otwiera interfejs do konfigurowania połączenia skrzynki sterowniczej z siecią Ethernet, patrz 1.25.5. Skonfiguruj sieć on page218.
- **Ustaw godzinę** Umożliwia ustawienie godziny i daty w systemie i konfigurację formatów wyświetlania zegara, patrz 1.25.6. Ustaw godzinę on page219.
- **Konfiguracja URCap** Przegląd zainstalowanych URCap oraz opcje instalacji i odinstalowywania, patrz 1.25.7. Konfiguracja URCap on page220.
- **Powrót** Powrót do ekranu powitalnego.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.25.1. Język i jednostki



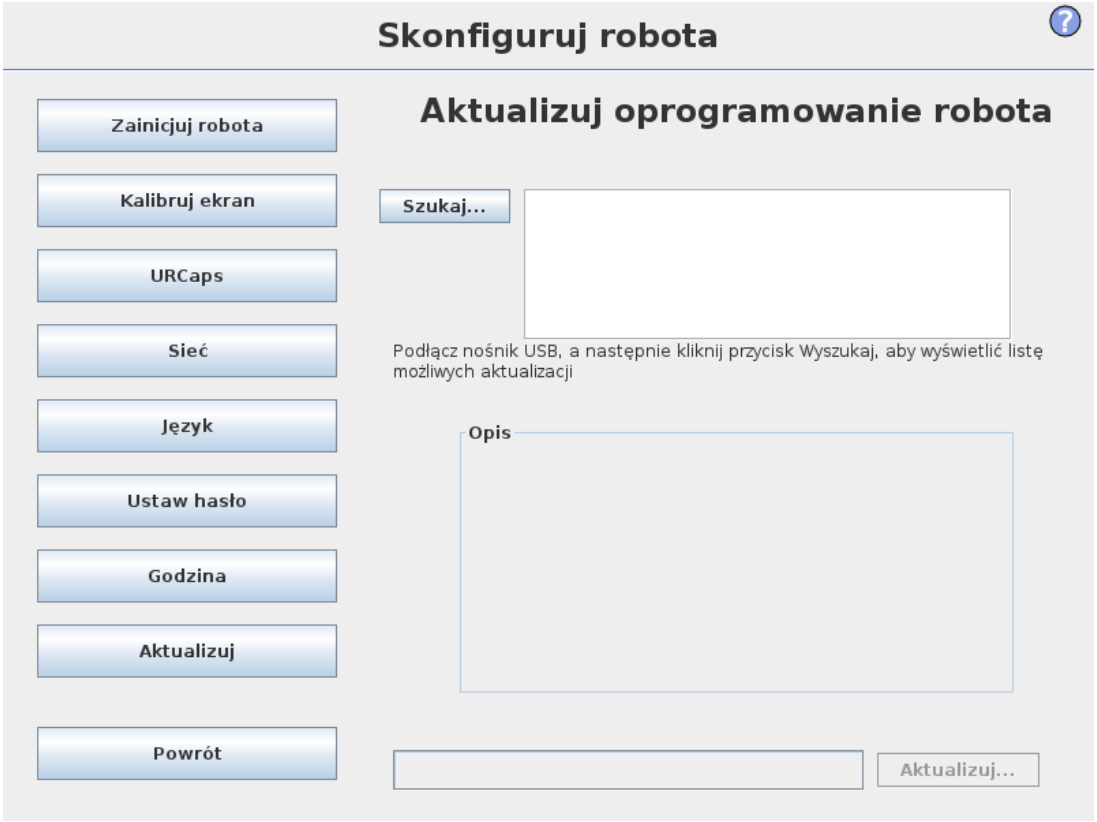
Na tym ekranie można wybrać język, jednostki i język klawiatury używane przez PolyScope.

Wybrany język będzie używany w napisach widocznych na różnych ekranach PolyScope oraz w osadzonej pomocy. Aby zachować nazwy poleceń w programie robota w języku angielskim, należy zaznaczyć pole English programming. Aby zmiany zostały wprowadzone, konieczne jest ponowne uruchomienie PolyScope.

Wybrany język klawiatury będzie domyślnie używany we wszystkich okienkach klawiatury w PolyScope.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.25.2. Aktualizacja robota



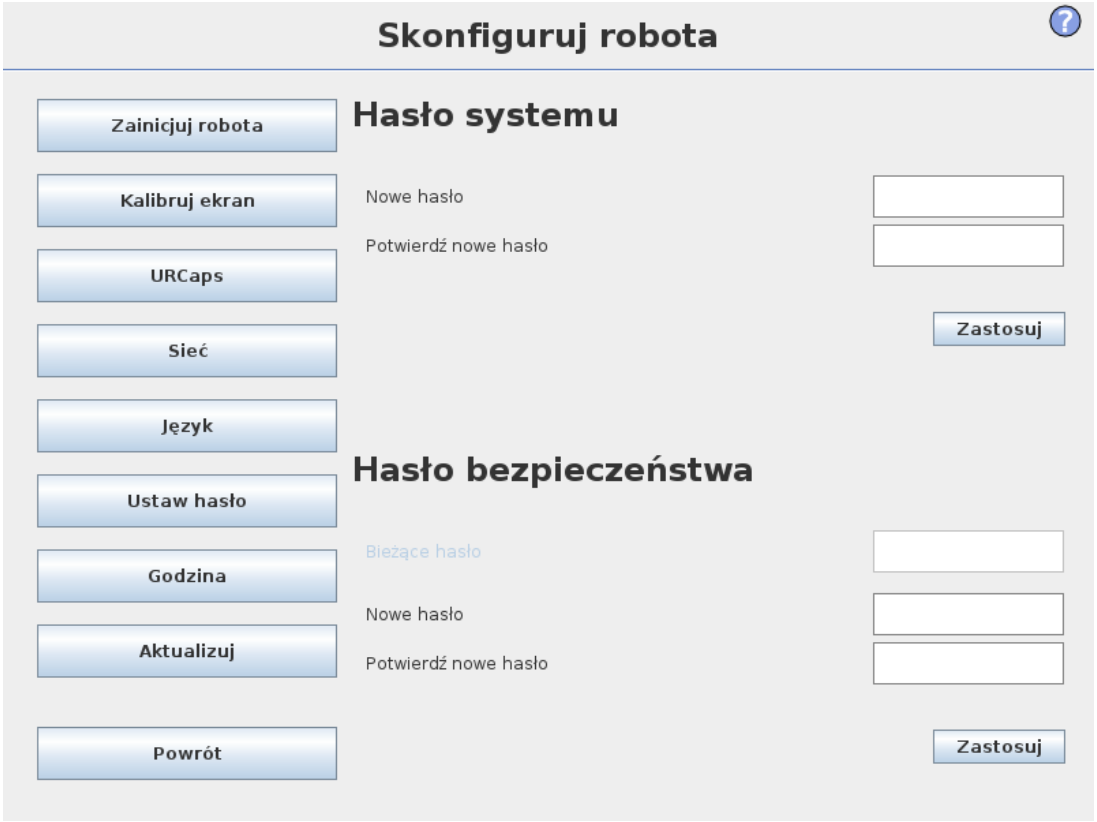
Aktualizacje oprogramowania mogą być instalowane z pamięci Flash USB. Włożyć nośnik pamięci USB i kliknąć opcję **Szukaj**, aby wyświetlić jego zawartość. Aby wykonać aktualizację, należy wybrać plik, kliknąć przycisk **Aktualizuj** i postępować zgodnie z instrukcjami wyświetlanymi na ekranie.

OSTRZEŻENIE

Po każdej aktualizacji oprogramowania należy sprawdzać programy. Aktualizacja może wprowadzić zmiany w ich trajektoriach. Parametry zaktualizowanego oprogramowania można wyświetlić, naciskając przycisk znaku zapytania ? w prawym górnym rogu interfejsu GUI. Parametry sprzętowe pozostają niezmienione i można je znaleźć w oryginalnym podręczniku.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.25.3. Ustaw hasło



Obsługiwane są dwa hasła. Pierwsze jest *opcjonalnym* hasłem systemowym, które zapobiega nieuprawnionym modyfikacjom konfiguracji robota. Po ustawieniu hasła systemowego programy można ładować i uruchamiać bez hasła, ale użytkownik musi je poprawnie wprowadzić, aby tworzyć i zmieniać programy.

Drugie jest *wymaganym* hasłem bezpieczeństwa, które trzeba prawidłowo wprowadzić, aby móc zmodyfikować konfigurację bezpieczeństwa.

UWAGA

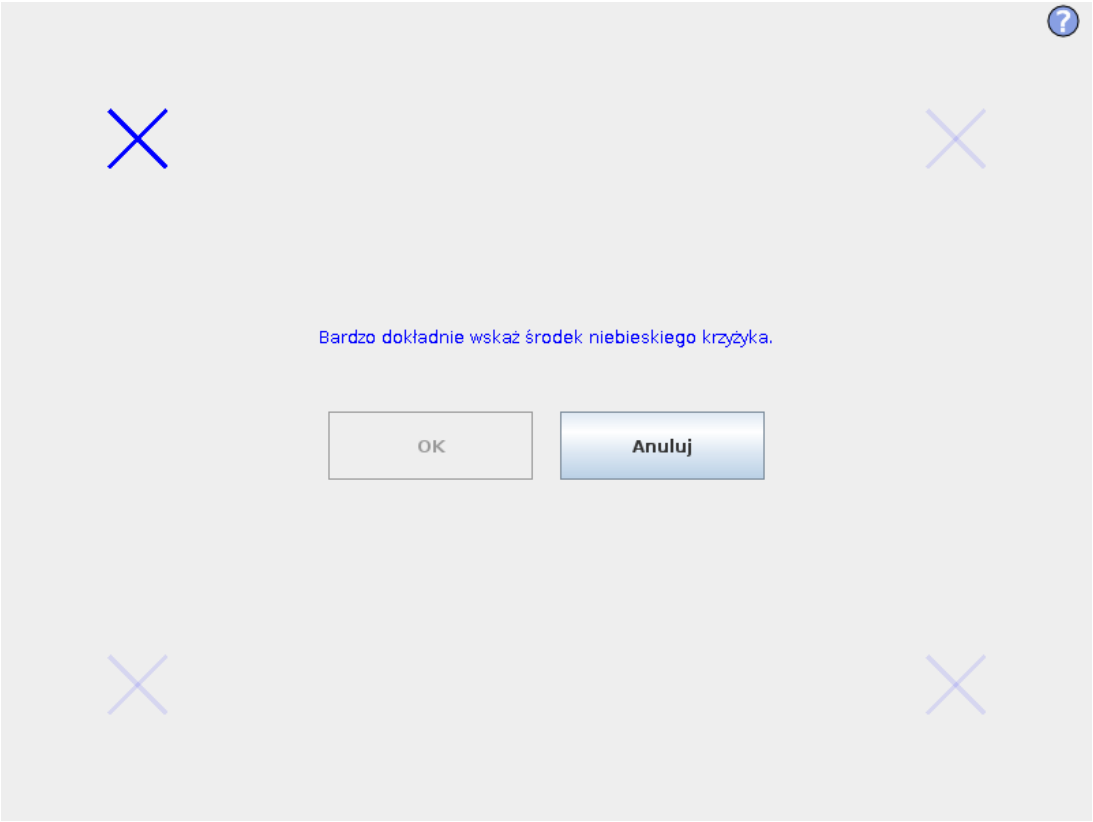
Aby zmienić konfigurację bezpieczeństwa, konieczne jest ustawienie hasła bezpieczeństwa.

OSTRZEŻENIE

Hasło systemowe należy ustawić, aby zapobiegać wprowadzaniu zmian w instalacji robota przez nieupoważnione osoby.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

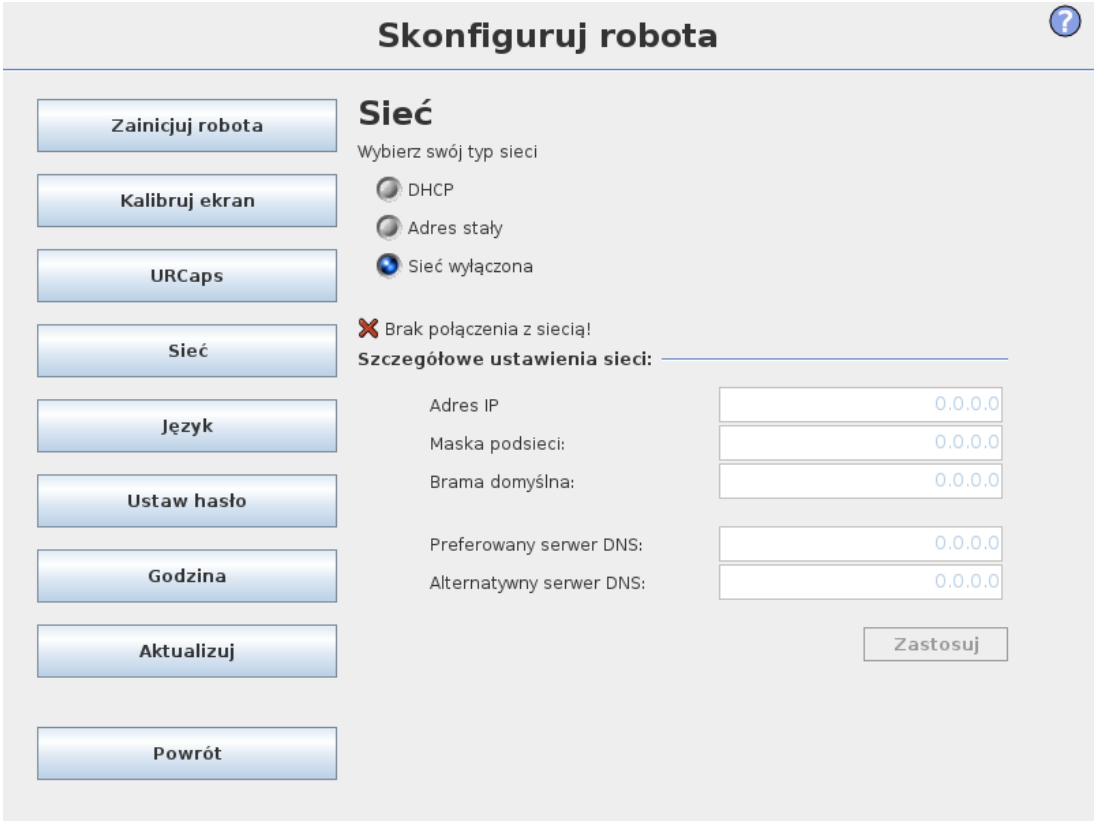
1.25.4. Kalibruj ekran



Kalibracja ekranu dotykowego. W celu skalibrowania ekranu dotykowego należy postępować zgodnie z instrukcjami wyświetlanymi na ekranie. Preferowane jest wykorzystanie spiczastego, niemetalicznego przedmiotu, takiego jak zamknięty długopis. Ostrożne i staranne działanie pomaga osiągnąć lepsze wyniki.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

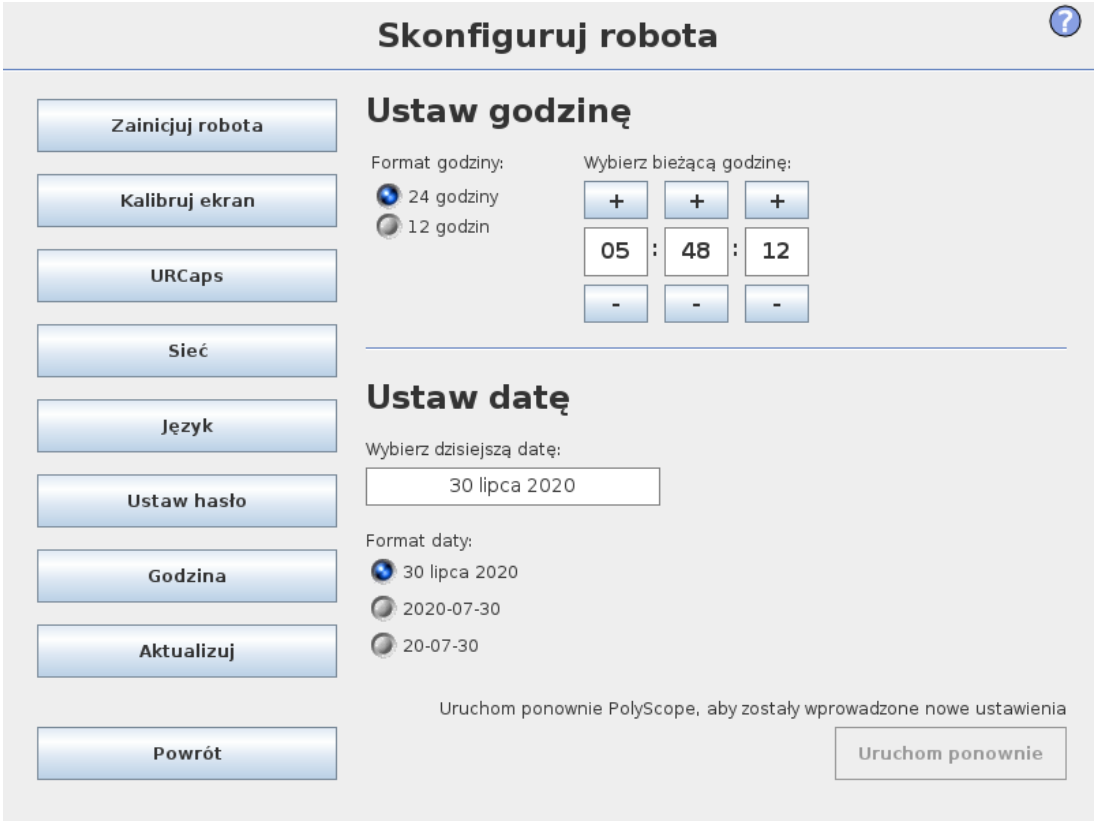
1.25.5. Skonfiguruj sieć



Panel do konfigurowania sieci Ethernet. Połączenie Ethernet nie jest potrzebne do realizacji podstawowych funkcji robota i jest domyślnie wyłączone.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

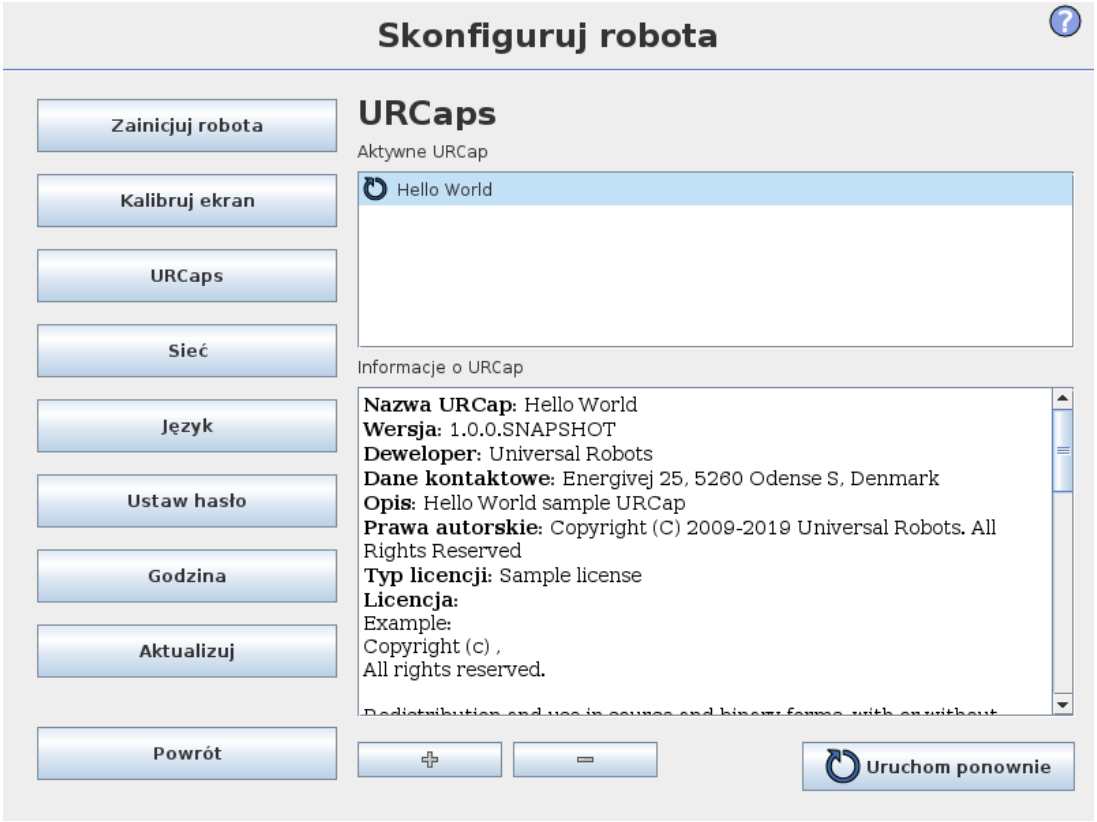
1.25.6. Ustaw godzinę



Ustawienie godziny i daty w systemie oraz konfiguracja formatu wyświetlania zegara. Zegar jest wyświetlany w górnej części ekranów *Uruchom program* oraz *Zaprogramuj robota*. Dotknięcie zegara spowoduje chwilowe wyświetlenie daty. Aby zmiany zostały wprowadzone, konieczne jest ponowne uruchomienie graficznego interfejsu użytkownika.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

1.25.7. Konfiguracja URCap



Górna lista zawiera przegląd wszystkich zainstalowanych *URCap*. Kliknięcie URCap powoduje wyświetlenie metainformacji (w tym nazwy URCap, wersji, licencji itd.) w obszarze `URCap Information` pod listą.

Kliknij przycisk + w dolnej części ekranu, aby zainstalować nowy plik URCap. Wyświetlone zostanie okno, w którym można wybrać plik .urcap. Kliknij przycisk Otwórz, a PolyScope powróci do ekranu ustawień. Wybrany plik URCap zostanie zainstalowany, a na liście pojawi się po chwili odpowiednia pozycja. Nowo zainstalowane oraz odinstalowane pliki URCap wymagają ponownego uruchomienia interfejsu PolyScope i wyświetlony zostanie przycisk Uruchom ponownie.

Aby odinstalować dany URCap, wystarczy go wybrać na liście, a następnie kliknąć przycisk –. URCap zniknie z listy, jednak ponowne uruchomienie oprogramowania jest nadal wymagane.

Ikona obok pozycji na liście informuje o stanie URCap. Poniżej opisano różne stany:

- *URCap: ok*
  URCap jest zainstalowany i działa prawidłowo.
- *URCap: błąd*
  URCap jest zainstalowany, jednak nie można go uruchomić. Skontaktuj się z deweloperem URCap.
- *URCap: wymagane ponowne uruchomienie*
  URCap został zainstalowany i wymagane jest ponowne uruchomienie oprogramowania.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

2. Słowniczek

Kategoria zatrzymania 0
: Ruch robota jest zatrzymywany przez natychmiastowe odcięcie jego zasilania. Jest to zatrzymanie niekontrolowane, w wyniku którego ruch robota może się odchylić od zaprogramowanego toru, ponieważ każdy przegub jest hamowany tak szybko, jak to możliwe. To zatrzymanie ochronne jest stosowane, kiedy dojdzie do przekroczenia limitu klasyfikowanego bezpieczeństwa lub w przypadku awarii części systemu sterowania z klasyfikowanym bezpieczeństwem. Aby uzyskać więcej informacji, `see ISO 13850` or `IEC 60204-1`.

Kategoria zatrzymania 1
: Ruch robota jest zatrzymywany przy dostępnym zasilaniu. Zasilanie jest odcinane dopiero wtedy, kiedy robot się zatrzyma. Jest to zatrzymanie kontrolowane, w którym robot będzie podążać wzdłuż zaprogramowanego toru. Zasilanie jest odcinane od razu po zatrzymaniu robota. Aby uzyskać więcej informacji, `see ISO 13850` or `IEC 60204-1`.

Kategoria zatrzymania 2
: Zatrzymanie kontrolowane przy utrzymaniu zasilania robota. System sterowania z klasyfikacją bezpieczeństwa monitoruje, czy robot pozostaje w pozycji zatrzymania. Aby uzyskać więcej informacji, `see IEC 60204-1`.

Kategoria 3
: Terminu *kategoria* nie należy mylić z terminem *kategoria zatrzymania*. *Kategoria* dotyczy typu architektury wykorzystanej jako podstawa dla danego *poziomu działania*. Ważną cechą architektury *kategorii 3* jest to, że pojedyncza usterka nie może prowadzić do utraty funkcji bezpieczeństwa. Aby uzyskać więcej informacji, `see ISO 13849-1`.

Poziom działania
: Poziom działania (PL, ang. Performance Level) jest poziomem nieciągłym i służy do określania możliwości części bezpieczeństwa w systemach sterowania w zakresie działań bezpieczeństwa w przewidywalnych warunkach. PLd jest drugą najwyższą klasyfikacją niezawodności, co oznacza, że funkcja bezpieczeństwa jest skrajnie wiarygodna. Aby uzyskać więcej informacji, `see ISO 13849-1`.

Pokrycie diagnostyczne (DC)
: to miara wydajności narzędzi diagnostycznych zastosowanych w celu osiągnięcia klasyfikowanego poziomu działania. Aby uzyskać więcej informacji, `see ISO 13849-1`.

MTTFd
: Średni czas między niebezpiecznymi awariami (ang. mean time to dangerous failure) to wartość oparta na obliczeniach i badaniach, służąca do osiągnięcia klasyfikowanego poziomu działania. Aby uzyskać więcej informacji, `see ISO 13849-1`.

Integrator
: Integrator jest podmiotem odpowiedzialnym za projekt ostatecznej instalacji robota. Integrator jest odpowiedzialny za wykonanie ostatecznej oceny ryzyka i musi zapewnić, że ostateczna instalacja spełnia wymagania lokalnego prawa i przepisów.

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Ocena ryzyka
Jest to ogólny proces identyfikacji ryzyka wszelkiego rodzaju i ograniczenie go do właściwego poziomu. Ocena ryzyka powinna być udokumentowana. Więcej informacji zawiera `ISO 12100`.

Współbieżność w zastosowaniu robota
Termin *praca współbieżna* dotyczy współpracy między operatorem a robotem w zastosowaniu robota. Dokładne definicje i opisy można znaleźć w normach ISO 10218-1 oraz ISO 10218-2.

Konfiguracja bezpieczeństwa
Interfejsy i funkcje dotyczące bezpieczeństwa można konfigurować poprzez parametry konfiguracji bezpieczeństwa. Są one definiowane za pomocą interfejsu programowego, patrz część Część II Podręcznik PolyScope on page87.

2.1. Index

A

add Action 181

AfterEnd 204

Anchor Position 203

B

Base 111, 170

Base feature 146

BeforeStart 204

Blend parameters 172

Blending 172

Box pattern 198-199

C

Configurable I/O 33

control box 31, 33, 49, 71, 116, 127, 140, 157

Control Box 1, 208

Conveyor Tracking 208

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Conveyor Tracking Setup 153

D

Direction Vector 180

E

Ethernet 47

EtherNet/IP 138

Expression Editor 196

F

Feature 145, 154

Feature menu 200

Folder 187

Force mode 199

Frame 201

Freedrive 136, 146, 202

G

General purpose I/O 33

I

I/O 31, 33, 35, 115, 127, 137, 139

Installation 141, 208

Installation variables 140

integrator 10

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

J

Joint load 157

joint space 168

L

Line pattern 198-199

List (pattern) 198

M

MODBUS 128, 141, 143, 153

Motion 201

Mounting bracket 1

Move 115, 147, 168-169, 171, 183, 203

MoveJ 168

MoveL 147, 168

MoveP 147, 168

N

Normal mode 209

P

Pallet Sequence 203

Pattern 198-199

Point 201

PolyScope 1, 111, 113, 115, 188

popup 184

Pose Editor 147

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Program 115

Program Tree 164-165

R

Recovery mode 118

Relative waypoint 170

risk assessment 1, 5, 10, 12

Robot arm 31, 71, 140, 157, 199, 201, 205-206

S

Safety Configuration 10

Safety I/O 33, 35

Safety instructions 51

Safety Settings 5

Script manual 2

Service manual 2

Set 183

Simple 201

Square pattern 198-199

Standard 71-72, 74

Structure 208

Switch Case construction 196

T

Teach Pendant 1, 202

Test button 202

Tool Center Point 132, 170

Tool feature 146

Tool I/O 43

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

U

Until 179

Until Distance 181

Until Expression 181

UR+ 2

V

Variable feature 170

Variable waypoint 170

Variables 167, 211

Voltage 128

W

Wait 182

Warning signs 6

Warranty 57

Waypoint 168, 170-172, 178, 203, 210

Waypoints 113

Wizards 208

Wrist 3 111

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Software Version: 3.14

Copyright © 2009–2020 Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

