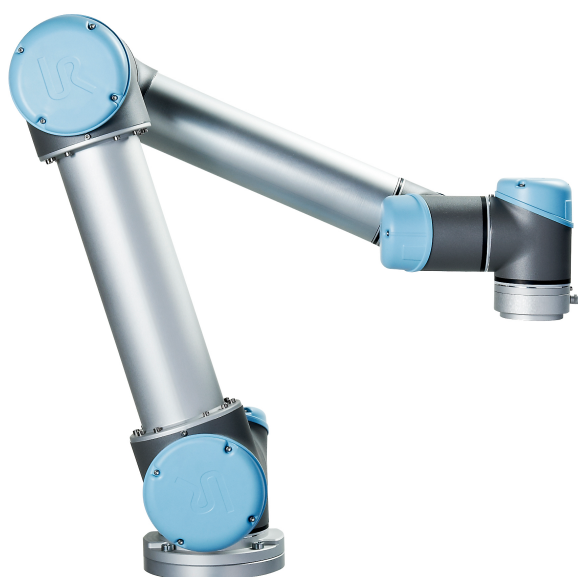




UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots



UR5 / CB3

Preklad originálu pokynov (sk)



UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots

UR5/CB3

Verzia 3.11

Preklad originálu pokynov (sk)

Informácie obsiahnuté v tomto dokumente sú majetkom spoločnosti Universal Robots A/S a nesmú sa reprodukovať ako celok alebo po častiach bez predchádzajúceho písomného súhlasu spoločnosti Universal Robots A/S. Informácie obsiahnuté v tomto dokumente podliehajú zmenám bez upozornenia a nemožno ich vykladať ako záväzok spoločnosti Universal Robots A/S. Táto príručka je pravidelne kontrolovaná a revidovaná.

Spoločnosť Universal Robots A/S nepreberá žiadnu zodpovednosť za žiadne chyby či opomenutia v tomto dokumente.

Copyright © 2009–2019 spoločnosť Universal Robots A/S

Logo Universal Robots je registrovanou ochrannou známkou spoločnosti Universal Robots A/S.

Obsah

Predslov	ix
Čo obsahujú balenia	ix
Dôležité bezpečnostné upozornenie	ix
Ako čítať túto príručku	x
Kde je možné nájsť ďalšie informácie:	x
UR+	x
 I Príručka inštalácie hardvéru	 I-1
1 Bezpečnosť	I-3
1.1 Úvod	I-3
1.2 Platnosť a zodpovednosť	I-3
1.3 Obmedzenie zodpovednosti	I-4
1.4 Výstražné symboly v tejto príručke	I-4
1.5 Všeobecné výstrahy a upozornenia	I-5
1.6 Určené použitie	I-8
1.7 Hodnotenie rizika	I-8
1.8 Núdzové zastavenie	I-10
1.9 Pohyb s napájaním a bez neho	I-10
 2 Bezpečnostné funkcie a rozhrania	 I-13
2.1 Úvod	I-13
2.2 Časy zastavenia bezpečnostného systému	I-14
2.3 Limitujúce funkcie s bezpečnostným hodnotením	I-14
2.4 Bezpečnostné režimy	I-15
2.5 Bezpečnostné elektrické rozhrania	I-17
2.5.1 Bezpečnostné elektrické vstupy	I-17
2.5.2 Bezpečnostné elektrické výstupy	I-19
 3 Preprava	 I-21
 4 Mechanické rozhranie	 I-23
4.1 Úvod	I-23
4.2 Pracovný priestor robota	I-23
4.3 Montáž	I-23
4.4 Maximálne zaťaženie	I-27
 5 Elektrické rozhranie	 I-29
5.1 Úvod	I-29
5.2 Elektrické výstrahy a upozornenia	I-29
5.3 Vstupy a výstupy ovládača	I-31
5.3.1 Všeobecné špecifikácie pre všetky digitálne V/V	I-31

5.3.2	Bezpečnostné V/V	I-33
5.3.3	Univerzálne digitálne V/V	I-37
5.3.4	Digitálny vstup z tlačidla	I-37
5.3.5	Komunikácia s inými strojmi alebo PLC	I-38
5.3.6	Univerzálne analógové V/V	I-38
5.3.7	Diaľkové ovládanie ZAP/VYP	I-40
5.4	Nástroj V/V	I-41
5.4.1	Digitálne výstupy nástroja	I-42
5.4.2	Digitálne vstupy nástroja	I-43
5.4.3	Analógové vstupy nástroja	I-43
5.5	Ethernet	I-44
5.6	Pripojenie k sieti	I-45
5.7	Pripojenie robota	I-46
6	Údržba a oprava	I-47
6.1	Bezpečnostné pokyny	I-47
7	Likvidácia a životné prostredie	I-49
8	Osvedčenia	I-51
8.1	Certifikáty tretích strán	I-51
8.2	Certifikáty externých dodávateľov	I-52
8.3	Certifikát testovania výrobcom	I-53
8.4	Vyhlásenia podľa smerníc EÚ	I-53
9	Záruka	I-55
9.1	Záruka na produkt	I-55
9.2	Obmedzujúca doložka	I-56
A	Čas zastavenia a vzdialenosť zastavenia	I-57
A.1	Vzdialenosti a časy zastavenia kategórie 0.	I-57
B	Vyhlásenia a certifikáty	I-59
B.1	EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010	I-59
B.2	Vyhlásenie o začlenení CE/EU (Preklad z originálu)	I-61
B.3	Certifikát pre bezpečnostný systém	I-63
B.4	TUV Rheinland	I-64
B.5	China RoHS	I-65
B.6	Bezpečnosť KCC	I-66
B.7	Certifikát skúšky vplyvu na životné prostredie	I-67
B.8	Certifikát skúšky EMC	I-68
B.9	Certifikát skúšky v čistých priestoroch	I-69
C	Použité normy	I-71
D	Technické špecifikácie	I-79

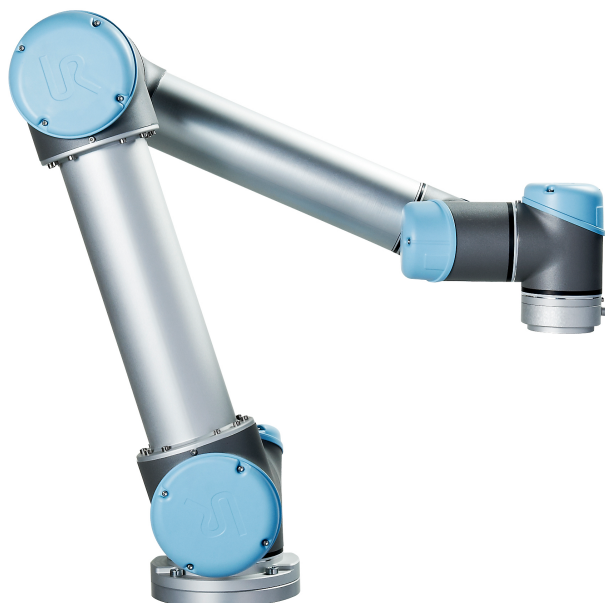
E	Tabuľky s bezpečnostnými funkciami	I-81
E.1	1. tabuľka	I-81
E.2	2. tabuľka	I-84
II	Príručka PolyScope	II-1
10	Konfigurácia zabezpečenia	II-3
10.1	Úvod	II-3
10.2	Zmena konfigurácie zabezpečenia	II-4
10.3	Synchronizácia zabezpečenia a chyby	II-5
10.4	Tolerancie	II-6
10.5	Bezpečnostný kontrolný súčet	II-6
10.6	Bezpečnostné režimy	II-6
10.7	Režim Voľný chod	II-7
10.7.1	Spätný chod	II-7
10.8	Ochrana heslom	II-8
10.9	Použiť	II-8
10.10	Všeobecné limity	II-9
10.11	Limity kľbu	II-11
10.12	Hranice	II-12
10.12.1	Výber hranice pre konfiguráciu	II-13
10.12.2	3D vizualizácia	II-14
10.12.3	Konfigurácia bezpečnostnej roviny	II-14
10.12.4	Konfigurácia ohraničenia nástroja	II-17
10.13	Bezpečnostné V/V	II-18
10.13.1	Vstupné signály	II-19
10.13.2	Výstupné signály	II-20
11	Spustiť programovanie	II-23
11.1	Úvod	II-23
11.2	Začíname	II-23
11.2.1	Inštalácia ramena robota a riadiacej skrinky	II-24
11.2.2	Zapnutie a vypnutie riadiacej skrinky	II-24
11.2.3	Zapnutie a vypnutie ramena robota	II-24
11.2.4	Rýchly štart	II-24
11.2.5	Prvý program	II-25
11.3	Programovacie rozhranie PolyScope	II-26
11.4	Uvítacia obrazovka	II-28
11.5	Inicializačná obrazovka	II-29
12	Editory na obrazovke	II-31
12.1	Editor výrazov na obrazovke	II-31
12.2	Obrazovka úpravy pozície	II-31

13 Ovládanie robota	II-35
13.1 Karta Pohyb	II-35
13.1.1 Robot	II-35
13.1.2 Funkcia a poloha nástroja	II-36
13.1.3 Pohyb nástroja	II-36
13.1.4 Pohyb kĺbov	II-36
13.1.5 Voľný chod	II-36
13.2 Karta V/V	II-37
13.3 MODBUS	II-38
13.4 Karta Automatický pohyb	II-38
13.5 Inštalácia → Načítať /uložiť	II-40
13.6 Inštalácia → Konfigurácia TCP	II-41
13.6.1 Pridanie, premenovanie, úprava a odstránenie TCP	II-41
13.6.2 Aktívne TCP	II-41
13.6.3 Predvolený TCP	II-42
13.6.4 Učenie polohy TCP	II-42
13.6.5 Učenie orientácie TCP	II-43
13.6.6 Zaťaženie	II-43
13.6.7 Ťažisko	II-43
13.7 Inštalácia → Montáž	II-44
13.8 Inštalácia → Nastavenie V/V	II-45
13.8.1 Typ signálu V/V	II-45
13.8.2 Priradenie používateľom definovaných názvov	II-46
13.8.3 Akcie V/V a ovládanie na karte V/V	II-46
13.9 Inštalácia → Bezpečnosť	II-47
13.10 Inštalácia → Premenné	II-47
13.11 Inštalácia → Nastavenie V/V klienta protokolu MODBUS	II-48
13.12 Funkcie → inštalácie	II-51
13.12.1 Použitie funkcie	II-52
13.12.2 Nový bod	II-53
13.12.3 Nová priamka	II-54
13.12.4 Funkcia roviny	II-55
13.12.5 Príklad: Manuálna aktualizácia funkcie za účelom úpravy programu	II-56
13.12.6 Príklad: Dynamická aktualizácia pozície funkcie	II-56
13.13 Nastavenie sledovania dopravníka	II-57
13.14 Hladký prechod medzi bezpečnostnými režimami	II-58
13.14.1 Úprava nastavení zrýchlenia/spomalenia	II-58
13.15 Inštalácia → Predvolený program	II-59
13.16 Karta Denník	II-60
13.16.1 Výkazy o chybe pri ukladaní	II-61
13.17 Obrazovka Načítanie	II-61
13.18 Karta Chod	II-63
14 Programovanie	II-65
14.1 Nový program	II-65
14.2 Karta Program	II-66
14.2.1 Programový strom	II-66

14.2.2	Indikácia vykonávania programu	II-67
14.2.3	Tlačidlo Vyhľadať	II-67
14.2.4	Tlačidlá Späť / Znova	II-68
14.2.5	Ovládací panel programu	II-68
14.3	Premenné	II-69
14.4	Príkaz: Pohyb	II-69
14.5	Príkaz: Pevný traťový bod	II-72
14.6	Príkaz: Relatívny traťový bod	II-78
14.7	Príkaz: Premennivý traťový bod	II-79
14.8	Príkaz: Smer	II-79
14.9	Príkaz: Kým	II-80
14.10	Príkaz: Čakať	II-82
14.11	Príkaz: Nastaviť	II-82
14.12	Príkaz: Automaticky otvárané okná	II-83
14.13	Príkaz: Zastaviť	II-84
14.14	Príkaz: Poznámka	II-84
14.15	Príkaz: Adresár	II-85
14.16	Príkaz: Slučka	II-85
14.17	Príkaz: Ak	II-86
14.18	Príkaz: Podprogram	II-87
14.19	Príkaz: Priradenie	II-88
14.20	Príkaz: Skript	II-89
14.21	Príkaz: Udalosť	II-90
14.22	Príkaz: Vsunutá postupnosť	II-91
14.23	Príkaz: Prepnutie	II-91
14.23.1	Časovač	II-92
14.24	Príkaz: Obrázec	II-93
14.25	Príkaz: Sila	II-94
14.26	Príkaz: Paleta	II-98
14.27	Príkaz: Hľadať	II-99
14.28	Príkaz: Sledovanie dopravníka	II-101
14.29	Príkaz: Potlačiť	II-102
14.30	Karta Grafika	II-102
14.31	Karta Štruktúra	II-103
14.32	Karta Premenné	II-104
14.33	Príkaz: Inicializácia premenných	II-105
15	Obrazovka Nastavenie	II-107
15.1	Jazyky a jednotky	II-108
15.2	Aktualizovať robot	II-109
15.3	Nastaviť heslo	II-110
15.4	Kalibrovať obrazovku	II-111
15.5	Nastaviť sieť	II-111
15.6	Nastaviť čas	II-112
15.7	Nastavenie URCap	II-113

Glosár	II-115
Index	II-117

Predslov



Blahoželáme vám k zakúpeniu nového robota UR5 od spoločnosti Universal Robots.

Tento robot možno naprogramovať na pohybovanie nástrojom a komunikáciu s inými strojmi pomocou elektrických signálov. Je to rameno zložené z extrudovaných hliníkových trubíc a kĺbov.

Vďaka nášmu patentovanému programovaciemu rozhraniu PolyScope je jednoduché naprogramovať robota na pohybovanie nástrojom po požadovanej trajektórii.

Čo obsahujú balenia

Keď si objednáte robota, obdržíte dve balenia. Jedno obsahuje rameno robota a druhé:

- riadiacu skrinku s ručným ovládacím panelom
- montážnu konzolu na riadiacu skrinku
- montážnu konzolu pre ručný ovládací panel;
- kľúč na otvorenie riadiacej skrinky;
- napájací kábel podľa vašej oblasti;
- dotykové pero s laserom
- tento návod.

Dôležité bezpečnostné upozornenie

Robot je čiastočne skompletizované strojové zariadenie (pozrite si 8.4), a preto každá inštalácia robota vyžaduje hodnotenie rizík. Musíte sa riadiť bezpečnostnými pokynmi v kapitole 1.

Ako čítať túto príručku

Táto príručka obsahuje pokyny na inštaláciu a programovanie robota. Návod sa delí na dve časti:

Príručka inštalácie hardvéru: Mechanická a elektrická inštalácia robota.

Príručka PolyScope: Programovanie robota.

Táto príručka je určená pre integrátora robota, ktorý absolvoval základné školenia v oblasti mechaniky a elektrieky a pozná základné programovacie koncepty.

Kde je možné nájsť ďalšie informácie:

Webová stránka s podporou (<http://www.universal-robots.com/support>) obsahuje nasledujúce časti:

- ostatné jazykové verzie tejto príručky;
- príručku PolyScope;
- v servisnej príručke s pokynmi pre riešenie problémov, údržbu a opravu
- v príručke skriptu pre pokročilých používateľov;

UR+

Stránka UR+ (<http://www.universal-robots.com/plus/>) je online predvážacia miestnosť so špičkovými produktmi na úpravu použitia robota UR na mieru. Všetko, čo potrebujete, je na jednom mieste: od koncových efektorov a príslušenstva po vizuálne kamery a softvér. Všetky produkty sa testovali a majú povolené zabudovanie do robotov UR, čo zaisťuje ich jednoduché nastavenie, spoľahlivú prevádzku, hladké používanie a ľahké programovanie. Stránku môžete použiť aj na zapojenie do programu UR+ Developer Program, čím sa dostanete k novej softvérovej platforme, ktorá umožňuje navrhovať produkty pre roboty UR s jednoduchším používaním.

Časť I

Príručka inštalácie hardvéru

1 Bezpečnosť

1.1 Úvod

Táto kapitola obsahuje dôležité bezpečnostné informácie, ktoré si musí integrátor robotov UR prečítať a porozumieť im pred tým, než sa robot spustí prvýkrát.

Prvé odseky v tejto kapitole sú všeobecné. Ďalšie odseky obsahujú špecifické technické údaje, ktoré súvisia so zapínaním nastavenia a programovaním robota. Kapitola 2 popisuje a definuje bezpečnostné funkcie, ktoré sú obzvlášť dôležité pre kolaboratívne použitia.

Pokyny a informácie uvedené v kapitole 2 aj v odseku 1.7 sú obzvlášť dôležité.

Je dôležité, aby sa dodržiavali všetky montážne pokyny a rady uvedené v ostatných kapitolách a častiach tejto príručky.

Zvláštnu pozornosť je nutné venovať textu týkajúceho sa výstražných symbolov.



POZNÁMKA:

Spoločnosť Universal Robots odmieta zodpovednosť, ak robota (riadiacu skrinku ramena a/alebo riadiaci panel) poškodíte, zmeníte alebo inak upravíte. Spoločnosť Universal Robots nezodpovedná za žiadne škody spôsobené robotu alebo iným zariadeniam v dôsledku chyby programovania alebo poruchy robota.

1.2 Platnosť a zodpovednosť

Informácie v tomto návode nezahŕňajú postup, ako navrhnúť, inštalovať a riadiť kompletnú prevádzku robota, ani nepokrývajú všetky periférne zariadenia, ktoré môžu mať vplyv na bezpečnosť kompletného systému. Kompletný systém sa musí navrhnuť a inštalovať podľa bezpečnostných požiadaviek uvedených v normách a predpisoch krajiny, v ktorej sa robot inštaluje.

Integrátori robotov UR sú zodpovední za dodržiavanie príslušných bezpečnostných zákonov a predpisov príslušnej krajiny a za vylúčenie všetkých významných nebezpečenstiev v rámci kompletnej prevádzky robota.

Toto okrem iného zahŕňa:

- vyhodnotenie rizík pre kompletný systém robota;
- prepojenie ďalších strojových zariadení a zabezpečovacích zariadení, ak tak definovalo hodnotenie rizík;
- nastavenie vhodných bezpečnostných nastavení v softvéri;
- zabezpečenie, aby používateľ neupravoval bezpečnostné opatrenia;
- kontrolu, že celý systém robota je navrhnutý a nainštalovaný správne;
- určenie návodu na použitie;
- označenie inštalácie robota príslušnými značkami a kontaktnými informáciami na integrátora;

- zhromaždenie celej dokumentácie do technického súboru; vrátane hodnotenia rizík a tejto príručky.

1.3 Obmedzenie zodpovednosti

Všetky informácie o zabezpečení uvedené v tejto príručke sa nesmú považovať za záruku spoločnosti UR, že priemyselný manipulátor nespôsobí poranenie ani poškodenie, a to ani v prípade, že dodrжал všetky bezpečnostné pokyny.

1.4 Výstražné symboly v tejto príručke

Symbyly nižšie definujú titulky, ktoré špecifikujú úroveň nebezpečenstva uvedené v tejto príručke. Rovnaké výstražné označenia sa používajú na produkte.



NEBEZPEČENSTVO:

Toto označuje bezprostredné nebezpečenstvo poranenia elektrickým prúdom, ktoré v prípade, že sa mu nevyhnete, môže spôsobiť smrť alebo vážne poranenie.



NEBEZPEČENSTVO:

Toto označuje bezprostredné nebezpečenstvo, ktoré v prípade, že sa mu nevyhnete, môže spôsobiť smrť alebo vážne poranenie.



VÝSTRAHA:

Toto označuje potenciálne nebezpečenstvo poranenia elektrickým prúdom, ktoré v prípade, že sa mu nevyhnete, môže spôsobiť poranenie alebo vážne poškodenie zariadenia.



VÝSTRAHA:

Toto označuje potenciálne nebezpečenstvo, ktoré v prípade, že sa mu nevyhnete, môže spôsobiť poranenie alebo vážne poškodenie zariadenia.



VÝSTRAHA:

Toto označuje potenciálne nebezpečný horúci povrch, ktorý v prípade, že sa ho dotknete, môže spôsobiť poranenie.



UPOZORNENIE:

Toto označuje situáciu, ktorá v prípade, že sa jej nevyhnete, môže spôsobiť poškodenie zariadenia.

1.5 Všeobecné výstrahy a upozornenia

Táto časť obsahuje niektoré všeobecné výstrahy a upozornenia, ktoré sa môžu opakovať alebo vysvetľovať v rozličných častiach návodu. Ďalšie výstrahy a upozornenia sú prítomné v ďalších častiach návodu.

**NEBEZPEČENSTVO:**

Uistite sa, že inštalujete robota a všetky elektrické zariadenia v súlade so špecifikáciami a výstrahami, ktoré nájdete v kapitolách 4 a 5.


VÝSTRAHA:

1. Skontrolujte, či rameno robota a nástroj/koncový efektor sú správne a bezpečne priskrutkované na svoje miesto.
2. Uistite sa, že rameno robota má dostatok priestoru pre bezproblémovú prevádzku.
3. Uistite sa, že sa nastavili bezpečnostné opatrenia a/alebo parametre konfigurácie bezpečnosti robota, aby chránili programátorov, operátorov a okoloidúcich, ako je to definované v hodnotení rizík.
4. Keď pracujete s robotom, nenoste voľné oblečenie ani šperky. Keď pracujete s robotom sa uistite, že dlhé vlasy sú stiahnuté dozadu.
5. Nikdy nepoužívajte robota, ak je poškodený. Napríklad ak sú kryty kĺbov uvoľnené, zlomené alebo chýbajú.
6. Ak softvér ohlásí chybu, okamžite stlačte núdzové zastavenie, zapíšte podmienky, ktoré viedli k chybe, nájdite príslušné chybové kódy na obrazovke protokolu a kontaktujte dodávateľa.
7. Nepripájajte bezpečnostné zariadenie do štandardných V/V. Používajte len zabezpečené V/V.
8. Uistite sa, že používate správne nastavenia inštalácie (t.j. montážny uhol robota, hmotnosť v TCP, odchýlka TCP, konfigurácia bezpečnosti). Uložte a načítajte inštalčný súbor spolu s programom.
9. Funkcia Voľný chod (impedancia/spätný chod) by sa mala používať len v rámci inštalácií, v ktorých to hodnotenie rizík povoľuje. Nástroje/koncové efekторы a prekážky nesmú mať ostré hrany ani body zovretia.
10. Nezabúdajte ľudí upozorniť, aby si dávali pozor a nedávali si hlavy a tváre do dosahu robota v prevádzke alebo robota, ktorý práve začína pracovať.
11. Pri používaní ručného ovládacieho panelu si dávajte pozor na pohyb robota.
12. Ak sa to stanovilo v posudzovaní rizika, nevstupujte do bezpečnostného rozsahu robota ani sa nedotýkajte robota, keď je systém v prevádzke.

13. Nárazy môžu uvoľniť vysoké množstvo kinetickej energie, ktoré je výrazne vyššie pri vysokých rýchlostiach a veľkých užitočných zaťaženiach. (Kinetická energia = $\frac{1}{2}$ hmotnosť · rýchlosť²)
14. Kombinácia rôznych strojových zariadení môže zvýšiť nebezpečenstvo alebo vytvoriť nové nebezpečenstvá. Vždy vykonajte celkové hodnotenie rizík pre kompletnú inštaláciu. V závislosti od posúdeného rizika môžu platiť odlišné úrovne funkčnej bezpečnosti; a ak preto treba rozličné výkonnostné úrovne zabezpečenia a núdzového zastavenia, vyberte si vždy tú najvyššiu. Vždy si prečítajte a pochopte príručky ku všetkým zariadeniam použitím v inštalácii.
15. Nikdy neupravujte robota. Úprava môže vytvoriť nebezpečenstvá, ktoré integrátor nebude predvídať. Všetky povolené opätovné montáže sa musia vykonávať podľa najnovších verzií všetkých príslušných servisných príručiek.
16. Ak sa robot zakúpi s extra modulom (napr. rozhraním euro-map67), potom si nájdite tento modul v príslušnej príručke.

**VÝSTRAHA:**

1. Robot a radiacia skrinka počas prevádzky generujú teplo. Nemanipulujte ani sa nedotýkajte robota počas prevádzky ani hneď po prevádzke, predĺžený kontakt môže spôsobiť diskomfort. Vypnite ho a počkajte jednu hodinu, aby robot vycíchl.
2. Nikdy nevkladajte prsty za vnútorný kryt radiacej skrinky.

**UPOZORNENIE:**

1. Keď sa robot skombinuje alebo pracuje so strojovými zariadeniami, ktorú ho môžu poškodiť, potom sa dôrazne odporúča samostatne otestovať všetky funkcie programu robota. Zároveň sa odporúča otestovať program robota použitím dočasných traťových bodov mimo pracovného priestoru iných strojových zariadení.
2. Nevystavujte robot trvalým magnetickým poliam. Veľmi silné magnetické polia môžu poškodiť robot.

1.6 Určené použitie

Roboty spoločnosti UR sú priemyselné roboty určené na manipuláciu s nástrojmi/koncovými efektormi a pevnými súčasťami, alebo na spracovanie či prepravu komponentov alebo produktov. Roboty UR sú industriálne a určené na manipuláciu s nástrojmi a pevnými súčasťami, alebo na spravovanie alebo prepravu komponentov alebo produktov. Bližšie informácie o podmienkach prostredia, v ktorých by mal robot pracovať, nájdete v prílohách B a D.

Roboty UR sú vybavené špeciálnymi bezpečnostnými funkciami, ktoré sú účelovo navrhnuté pre kolaboratívnu prevádzku, počas ktorej systém robota pracuje bez zábran a/alebo spolu s človekom.

Kolaboratívna prevádzka je určená len pre bezpečné použitia, počas ktorých je kompletne použitie vrátane nástroja/koncového efektora, obrobku, prekážok a iných strojových zariadení, bez akéhokoľvek významného nebezpečenstva, a to podľa hodnotenia rizík konkrétneho použitia.

Každé použitie vymykajúce sa určenému použitiu sa považuje za neprípustné zneužitie. Toto okrem iného zahŕňa:

- použitie v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu;
- použitie v zdravotníckych alebo život ohrozujúcich aplikáciách;
- použitie pred vykonaním hodnotenia rizík;
- použitie mimo stanovených špecifikácií;
- použitie ako pomoc pri lezení;
- prevádzku mimo povolených parametrov prevádzky.

1.7 Hodnotenie rizika

Jednou z najdôležitejších vecí, ktoré integrátor musí vykonať, je hodnotenie rizika. V mnohých krajinách to vyžadujú právne predpisy. Robot je čiastočne skompletizované strojové zariadenie, pretože bezpečnosť inštalácie robota závisí od spôsobu jeho integrácie (t. j. nástroja/koncového efektora, prekážok a iných strojových zariadení).

Odporúča sa, aby integrátor používal počas hodnotenia rizík ISO 12100 a ISO 10218-2. Integrátor môže ako ďalšie pokyny použiť technické špecifikácie ISO/TS 15066.

Pri hodnotení rizík, ktoré vykoná integrátor, treba zväžiť všetky pracovné postupy počas celej doby životnosti použitia robota, okrem iného aj:

- učenie robota počas nastavenia a prípravy jeho inštalácie;
- riešenie problémov a údržbu;
- normálnu prevádzku inštalácie robota.

Hodnotenie rizík sa musí vykonať **pred** prvým spustením ramena robota. Súčasťou hodnotenia rizík, ktoré vykoná integrátor, je identifikácia správnych nastavení konfigurácie bezpečnosti, ako aj potreby dodatočných tlačidiel núdzového zastavenia a/alebo ďalších ochranných opatrení požadovaných pre konkrétne použitie robota.

Identifikácia správnych nastavení konfigurácie bezpečnosti je obzvlášť dôležitou súčasťou príprav pre kolaboratívne použitia robota. Podrobné informácie nájdete v kapitole 2 a časti II.

Niektoré bezpečnostné funkcie sú zámerne navrhnuté pre kolaboratívne použitia robota. Tieto funkcie sa dajú konfigurovať prostredníctvom nastavení konfigurácie zabezpečenia a sú obzvlášť dôležité pri riešení konkrétnych rizík v rámci hodnotenia rizík, ktoré vykoná integrátor.

- **Obmedzenie sily a výkonu:** Používa sa na zníženie upínacích síl a tlakov, ktorými robot pôsobí v smere pohybu v prípade kolízie medzi robotom a operátorom.
- **Obmedzenie hybnosti:** Používa sa na zníženie vysokej prechodnej energie a nárazovej sily v prípade kolízie medzi robotom a operátorom spomalením rýchlosti robota.
- **Obmedzenie umiestnenia TCP a nástroja/koncového efektora:** Používa sa obzvlášť na zníženie rizík spojených s určitými časťami tela. Napr. na predídenie pohybu k hlave a krku.
- **Obmedzenie orientácie TCP a nástroja/koncového efektora:** Používa sa obzvlášť na zníženie rizík spojených s určitými oblasťami a funkciami nástroja/koncového efektora a obrobku. Napr. pre zabránenie, aby boli ostré okraje otočené smerom k operátorovi.
- **Obmedzenie rýchlosti:** Používa sa obzvlášť na zabezpečenie nízkej rýchlosti ramena robota.

Integrátor musí zabrániť neoprávnenému prístupu ku konfigurácii zabezpečenia použitím ochrany heslom.

Posúdenie rizika cieleného kontaktu a/alebo kontaktu, ktorý vyplýva z primerane predvídateľného zneužitia pri použití kolaboratívneho robota, je povinné a musí zahŕňať:

- závažnosť jednotlivých potenciálnych kolízií;
- pravdepodobnosť výskytu jednotlivých potenciálnych kolízií;
- možnosť zabránenia jednotlivým potenciálnym kolíziám.

Ak sa robot nainštaluje v rámci nekolaboratívneho použitia, kde nie je možné primerane odstrániť nebezpečenstvá alebo dostatočne znížiť riziká použitím vstavaných funkcií s hodnotením zabezpečenia (napr. ak používa nebezpečný nástroj/koncový efektor), potom treba pri hodnotení rizík vykonané integrátorom dôjsť k záveru, že integrátor potrebuje pridať ďalšie bezpečnostné opatrenia (napr. pomocné zariadenie na ochranu integrátora počas nastavenia alebo programovania).

Spoločnosť Universal Robots identifikovala potenciálne významné nebezpečenstvá, ktoré sú uvedené nižšie a ktoré musí integrátor preskúmať.

Poznámka: V prípade konkrétnej inštalácie robota môžu existovať aj ďalšie významné riziká.

1. Zachytenie prstov medzi konektorom kábla ramena robota a základňou robota (kĺb 0).
2. Zachytenie prstov medzi päťou a základňou robota (kĺb 0).
3. Zachytenie prstov medzi zápästím robota 1 a zápästím robota 2 (kĺb 3 a kĺb 4).
4. Prepichnutie pokožky ostrými hranami a hrotmi na nástroji/koncovom efektore alebo na konektore nástroja/koncového efektora.
5. Prepichnutie pokožky ostrými hranami a hrotmi na prekážkach v blízkosti dráhy robota.
6. Pomliaždeniny spôsobené kontaktom s robotom.
7. Vyvrtnutie alebo zlomeniny kostí spôsobené údermi medzi ťažkou záťažou a tvrdým povrchom.

8. Následky spôsobené uvoľnením skrutiek, ktoré držia rameno robota alebo nástroj/koncový efektor.
9. Predmety vypadávajúce z nástroja/koncového efektora, napr. v dôsledku slabého uchopenia alebo prerušenia napájania.
10. Chyby spôsobené používaním rozličných tlačidiel núdzového zastavenia pre rôzne stroje.
11. Chyby spôsobené neoprávnenými zmenami parametrov konfigurácie bezpečnosti.

Informácie o časoch zastavenia a vzdialenostiach zastavenia sa nachádzajú v kapitole 2 a prílohe A.

1.8 Núdzové zastavenie

Aktivovaním tlačidla núdzového zastavenia okamžite zastavíte všetky pohyby robota.

Poznámka: Podľa IEC 60204-1 a ISO 13850 neslúžia núdzové zariadenia ako zabezpečenie. Sú to doplnkové ochranné opatrenia a neslúžia na prevenciu zranení.

Hodnotenie rizík použitia robota by sa malo ukončiť, ak treba pridať ďalšie tlačidlá núdzového zastavenia. Tlačidlá núdzového zastavenia musia byť v súlade s normou IEC 60947-5-5 (viac v časti 5.3.2).

1.9 Pohyb s napájaním a bez neho

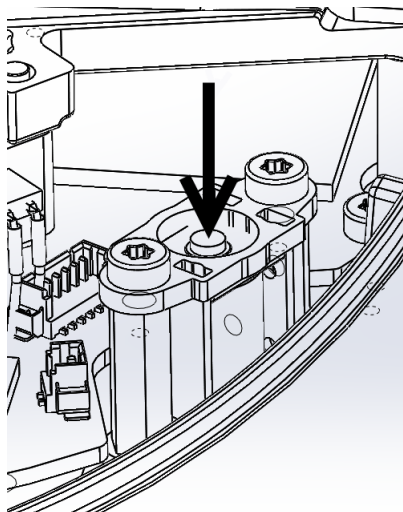
V nepravdepodobnom prípade núdzovej situácie, keď je nutné posunúť jeden alebo viac kĺbov robota a nie je možné alebo žiaduce robota zapnúť, existujú dva spôsoby, ako vynútiť pohyb kĺbov robota: Poznámka: Pri servise sa dá brzda kĺbu uvoľniť bez pripojenia k napájaniu.

1. Vynútený spätný chod: Donúťte kĺb, aby sa pohol tak, že silno zatlačíte alebo potiahnete za rameno robota. Brzda každého kĺbu má treciu spojku, ktorá umožňuje pohyb pod vplyvom vysokého núteného momentu.
2. Manuálne uvoľnenie brzd: Odnímate kryt kĺbu odmontovaním skrutiek M3, ktoré ho držia. Uvoľnite brzdú potlačením rozpiery malého elektromagnetu, ako je znázornené na obrázku nižšie.



VÝSTRAHA:

1. Manuálny pohyb ramena robota je určený pre naliehavé núdzové účely a môže poškodiť kĺby.
2. Ak sa brzda uvoľní manuálne, gravitácia môže spôsobiť, že rameno robota spadne. Pri uvoľňovaní brzdy vždy podprite rameno robota, nástroj/koncový efektor a obrobok.



2 Bezpečnostné funkcie a rozhrania

2.1 Úvod

Roboty UR sú vybavené radom vstavaných bezpečnostných funkcií, ako aj bezpečnostných elektrických rozhraní, ktoré slúžia na pripojenie k iným strojovým zariadeniam a ďalším ochranným zariadeniam. Každá bezpečnostná funkcia a rozhranie sa monitoruje v súlade s EN ISO13849-1:2008 (pozrite si kapitolu 8, kde nájdete certifikáty) s výkonnostnou úrovňou d (PLd).



NEBEZPEČENSTVO:

Použitie parametrov konfigurácie bezpečnosti odlišných od tých, ktoré sú definované v hodnotení rizík vykonanom integrátorom, môže mať za následok nebezpečenstvo, ktoré nie je primerane odstránené alebo riziká, ktoré nie sú dostatočne znížené.

Informácie o konfigurácii funkcií s hodnotením bezpečnosti, vstupoch a výstupoch v používateľskom rozhraní, nájdete v kapitole 10 v časti II. Pozrite si kapitolu 5, kde nájdete postupy pripojenia bezpečnostných zariadení k elektrickému rozhraniu.



POZNÁMKA:

1. Použitie a konfigurácia funkcií a rozhraní s hodnotením bezpečnosti sa musí vykonať v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykoná integrátor pre konkrétne použitie robota, pozrite si časť 1.7 v kapitole 1.
2. Ak robot odhalí chybu alebo porušenie v bezpečnostnom systéme, napr. jeden z drôtov obvodu núdzového zastavenia je roztrhnutý, senzor polohy je poškodený alebo sa porušil limit funkcie s bezpečnostným hodnotením, spustí sa zastavenie kategórie 0. Najhorší čas od výskytu chyby po zastavenie robota je uvedený na konci tejto kapitoly. Tento čas sa musí brať do úvahy ako súčasť hodnotenia rizika, ktoré vykoná integrátor.

Robot má niekoľko funkcií s bezpečnostným hodnotením, ktoré sa môžu použiť na obmedzenie pohybu kĺbov a bodu v strede nástroja (TCP) robota. TCP je stredový bod výstupnej príruby s dodatočnou odchýlkou TCP.

Limitujúce bezpečnostné funkcie sú:

Ohraničujúca bezpečnostná funkcia	Popis
Poloha kĺbu	Min. a max. uhlová poloha kĺbu
Rýchlosť kĺbu	Max. uhlová rýchlosť kĺbu
Poloha TCP	Roviny v karteziánskom priestore obmedzujúce polohu TCP
Rýchlosť TCP	Max. rýchlosť TCP robota
Sila TCP	Max. sila tlaku TCP robota
Hybnosť	Max. hybnosť robotického ramena
Výkon	Max. mechanický výkon robotického ramena

2.2 Časy zastavenia bezpečnostného systému

Čas zastavenia bezpečnostného systému je čas od výskytu chyby alebo porušenia funkcie s bezpečnostným hodnotením do úplného zastavenia robota a aktivácie brzd.

Ak bezpečnosť použitia závisí od časov zastavenia robota, musia sa zväžiť maximálne časy zastavenia uvedené v tabuľke. Maximálne časy zastavenia sa musia zväžiť, napr. ak má porucha robota za následok zastavenie celej továrenskej linky a okamžite po zastaví sa musia vykonať určité akcie.

Merania sa vykonávajú s nasledujúcou konfiguráciou robota:

- Natiahnutie: 100% (rameno robota je úplne natiahnuté v horizontálnej rovine).
- Rýchlosť: Limit rýchlosti TCP bezpečnostného systému je nastavený na popísaný limit.
- Užitočné zaťaženie: maximálne užitočné zaťaženie robota pripojeného k TCP (5 kg).

Najhorší čas zastavenia pre zastavenie kategórie¹ 0 v prípade porušenia bezpečnostných limitov alebo rozhraní, môžete vidieť v nasledujúcej tabuľke.

Limit rýchlosti TCP	Maximálny čas zastavenia
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

2.3 Limitujúce funkcie s bezpečnostným hodnotením

Ak sa rameno robota priblíži k bezpečnostnému limitu, pokročilý softvér riadenia cesty zníži rýchlosť a/alebo použije programové spustenie zastavenia. Porušenie limitov sa preto vyskytne len vo výnimočných prípadoch. Ak sa však limit poruší, bezpečnostný systém spustí zastavenie kategórie 0.

¹Kategórie zastavení sú v súlade s IEC 60204-1, bližšie informácie nájdete v glosári.

Ohraničujúca bezpečnostná funkcia	Presnosť	Detekčný čas	Najhorší	
			Čas na odstránenie energie	Reakčný čas
Poloha kĺbu	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Rýchlosť kĺbu	1.15 °/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Poloha TCP	20 mm	100 ms	1000 ms	1100 ms
Orientácia TCP	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Rýchlosť TCP	50 mm/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Sila TCP	25 N	250 ms	1000 ms	1250 ms
Hybnosť	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Výkon	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

Systém sa považuje za *odpojený od napájania*, keď napätie 48 V zbernice dosiahne elektrický potenciál pod 7,3 V. Čas odpojenia od napájania je čas od detekcie udalosti do odpojenia systému od napájania.

**VÝSTRAHA:**

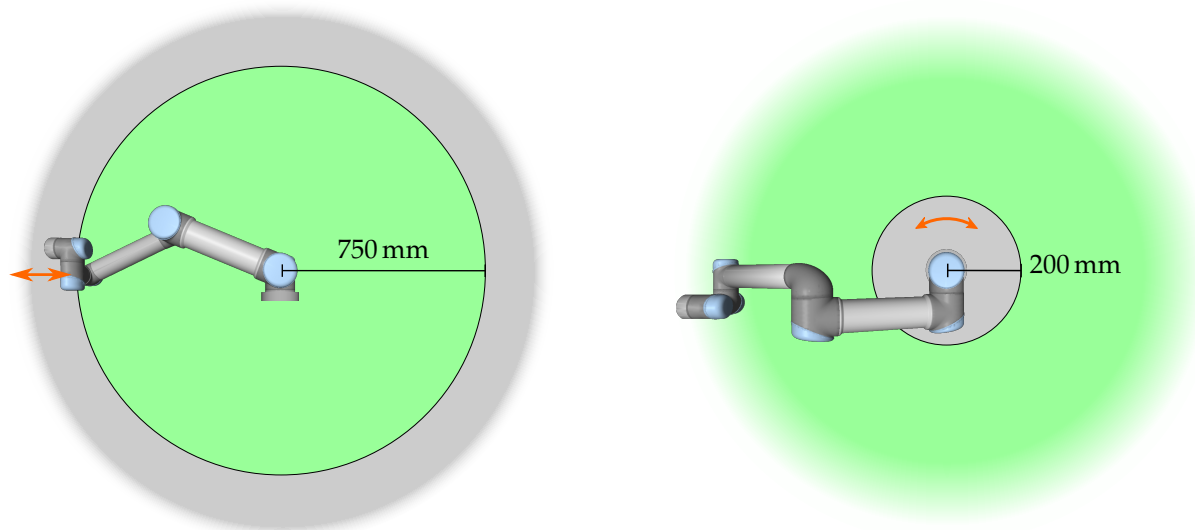
U funkcie obmedzenia sily existujú dve výnimky, ktoré je potrebné brať do úvahy pri návrhu pracovnej bunky robota. Tieto sú zobrazené na obrázku 2.1. Keď sa robot roztiahne, účinok kolenného kĺbu môže vyslať vysoké sily v radiálnom smere (vždy smerom od základne), ale zároveň pri pomalej rýchlosti. Podobne, keď je nástroj v blízkosti základne a hýbe sa tangenciálne (okolo) základne, môže to vyvolať vysoké sily, ale tiež pri pomalej rýchlosti. Nebezpečenstvu zovretia sa je možné vyhnúť napríklad odstránením prekážok v týchto oblastiach, iným umiestnením robota alebo použitím kombinácie bezpečnostných rovin a limitov kĺbov pre odstránenie nebezpečenstva tým, že zabránite pohybu robota do týchto častí pracovnej oblasti.

**VÝSTRAHA:**

Ak sa robot používa v rámci manuálneho navádzania ruky s lineárnymi pohybmi, rýchlosť kĺbu pre základňu a ramená sa musí nastaviť na maximálne 40 stupňov za sekundu, pokiaľ hodnotenie rizika nepreukazuje, že rýchlosť nad 40 stupňov za sekundu je prijateľná. Toto zabráni rýchlym pohybom lakt a robota v blízkosti singularít.

2.4 Bezpečnostné režimy

Režim Normálny a Znížený Bezpečnostný systém má dva konfigurovateľné bezpečnostné režimy: *Normálny* a *Znížený*. Bezpečnostné limity je možné konfigurovať pre každý z týchto dvoch režimov. Znížený režim je aktívny, keď sa TCP robota nachádza pod rovinou *Spustiť režim Znížený* alebo keď ho spustí bezpečnostný vstup. Znížený režim sa dá spustiť pomocou roviny alebo vstupu.



Obr. 2.1: V niektorých oblastiach pracovného priestoru by ste mali mať zvýšenú pozornosť ohľadom nebezpečenstva zovretia, a to v dôsledku fyzikálnych vlastností ramena robota. Jedna oblasť je definovaná radiálnymi pohybmi, keď kĺb 1 je vo vzdialenosti minimálne 750 mm od základne robota. Ďalšia oblasť je vo vzdialenosti do 200 mm od základne robota pri pohybe v tangenciálnom smere.

Použitie roviny na spustenie zníženého režimu: Keď sa robot presunie zo strany zníženého režimu na spúšťacej rovine späť na stranu normálneho režimu, okolo roviny je miesto asi 20 mm, kde sú naraz povolené limity normálneho aj zníženého režimu. Bráni to blikaniu bezpečnostného režimu, ak je robot presne na hranici.

Použitie vstupu na spustenie zníženého režimu: Ak sa použije vstup (na spustenie alebo zastavenie zníženého režimu), pred použitím limitných hodnôt nového režimu uplynie asi 500 ms. Môže k tomu dôjsť buď pri zmene zníženého režimu na normálny režim ALEBO pri zmene normálneho režimu na znížený. Umožňuje to robotovi prispôbiť sa, napr. ohľadne rýchlosti v nových bezpečnostných limitoch.

Režim obnovy Keď sa poruší bezpečnostný limit, bezpečnostný systém sa musí reštartovať. Keď sa systém nachádza mimo bezpečnostných limitov počas spustenia (napr. mimo limitu polohy kĺbu), systém vstúpi do špeciálneho režimu *Obnova*. V režime *Obnova* nie je možné spúšťať programy robota, ale rameno robota je možné manuálne pohnúť späť v rámci limitov, buď použitím režimu *Vol'ný pohyb*, alebo použitím karty Pohyb v PolyScope (pozrite si časť II „Príručka PolyScope“). Bezpečnostné limity režimu *Obnova* sú:

Ohraničujúca bezpečnostná funkcia	Limit
Rýchlosť kĺbu	30 °/s
Rýchlosť TCP	250 mm/s
Sila TCP	100 N
Hybnosť	10 kg m/s
Výkon	80 W

Bezpečnostný systém spustí zastavenie kategórie 0, ak sa vyskytne porušenie týchto limitov.

**VÝSTRAHA:**

Všimnite si, že limity pre *polohu kĺbu*, *polohu TCP* a *orientáciu TCP*, sú vypnuté v režime Obnova. Pri pohybe ramena robota naspäť do limitov buďte opatrní.

2.5 Bezpečnostné elektrické rozhrania

Robot je vybavený viacerými bezpečnostnými elektrickými vstupmi a výstupmi. Všetky bezpečnostné elektrické vstupy a výstupy sú dvojkanálové. Sú bezpečné, keď majú nízku hodnotu, napr. núdzové zastavenie nie je aktívne, keď sú signály vysoké (+24V).

2.5.1 Bezpečnostné elektrické vstupy

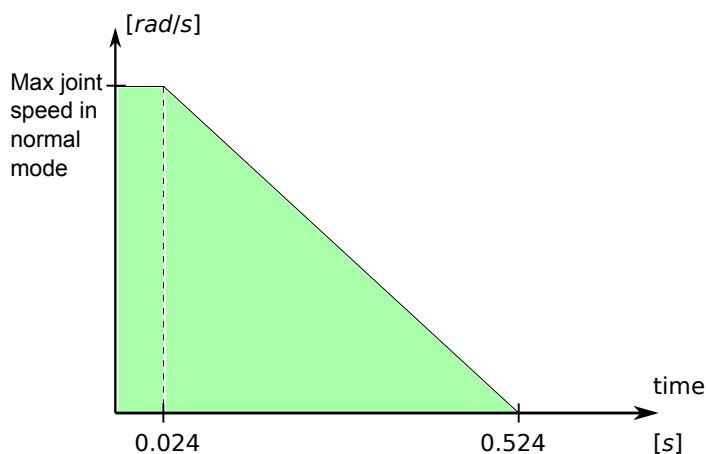
Nižšie uvedená tabuľka poskytuje prehľad bezpečnostných elektrických vstupov.

Bezpečnostný vstup	Popis
Núdzové zastavenie robota	(Vyhradený vstup). Vykoná zastavenie kategórie 1, ktoré sa pri príslušnej konfigurácii dá preniesť na ostatné stroje používajúce výstup <i>Núdzové zastavenie systému</i> .
Tlačidlo núdzového zastavenia	(Tlačidlo ručného ovládacieho panela). Vykoná zastavenie kategórie 1, ktoré sa pri príslušnej konfigurácii dá preniesť na ostatné stroje používajúce výstup <i>Núdzové zastavenie systému</i> .
Núdzové zastavenie systému	(Konfigurovateľný vstup). Vykoná zastavenia kategórie 1. Na predídenie zablokovaniu sa signál na ostatné stroje cez výstup <i>Núdzové zastavenie systému</i> neprenesie.
Ochranné zastavenie	(Vyhradený vstup). Vykoná zastavenia kategórie 2.
Ochranný reset	(Konfigurovateľný vstup). Robot opustí stav <i>ochranné zastavenie</i> pri hrane na vstupe resetovania ochranného zastavenia.
Znížený režim	(Konfigurovateľný vstup). Bezpečnostný systém prejde na limity režimu <i>Znížený</i> .
Trojpolohové pomocné zariadenie	(Konfigurovateľný vstup). Pracuje ako vstup ochranného zastavenia, keď je vstup prevádzkového režimu vysoký.
Prevádzkový režim	(Konfigurovateľný vstup). Prevádzkový režim, ktorý sa použije, keď je nakonfigurované trojpolohové pomocné zariadenie.

Zastavenie kategórie 1 a 2 spomalí rýchlosť robota so zapnutým napájaním pohonu, čo umožňuje robotu zastaviť bez vychýlenia z aktuálnej cesty.

Monitorovanie bezpečnostných vstupov Zastavenia kategórie 1 a 2 monitoruje bezpečnostný systém nasledujúcim spôsobom:

1. Bezpečnostný systém monitoruje, aby sa brzdenie spustilo do 24 ms, pozrite si obrázok 2.2.
2. Ak sa kĺb hýbe, jeho rýchlosť sa monitoruje, aby nebola nikdy vyššia ako rýchlosť získaná konštantným spomaľovaním z limitu maximálnej rýchlosti pre režim *Normálny* na 0 rad/s za 500 ms.



Obr. 2.2: Zelená oblasť pod rampou predstavuje povolené rýchlosti pre kĺb počas brzdenia. V čase 0 sa deteguje udalosť (núdzové zastavenie alebo ochranné zastavenie) v bezpečnostnom procesore. Spomaľovanie začne po 24 ms.

3. Ak je kĺb v pokoji (rýchlosť kĺbu nižšia ako $0,2 \text{ rad/s}$), monitoruje sa, že sa nepohne o viac ako $0,05 \text{ rad}$ od polohy, v ktorej sa nachádzal, keď bola nameraná hodnota rýchlosti pod $0,2 \text{ rad/s}$.

Pri zastavení kategórie 1 bezpečnostný systém ďalej monitoruje, aby vypnutie dokončilo do 600 ms, keď je rameno robota v pokoji. Navyše po vstupe ochranného zastavenia sa môže rameno robota opätovne hýbať len, keď sa dosiahne kladná hrana vstupu ochranného obnovenia. Ak sa nesplní žiadna z vyššie uvedených vlastností, bezpečnostný systém spustí zastavenie kategórie 0.

Prechod do režimu *Znížený* spustený vstupom režimu *Znížený* sa monitoruje nasledovne:

1. Bezpečnostný systém prijme súbor limitov režimu *Normálny* a *Znížený* s hodnotou 500 ms po spustení vstupu režimu *Znížený*.
2. Po uplynutí 500 ms sú účinné len limity režimu *Znížený*.

Ak sa nesplní žiadna z vyššie uvedených vlastností, bezpečnostný systém spustí zastavenie kategórie 0.

Bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0 s výkonom popísaným v nasledujúcej tabuľke. Najpomalší reakčný čas je čas zastavenia a *odpojenia od napájania* (vybitie na elektrický potenciál pod 7,3 V) robota bežiaceho plnou rýchlosťou a s maximálnym užitočným zaťažením.

Vstupová bezpečnostná funkcia	Najhorší		
	Detekčný čas	Čas na odstránenie energie	Reakčný čas
Núdzové zastavenie robota	250 ms	1000 ms	1250 ms
Tlačidlo núdzového zastavenia	250 ms	1000 ms	1250 ms
Núdzové zastavenie systému	250 ms	1000 ms	1250 ms
Ochranné zastavenie	250 ms	1000 ms	1250 ms

2.5.2 Bezpečnostné elektrické výstupy

Nižšie uvedená tabuľka poskytuje prehľad bezpečnostných elektrických výstupov.

Bezpečnostný výstup	Popis
Núdzové zastavenie systému	Logika nízkej úrovne existuje, keď je logika pre vstup <i>Núdzové zastavenie robota</i> nízkej úrovne alebo sa stlačilo tlačidlo Núdzového zastavenia.
Robot sa hýbe	Keď má tento signál logiku vysokej úrovne, žiaden samostatný kĺb ramena robota sa nepohne o viac ako 0,1 rad.
Robot nezastavuje	Logika vysokej úrovne existuje, keď sa robot zastaví alebo prebieha zastavenie v dôsledku núdzového zastavenia alebo ochranného zastavenia. V opačnom prípade bude mať logiku nízkej úrovne.
Znížený režim	Logika nízkej úrovne existuje, keď je bezpečnostný systém v režime <i>Znížený</i> .
Neznížený režim	Výstup <i>režimu Znížený</i> negovaný.

Ak sa bezpečnostný výstup nenastaví správne, bezpečnostný systém spustí zastavenie kategórie 0 s nasledujúcimi najpomalšími reakčnými časmi.

Bezpečnostný výstup	Najhorší reakčný čas
Núdzové zastavenie systému	1100 ms
Robot sa hýbe	1100 ms
Robot nezastavuje	1100 ms
Znížený režim	1100 ms
Neznížený režim	1100 ms

3 Preprava

Prepravujte robota v originálnom balení. Baliaci materiál uchovávajte na suchom mieste, možno budete neskôr potrebovať zabaliť robota a presunúť ho na iné miesto.

Keď premiestňujete robota z balenia na miesto inštalácie, zdvihnite naraz obe trubice ramena robota. Držte robota na jeho mieste, kým sa pevne neutiahnu všetky montážne skrutky na základni robota.

Riadiaca skrinka sa musí dvíhať za jej rukoväť.



VÝSTRAHA:

1. Dbajte na to, aby ste pri dvíhaní zariadenia nepreťažili váš chrbát alebo iné časti tela. Používajte vhodné zdvíhacie zariadenie. Musia byť dodržané všetky regionálne a národné pokyny pre zdvíhanie. Spoločnosť Universal Robots nie je zodpovedná za akékoľvek škody spôsobené prepravou zariadenia.
2. Uistite sa, že namontujete robota podľa montážnych pokynov v kapitole 4.

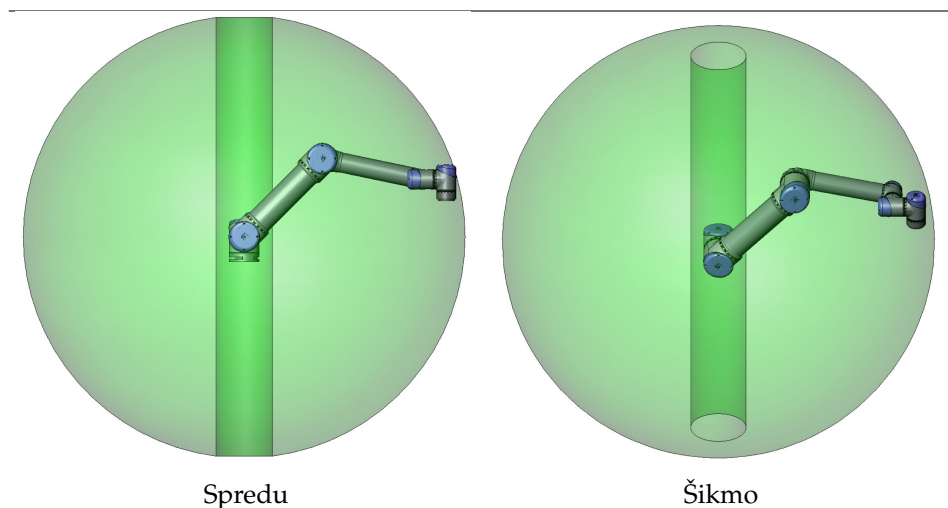
4 Mechanické rozhranie

4.1 Úvod

Táto kapitola opisuje základné poznatky potrebné pri montáži jednotlivých súčastí systému robota. Pokyny pre elektrickú inštaláciu v kapitole 5 sa musia dodržiavať.

4.2 Pracovný priestor robota

Pracovný priestor UR5 robota siaha 850 mm od kĺbu základne. Pri výbere polohy na montáž robota je dôležité pamätať na valcový priestor priamo pod a priamo nad základňou robota. Ak je to možné, vyhnite sa presunutiu nástroja do blízkosti valcového priestoru, pretože to spôsobuje, že sa kĺby pohybujú rýchlo napriek tomu, že sa nástroj pohybuje pomaly, čo má za následok neefektívnu prácu robota a sťaženie vykonania hodnotenia rizík.



4.3 Montáž

Rameno robota Rameno robota sa montuje pomocou štyroch skrutiek M8, ktoré sa zakrútia do štyroch otvorov 8.5 mm na základni. Odporúča sa utiahnuť tieto skrutky krútiacim momentom 20 N m. Ak sa požaduje veľmi presné premiestnenie ramena robota, sú k dispozícii na použitie s kolíkom dva otvory Ø8. Ako príslušenstvo možno dokúpiť aj presný protiľahlý diel základne. Obrázok 4.1 znázorňuje, kde vyvŕtať otvory a namontovať skrutky.

Pripájací kábel robota je možné namontovať cez bočnú alebo spodnú časť základne. Namontujte robota na pevný povrch dostatočne silný na to, aby vydržal aspoň desaťnásobok úplného krútiaceho momentu kĺbu základne a aspoň päťnásobok hmotnosti ramena robota. Povrch by mal byť navyše odolný voči vibráciám.

Ak je robot namontovaný na lineárnej ose alebo pohyblivej platforme, potom by malo byť zrýchlenie pohyblivej montážnej základne veľmi nízke. Vysoké zrýchlenie môže spôsobiť zastavenie robota, pretože si robot bude myslieť, že do niečoho narazil.


NEBEZPEČENSTVO:

- Uistite sa, že rameno robota je správne a bezpečne priskrutkované na svoje miesto. Montážny povrch by mal byť stabilný.
- Nezabudnite vložiť gumové zátky do všetkých montážnych otvorov na základni robota, aby ste zabránili zachyteniu prstov.


UPOZORNENIE:

Montáž robota vykonajte v prostredí vhodnom z hľadiska klasifikácie IP. Prevádzka robota sa nesmie vykonávať v prostrediach, v ktorých dochádza k prekročeniu príslušných hodnôt klasifikácie robota (IP54), ručného ovládacieho panela (IP54) a riadiacej skrinky (IP44).

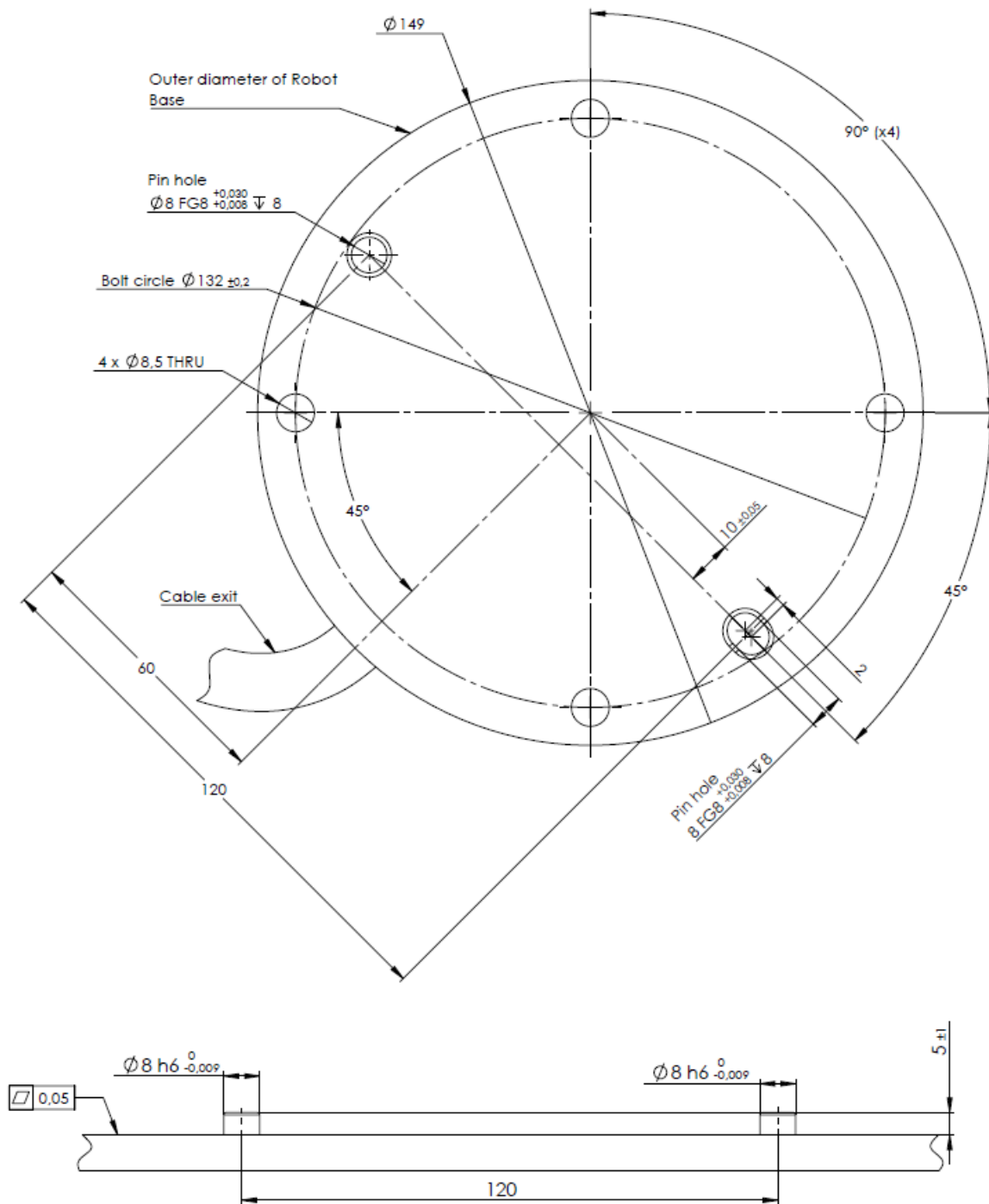
Nástroj Nástrojová príruha robota má štyri otvory so závitom M6 na pripevnenie nástroja k robotu. Skrutky M6 je potrebné utiahnuť na hodnotu 9 N m. Ak sa požaduje veľmi presné premiestnenie nástroja, je k dispozícii Ø6 otvorov na použitie s kolíkom. Obrázok 4.2 znázorňuje, kde vyvŕtať otvory a namontovať skrutky.


NEBEZPEČENSTVO:

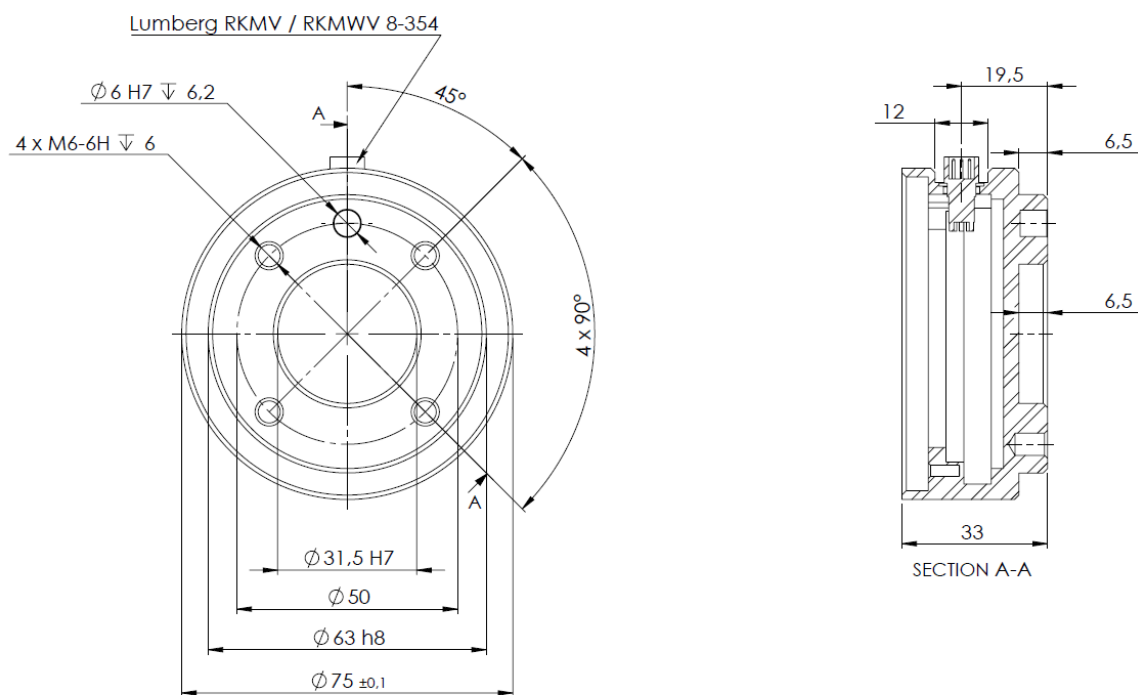
1. Uistite sa, že nástroj je správne a bezpečne priskrutkovaný na svoje miesto.
2. Uistite sa, že je nástroj vyrobený tak, aby nevytváral nebezpečné situácie neočakávaným upustením súčasti.

Riadiaca skrinka Riadiaca skrinka sa môže zavesiť na stenu alebo položiť na zem. Aby bol zabezpečený dostatočný prístup vzduchu, nechajte na každej strane voľný priestor 50 mm. Je možné zakúpiť ďalšie konzoly na montáž.

Ručný ovládací panel Ručný ovládací panel sa môže zavesiť na stenu alebo na riadiacu skrinku. Je možné zakúpiť ďalšie konzoly na montáž ručného ovládania. Zabezpečte, aby sa nikto nemohol zakopnúť o kábel.



Obr. 4.1: Otvory na montáž robota. Použite štyri skrutky M8. Všetky merania sú v mm.



Obr. 4.2: Výstupná nástrojová príruha, ISO 9409-1-50-4-M6. Tu sa montuje nástroj na špičku robota. Všetky miery sú v mm.

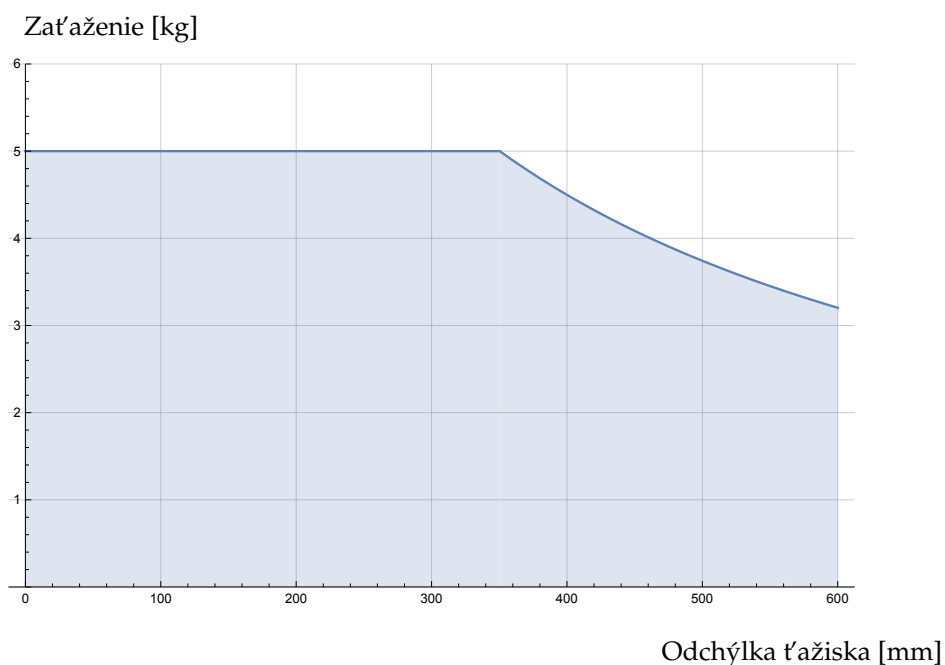


NEBEZPEČENSTVO:

1. Zabezpečte, aby riadiaca skrinka, ručné ovládanie a káble neprišli do kontaktu s kvapalinami. Vlhká riadiaca skrinka môže spôsobiť smrť.
2. Riadiaca skrinka a ručné ovládanie sa nesmú vystaviť prašnému alebo vlhkému prostrediu, ktoré prekračuje klasifikáciu IP20. Osobitnú pozornosť venujte prostrediam s vodivým prachom.

4.4 Maximálne zaťaženie

Maximálne povolené zaťaženie ramena robota závisí od *odchýlky gravitačného stredu*, pozri obrázok 4.3. Odchýlka gravitačného stredu sa definuje ako vzdialenosť medzi stredom výstupnej nástrojovej príruby a gravitačným stredom.



Obr. 4.3: Vzťah medzi maximálnym povoleným zaťažením a odchýlkou gravitačného stredu.

5 Elektrické rozhranie

5.1 Úvod

Táto kapitola opisu všetky elektrické rozhrania ramena robota a riadiacej skrinky.

Rôzne rozhrania sú rozdelené do piatich skupín s rôznymi účelmi a vlastnosťami:

- Vstupy a výstupy ovládača
- Vstupy a výstupy na nástroje
- Ethernet
- Pripojenie k sieti
- Pripojenie robota

Termín **V/V** odkazuje na digitálne a analógové kontrolné signály prichádzajúce z alebo odchádzajúce do rozhrania.

Týchto päť skupín je popísaných v nasledujúcich častiach. Pre väčšinu typov V/V sú uvedené príklady.

Výstrahy a upozornenia v nasledujúcej časti sú relevantné pre všetkých päť skupín a musia sa dodržiavať.

5.2 Elektrické výstrahy a upozornenia

Nasledujúce výstrahy a upozornenia sa musia dodržiavať, keď sa navrhne a nainštaluje aplikácia robota. Výstrahy a upozornenia tiež platia pre servisné práce.



NEBEZPEČENSTVO:

1. Nikdy nepripájajte bezpečnostné signály k programovateľnému logickému automatu (PLC), ktorý nie je bezpečnostným PLC so správnou úrovňou bezpečnosti. Nedodržanie tejto výstrahy môže spôsobiť vážne poranenie alebo smrť, pretože bude možné obísť funkcie bezpečnostného zastavenia. Je dôležité, aby sa bezpečnostné signály rozhrania udržiavali oddelené od bežných V/V signálov rozhrania.
2. Všetky signály s bezpečnostnými hodnotením sú konštruované redundantne (dva nezávislé kanály). Udržiavajte tieto dva kanály oddelené, aby jedna chyba neviedla k strate bezpečnostnej funkcie.
3. Niektoré V/V vo vnútri riadiacej skrinky je možné nakonfigurovať na buď normálne alebo bezpečnostné V/V. Prečítajte si a pochopte celú časť 5.3.


NEBEZPEČENSTVO:

1. Uistite sa, že všetky zariadenia, ktoré sa nemôžu vystaviť vode, zostanú suché. Ak sa do produktu dostane voda, uzamknite a štítkom označte všetky zdroje napájania a kontaktujte dodávateľa.
2. Používajte len originálne káble dodané s robotom. Robot nepoužívajte na aplikácie, počas ktorých sa budú káble ohýbať. Ak potrebujete dlhšie alebo flexibilnejšie káble, kontaktujte dodávateľa.
3. Záporné spojenia sú označené ako **GND** a sú pripojené k ochrannému tieneniu robota a riadiacej skrinky. Všetky uvedené spojenia **GND** (ZEM) slúžia len na účely napájania a signalizácie. Pre PE (ochranné uzemnenie) použite skrutkové pripojenia veľkosti M6 označené symbolmi zeme vo vnútri riadiacej skrinky. Uzemňovací vodič musí mať minimálne prúdovú intenzitu najvyššieho prúdu v systéme.
4. Pri inštalácii káblov rozhrania k V/V robota, musíte postupovať opatrne. Kovová platňa v spodnej časti je určená pre káble rozhrania a konektory. Pred vŕtaním dier odstráňte platňu. Pred opätovnou inštaláciou platne sa uistite, že ste odstránili všetky hobliny. Nezabudnite použiť správne veľkosti tesnení.


UPOZORNENIE:

1. Robot bol testovaný v súlade s medzinárodnými normami IEC pre EMC (elektromagnetická kompatibilita). Rušivé signály s úrovňami vyššími ako tými, ktoré sú definované v špecifických normách IEC, môžu spôsobiť neočakávané správanie robota. Veľmi vysoké úrovne signálov alebo nadmerná expozícia môžu natrvalo poškodiť robot. Problémy EMC sa zvyčajne vyskytujú počas zvárania a sú normálne ohlásené chybovými správami v protokole. Spoločnosť Universal Robots nie je zodpovedná za akékoľvek škody spôsobené problémami EMC.
2. Káble V/V vedúce z riadiacej skrinky do iného stroja či továrenského zariadenia nesmú byť dlhšie ako 30 m, ak neboli vykonané doplňujúce skúšky.

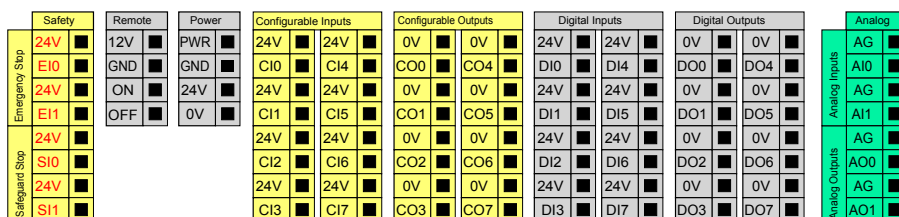
**POZNÁMKA:**

Všetky napätia a prúdy sú v DC (jednosmerný prúd), pokiaľ nie je uvedené inak.

5.3 Vstupy a výstupy ovládača

Táto kapitola vysvetľuje, ako pripojiť zariadenie k V/V vo vnútri riadiacej skrinky. Toto V/V je extrémne flexibilné a môže sa použiť na širokú škálu rôznych zariadení, vrátane pneumatických relé, PLC a tlačidiel núdzového zastavenia.

Nižšie uvedený obrázok zobrazuje usporiadanie elektrického rozhrania vo vnútri riadiacej skrinky.



Význam rôznych farieb sa musí dodržiavať, pozrite nižšie.

Žltá s červeným textom	Určené bezpečnostné signály
Žltá s čiernym textom	Konfigurovateľné pre bezpečnosť
Šedá s čiernym textom	Univerzálne digitálne V/V
Zelená s čiernym textom	Univerzálne analógové V/V

Konfigurovateľné V/V je možné v grafickom používateľskom rozhraní konfigurovať buď ako bezpečnostné V/V, alebo univerzálne V/V. Pozrite si bližšie informácie v časti II.

Ako používať digitálne V/V je popísané v nasledujúcich podčastiach. Časť popisujúcu všeobecné špecifikácie sa musí dodržiavať.

5.3.1 Všeobecné špecifikácie pre všetky digitálne V/V

Táto časť definuje elektrické špecifikácie pre nasledujúce 24V digitálne V/V riadiacej skrinky.

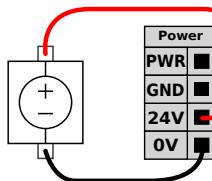
- Bezpečnostné V/V.
- Konfigurovateľné V/V.
- V/V na všeobecné účely.

Je veľmi dôležité, aby sa roboty UR inštalovali v súlade s elektrickými špecifikáciami, ktoré sú rovnaké pre všetky tri rôzne druhy vstupov.

Je možné napájať digitálne V/V z interného 24V napájacieho zdroja alebo z externého napájacieho zdroja konfiguráciou bloku so svorkami s názvom **Napájanie**. Tento blok pozostáva zo štyroch svoriek. Horné dve (PWR a GND) sú 24V a uzemnenie z interného 24V napájania. Dolné dve svorky (24 V a 0 V) v bloku sú 24V vstupy pre napájanie V/V. Predvolená konfigurácia je používať interný zdroj napájania, pozrite sa nižšie.



Ak sa požaduje viac prúdu, je možné pripojiť externý zdroj napájania, ako je zobrazené nižšie.



Elektrické špecifikácie pre obe svorky a externý zdroj napájania, sú zobrazené nižšie.

Svorky	Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
<i>Interný 24V zdroj napájania</i>					
[PWR – GND]	Napätie	23	24	25	V
[PWR – GND]	Aktuálny	0	-	2	A
<i>Požiadavky na externý 24V vstup</i>					
[24 V – 0 V]	Napätie	20	24	29	V
[24 V – 0 V]	Aktuálny	0	-	6	A

Digitálne V/V sú konštruované v súlade s IEC 61131-2. Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

Svorky	Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
<i>Digitálne výstupy</i>					
[COx/DOx]	Prúd*	0	-	1	A
[COx/DOx]	Pokles napätia	0	-	0,5	V
[COx/DOx]	Únikový prúd	0	-	0,1	mA
[COx/DOx]	Funkcia	-	PNP	-	Typ
[COx/DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	Typ
<i>Digitálne vstupy</i>					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Napätie	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Oblasť VYP	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Oblasť ZAP	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Prúd (11-30 V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Funkcia	-	PNP	-	Typ
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Typ

Poznámka: *Na odporovú alebo indukčnú záťaž maximálne 1 H.



POZNÁMKA:

Slovo **konfigurovateľné** sa používa pre V/V, ktoré je možné konfigurovať buď ako bezpečnostné V/V, alebo normálne V/V. Toto sú žlté svorky s čiernym textom.

5.3.2 Bezpečnostné V/V

Táto časť popisuje vyhradené bezpečnostné vstupy (žltá svorka s červeným textom) a konfigurovateľné V/V (žlté svorky s čiernym textom), keď sú konfigurované ako bezpečnostné V/V. Všeobecné špecifikácie v časti 5.3.1 sa musia dodržiavať.

Bezpečnostné pomôcky a zariadenia sa musia inštalovať v súlade s bezpečnostnými pokynmi a hodnotením rizík, pozrite si kapitolu 1.

Všetky bezpečnostné V/V sú po dvoch (redundantné) a musia sa uchovávať ako dve samostatné vetvy. Jedna chyba nesmie spôsobiť stratu bezpečnostnej funkcie.

Dva stále bezpečnostné vstupy sú Núdzové zastavenie robota a Ochranné zastavenie. Vstup Núdzové zastavenie robota je pre len pre zariadenie núdzového zastavenia. Vstup Ochranné zastavenie je pre všetky druhy ochranných zariadení s hodnotením bezpečnosti. Rozdiel vo funkciách je uvedený nižšie.

	Núdzové zastavenie	Ochranné zastavenie
Pohyb robota sa zastavil	Áno	Áno
Spustenie programu	Zastavenia	Pozastavenia
Výkon robota	Vyp.	Zap.
Resetovať	Manuálne	Automatické alebo manuálne
Pravidelnosť používania	Nepravidelné	Každý cyklus až nepravidelné
Požaduje opätovnú inštaláciu	Len uvoľnenie brzdy	Nie
Zastavenie kategórie (IEC 60204-1)	1	2
Úroveň výkonu funkcie monitorovania (ISO 13849-1)	PLd	PLd

Konfigurovateľné V/V je možné použiť na vytvorenie ďalších funkcií bezpečnostných V/V, napr. výstupu núdzového zastavenia. Konfigurácia súboru konfigurovateľných V/V pre bezpečnostné funkcie sa vykonáva prostredníctvom grafického používateľského rozhrania, pozrite si časť II.

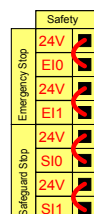
Niektoré príklady, ako používať bezpečnostné V/V, sú uvedené v nasledujúcich podčastiach.


NEBEZPEČENSTVO:

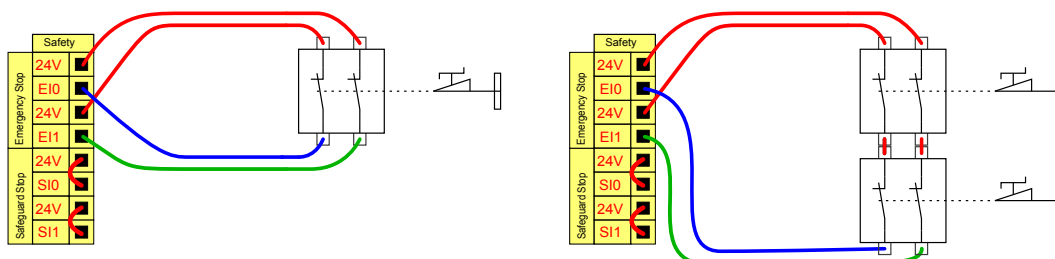
1. Nikdy nepripájajte bezpečnostné signály k programovateľnému logickému automatu (PLC), ktorý nie je bezpečnostným PLC so správnou úrovňou bezpečnosti. Nedodržanie tejto výstrahy môže spôsobiť vážne poranenie alebo smrť, pretože bude možné obísť funkcie bezpečnostného zastavenia. Je dôležité, aby sa bezpečnostné signály rozhrania udržiavali oddelené od bežných V/V signálov rozhrania.
2. Všetky bezpečnostné V/V sú konštruované redundantne (dva nezávislé kanály). Udržiavajte tieto dva kanály oddelené, aby jedna chyba neviedla k strate bezpečnostnej funkcie.
3. Pred uvedením robota do prevádzky sa musia overiť bezpečnostné funkcie. Bezpečnostné funkcie sa musia pravidelne testovať.
4. Inštalácia robota musí spĺňať tieto špecifikácie. Ich nedodržanie môže spôsobiť vážne poranenie alebo smrť, pretože bude možné obísť zabezpečovaciu funkciu.

5.3.2.1 Predvolená konfigurácia bezpečnosti

Tento robot sa dodáva s predvolenou konfiguráciou, ktorá umožňuje prevádzku bez potreby akéhokoľvek ďalšieho bezpečnostného zariadenia, pozrite si obrázok nižšie.


5.3.2.2 Pripojenie tlačidiel núdzového zastavenia

Takmer pri každom použití sa požaduje použitie jedného alebo viacerých externých tlačidiel núdzového zastavenia. Nižšie uvedený obrázok zobrazuje pripojenie jedného alebo viacerých tlačidiel núdzového zastavenia.


5.3.2.3 Zdieľanie núdzového zastavenia s inými strojmi

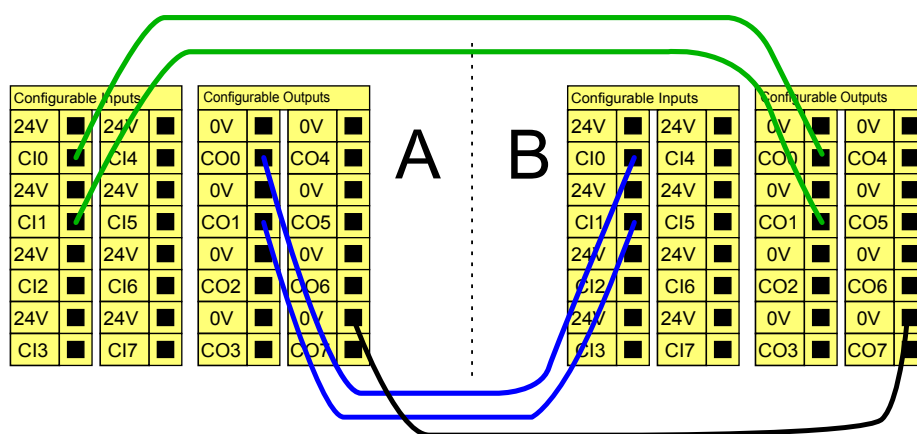
Často sa požaduje vytvorenie spoločného obvodu núdzového zastavenia, keď sa robot používa spolu s inými strojmi. Po vytvorení tohto obvodu operátor nebude musieť myslieť na to, ktoré tlačidlá núdzového zastavenia má použiť.

Vstup Núdzové zastavenie robota sa nemôže použiť na účely zdieľania, pretože oba stroje budú na seba čakať, aby opustili stav núdzového zastavenia.

Aby bolo možné zdieľať funkciu núdzového zastavenia s inými strojmi, je potrebné nakonfigurovať nasledujúce konfigurovateľné V/V prostredníctvom grafického používateľského rozhrania.

- Konfigurovateľná dvojica vstupov: Externé núdzové zastavenie.
- Konfigurovateľná dvojica výstupov: Núdzové zastavenie systému.

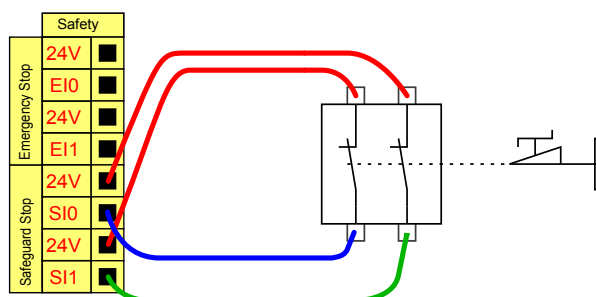
Nižšie uvedený obrázok zobrazuje, ako dva roboty UR zdieľajú svoje funkcie bezpečnostného zastavenia. Konfigurovateľné V/V použité v tomto príklade sú „CI0-CI1“ a „CO0-CO1“.



Ak je potrebné pripojiť viac ako dva roboty UR alebo iné stroje, je potrebné, aby signály núdzového zastavenia riadilo bezpečnostné PLC.

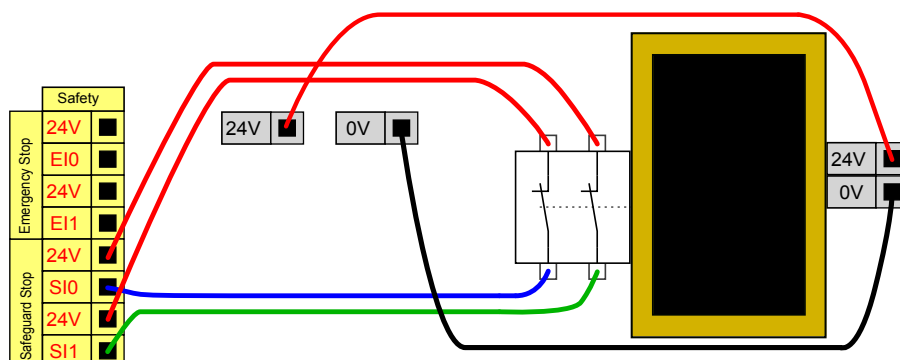
5.3.2.4 Ochranné zastavenie s automatickým obnovením

Príkladom jednoduchšej pomôcky ochranného zastavenia je spínač dverí, kde sa robot zastaví, keď sa dvere otvoria, pozrite si nižšie uvedený obrázok.



Táto konfigurácia je určená len na také použitie, kde operátor nemôže prejsť dverami a zatvoriť ich za sebou. Konfigurovateľné V/V je možné použiť na nastavenie tlačidla obnovenia na vonkajšej strane dverí, ktoré slúži na opätovnú aktiváciu pohybu robota.

Ďalším príkladom, kedy automatické obnovenie môže byť vhodné je pri použití bezpečnostnej podložky alebo bezpečnostného laserového skeneru, pozrite nižšie.

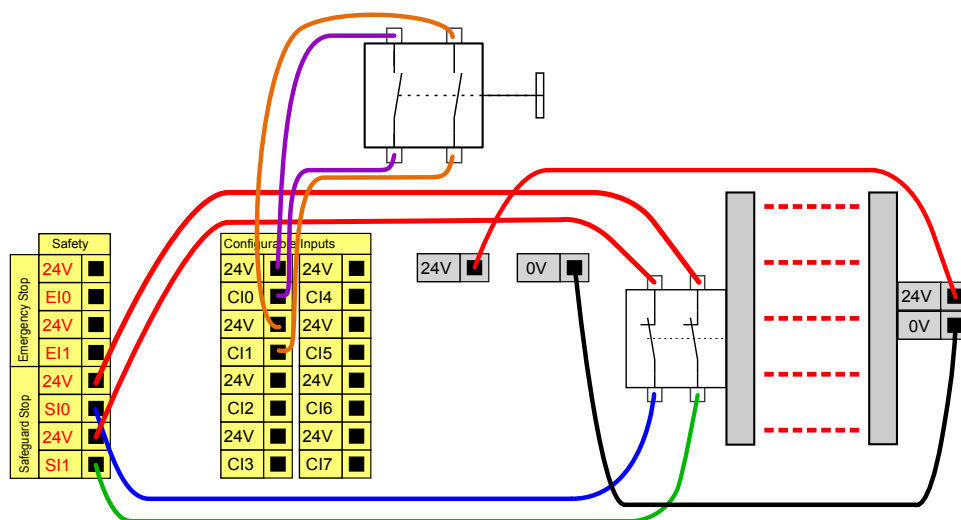


NEBEZPEČENSTVO:

1. Robot automaticky obnoví pohyb, keď sa opätovne obnoví ochranný signál. Nepoužívajte túto konfiguráciu, ak je možné opätovne obnoviť signál z vnútornej strany bezpečnostného obvodu.

5.3.2.5 Ochranné zastavenie s tlačidlom obnovenia

Ak sa používa ochranné rozhranie pre pripojenie svetelnej závery, požaduje sa obnovenie z vonkajšej strany bezpečnostného obvodu. Tlačidlo obnovenia musí byť dvojkanálového typu. V tomto príklade je V/V nakonfigurované pre obnovenie „CI0-CI1“, pozrite sa nižšie.



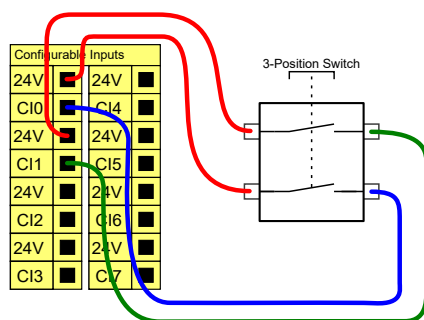
5.3.2.6 Trojpolohové pomocné zariadenie

Obrazok nižšie zobrazuje spôsob pripojenia trojpolohového zapínacieho zariadenia. Viac informácií o trojpolohovom pomocnom zariadení nájdete v časti 10.13.1



POZNÁMKA:

Bezpečnostný systém Universal Robots nepodporuje viacero trojpolohových pomocných zariadení.

**POZNÁMKA:**

Dva vstupné kanály pre vstup trojpolohového pomocného zariadenia majú toleranciu nezhody 1 sekunda.

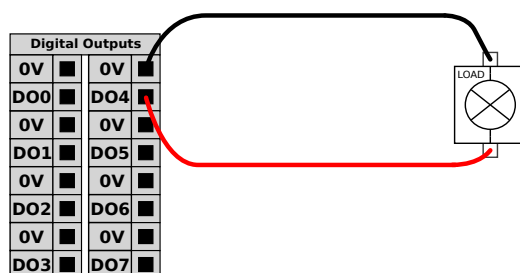
5.3.3 Univerzálne digitálne V/V

Táto časť popisuje univerzálne 24V V/V (šedé svorky) a konfigurovateľné V/V (žlté svorky s čiernym textom), keď sú konfigurované ako bezpečnostné V/V. Všeobecné špecifikácie v časti 5.3.1 sa musia dodržiavať.

Univerzálne V/V sa môžu používať na pohon zariadení, ako sú pneumatické relé priamo alebo v rámci komunikácie s inými systémami PLC. Všetky digitálne výstupy je možné automaticky deaktivovať, keď sa vykonávanie programu zastaví, pozrite si bližšie informácie v časti II. V tomto režime je výstup vždy nízky, keď nie je spustený program. Príklady sú uvedené v nasledujúcich podčastiach. Tieto príklady používajú bežné digitálne výstupy, ale môžu sa tiež používať akékoľvek konfigurovateľné výstupy, ak nie sú konfigurované na vykonávanie bezpečnostnej funkcie.

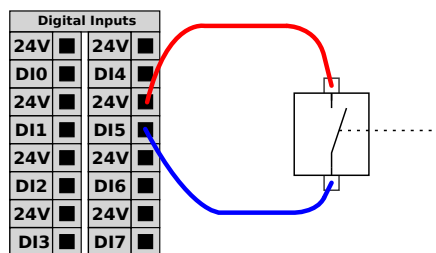
5.3.3.1 Zaťaženie riadené digitálnym výstupom

Tento príklad zobrazuje, ako pripojiť zaťaženie, ktoré sa skontroluje prostredníctvom digitálneho výstupu, pozrite nižšie.



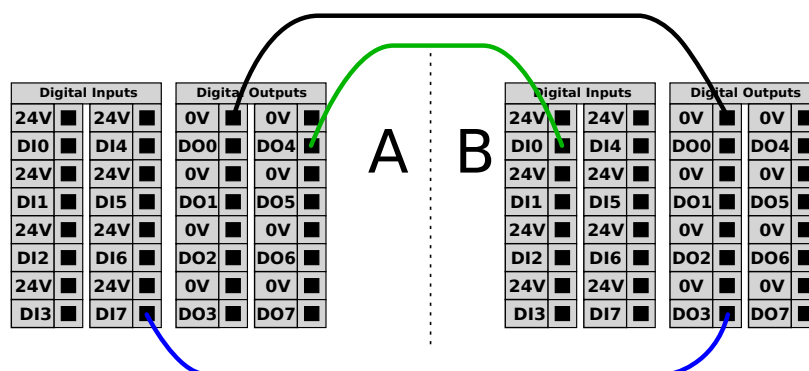
5.3.4 Digitálny vstup z tlačidla

Príklad nižšie zobrazuje postup pripojenia jednoduchého tlačidla k digitálnemu vstupu.



5.3.5 Komunikácia s inými strojmi alebo PLC

Digitálne V/V sa môžu používať na komunikáciu s inými zariadeniami ak sa vytvorí spoločné GND (0 V) a ak stroj používa technológiu PNP, pozrite nižšie.



5.3.6 Univerzálne analógové V/V

Rozhranie analógových V/V je zelená svorka. Je ju možné používať na nastavenie alebo meranie napätia (0-10 V) alebo prúdu (4-20 mA) z alebo do iného zariadenia.

Pre dosiahnutie najvyššej presnosti sa odporúča nasledovné.

- Použite svorku AG, ktorá sa nachádza čo najbližšie k V/V. Dvojica zdieľa spoločný režim filtra.
- Použite rovnaké gnd (0 V) pre zariadenie a riadiacu skrinku. Analógové V/V nie sú galvanicky izolované od riadiacej skrinky.
- Použite tienový kábel alebo krútenú dvojlinku. Pripojte ochranné tienenie k svorke „GND“ na svorke označenej „Napájanie“.
- Používanie zariadenia, ktoré pracuje v prúdovom režime. Prúdové signály sú menej citlivé na rušenie.

Vstupné režimy je možné vybrať v grafickom používateľskom rozhraní, pozrite si časť II. Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

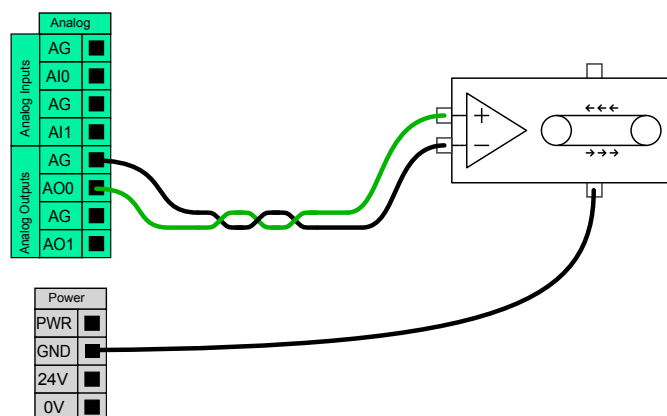
5.3 Vstupy a výstupy ovládača

Svorky	Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
<i>Analógový vstup v prúdovom režime</i>					
[AIx – AG]	Aktuálny	4	-	20	mA
[AIx – AG]	Odpor	-	20	-	ohm
[AIx – AG]	Rozlíšenie	-	12	-	bit
<i>Analógový vstup v napät'ovom režime</i>					
[AIx – AG]	Napätie	0	-	10	V
[AIx – AG]	Odpor	-	10	-	kOhm
[AIx – AG]	Rozlíšenie	-	12	-	bit
<i>Analógový výstup v prúdovom režime</i>					
[AOx – AG]	Aktuálny	4	-	20	mA
[AOx – AG]	Napätie	0	-	24	V
[AOx – AG]	Rozlíšenie	-	12	-	bit
<i>Analógový výstup v napät'ovom režime</i>					
[AOx – AG]	Napätie	0	-	10	V
[AOx – AG]	Aktuálny	-20	-	20	mA
[AOx – AG]	Odpor	-	1	-	ohm
[AOx – AG]	Rozlíšenie	-	12	-	bit

Nasledujúce príklady ukazujú, ako používať analógové V/V.

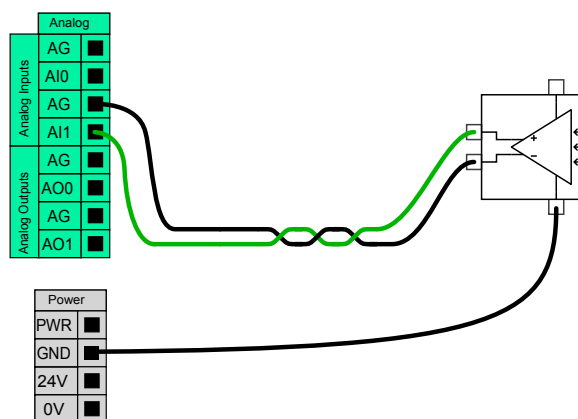
5.3.6.1 Použitie analógového výstupu

Nižšie je uvedený príklad, ako riadiť pás dopravníka pomocou analógového vstupu riadenia rýchlosti.



5.3.6.2 Použitie analógového vstupu

Nižšie je uvedený príklad, ako pripojiť analógový senzor.



5.3.7 Diaľkové ovládanie ZAP/VYP

Diaľkové ovládanie ZAP/VYP sa môže používať na zapnutie a vypnutie riadiacej skrinky bez použitia ručného ovládacieho panelu. Bežne sa používa pre nasledujúce použitia:

- Keď je ručný ovládací panel neprístupný.
- Keď systém PLC musí mať úplnú kontrolu.
- Keď je potrebné zapnúť alebo vypnúť viacero robotov naraz.

Diaľkové ovládanie ZAP/VYP poskytuje malé pomocné napájanie 12 V, ktoré sa udržiava aktívne, keď je riadiaca skrinka vypnutá. Vstupy „zap.“ a „vyp.“ sú určené len na krátku aktiváciu. Vstup „zap.“ pracuje rovnakým spôsobom ako tlačidlo napájania. Vstup „vyp.“ používajte vždy na diaľkové „vypnutie“, pretože tento signál umožňuje riadiacej skrinke uložiť otvorené súbory a správne sa vypnúť.

Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

Svorky	Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
[12 V - GND]	Napätie	10	12	13	V
[12 V - GND]	Aktuálny	-	-	100	mA
[ZAP / VYP]	Neaktívne napätie	0	-	0,5	V
[ZAP / VYP]	Aktívne napätie	5	-	12	V
[ZAP / VYP]	Vstupný prúd	-	1	-	mA
[ZAP]	Čas aktivácie	200	-	600	ms

Nasledujúce príklady ukazujú, ako používať diaľkové ovládanie ZAP/VYP.



POZNÁMKA:

Špeciálna funkcia softvéru sa môže použiť na automatické načítanie a spustenie programov, pozrite si časť II.

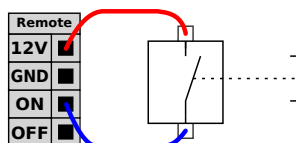


UPOZORNENIE:

1. Nikdy nepoužívajte vstup „zap.“ alebo tlačidlo napájania na vypnutie riadiacej skrinky.

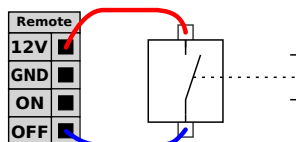
5.3.7.1 Vzdialené tlačidlo ZAPNUTIA

Obrázok nižšie zobrazuje spôsob pripojenia vzdialeného tlačidla zapnutia.



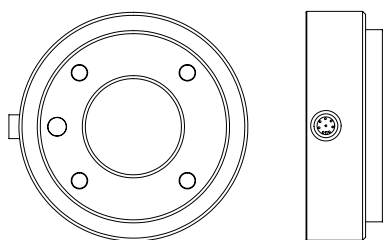
5.3.7.2 Vzdialené tlačidlo VYPNUTIA

Obrázok nižšie zobrazuje spôsob pripojenia vzdialeného tlačidla vypnutia.



5.4 Nástroj V/V

Na tej strane robota, kde sa pripája nástroj, je malý konektor s ôsmimi kolíkmi, pozrite si obrázok nižšie.



Tento konektor zabezpečuje napájanie a riadi signály do unášačov a senzorov používaných v konkrétnom nástroji robota. Nasledujúce priemyselné káble sú vhodné:

- Lumberg RKMV 8-354.



POZNÁMKA:

Konektor nástroja treba ručne dotiahnuť na maximálne 0,4 Nm.

Osem drôtov vo vnútri kábla má rôzne farby. Rôzne farby označujú rôzne funkcie, pozrite si tabuľku nižšie:

Farba	Signál
Červená	0V (GND)
Šedá	0V / +12V / +24V (POWER)
Modrá	Výstup z nástroja 0 (TO0)
Ružová	Výstup z nástroja 1 (TO1)
Žltá	Vstup do nástroja 0 (TI0)
Zelená	Vstup do nástroja 1 (TI1)
Biela	Analógový vstup 2 (AI2)
Hnedá	Analógový vstup 3 (AI3)

Na karte V/V v grafickom používateľskom rozhraní možno interné napájanie nastaviť na hodnoty 0 V, 12 V alebo 24 V, pozrite si časť II. Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie:

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Napájacie napätie v 24V režime	-	24	-	V
Napájacie napätie v 12V režime	-	12	-	V
Napájací prúd v oboch režimoch*	-	-	600	mA

Poznámka: *Pri indukčnej záťaži dôrazne odporúčame použiť ochrannú diódu

Nasledujúca časť popisuje rôzne V/V nástroje.



NEBEZPEČENSTVO:

1. Nástroje a unášače pripojte tak, aby prerušenie napájania nevytvorilo žiadne nebezpečenstvo, napr. obrobok, ktorý vypadne z nástroja.
2. Pri používaní napätia 12 V buďte opatrní, pretože chyba programátora môže spôsobiť zmenu napätia na 24 V, čo by mohlo poškodiť zariadenie a vyvolať požiar.



POZNÁMKA:

Príruba nástroja je pripojená k spoju GND (ZEM) (rovnako ako červený vodič).

5.4.1 Digitálne výstupy nástroja

Digitálne výstupy sa implementujú ako NPN. Keď sa digitálny výstup aktivuje, príslušný spoj sa nasmeruje na GND (ZEM), keď sa deaktivuje, príslušný spoj sa otvorí (otvorený-zberač/otvorený-odvádzač). Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie:

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Napätie v otvorenom stave	-0,5	-	26	V
Napätie pri poklese 1A	-	0,05	0,20	V
Prúd pri poklese	0	-	600	mA
Prúd cez GND	0	-	600	mA

Príklad toho, ako používať digitálny výstup, je uvedený v nasledujúcej podčasti.

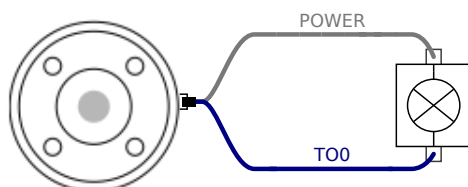


UPOZORNENIE:

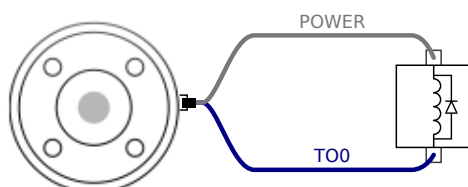
1. Digitálne výstupy v nástroji nie sú prúdovo obmedzené a pokračovanie stanovených údajov môže spôsobiť ich trvalé poškodenie.

5.4.1.1 Používanie digitálnych výstupov nástroja

Príklad uvedený nižšie ilustruje, ako zapnúť zaťaženie, keď sa používa interné napájanie 12 V alebo 24 V. Pamätajte, že je nutné zadať výstupné napätie na karte vstupov a výstupov (V/V). Nezabudnite, že medzi spojom NAPÁJANIE a tieniacim/uzemňovacím vodičom je napätie aj vtedy, keď je zaťaženie vypnuté.



Poznámka: Pri indukčnej záťaži dôrazne odporúčame použiť ochrannú diódu, ako vidno nižšie.



5.4.2 Digitálne vstupy nástroja

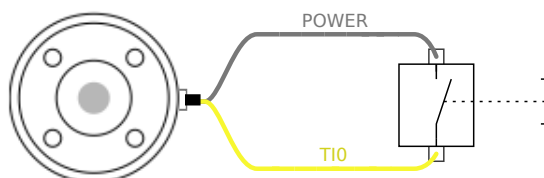
Digitálne vstupy sú implementované ako PNP so slabými znižovacími rezistormi. To znamená, že plávajúci vstup bude mať vždy nízke čítanie. Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Vstupné napätie	-0,5	-	26	V
Logické nízke napätie	-	-	2,0	V
Logické vysoké napätie	5,5	-	-	V
Vstupný odpor	-	47k	-	Ω

Príklad toho, ako používať digitálny vstup uvedený v nasledujúcej podčasti.

5.4.2.1 Používanie digitálnych vstupov nástroja

Príklad nižšie zobrazuje spôsob pripojenia jednoduché tlačidlo.



5.4.3 Analógové vstupy nástroja

Analógové vstupy nástroja sú nediferenciálne a môžu sa nastaviť buď na napätie, alebo prúd na karte V/V, pozrite si časť II. Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Vstupné napätie v napäťovom režime	-0,5	-	26	V
Vstupný odpor v rozsahu 0 až 10V	-	15	-	kΩ
Rozlíšenie	-	12	-	bit
Vstupné napätie v prúdovom režime	-0,5	-	5,0	V
Vstupný prúd v prúdovom režime	-2,5	-	25	mA
Vstupný odpor v rozsahu 4 mA až 20 mA	-	200	-	Ω
Rozlíšenie	-	12	-	bit

Dva príklady, ako používať analógové vstupy, sú uvedené v nasledujúcich podčastiach.

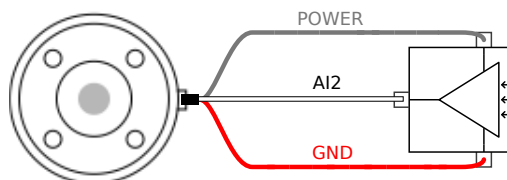


UPOZORNENIE:

1. Analógové vstupy nie sú chránené proti prepätiu v prúdovom režime. Prekročenie limitu uvedeného v elektrických špecifikáciách môže spôsobiť trvalé poškodenie vstupu.

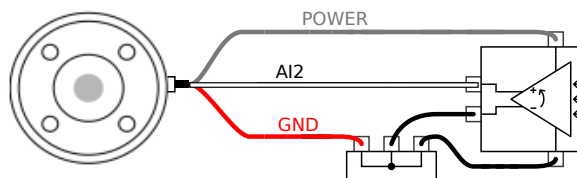
5.4.3.1 Používanie analógových vstupov nástroja, nediferenciálnych

Príklad uvedený nižšie ukazuje, ako pripojiť analógový senzor s nediferenciálnym výstupom. Výstup zo senzora môže byť prúdový alebo napäťový, pokiaľ vstupný režim daného analógového vstupu je na karte vstupov a výstupov (V/V) nastavený na rovnaký režim. Nezabudnite skontrolovať, či senzor s napäťovým výstupom dokáže stimulovať interný odpor nástroja, inak môže byť meranie neplatné.



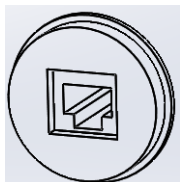
5.4.3.2 Používanie analógových vstupov nástroja, diferenciálnych

Príklad uvedený nižšie ukazuje, ako pripojiť analógový senzor s diferenciálnym výstupom. Pripojte zápornú časť výstupu s GND (ZEM) (0 V) a bude to fungovať rovnako ako v prípade nediferenciálneho senzora.



5.5 Ethernet

Pripojenie Ethernet je v spodnej časti riadiacej skrinky, pozrite si obrázok nižšie.



Rozhranie Ethernet sa môže použiť na nasledovné:

- Rozširovacie moduly V/V MODBUS. Pozrite si bližšie informácie v časti II.
- Vzdialený prístup a riadenie.

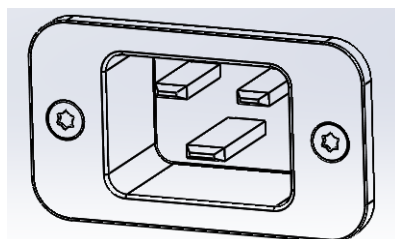
Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Rýchlosť komunikácie	10	-	1000	Mb/s

5.6 Pripojenie k sieti

Sieťový kábel z riadiacej skrinky má na konci štandardnú zástrčku IEC. Zástrčku alebo káble potrebné v niektorých krajinách pripojte k zástrčke IEC.

Za účelom zapnutia robota, riadiaca skrinka sa musí pripojiť do siete. Toto sa musí vykonať pomocou štandardného konektora IEC C20 v spodnej časti riadiacej skrinky a príslušného kábla IEC C19, pozrite si nižšie uvedený obrázok.



Sieťové napájanie musí mať aspoň toto minimálne vybavenie:

- Uzemňovací spoj.
- Sieťová poistka.
- Dodatočné prúdové zariadenie.

Odporúča sa nainštalovať hlavný vypínač pre vypnutie napájania všetkého zariadenia v rámci použitia robota, ktorý predstavuje jednoduchý spôsob uzamknutia a označenia v prípade servisu.

Elektrické špecifikácie sú uvedené v tabuľke nižšie.

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Vstupné napätie	100	-	265	VAC
Externá sieťová poistka (pri 100-200V)	8	-	16	A
Externá sieťová poistka (pri 200-265V)	8	-	16	A
Vstupná frekvencia	47	-	63	Hz
Pohotovostný výkon	-	-	0,5	W
Menovitý prevádzkový výkon	90	150	325	W

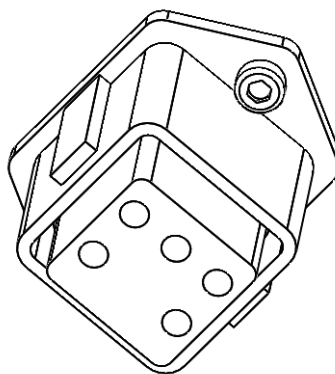


NEBEZPEČENSTVO:

1. Uistite sa, že robot je správne uzemnený (elektrické spojenie so zemou). Použite nepoužívané skrutky súvisiace so symbolmi uzemnenia vo vnútri riadiacej skrinky, aby ste vytvorili spoločné uzemnenie pre všetky zariadenia v systéme. Uzemňovací vodič musí mať minimálne prúdovú intenzitu najvyššieho prúdu v systéme.
2. Uistite sa, že vstupné napätie smerujúce do riadiacej skrinky je chránené RCD (prúdový chránič) a správnou poistkou.
3. Uzamknite a štítkom označte všetky zdroje napájania pre celú inštaláciu robota počas servisu. Iné zariadenia nesmú napájať V/V robota, keď je systém uzamknutý.
4. Pred zapnutím riadiacej skrinky sa uistite, že sú všetky káble správne pripojené. Vždy používajte originálny a správny napájací kábel.

5.7 Pripojenie robota

Kábel z robota sa musí pripojiť do konektora v spodnej časti riadiacej skrinky, pozrite si obrázok nižšie. Pred zapnutím ramena robota sa uistite, že je konektor správne uzamknutý. Odpojenie kábla robota sa smie vykonávať, len keď je napájanie robota vypnuté.



UPOZORNENIE:

1. Kábel robota neodpájajte, keď je rameno robota zapnuté.
2. Pôvodný kábel nepredlžujte ani neupravujte.

6 Údržba a oprava

Údržbu a opravu treba vykonať v súlade so všetkými bezpečnostnými pokynmi uvedenými v Bezpečnostných pokynoch v tomto návode.

Údržbu, kalibráciu a opravy treba vykonať v súlade s najnovšou verziou Servisných návodov na stránke s podporou <http://www.universal-robots.com/support>.

Opravy môžu vykonávať len autorizovaní integrátori systémov alebo spoločnosť Universal Robots.

Všetky súčasti vrátené spoločnosti Universal Robots sa musia vrátiť v súlade s pokynmi v servisnej príručke.

6.1 Bezpečnostné pokyny

Po vykonaní údržby a opráv sa musia vykonať kontroly, aby sa zaistila požadovaná úroveň bezpečnosti. Kontroly musia byť v súlade s platnými štátnymi alebo regionálnymi nariadeniami o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci. Tiež sa musí otestovať správna činnosť všetkých bezpečnostných funkcií.

Cieľom údržby a opráv je zabezpečiť, že systém je stále prevádzkyschopný alebo v prípade poruchy jeho vrátenie do prevádzkového stavu. Oprava zahŕňa okrem skutočnej opravy aj riešenie problémov.

Pri práci na ramene robota alebo riadiacej skrinke musíte dbať na nižšie uvedené postupy a upozornenia.



NEBEZPEČENSTVO:

1. Nemeňte nič na konfigurácii bezpečnosti softvéru (napr. limit sily). Konfigurácia bezpečnosti je popísaná v príručke PolyScope. Ak sa zmení bezpečnostný parameter, celý systém robota by sa mal považovať za nový, čo znamená, že proces schvaľovania celkovej bezpečnosti vrátane hodnotenia rizík by sa mal aktualizovať príslušným spôsobom.
2. Chybné komponenty vymeňte za nové komponenty s rovnakými číslami položiek alebo ekvivalentné komponenty schválené spoločnosťou Universal Robots pre tento účel.
3. Ihneď po dokončení práce opätovne aktivujte všetky deaktivované bezpečnostné opatrenia.
4. Dokumentujte všetky opravy a uložte túto dokumentáciu do technickej dokumentácie priradenej ku kompletnému systému robota.



NEBEZPEČENSTVO:

1. Odstráňte vstupný sieťový kábel zo spodnej časti riadiacej skrinky, aby ste sa uistili, že napájanie je úplne prerušené. Vypnite všetky ostatné zdroje napájania pripojené k ramenu robota alebo riadiacej skrinke. Prijmite potrebné opatrenia, aby sa zabránilo, že ďalšie osoby zapnú napájanie systému počas opráv.
2. Pred opätovným zapnutím napájania systému skontrolujte uzemnenie.
3. Pri demontáži súčastí ramena robota alebo riadiacej skrinky dodržiavajte predpisy ESD.
4. Vyhnite sa demontáži zdrojov napájania v riadiacej skrinke. V týchto napájacích zdrojoch môže byť prístupné vysoké napätie (až 600 V), a to aj niekoľko hodín po vypnutí riadiacej skrinky.
5. Zabráňte vniknutiu vody a prachu do ramena robota alebo riadiacej skrinky.

7 Likvidácia a životné prostredie

Roboty UR sa musia zlikvidovať v súlade s platnými vnútroštátnymi zákonmi, predpismi a normami.

Počas výroby robotov UR sa používa obmedzené množstvo nebezpečných látok s cieľom ochrany životného prostredia, ako je definované v smernici 2011/65/EÚ európskeho RoHS. Tieto látky zahŕňajú ortuť, kadmium, olovo, chróm VI, polybrómované bifenylly a polybrómované difenylétery.

Poplatok za likvidáciu a manipuláciu s elektronickým odpadom robotov UR predávaných na dánskom trhu je predplatený organizáciou DPA-system spoločnosťou Universal Robots A/S. Dovozcovia v krajinách, na ktoré sa vzťahuje európska smernica WEEE 2012/19/EÚ musia vykonať svoju vlastnú registráciu v rámci národného registra WEEE ich krajiny. Poplatok je zvyčajne menší ako 1€/robot. Zoznam národných registrov je možné nájsť tu: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

Nasledujúce symboly sú umiestnené na robotovi a vyjadrujú zhodu s vyššie uvedenými právnymi predpismi:



8 Osvedčenia

V tejto kapitole vás oboznámime s certifikátmi a vyhláseniami pripravenými pre produkt.

8.1 Certifikáty tretích strán

Certifikáty tretích strán sú dobrovoľné. Keďže spoločnosť UR chce integrátorom robotov ponúkať čo najlepšie služby, rozhodla sa certifikovať svojich robotov v rámci nasledujúcich skúšobných ústavov:



TÜV NORD Roboty UR prešli bezpečnostnou previerkou ústavu TÜV NORD, notifikovaného orgánu podľa smernice o strojových zariadeniach 2006/42/ES v EÚ. Kópiu certifikátu o bezpečnosti TÜV NORD nájdete v prílohe B.



TÜV Rheinland Roboty UR prešli bezpečnostnou previerkou ústavu TÜV Rheinland, notifikovaného orgánu podľa smernice o strojových zariadeniach 2006/42/ES v EÚ. Kópiu certifikátu o bezpečnosti TÜV Rheinland nájdete v prílohe B.



DELTA Výkonnosť robotov UR testovala spoločnosť DELTA. Certifikáty o elektromagnetickej kompatibilite (EMC a certifikáty skúšky vplyvu na životné prostredie nájdete v prílohe B.



TÜV SÜD Roboty UR sú skúšané v čistých priestoroch organizáciou TÜV SÜD. Certifikát z čistých priestorov nájdete v prílohe B.



CHINA RoHS Roboty UR sú v súlade so spôsobmi riadenia CHINA RoHS na kontrolu znečistenia elektronickými informačnými produktami. Kópiu Tabuľky s vyhlásením o produkte nájdete v prílohe B.



Bezpečnosť KCC Roboty spoločnosti UR spĺňajú certifikačné normy kórejského označenia KC ohľadne bezpečnosti produktov. Kópiu certifikátu o bezpečnosti KCC nájdete v prílohe B.

8.2 Certifikáty externých dodávateľov



Životné stredie **pro-**Prepravné palety na roboty UR od našich dodávateľov spĺňajú dánske požiadavky ISPM-15 na výrobu drevených obalových materiálov a sú označené v súlade s programom.

8.3 Certifikát testovania výrobcom



UR

Roboty UR prechádzajú pravidelným interným testovaním a výstupnými skúškami. Na testovacie postupy UR sa vzťahujú pravidelné hodnotenia a zlepšovania.

8.4 Vyhlásenia podľa smerníc EÚ

Hoci sú relevantné predovšetkým v Európe, niektoré krajiny mimo nej uznávajú a/alebo si vyžadujú **vyhlásenia EÚ**. Európske smernice sú k dispozícii na oficiálnej stránke: <http://eur-lex.europa.eu>.

Roboty EU sú certifikované v súlade s nižšie uvedenými smernicami.

2006/42/ES — Smernica o strojových zariadeniach (MD):

Podľa smernice o strojoch a strojových zariadeniach 2006/42/ES sú roboty UR **častočne zmontovaným strojom** a ako takým sa im nepriraduje označenie **CE**.

Poznámka: Ak sa robot UR používa na aplikáciu pesticídov, musíte skontrolovať prítomnosť smernice 2009/127/ES. Vyhlásenia o začlenení podľa 2006/42/ES príloha II 1.B. je uvedené v prílohe B.

2006/95/ES — Smernica o nízkom napätí (LVD)

2004/108/ES — Elektromagnetická kompatibilita (EMC)

2011/65/EU — Obmedzenie používania určitých nebezpečných látok (RoHS)

2012/19/EU — Odpad z elektrických a elektronických zariadení (WEEE)

Vo vyhlásení o začlenení v prílohe B sú uvedené vyhlásenia o zhode s vyššie uvedenými smernicami.

Značka **CE** je pripojené podľa smerníc o označení **CE** uvedených vyššie. Informácie o elektrickom a elektronickom odpade nájdete v kapitole 7.

Informácie o normách použitých počas vývoja robota nájdete v prílohe C.

9 Záruka

9.1 Záruka na produkt

Bez toho, aby boli dotknuté akékoľvek možné nároky používateľa (zákazníka) vo vzťahu k predajcovi alebo distribútorovi, udeľuje výrobca zákazníkovi záruku podľa podmienok opísaných ďalej:

V prípade, že sa novom zariadení alebo jeho súčiastkach preukáže chyba výroby alebo materiálov do 12 mesiacov od začatia prevádzky (maximálne 15 mesiacov od expedície), spoločnosť Universal Robots poskytne potrebné náhradné diely a používateľ (zákazník) tieto náhradné diely vymení v rámci svojho pracovného času, a to buď výmenou za iný diel zodpovedajúci súčasnému stavu vývoja, alebo opravou príslušného dielu. Táto záruka neplatí v prípade, že chybu zariadenia možno pripísať nesprávnemu zaobchádzaniu alebo nedodržaniu pokynov uvedených v návodoch na používanie. Táto záruka sa nevzťahuje na služby poskytované autorizovaným predajcom alebo zákazníkom samotným (napr. inštalácia, konfigurácia, prevzatý softvér). Ako doklad na uplatnenie záruky sa požaduje doklad o kúpe s uvedeným dátumom zakúpenia. Záručné nároky sa musia uplatniť do dvoch mesiacov od prejavenia sa príslušnej chyby. Zariadenia a súčasti vymenené spoločnosťou Universal Robots alebo vrátené tejto spoločnosti sú vlastníctvom spoločnosti Universal Robots. Žiadne ďalšie nároky súvisiace so zariadením nie sú v rámci tejto záruky uplatniteľné. Nič uvedené v tejto záruke nemá za cieľ obmedziť ani vylúčiť zákonné práva zákazníka, ani zodpovednosť výrobcu za usmrtenie či úraz spôsobený nedbalosťou. Trvanie záruky sa poskytnutím služieb v rámci podmienok tejto záruky nepredlžuje. Pokiaľ sa na danú chybu záruka nevzťahuje, spoločnosť Universal Robots si vyhradzuje právo účtovať zákazníkovi výmenu či opravu súčastí. Uvedené ustanovenia nepresúvajú dôkazové bremeno v neprospech zákazníka. V prípade chýb zariadenia spoločnosť Universal Robots nezodpovedá za žiadne nepriame, náhodné, zvláštne alebo následné škody, vrátane, ale bez obmedzenia na, ušlý zisk, stratu využitia, stratu výroby alebo poškodenie ďalších výrobných zariadení.



UPOZORNENIE:

Vo všeobecnosti sa odporúča vyhýbať sa použitiu zrýchlení, ktoré sú vyššie, než je potrebné pre danú aplikáciu. Vysoké zrýchlenia, najmä v kombinácii s vysokými zaťažzeniami, môžu viesť k skráteniu životnosti robota. Pre aplikácie s krátkymi časmi cyklu a vysokými požiadavkami na rýchlosť sa vo všeobecnosti odporúča používať zatáčky čo najviac, ako je možné, aby sa zaistili hladké trajektórie bez potreby vysokých zrýchlení.

9.2 Obmedzujúca doložka

Spoločnosť Universal Robots neustále pracuje na zvyšovaní spoľahlivosti a výkonnosti svojich produktov, a preto si vyhradzuje právo inovovať produkty bez predchádzajúceho oznámenia. Spoločnosť Universal Robots vynaložila maximálnu snahu, aby táto príručka bola presná a správna, nepreberá však zodpovednosť za akékoľvek chyby či chýbajúce informácie.

A Čas zastavenia a vzdialenosť zastavenia

Informácie o časom zastavenia a vzdialenostiach sú dostupné pre zastavenie kategórie 0 a 1¹. Táto príloha obsahuje informácie týkajúce sa zastavenia kategórie 0. Informácie o zastavení kategórie 1 sú dostupné na <http://universal-robots.com/support/>.

A.1 Vzdialenosti a časy zastavenia kategórie 0.

Tabuľka nižšie obsahuje vzdialenosti a časy zastavenia merané pri spustení zastavenia kategórie 0. Tieto merania zodpovedajú nasledujúcej konfigurácii robota:

- Natiahnutie: 100% (rameno robota je úplne natiahnuté v horizontálnej rovine).
- Rýchlosť: 100% (všeobecná rýchlosť robota je nastavená na 100% a pohyb sa vykonáva pri rýchlosti kĺbov 183 °/s).
- Užitočné zaťaženie: maximálne užitočné zaťaženie robota pripojeného k TCP (5 kg).

Test kĺbu 0 sa vykonal vykonaním horizontálneho pohybu, t.j. os rotácie bola kolmá k zemi. Počas testu kĺbu 1 a 2 robot sledoval vertikálnu trajektóriu, t.j. os rotácie bola paralelná so zemou a zastavenie sa vykonalo počas pohybu robota smerom nadol.

	Vzdialenosť zastavenia (rad)	Čas zastavenia (ms)
Kĺb 0 (ZÁKLADŇA)	0.31	244
Kĺb 1 (RAMENO)	0.70	530
Kĺb 2 (LAKEŤ)	0.22	164

¹v súlade s IEC 60204-1, bližšie informácie nájdete v glosári.

B Vyhlásenia a certifikáty

B.1 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010

Manufacturer:		Person in the Community Authorized to Compile the Technical File:
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark	David Brandt Technology Officer, R&D Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Description and Identification of the Partially-Completed Machine(s):		
	Product and Function:	Industrial robot (multi-axis manipulator with Control Box and Teach Pendant). Function is determined by the completed machine (with end-effector and intended use).
	Model:	UR3, UR5, UR10 with CB3 control box (UR3/CB3, UR5/CB3, UR10/CB3)
	Serial Number:	Starting 20183000000 and higher — Effective 1 January 2018
	Incorporation:	Universal Robots (UR3, UR5, and UR10) shall only be put into service upon being integrated into a final complete machine (robot system, cell or application), which conforms with the provisions of the Machinery Directive and other applicable Directives.

It is declared that the above products, for what is supplied, fulfil the following Directives as Detailed Below:

- I **Machinery Directive 2006/42/EC** — The following essential requirements have been fulfilled: 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 It is declared that the relevant technical documentation has been compiled in accordance with Part B of Annex VII of the Machinery Directive.
- II **Low-voltage Directive 2014/35/EU** — Reference the LVD and the harmonized standards used below.
- III **EMC Directive 2014/30/EU** — Reference the EMC Directive and the harmonized standards used below.
- IV **RoHS Directive 2011/65/EU** — Reference the RoHS Directive 2011/65/EU
- V **WEEE Directive 2012/19/EU** — Reference the WEEE Directive 2012/19/EU

**UNIVERSAL ROBOTS B.1 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010****Reference to Harmonized Standards Used:**

(I) EN ISO 10218-1:2011 as applicable (I) EN ISO 12100:2010	(I) EN ISO 13849-2:2012 (I) EN ISO 13850:2015	(II) EN 60664-1:2007
(I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2008 & 2015*	(I) EN 1037:1995+A1:2008 (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010	(II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013 (II) EN 61000-6-2:2005 (III) EN 61000-6-4:2007/ A1:2011 (III) EN 61131-2:2007
*Note: From the 2008 to the 2015 editions, there are no changes relevant to our robots TUV Nord Certificate 4478014097602	(I) EN ISO 13850:2015 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007 (II) EN 60529:1991/ A2:2013	(II) EN 61140:2002/ A1:2006

Reference to Other Technical Standards and Specifications Used:

(I) ISO/TS 15066 as applicable	(III) IEC 60068-2-27:2008 (III) IEC 60068-2-64:2008	(II) IEC 61784-3:2010 [SIL2] ISO 14664-1:2015 Class 5 for control assembly with enclosure and Class 5 for UR3, UR5 and UR10 manipulators
(III) IEC 60068-2-1:2007	(II) IEC 60664-5:2007	
(III) IEC 60068-2-2:2007	(III) IEC 61326-3-1:2008	

The manufacturer, or his authorised representative, shall transmit relevant information about the partly completed machinery in response to a reasoned request by the national authorities.

Approval of full quality assurance system (ISO 9001), by the notified body Bureau Veritas, certificate #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

B.2 Vyhlásenie o začlenení CE/EU (Preklad z originálu)

Výrobca:		Osoba v komunite oprávnená na zostavenie technického hárku:
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Dánsko	David Brandt Zástupca pre technológie, výskum a vývoj Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Opis a identifikácia čiastočne zmontovaného stroja (strojov):		
	Produkt a funkcie:	Priemyselný robot (viacosový manipulátor s riadiacou skrinkou a ručným ovládacím panelom). Funkciu určuje zmontovaný
	Model:	stroj (s koncovým efektorom a určeným použitím). UR3, UR5, UR10 s riadiacou skrinkou CB3 (UR3/CB3, UR5/CB3, UR10/CB3)
	Sériové číslo:	Začína od 20183000000 a vyššie — Platí od 1. januára 2018
	Zabudovanie:	Roboty Universal Robots (UR3, UR5 a UR10) možno uvádzať do prevádzky len po zabudovaní do finálneho úplného stroja (systém robota, bunka alebo aplikácia), ktorý je v súlade so smernicou o strojových zariadeniach a inými platnými smernicami.

Vyhlasuje sa, že vyššie uvedené produkty v dodanom stave spĺňajú nižšie popísané smernice:

- I **Smernica o strojových zariadeniach 2006/42/ES** — Splnené sú nasledujúce základné požiadavky: 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
Vyhlasuje sa, že príslušná technická dokumentácia bola vyhotovená v súlade s časťou B prílohy VII Smernice o strojových zariadeniach.
- II **Smernica o nízkom napätí 2014/35/EÚ** — Odkaz na Smernicu o NN a použité harmonizované normy nižšie.
- III **Smernica EMC 2014/30/EÚ** — Odkaz na Smernicu EMC a harmonizované normy použité nižšie.
- IV **Smernica RoHS 2011/65/EÚ** — Odkaz na Smernicu RoHS 2011/65/EÚ
- V **Smernica OEEZ 2012/19/EÚ** — Odkaz na Smernicu OEEZ 2012/19/EÚ



Odkaz na použité harmonizované normy:		
(I) EN ISO 10218-1:2011 podľa konkrétneho prípadu (I) EN ISO 12100:2010 (I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2008 & 2015* *Poznámka: Od 2008 do 2015 vydania, bez zmien týka sa našich robotov TUV Nord Certifikát 4478014097602	(I) EN ISO 13849-2:2012 (I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008 (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (I) EN ISO 13850:2015 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007 (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 (III) EN 61000-6-4:2007/ A1:2011 (III) EN 61131-2:2007 (II) EN 61140:2002/ A1:2006
Odkaz na ostatné použité technické normy a špecifikácie:		
(I) ISO/TS 15066 podľa konkrétneho prípadu (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007	(III) IEC 60068-2-27:2008 (III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-5:2007 (III) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 [SIL2] ISO 14664-1:2015 trieda 5 pre riadiaca zostava s krytom a trieda 5 pre manipulátory UR3, UR5 a UR10
Výrobca alebo jeho oprávnený zástupca odovzdá relevantné informácie o čiastočne zmontovanom stroji v odpovedi na oprávnenú žiadosť štátnych úradov. Schválenie celého systému na zaručenie kvality (ISO 9001) od notifikovaného orgánu Bureau Veritas, certifikát #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

B.3 Certifikát pre bezpečnostný systém



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: <i>Manufacturing plant:</i>	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark
Beschreibung des Produktes: (Details s. Anlage 1) <i>Description of product:</i> (Details see Annex 1)	Universal Robots Safety System URSafety 3.1 for UR10, UR5 and UR3 robots
Geprüft nach: <i>Tested in accordance with:</i>	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

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen

Essen, 2015-06-02

www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de



EN ISO 13849-1
PL 'd'

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

B.4 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 Model Designation: UR3, UR5, UR10 Rated Voltage: AC 100-200V, 47-63Hz or AC 200-240V, 47-63Hz Rated Current: 15A or 8A Protection Class: I	License Fee - Units 7	
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.		
Appendix: 1, 1-5		7
Licensed Test mark:  EN ISO 10218-1 www.tuv.com ID 0007000000	Date of Issue (day/mo/yr) 01/02/2019	
TÜV Rheinland of North America, Inc., 12 Commerce Road, Newtown, CT 06470, Tel (203) 426-0888 Fax (203) 426-4009		

B.5 China RoHS

**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.

B.6 Bezpečnost' 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			
제조사	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



B.7 Certifikát skúšky vplyvu na životné prostredie

Climatic and mechanical assessment



Client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	Force Technology project no. 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 °C, 16 h IEC 60068-2-2, Test Be; +35°C, 16h IEC 60068-2-2, Test Be; +50°C, 16 h IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 10 Hz: +12 dB/octave, 10-50 Hz 0.00042 g ² /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 Hørsholm, 25 August 2017	Assessor  Andreas Wendelboe Højsgaard M.Sc.Eng.

B.8 Certifikát skúšky 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

B.9 Certifikát skúšky v čistých priestoroch

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.: 2589737-02

Report-Nr.: 203195-2

Valid till: August 2018



Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 25. August 2016
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin



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.: 2589737-04
Report-Nr.: 203195
Valid till: August 2018

Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 25. August 2016
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT

C Použité normy

Táto časť popisuje príslušné normy, ktoré sa použili pri vývoji ramena robota a riadiacej skrinky. Vždy, keď sa poznamená číslo európskej smernice do zátvoriek, znamená to, že norma je harmonizovaná v súlade s uvedenou smernicou.

Norma nie je zákon. Norma je dokument vyvinutý zúčastnenými stranami v rámci daného odvetvia, definujúci normálne bezpečnostné a výkonnostné požiadavky pre produkt alebo skupiny produktov.

Význam skratiek je nasledovný:

ISO	International Standardization Organization
IEC	International Electrotechnical Commission
EN	European Norm
TS	Technical Specification
TR	Technical Report
ANSI	American National Standards Institute
RIA	Robotic Industries Association
CSA	Canadian Standards Association

Zhoda s týmito normami je zaručená len vtedy, keď sa dodržiavajú všetky montážne pokyny, bezpečnostné pokyny a informácie obsiahnuté v tejto príručke.

ISO 13849-1:2006 [PLd]

ISO 13849-1:2015 [PLd]

ISO 13849-2:2012

EN ISO 13849-1:2008 (E) [PLd – 2006/42/ES]

EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/ES)

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

Systém riadenia bezpečnosti je navrhnutý ako výkonnostná úroveň d (PLd), v súlade s požiadavkami týchto noriem.

ISO 13850:2006 [Zastavenie kategórie 1]

ISO 13850:2015 [Zastavenie kategórie 1]

EN ISO 13850:2008 (E) [Zastavenie kategórie 1 - 2006/42/ES]

EN ISO 13850:2015 [Zastavenie kategórie 1 - 2006/42/ES]

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

Funkcia núdzového zastavenia je navrhnutá ako zastavenie kategórie 1, v súlade s touto normou. Zasta-

venie kategórie 1 je riadené zastavenie s napájaním poskytovaným motorom pre vykonanie zastavenia robota a následným vypnutím napájania po vykonaní zastavenia.

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

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

Roboty UR sú hodnotené v súlade so zásadami tejto normy.

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

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

Táto norma je určená pre výrobcu robotov, nie integrátora. Druhá časť (ISO 10218-2) je určená pre integrátora robota, pretože sa zaoberá inštaláciou a návrhom použitia robota.

Autori normy implicitne opísali tradičné priemyselné roboty, ktoré sa bežne zaist'ujú zábranami a svetelnými závorami. Roboty UR sú navrhnuté s obmedzeniami sily a výkonu, ktoré sú neustále aktívované. Preto sú niektoré pojmy objasnené a vysvetlené nižšie.

Ak sa roboty UR používajú na nebezpečné použitia, môžu sa požadovať dodatočné bezpečnostné opatrenia, pozrite si kapitolu 1 tejto príručky.

Objasnenie:

- „3.24.3 Zabezpečený priestor“ je definovaný obvodom zabezpečenia. Zabezpečený priestor je v bežnom prípade priestor nachádzajúci sa za zábranami, ktoré chránia ľudí pred nebezpečnými tradičnými robotmi. Roboty UR sú navrhnuté pre prácu bez bariér prostredníctvom zabudovaných kolaboratívnych bezpečnostných funkcií obmedzujúcich výkon a silu. Preto pre ne neexistuje zabezpečený priestor definovaný okruhom bariér.
- „5.4.2 Požiadavka na výkon“. Všetky bezpečnostné funkcie sú konštruované ako PLd podľa normy ISO 13849-1:2006. Robot je konštruovaný s redundantnými systémami kódovača, ktoré sa nachádzajú v každom kľbe, a V/V s bezpečnostnými hodnotením sú konštruované so štruktúrou¹ kategórie 3. V/V s hodnotením bezpečnosti sa musia pripojiť v súlade s touto príručkou k zariadeniu s hodnotením bezpečnosti kategórie 3, aby vytvorili štruktúru PLd s úplnou bezpečnostnou funkciou.
- „5.7 Prevádzkové režimy“. Roboty UR nemajú rôzne prevádzkové režimy, a preto nemajú volič režimu.
- „5.8 Ovládacie prvky ručného ovládacieho panelu“. Táto časť definuje ochranné funkcie ručného ovládacieho panelu, keď sa má použiť v rámci zabezpečeného priestoru. Keďže sú roboty UR navrhnuté pre spoluprácu, neexistuje pre ne žiaden zabezpečený priestor ako u tradičných robotov. Roboty UR majú bezpečnejšie ručné ovládanie ako tradičné roboty. Namiesto nutnosti uvoľnenia trojpolohového pomocného zariadenia môže operátor jednoducho zastaviť robota pomocou svojej ruky. Ak sa roboty UR inštalujú v rámci hazardného zabezpečeného použitia, je možné pripojiť trojpolohové pomocné zariadenie, ako je popísané v tejto príručke. Ďalej si pozrite objasnenie v norme ISO/TS 15066, odstavce 5.4.5.

¹v súlade ISO 13849-1, bližšie informácie nájdete v glosári.

- „5.10 Požiadavky kolaboratívnej prevádzky“. Kolaboratívne bezpečnostné funkcie obmedzujúce výkon a silu robotov UR sú vždy aktívne. Vizualný dizajn robotov UR naznačuje, že roboty sú schopné kolaboratívnej prevádzky. Funkcie obmedzenia výkonu a sily sú navrhnuté v súlade s ISO 10218-1, odstavce 5.10.5. Ďalej si pozrite objasnenie v ISO/TS 15066, odstavce 5.5.4.
- „5.12.3 Mäkká os s hodnotením bezpečnosti a obmedzenie priestoru“. Táto bezpečnostná funkcia je jednou z viacerých bezpečnostných funkcií, ktoré je možné konfigurovať prostredníctvom softvéru. Nastavenia všetkých týchto bezpečnostných funkcií generujú kód hash, ktorý zobrazí ako identifikátor bezpečnostnej kontroly v rámci grafického používateľského rozhrania.

ISO/TS 15066:2016

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Collaborative operation

Toto sú technické údaje (TÚ), **nie** norma. Cieľom TÚ je prezentovať súbor neúplných požiadaviek, aby sa zistilo, či sú užitočné pre dané odvetvie. Podľa definície, TÚ nie sú dostatočne vypracované, aby sa harmonizovali v rámci európskych smerníc.

Tieto TÚ platia pre výrobcu a integrátora robota. Roboty UR sú v súlade s časťami, ktoré sú relevantné pre samostatné roboty a integrátor môže používať TÚ počas integrácie robotov.

Tieto TÚ predstavujú dobrovoľné požiadavky a pokyny, ktoré dopĺňajú normy ISO 10218 v oblasti kolaboratívnych robotov. TÚ obsahujú okrem hlavného textu prílohu A s tabuľkou, ktorá ponúka návrhy medzných hodnôt pre silu a tlak založené na bolesti a **nie** poranení. Je dôležité prečítať si a porozumieť poznámkam pod touto tabuľkou, keďže mnoho medzných hodnôt sa zakladá len na konzervatívnych odhadoch a literárnych štúdiách. Všetky čísla sa môžu v budúcnosti zmeniť s príchodom nových výsledkov vedeckého výskumu. Príloha A je neformálna a dobrovoľná súčasť TÚ, a integrátor preto môže vyhlásiť zhodu s TÚ bez použitia medzných hodnôt z prílohy A.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

Táto americká norma obsahuje normy ISO 10218-1 a ISO 10218-2 skombinované do jedného dokumentu. Jazyk sa zmenil z britskej angličtiny na americkú angličtinu, ale obsah zostal rovnaký.

Upozorňujeme, že druhá časť (ISO 10218-2) tejto normy je určená pre integrátora systému robota a nie pre spoločnosť Universal Robots.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

Táto kanadská norma obsahuje normy ISO 10218-1 (pozrite sa vyššie) a -2 skombinované do jedného dokumentu. Asociácia CSA pridala ďalšie požiadavky pre používateľa systému robota. Niektoré z týchto požiadaviek musí vyriešiť integrátor robota.

Upozorňujeme, že druhá časť (ISO 10218-2) tejto normy je určená pre integrátora systému robota a nie pre spoločnosť Universal Robots.

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

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments

Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments

Tieto normy definujú požiadavky na elektrické a elektromagnetické rušenie. Súlad s týmito normami zaručuje, že roboty UR pracujú správne v priemyselnom prostredí, až nerušia ostatné zariadenia.

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

Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements

Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) - General industrial applications

Táto norma definuje rozšírené požiadavky na odolnosť voči EMC pre funkcie súvisiace s bezpečnosťou. Súlad s týmito normami zaručuje, že bezpečnostné funkcie robotov UR poskytujú bezpečnosť dokonca aj v prípade, že iné zariadenie prekračuje emisné limity EMC definované v normách IEC 61000.

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

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

Normálne 24V V/V a tie s bezpečnostným hodnotením sú konštruované v súlade s požiadavkami tejto normy, aby sa zabezpečila spoľahlivá komunikácia s ostatnými systémami PLC.

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

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

Tieto dve normy sú veľmi podobné. Definujú bezpečnostné zásady pre zamedzenie neočakávaného spustenia, a to v dôsledku neúmyselného spustenia napájania počas údržby alebo opravy, ako aj v dôsledku neplánovaných spúšťacích príkazov z pohľadu riadenia.

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

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 5-5: Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function

Priame rozpojenie a mechanizmus bezpečnostného uzamknutia tlačidla núdzového zastavenia, sú v súlade s požiadavkami tejto normy.

IEC 60529:2013**EN 60529/A2:2013**

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

Táto norma definuje klasifikačné triedy pre puzdro týkajúce sa ochrany proti prachu a vode. Roboty UR sú navrhnuté a klasifikované s kódom IP v súlade s touto normou, pozrite si nálepku robotu.

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

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

Sieťový napájací kábel je v súlade s touto normou.

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

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

Príruba nástroja na robotoch UR je v súlade s typom 50-4-M6 tejto normy. Nástroje robota sa musia tiež konštruovať v súlade s touto normou, aby sa zabezpečila správna montáž.

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

Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces

Part 1: Hot surfaces

Roboty UR sú navrhnuté tak, aby sa teplota povrchu udržiavala pod ergonomickými limitmi definovanými v tejto norme.

IEC 61140/A1:2004**EN 61140/A1:2006 [2006/95/ES]**

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

Roboty UR sú konštruované v súlade s touto normou, aby poskytovali ochranu proti úrazu elektrickým prúdom. Ochranné uzemnenie je povinné, ako je to definované v Príručka inštalácie hardvéru.

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

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat

Part 2-27: Tests - Test Ea and guidance: Shock

Part 2-64: Tests - Test Fh: Vibration, broadband random and guidance

Roboty UR sú testované v súlade s testovacími metódami definovanými v týchto normách.

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

Industrial communication networks – Profiles

Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions

Tieto normy definujú požiadavky pre komunikačné zbernice s bezpečnostnými hodnotením.

IEC 60204-1/A1:2008
EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/ES]

Safety of machinery – Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

Používajú sa všeobecné zásady tejto normy.

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

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

Part 1: Principles, requirements and tests

Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

Elektrické obvody robotov UR sú navrhnuté v súlade s touto normou.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

Roboty UR vybavené prídavným modulom E67 pre rozhranie vstrekovacích lisov sú v súlade s touto normou.

D Technické špecifikácie

Typ robota	UR5
Hmotnosť	18.4 kg / 40.6 lb
Maximálne zaťaženie	5 kg / 11 lb
Dosah	850 mm / 33.5 in
Rozsahy kĺbu	± 360 ° pre všetky kĺby
Rýchlosť	Kĺby: Max 180 °/s. Nástroj: Pribl. 1 m/s / pribl. 39.4 in/s.
Opakovateľnosť pozície	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils) per ISO 9283
Pôdorys	Ø149 mm / 5.9 in
Stupne voľného pohybu	6 rotačných kĺbov
Rozmer riadiacej skrinky (Š × V × H)	462 mm × 418 mm × 268 mm / 18.2 in × 16.5 in × 10.6 in
Porty V/V riadiacej skrinky	16 digitálnych vstupov, 16 digitálnych výstupov, 2 analógové vstupy, 2 analógové výstupy
Porty V/V nástroja	2 digitálne vstupy, 2 digitálne výstupy, 2 analógové vstupy
Napájanie V/V	24 V 2 A V riadiacej skrinke
Komunikácia	TCP/IP 1000 Mbit: IEEE 802.3u, zásuvka siete 100BASE-T Ethernet, adaptér modbus TCP & EtherNet/IP, Profinet
Programovanie	Grafické používateľské rozhranie PolyScope na 12"dotykovom displeji
Rušenie	72 dB(A)
Klasifikácia IP	IP54
Kalcifikácia skúšky v čistých priestoroch	Rameno robota: Riadiaca skrinka ISO trieda 5: ISO trieda 6
Maximum Average Power	390 W
Spotreba energie	Pribl. 390 W s použitím typického programu
Kolaboratívna prevádzka	15 pokročilých bezpečnostných funkcií. V súlade s: EN ISO 13849-1:2008, PLd a EN ISO 10218-1:2011, odstavce 5.10.5
Materiály	Hliník, plast PP
Teplota	Robot môže pracovať v prostredí s teplotným rozsahom 0-50 °C
Napájanie	100-240 VAC, 50-60 Hz
Kabeláž	Kábel medzi robotom a riadiacou skrinkou (6 m / 236 in) Kábel medzi dotykovým displejom a riadiacou skrinkou (4.5 m / 177 in)

E Tabuľky s bezpečnostnými funkciami

E.1 1. tabuľka

Table 1: Safety Function (SF) Descriptions NOTE: all safety functions are individual safety functions

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
SF0	Internal	Emergency Stop 1, 2, 3, 4 <i>There are two Emergency Stop safety functions</i>	Pressing Estop on the Teach Pendant ¹ or the External Estop (if using the Estop Safety Input configured for Estop) results in both a Cat 0 & a Cat 1 stop according to IEC 60204-1 (NFPA79) ³ . 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 and power to stop. This is a Cat 1 stop³ per IEC 60204-1. • The stopping times⁴ of the SF0 and SF1 Estop safety functions differ. • SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3 which stops power immediately with a worst-case scenario stopping time of 1250ms, even if all joint monitoring failed at the same time and the robot is at maximum speed after 524ms. • SF1 has a safety rating of PLd Cat2 (see page 6) with a maximum stop time of 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for more information. The stop time can be reduced by the application's safety limit (SF3, 4, 6, 7, 8, 9) settings and the stop times provided in the User Manual.	Robot Arm
SF1				
SF2	Logic and outputs INTERNAL	Safeguard Stop (Protective Stop)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which initiates a Cat 2 stop ³ per IEC 60204-1. <i>For the safety rating of the completely 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).</i>	Robot Arm
SF3	Internal	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Exceeding the Joint Position limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). Each joint can have its own limit. <i>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.</i>	Joint (each)
SF4	Internal	Joint Speed Limit	Exceeding a Joint Speed limit results in a Cat 0 stop ⁵ per IEC 60204-1. Each joint can have its own limit.	Joint (each)

¹ **Communications between the Teach Pendant, controller, & the robot arm (between joints) are SIL 2**, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. See [NOTES](#)

² **Estop validation:** The Estop button is evaluated within the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2. To validate the Teach Pendant Estop functions, press the Estop button and verify an Estop results. See Estop Output for information about Estop I/O.

³ **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79)

- **Category 0 and 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop (decelerate, then power removal). Estop is either Cat 0 or Cat 1. As an exception, Estop can result in a Cat 2 stop.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. Category 2 stop specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

⁴ **Emergency Stop response time:** Selecting Estop results in having both PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estops. It is an integration decision whether the PLd Cat2 or PLd Cat3 response time is used for calculating the stopping distance. Typically, the protective stop stopping time is intended for protective purposes.

⁵ **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79)

- **Category 0 and 1** The drive power is removed, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop (decelerate, then power removal). Estop must be either Cat 0 or Cat 1.
- **Category 2** The drive power is NOT removed. Category 2 stop specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
			Limits the set of allowed Joint Speeds. It is in the Teach Pendant's safety setup where you can enter values. It can be used to limit fast joint movements, for instance to limit risks related to singularities.	
SF5	Internal	Joint Torque Limit	Exceeding the joint torque limit results in a Cat 0 stop ⁵ (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)
SF6	Internal	TCP Pose Limit	Monitors the TCP position and orientation. Any violation of a safety plane or TCP Pose Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). This safety function consists of two parts: (1) The safety planes which limit the possible TCP positions by providing TCP inclusion/exclusion zones, and (2) The TCP orientation limit, which has an ALLOWed direction and a tolerance. 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 stop ⁵ (IEC 60204-1).	TCP
SF8	Internal	TCP Force Limit	Exceeding the TCP force limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). Limits the external clamping force exerted by the robot. See also Joint Torque Limit (SF5).	TCP
SF9	Internal	Momentum Limit	Exceeding the Momentum Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). The Momentum Limit is useful for limiting transient impacts and affects the entire robot arm.	Robot Arm
SF10	Internal	Power Limit	Exceeding the Power Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot. This affects the current to, and the speed of, the robot arm. This function dynamically limits the current/torque but maintain the speed.	Robot Arm
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 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). ⁶	External connection to logic &/or equipment
SF12	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving, the dual Digital Outputs are LOW. Outputs are HIGH when the robot is not moving. The functional safety rating is for inside the 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 &/or equipment
SF13	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (i.e., in the 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 inside the 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 &/or equipment
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 inside the 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 &/or equipment
SF15	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not Reduced Mode:	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 &/or equipment

⁶ **Estop validation:** The Estop button is evaluated in the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2 communications. See Communications and Safety Functions on page 10. To validate the Estop function, press the Teach Pendant Estop button and verify an Estop results. See footnote 13. The connection from the Teach Pendant to the safety controller is by safety communications according to SIL 2 (See page 10). See Estop Output for information about Estop I/O.

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
		Digital Output		
Robot Reduced Mode	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Reduced Mode Input	Reduced Mode is initiated by a safety plane/boundary (starting at 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. <i>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.</i>	Robot Arm
Safeguard Reset	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Safeguard Reset Input	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
Enabling Device	External Enabling Device as input to UR Robot logic	Three- Position Enabling Device INPUT	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 Teach Pendant. If the Teach Pendant is in Run Mode—the enabling device will not be active. Programming Mode—the enabling device will be active. Password protection is available to change modes.	Robot
Mode Selection	External Mode Switch using dual Inputs (1 through 4) and internal logic	Mode Switch INPUT	When the external connections are LOW, Operation Mode (running) is in effect. When HIGH, it is Programming or Teach Mode. Must be used with an Enabling Device as a safety input. When in Teach/Program Mode, the switch inputs are HIGH, and enabling device is required. When in Teach/Program Mode, the TCP Speed is limited to 250mm/s. The speed can be increased using the Teach Pendant “speed-slider,” but upon activating the enabling device, the speed limit resets to 250mm/s.	Robot

E.2 2. tabuľka

Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information ^{7, 8}

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1 ⁹	IEC 61800-5-2 Stop: power to switching devices retained for Category 2 Stop	PL	Cat	PFHd UR 3/5/10
SF0	Emergency Stop ^{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14} 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	d	3	4.38E-8 See ¹⁰
SF1	Emergency Stop ^{11, 13, 14} There are two safety functions: SF0 & SF1	No	Cat 1 Stop when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	SS1 ¹⁵ when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	d	2	3.16E-07 See ¹⁰
SF2	Safeguard Stop (Protective Stop)	No	Cat 2	SS2 ¹⁶	d	2	3.15E-07

⁷ All safety functions are individual safety functions.

⁸ **MTTFd is limited to 100 years by ISO 13849-1.** The actual MTTFd values are greater than 100 years. **For all safety functions, the DCavg is 90%.**

⁹ **Stop Categories according to IEC 60204-1 (NFPA79).**

- **Category 0 and 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop before removal of power. Estop is either Cat 0 or Cat 1.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. For Category 2 stops, specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

¹⁰ **Emergency stop safety functions:** MTTFd, DCavg and PFHd uses fault exclusion in accordance with ISO 13849-1 due to use of direct acting contacts. If fault exclusion were **not** used, then the PFHd values would be: **SF0:** 1.60E-07; **SF1:** 4.27E-07; **SF11:** 1.56E-07.

¹¹ **Emergency stop components and safety function** complies with IEC 60204-1, IEC 60947-5-1 (direct acting contacts), ISO 13850 and ISO 13849-1.

¹² **Communications between the Teach Pendant and the controller, as well as within the robot arm & between joints are SIL 2** for safety data, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. See Communications and Safety Functions on page [10](#).

¹³ **Estop validation:** The Teach Pendant Estop button is evaluated in the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2 communications. To validate the Teach Pendant Estop function, press the Teach Pendant Estop button and verify an Estop results. See Estop Output for information about Estop I/O.

¹⁴ **Emergency Stop response time:** From a Teach Pendant standpoint, selecting Estop results in having both the PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estop. It is an integration decision whether the PLd Cat2 or PLd Cat3 response time is used to calculate the stopping distance.

¹⁵ **SS1 (Safe Stop 1)** according to IEC 615800-5-2

- Initiates and controls the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the STO function when the motor speed is below a specified limit; or
- Initiates and monitors the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the STO function when the motor speed is below a specified limit; or
- Initiates the motor deceleration and initiates the STO function after an application specific time delay.

NOTE: This safety function corresponds to a controlled stop in accordance with stop category 1 of IEC 60204-1.

¹⁶ **SS2 (Safe Stop 2)** according to IEC 615800-5-2

- Initiates and controls the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the safe operating stop function when the motor speed is below a specified limit; OR

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1 ⁹	IEC 61800-5-2 Stop: power to switching devices retained for Category 2 Stop	PL	Cat	PFHd UR 3/5/10
Mode Selection	Mode switch INPUT	Input & I/O Configuration	Cat 2	SS2 ¹⁸	d	2	3.15E-07

NOTES:

All safety functions are individual safety functions. The UR safety controller has two microprocessors for monitoring incoming inputs, logic, and communications.

Stopping times of the SF0 and SF1 Emergency Stop safety functions:

SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3. This means the worst-case stopping time is 1250ms, even if all joint safety monitoring failed at the same time, at full speed, and after 524ms.

SF1 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10 (see the User Manual for information). The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9, 10) settings and the use of the stop time information provided in the manual. *From a Teach Pendant stand-point, selecting Estop results in having both a PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estop.*

SF2 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a reliable (see functional safety information) 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, 10) settings and the use of the stop time information provided in the manual.

It is an integration decision whether the Protective Stop (PLd Cat2) or the Emergency Stop (PLd Cat3) response time is to be used for the calculation of the stopping distance. Since the Emergency Stop is not considered a safeguard, it is typically recommended to use the Safeguard Stop (Protective Stop) stopping time.

Communications and Safety Functions:

Communications between the Teach Pendant and the controller, as well as within the robot arm & between joints are SIL 2 for safety data, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. Some diagnostics require filtering of data to avoid false positives. In these cases, the detection of a fault can range from 8 to 25ms. Depending on the safety function and its diagnostics, fault detection is between 16ms and 33ms. It is recommended to use 33ms, due to the detection variability.

Časť II

Príručka PolyScope

10 Konfigurácia zabezpečenia

10.1 Úvod

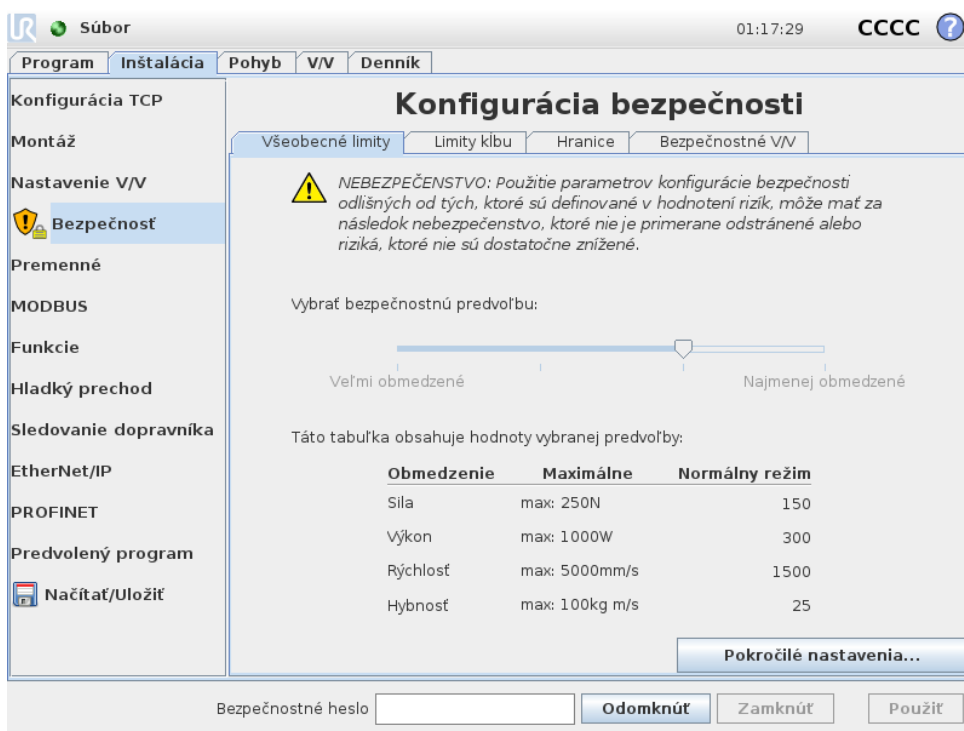
Robot je vybavený pokročilým bezpečnostným systémom. V závislosti od špecifických charakteristík pracovného priestoru robota, nastavenia bezpečnostného systému sa musia nakonfigurovať tak, aby garantovali bezpečnosť celého personálu a zariadení v okolí robota. Použitie nastavení definovaných v hodnotení rizík je prvou vecou, ktorú musí integrátor vykonať. Bližšie informácie o bezpečnostnom systéme nájdete v Príručka inštalácie hardvéru.



NEBEZPEČENSTVO:

1. Použitie a konfigurácia funkcií a rozhraní s hodnotením bezpečnosti sa musí vykonať v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykoná integrátor pre konkrétne použitie robota, pozrite si Príručka inštalácie hardvéru.
2. Nastavenia konfigurácie bezpečnosti pre nastavenie a učenie sa musia použiť v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykonal integrátor a pred prvým spustením ramena robota.
3. Všetky nastavenia konfigurácie bezpečnosti prístupné cez túto obrazovku a jej podkarty sa musia nastaviť v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykonal integrátor.
4. Od integrátora sa požaduje, aby zabezpečil, že všetky zmeny nastavení konfigurácie bezpečnosti sa vykonajú v súlade s hodnotením rizík integrátora.
5. Integrátor musí zabrániť, aby neoprávnené osoby zmenili konfiguráciu bezpečnosti, napr. použitím ochrany heslom.

Obrazovku Konfigurácia bezpečnosti je možné otvoriť z obrazovky Vitajte (pozrite si 11.4) stlačením tlačidla Programovať robota, výberom karty Inštalácia a ťuknutím na Bezpečnosť. Konfigurácia bezpečnosti je chránená heslom, pozrite si 10.8.



Bezpečnostné nastavenia pozostávajú z niekoľkých hodnôt limitov, ktoré sa používajú na obmedzenie pohybu ramena robota a z nastavení bezpečnostných funkcií pre konfigurovateľné vstupy a výstupy. Sú definované v nasledujúcich podkartách bezpečnostnej obrazovky:

- Podkarta **Všeobecné limity** definuje maximálnu *silu*, *výkon*, *rýchlosť* a *hybnosť* ramena robota. Ak je riziko nárazu do človeka alebo súčasti jeho okolia obzvlášť vysoké, tieto nastavenia je potrebné nastaviť na nízke hodnoty. Ak je riziko nízke, vyššie všeobecné limity umožňujú robotu, aby sa hýbal rýchlejšie a pôsobil väčšou silou na svoje okolie. Bližšie informácie nájdete v 10.10.
- Podkarta **Limity kĺbu** sa skladá z limitov *rýchlosti kĺbu* a *polohy kĺbu*. Limity *rýchlosti kĺbu* definujú maximálnu uhlovú rýchlosť jednotlivých kĺbov a slúžia na ďalšie obmedzenie rýchlosti ramena robota. Limity *polohy kĺbu* definujú rozsah povolenej polohy jednotlivých kĺbov (v kĺbovom priestore). Bližšie informácie nájdete v 10.11.
- Podkarta **Hranice** definuje bezpečnostné roviny (v karteziánskom priestore) a hranicu orientácie nástroja pre TCP robota. Bezpečnostné roviny je možné konfigurovať buď ako pevné limity pre polohu TCP robota, alebo spúšťače aktivácie bezpečnostných limitov režimu *Znížený* (pozrite si 10.6)). Hranica orientácie nástroja aplikuje pevný limit na orientáciu TCP robota. Bližšie informácie nájdete v 10.12.
- Podkarta **Bezpečnostné V/V** definuje bezpečnostné funkcie pre konfigurovateľné vstupy a výstupy (pozrite si 13.2). Napríklad *Bezpečnostné zastavenie* je možné konfigurovať ako vstup. Bližšie informácie nájdete v 10.13.

10.2 Zmena konfigurácie zabezpečenia

Nastavenia konfigurácie bezpečnosti sa môžu zmeniť len v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykonal integrátor.

Odporúčaný postup zmeny konfigurácie bezpečnosti je nasledovný:

1. Uistite sa, že sú zmeny v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykonal integrátor.
2. Upravte bezpečnostné nastavenia na zodpovedajúcu úroveň definovanú hodnotením rizík, ktoré vykonal integrátor.
3. Overte, že sa použili bezpečnostné nastavenia.
4. Vložte nasledujúci text do príručiek pre operátorov: „Pred prácou v blízkosti robota sa uistite, že sa očakáva konfigurácia bezpečnosti. Toto je možné overiť napr. kontrolou kontrolného súčtu v hornom pravom rohu programu PolyScope (pozrite si 10.5 v Príručka PolyScope).“

10.3 Synchronizácia zabezpečenia a chyby

Stav použitej konfigurácie bezpečnosti v porovnaní s inštaláciou načítanou grafickým používateľským rozhraním robota, je zobrazený pomocou ikonu štítu vedľa textu *Bezpečnosť* na ľavej strane obrazovky. Tieto ikony poskytujú rýchlu indikáciu aktuálneho stavu. Sú definované nižšie:

 *Synchronizovaná konfigurácia:* Zobrazuje, že inštalácia grafického používateľského rozhrania je identická s aktuálne používanou konfiguráciou bezpečnosti. Nevykonali sa žiadne zmeny.

 *Zmenená konfigurácia:* Zobrazuje, že inštalácia grafického používateľského rozhrania je odlišná od aktuálne používanej konfigurácie zabezpečenia.

Pri úprave konfigurácie bezpečnosti ikona štítu vás bude, či sa používanie alebo nepoužívajú aktuálne nastavenia.

Ak niektorá textové pole na karte *Bezpečnosť* obsahuje neplatný vstup, konfigurácia bezpečnosti sa nachádza v chybovom stave. Toto sa indikuje niekoľkými spôsobmi:

1. Červená ikona chyby sa zobrazí vedľa textu *Bezpečnosť* na ľavej strane obrazovky.
2. Podkarty s chybami sú označené červenou ikonou chyby v hornej časti.
3. Textové polia obsahujúce chyby sú označené červeným pozadím.

Ak existujú chyby a pokúšate sa navigovať preč z karty *Inštalácia*, zobrazí sa dialógové okno s nasledujúcimi možnosťami:

1. Vyriešte tieto problémy, aby ste odstránili všetky chyby. Toto bude viditeľné, keď červená ikona chyby už nebude zobrazená vedľa textu *Bezpečnosť* na ľavej strane obrazovky.
2. Vráťte sa späť na predtým používanú konfiguráciu zabezpečenia. Toto zruší všetky zmeny a umožní vám to pokračovať na požadovanú lokalitu.

Ak neexistujú žiadne chyby a pokúšate sa navigovať preč, zobrazí sa dialógové okno s nasledujúcimi možnosťami:

1. Použite zmeny a reštartujte systém. Toto použije úpravy konfigurácie zabezpečenia v systéme a vykoná sa reštart. Poznámka: Toto neznamená, že sa zmeny uložili. Vypnutie robota v tomto bode spôsobí stratu všetkých zmien vykonaných v inštalácii robota, vrátane konfigurácie zabezpečenia.
2. Vráťte sa späť na predtým používanú konfiguráciu zabezpečenia. Toto zruší všetky zmeny a umožní vám to pokračovať na vybranú požadovanú lokalitu.

10.4 Tolerancie

Rameno robota používa zabudované tolerancie, ktoré bránia narušeniu bezpečnosti. Bezpečná tolerancia je rozdiel medzi bezpečným limitom a maximálnou prevádzkovou hodnotou. Napríklad všeobecná tolerancia rýchlosti je -150mm/s . To značí, že ak používateľ nakonfiguruje limity rýchlosti 250mm/s , maximálna prevádzková rýchlosť bude $250 - 150 = 100\text{mm/s}$. Bezpečná tolerancia bráni narušeniu bezpečnosti a zároveň umožňuje fluktuáciu v správaní programu. Napríklad pri práci s ťažkým nákladom môže dôjsť k situácii, kde musí *rameno robota* pri sledovaní naprogramovanej trajektórie chvíľu pracovať nad maximálnou prevádzkovou rýchlosťou. Príklad takejto situácie je na obrázku 10.1.



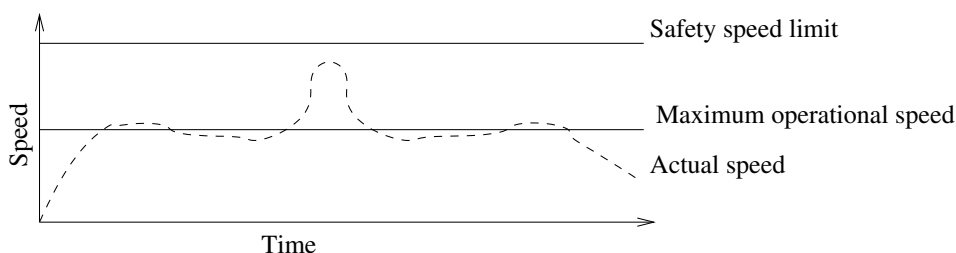
VÝSTRAHA:

Hodnotenie rizík sa vždy požaduje vykonať s použitím hodnôt limitov bez tolerancií.



VÝSTRAHA:

Tolerancie sú špecifické pre verziu softvéru. Aktualizácia softvéru môže zmeniť tolerancie. Zmeny medzi verziami nájdete v poznámkach k vydaniu.



Obr. 10.1: Príklad bezpečnostnej tolerancie.

10.5 Bezpečnostný kontrolný súčet

Text v hornom pravom rohu obrazovky poskytuje zjednodušený znázornenie konfigurácie bezpečnosti, ktorú robot aktuálne používa. Keď sa text zmení indikuje to, že sa tiež zmenila aktuálna konfigurácia bezpečnosti. Kliknutie na kontrolný súčet zobrazí podrobné informácie o aktuálne aktívnej konfigurácii bezpečnosti.

10.6 Bezpečnostné režimy

Za normálnych podmienok (t.k. keď nie je použité žiadne ochranné zastavenie) bezpečnostný systém pracuje v jednom z nasledujúcich *bezpečnostných režimov*, každý s priradenými bezpečnostnými limitmi:

Normálny režim: Bezpečnostný režim, ktorý je aktivovaný predvolene;

Znížený režim: Aktívny, keď sa TCP robota nachádza pod rovinou *Spustiť režim Znížený* (pozrite si 10.12), alebo keď ho spustí konfigurovateľný vstup (pozrite si 10.13).

Režim obnovy: Keď rameno robota poruší jeden z ostatných režimov (t.j. režim *Normálny* alebo *Znížený*) a vyskytne sa zastavenie kategórie 0¹, rameno robota sa spustí v režime **Obnova**. Tento režim robotovi umožňuje pomaly sa vrátiť na povolené miesto pomocou karty **Pohyb** alebo **Voľný chod**. V tomto režime nie je možné spúšťať programy pre robota.



VÝSTRAHA:

Všimnite si, že *poloha kĺbu*, *poloha TCP* a *orientácia TCP* sú zakázané v režime *Obnova*, takže pri presune ramena robota späť do limitov buďte opatrní.

Podkarty obrazovky *Konfigurácia bezpečnosti* umožňujú používateľovi definovať samostatné súbory bezpečnostných limitov pre režim *Normálny* a *Znížený*. Pre nástroj a kĺby v režime *Znížený* sa požaduje, aby limity týkajúce sa rýchlosti a hybnosti boli obmedzujúcejšie ako ich náprotivky v režime *Normálny*.

Keď sa poruší bezpečnostný limit aktívneho súboru limitov, rameno robota vykoná zastavenie kategórie 0. Ak je porušený aktívny bezpečnostný limit, ako napr. limit polohy kĺbu alebo bezpečnostná hranica, už pri spúšťaní ramena robota, rameno sa spustí v režime *Obnova*. Toto umožňuje presunúť rameno robota späť do bezpečnostných limitov. Keď sa ste v režime *Obnova*, pohyb ramena robota je limitovaný pevným súborom limitov, ktoré nie sú upraviteľné používateľom. Bližšie informácie o limitoch režimu *Obnova* nájdete v Príručka inštalácie hardvéru.

10.7 Režim Voľný chod

Keď sa nachádzate v režime *Voľný chod* (pozrite si 13.1.5) a pohyb ramena robota sa priblíži k určitým limitom, používateľ pocíti odpudzujúcu silu. Táto sila sa generuje pre limity polohy, orientácie a rýchlosti TCP robota a polohy a rýchlosti kĺbov.

Účelom tejto odpudzujúcej sily je informovať používateľa o tom, že aktuálna poloha alebo rýchlosť sa blíži k limitu a tým predchádzať tomu, aby robot prekročil daný limit. Avšak ak používateľ aplikuje dostatočnú silu na rameno robota, limit je možné prekročiť. Veľkosť sily sa zvyšuje, keď sa rameno robota približuje k limitu.

10.7.1 Spätný chod

V režime *voľného chodu* sa dá kĺbmi robota pohybovať už pri vyvinutí relatívne malej sily, pretože sa uvoľnia brzdy. Počas inštalácie ramena robota si pri uvoľnení brzd môžete všimnúť menšie vibrácie. V niektorých prípadoch, napríklad keď sa robot blíži ku kolízii, je toto chvenie nežiaduce a na vynútenie pohybu určitých kĺbov do želanej polohy bez uvoľnenia všetkých brzd v ramene možno využiť funkciu *spätného chodu*.

Zapnutie *spätného chodu*:

1. Zapnite vypínač, čím sa kĺby pripoja do napájania. Robot je teraz v režime „voľnobehu“. Neuvoľňujte brzdy (t. j. nestláčajte START).

¹v súlade IEC 60204-1, bližšie informácie nájdete v glosári.

2. Stlačte a podržte tlačidlo *Vol'ný chod*. Robot sa prepne do režimu „Spätný chod“.
3. Kým je zapnuté/stlačené tlačidlo *Vol'ný chod*, na kĺboch sa uvoľnia len tie brzdy, na ktoré sa vyvinie značný tlak. Počas prevádzky v *spätnom chode* sa robot pohybuje ťažkopádne.

10.8 Ochrana heslom

Všetky nastavenia na tejto obrazovke sa uzamknú, kým sa zadá správne bezpečnostné heslo (pozrite si 15.3) do bieleho textové poľa v spodnej časti obrazovky a stlačí tlačidlo *Odomknúť*. Obrazovku je možné opätovne uzamknúť kliknutím na tlačidlo *Zamknúť*. Karta *Bezpečnosť* sa automaticky zamkne, keď opustíte obrazovku Konfigurácia bezpečnosti. Keď sú nastavenia uzamknuté, zobrazí sa ikona zámku vedľa textu *Bezpečnosť* na ľavej strane obrazovky. Odomknutá ikona sa zobrazí, keď sú nastavenia odomknuté.



POZNÁMKA:

Všimnite si, že rameno robota sa spustí, keď sa obrazovka Konfigurácia bezpečnosti odomkne.

10.9 Použiť

Keď odomýkate konfiguráciu bezpečnosti, rameno robota bude vypnuté, kým nevykonáte zmeny. Rameno robota nie je možné spustiť, kým sa nepoužijú alebo nezrušia zmeny a vykoná sa manuálne zapnutie z inicializačnej obrazovky.

Všetky zmeny konfigurácie bezpečnosti je potrebné použiť alebo zrušiť pred navigovaním preč z karty Inštalácia. Tieto zmeny *nie sú* účinné, kým sa nestlačí tlačidlo *Použiť* a vykoná sa potvrdenie. Potvrdenie požaduje vizuálnu kontrolu zmien vykonaných na ramene robota. Z bezpečnostných dôvodov sú zobrazené informácie v jednotkách SI. Príklad dialógového okna potvrdenia je zobrazený nižšie.

Potvrdenie použitej bezpečnostnej konfigurácie

Všeobecné limity		
	Limity kĺbu	Hranice
Obmedzenie	Normálny režim	Znížený režim
Sila	150,00	120,00 N
Výkon	300,00	200,00 W
Rýchlosť	1,50	0,75 m/s
Hybnosť	25,00	10,00 kg m/s

Zmeny sa po potvrdení automaticky uložia ako súčasť aktuálnej inštalácie robota. Bližšie informácie o uložení inštalácie robota nájdete v 13.5.

10.10 Všeobecné limity

Všeobecné bezpečnostné limity slúžia na obmedzenie lineárnej rýchlosti TCP robota, ako aj sily, ktorou môže pôsobiť na okolie. Skladajú sa z nasledujúcich hodnôt:

Sila: Limit pre maximálnu silu, ktorou TCP robota môže pôsobiť na okolie.

Výkon: Limit pre maximálnu mechanickú prácu, ktorou robot môže pôsobiť na okolie s tým, že užitočné zaťaženie je súčasťou robota a nie okolia.

Rýchlosť: Limit maximálnej lineárnej rýchlosti TCP robota.

Hybnosť: Limit maximálnej hybnosti ramena robota.

Existujú dva spôsoby konfigurácie všeobecných bezpečnostných limitov v rámci inštalácie; bližšie informácie o *Základných nastaveniach* a *Pokročilých nastaveniach* sú uvedené nižšie.

Definovanie všeobecných bezpečnostných limitov definuje limity len pre nástroj a nie celkový limit pre rameno robota. Toto znamená, že aj keď je definovaný limit rýchlosti, *negarantuje* to, že ostatné súčasti robota sa budú riadiť rovnakými limitmi.

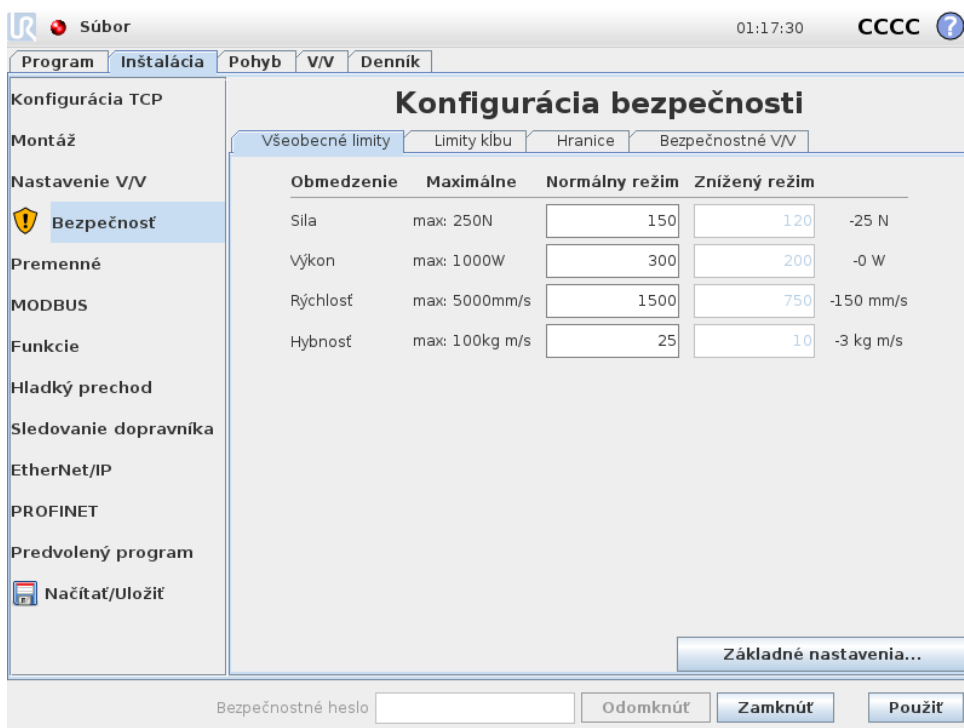
Keď sa nachádzate v režime *Vol'ný chod* (pozrite si 13.1.5) a aktuálna rýchlosť TCP robota je blízko limitu *Rýchlosti*, používateľ bude cítiť odpudzujúcu silu, ktorá rastie s tým ako sa rýchlosť blíži k limitu. Sila sa generuje, keď sa aktuálna rýchlosť nachádza približne 250 mm/s od limitu.

Základné nastavenia Počiatočný podpanel so všeobecnými limitmi, ktorý je zobrazený ako predvolená obrazovka, obsahuje jazdec so štyrmi nasledujúcimi preddefinovanými súbormi hodnôt pre limity sily, výkonu, rýchlosti a hybnosti režimov *Normálny* a *Znížený*:

Konkrétne súbory hodnôt sú zobrazené v grafickom používateľskom rozhraní. Preddefinované súbory hodnôt sú len návrhy a nenahrádzajú riadne hodnotenie rizík.

Prepnutie na pokročilé nastavenia Ak nie je *žiaden* z preddefinovaných súborov hodnôt vyhovujúci, stlačením tlačidla *Pokročilé nastavenia...* vstúpite na obrazovku pokročilých všeobecných limitov.

Pokročilé nastavenia



Obmedzenie	Maximálne	Normálny režim	Znížený režim	
Sila	max: 250N	150	120	-25 N
Výkon	max: 1000W	300	200	-0 W
Rýchlosť	max: 5000mm/s	1500	750	-150 mm/s
Hybnosť	max: 100kg m/s	25	10	-3 kg m/s

Tu je možné samostatne upraviť každý všeobecný limit popísaný v 10.10. Toto sa vykoná ťuknutím na príslušné textové pole a zadaním novej hodnoty. Najvyššia prijatá hodnota pre každý limit je uvedená v stĺpci s názvom *Maximum*. Medznú hodnotu sily je možné nastaviť na hodnotu medzi 100 N a 250 N, a medznú hodnotu napájania je možné nastaviť na hodnotu medzi 80 W a 1000 W,

Poznámka: polia pre limity v režime *Znížený* sú deaktivované, keď nie je nastavená žiadna bezpečnostná rovina ani konfigurovateľný vstup na ich spustenie (pozrite si 10.12 a 10.13, kde nájdete bližšie informácie). Navyše, limity pre *Rýchlosť* a *Hybnosť* v režime *Znížený* nesmú byť vyššie ako ich náprotivky v režime *Normálny*.

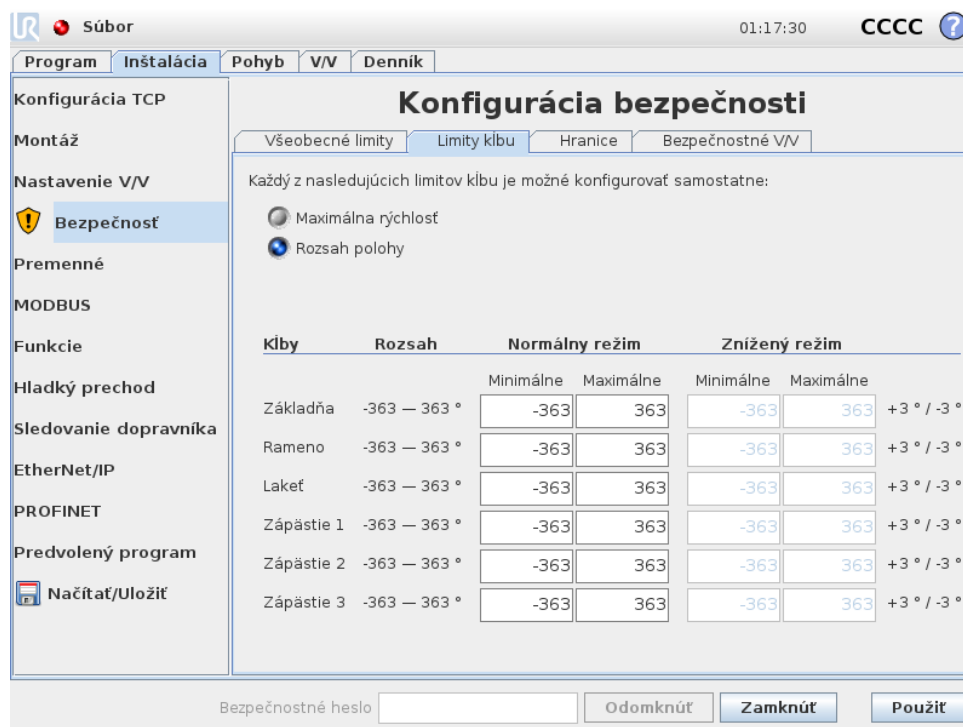
Tolerancia a jednotka pre každý limity sú uvedené na konci príslušného riadka. Keď beží program, rýchlosť ramena robota sa automaticky prispôbi, aby neprekročila žiadnu zo zadaných hodnôt mínus toleranciu (pozrite si 10.4). Všimnite si, že znamienko mínus zobrazené s hodnotou tolerancie sa tam nachádza len z dôvodu indikácie, že tolerancia sa odpočítava od skutočnej zadanej hodnoty. Bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0, ak rameno robota prekročí limit (bez tolerancie).

**VÝSTRAHA:**

Limit rýchlosti sa vzťahuje len na TCP robota, čiže ostatné súčasti ramena robota sa môžu pohybovať rýchlejšie, ako je definovaná hodnota.

Prepnutie na základné nastavenia Stlačením tlačidla Základné nastavenia... prepnete späť na obrazovku základných všeobecných limitov a všetky všeobecné limity sa resetujú na ich Predvolené nastavenia. Ak by to malo spôsobiť stratu prispôsobenej hodnoty, zobrazí sa vyskakovacie dialógové okno s výzvou na potvrdenie tejto činnosti.

10.11 Limity kĺbu



Kĺby	Rozsah	Normálny režim		Znížený režim		
		Minimálne	Maximálne	Minimálne	Maximálne	
Základňa	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Rameno	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Lakeť	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zápästie 1	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zápästie 2	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zápästie 3	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °

Limity kĺbu obmedzujú pohyb jednotlivých kĺbov v kĺbovom priestore, t.j. nevzťahujú sa na karteziánsky priestor, ale skôr na vnútornú (rotačnú) polohu kĺbov a ich rotačnú rýchlosť. Prepínače v hornej časti podpanelu umožňujú nezávisle nastaviť Maximálnu rýchlosť a Rozsah polohy pre kĺby.

Keď sa nachádzate v režime *Vol'ný chod* (pozrite si 13.1.5) a aktuálna poloha alebo rýchlosť kĺbu je blízko limitu, používateľ bude cítiť odpudzujúcu silu, ktorá rastie s tým ako sa kĺb blíži k limitu. Sila sa generuje, keď sa rýchlosť kĺbu nachádza približne 20 % od rýchlostného limitu alebo poloha kĺbu sa nachádza približne 8 ° od limitu polohy.

Rozsah polohy zápästia 3 je predvolene neobmedzený. Pri použití káblov pripojených k robotu musíte najskôr deaktivovať začiarkavacie políčko *Neobmedzený rozsah pre zápästie 3*, aby sa predišlo napínaniu káblov a ochranným zastaveniam.

Maximálna rýchlosť Táto možnosť definuje maximálnu uhlovú rýchlosť pre každý kĺb. Toto sa vykoná ťuknutím na príslušné textové pole a zadaním novej hodnoty. Najvyššia prijatá hodnota je uvedená v stĺpci s názvom *Maximum*. Žiadna z týchto hodnôt nemôže byť nastavená pod hodnotu tolerancie.

Všimnite si, že polia pre limity v režime *Znížený* sú deaktivované, keď nie je nastavená žiadna bezpečnostná rovina ani konfigurovateľný vstup na ich spustenie (pozrite si 10.12 a 10.13, kde nájdete bližšie informácie). Navyše, limity pre režim *Znížený* nesmú byť vyššie ako ich náprotivky v režime *Normálny*.

Tolerancia a jednotka pre každý limity sú uvedené na konci príslušného riadka. Keď beží program, rýchlosť ramena robota sa automaticky prispôbi, aby neprekročila žiadnu zo zadaných hodnôt mínus toleranciu (pozrite si 10.4). Všimnite si, že znamienko mínus zobrazené s každou hodnotou tolerancie sa tam nachádza len z dôvodu indikácie, že tolerancia sa odpočítava od skutočnej zadanej hodnoty. Avšak ak uhlová rýchlosť niektorého z kĺbov prekročí zadanú hodnotu (bez tolerancie), bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0.

Rozsah polohy Táto obrazovka definuje rozsah polohy pre každý kĺb. Toto sa vykoná ťuknutím na príslušné textové pole a zadaním nových hodnôt pre dolnú a hornú hraničnú polohu kĺbu. Zadaný interval sa musí pohybovať v rozmedzí hodnôt uvedených v stĺpci s názvom *Rozsah* a dolná hraničná poloha nemôže prekročiť hornú hraničnú polohu.

Poznámka: polia pre limity v režime *Znížený* sú deaktivované, keď nie je nastavená žiadna bezpečnostná rovina ani konfigurovateľný vstup na ich spustenie (pozrite si 10.12 a 10.13, kde nájdete bližšie informácie).

Tolerancie a jednotka pre každý limity sú uvedené na konci príslušného riadka. Prvá hodnota tolerancie sa týka minimálnej hodnoty a druhá sa týka maximálnej hodnoty. Vykonanie programu sa preruší, keď sa poloha kĺbu chystá prekročiť rozsah vyplývajúci z pridania prvej tolerancie k zadanej minimálnej hodnote a odpočítaním druhej tolerancie od zadanej maximálnej hodnoty, ak pokračuje v pohybe pozdĺž predpokladanej trajektórie. Všimnite si, že znamienko mínus zobrazené s hodnotou tolerancie sa tam nachádza len z dôvodu indikácie, že tolerancia sa odpočítava od skutočnej zadanej hodnoty. Avšak ak poloha kĺbu prekročí zadaný rozsah, bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0.

10.12 Hranice

Na tejto karte môžete konfigurovať hraničné limity pozostávajúce z bezpečnostných rovín a limit maximálnej povolennej odchýlky orientácie nástroja robota. Tiež je možné definovať roviny, ktoré spúšťajú prechod do režimu *Znížený*.

Bezpečnostné roviny sa môžu používať na obmedzenie povoleného pracovného priestoru robota vynútením, aby TCP robota zostalo na správnej strane definovaných rovín a neprekročilo ich. Je možné nakonfigurovať až osem rovín. Obmedzenie orientácie nástroja je možné použiť na zaistenie toho, že orientácia nástroja robota sa neodchýli od požadovanej orientácia viac ako o určitú špecifikovanú hodnotu.

**VÝSTRAHA:**

Definovanie bezpečnostných rovín limituje len TCT a nepredstavuje celkový limit pre rameno robota. Toto znamená, že aj keď je špecifikovaná bezpečnostná rovina, *negarantuje* to, že ostatné súčasti robota sa budú riadiť týmto obmedzením.

Konfigurácia každého hraničného limitu je založená na jednej z funkcií definovaných v aktuálnej inštalácii robota (pozrite si 13.12).

**POZNÁMKA:**

Dôrazne sa odporúča, aby ste vytvorili všetky funkcie potrebné pre konfiguráciu všetkých požadovaných hraničných limitov a priradili im vhodné názvy, a to pred úpravou konfigurácie bezpečnosti. Všimnite si, že keďže sa rameno robota vypne po odomknutí karty *Bezpečnosť*, funkcia *Nástroj* (obsahujúca aktuálnu polohu a orientáciu TCP robota) ako aj režim *Vol'ný pohyb* (pozrite si 13.1.5), nebudú dostupné.

Keď sa nachádzate v režime *Vol'ný chod* (pozrite si 13.1.5) a aktuálna poloha TCP robota je blízko bezpečnostnej roviny alebo odchýlka orientácie nástroja robota od požadovanej orientácie je blízko špecifikovanej maximálnej odchýlke, používateľ bude cítiť odpudzujúcu silu, ktorá rastie s tým ako sa TCP blíži k limitu. Sila sa generuje, keď sa TCP nachádza približne 5 cm od bezpečnostnej roviny alebo odchýlka orientácie nástroja je približne 3 ° od špecifikovanej maximálnej odchýlky.

Keď sa rovina definuje ako *spustiť režim Znížený* a TCP prekročí túto hranicu, bezpečnostný systém prejde do režimu *Znížený*, ktorý aplikuje bezpečnostné nastavenia režimu *Znížený*. Spúšťacie roviny dodržiavajú rovnaké pravidlá ako bežné bezpečnostné roviny okrem toho, že umožňujú ramenu robota cez ne prejsť.

10.12.1 Výber hranice pre konfiguráciu

Panel *Bezpečnostné hranice* na ľavej strane karty sa používa na výber hraničného limitu pre konfiguráciu.

Ak chcete vytvoriť bezpečnostnú rovinu, kliknite na jednu z horných osem položiek na paneli. Ak sa vybratá bezpečnostná rovina už konfigurovala, príslušné 3D znázornenie roviny je zvýraznené v 3D zobrazení (pozrite si 10.12.2) v pravej časti panelu. Bezpečnostnú rovinu je možné vytvoriť v časti *Vlastnosti bezpečnostnej roviny* (pozrite si 10.12.3) v spodnej časti karty.

Kliknutím na položku *Ohraničenie nástroja* nakonfigurujete hraničný limit orientácie pre nástroj robota. Konfiguráciu limitu je možné špecifikovať v časti *Vlastnosti bezpečnostnej roviny* (pozrite si 10.12.4) v spodnej časti karty.

Kliknutím na tlačidlo  /  zapnete/vypnete 3D vizualizáciu hraničného limitu. Ak je hraničný limit aktívny, *bezpečnostný režim* (pozrite si 10.12.3 a 10.12.4) je indikovaný jednou z nasledujúcich ikon  /  /  / .

10.12.2 3D vizualizácia

3D zobrazenie zobrazuje konfigurované bezpečnostné roviny a hraničný limit orientácie pre nástroj robota spolu s aktuálnou polohou ramena robota. Všetky konfigurované položky hranice, pri ktorých je vybratá možnosť viditeľnosti (t.j., zobrazujú ikonu ) v časti Bezpečnostné hranice, sú zobrazené spolu s aktuálnym vybraným hraničným limitom.

(Aktívne) bezpečnostné roviny sú zobrazené žltou a čiernou farbou s malou šípku znázorňujúcou normálnu hodnotu roviny, ktorá označuje stranu roviny, na ktorej môže byť TCP robota umiestnené. Spúšťačie roviny sú zobrazené modrou a zelenou farbou. Malá šípka znázorňuje stranu roviny, ktorá *nespúšťa* prechod do režimu *Znížený*. Ak sa vybrala bezpečnostná rovina na paneli v ľavej časti karty, zvýrazní sa príslušné 3D znázornenie.

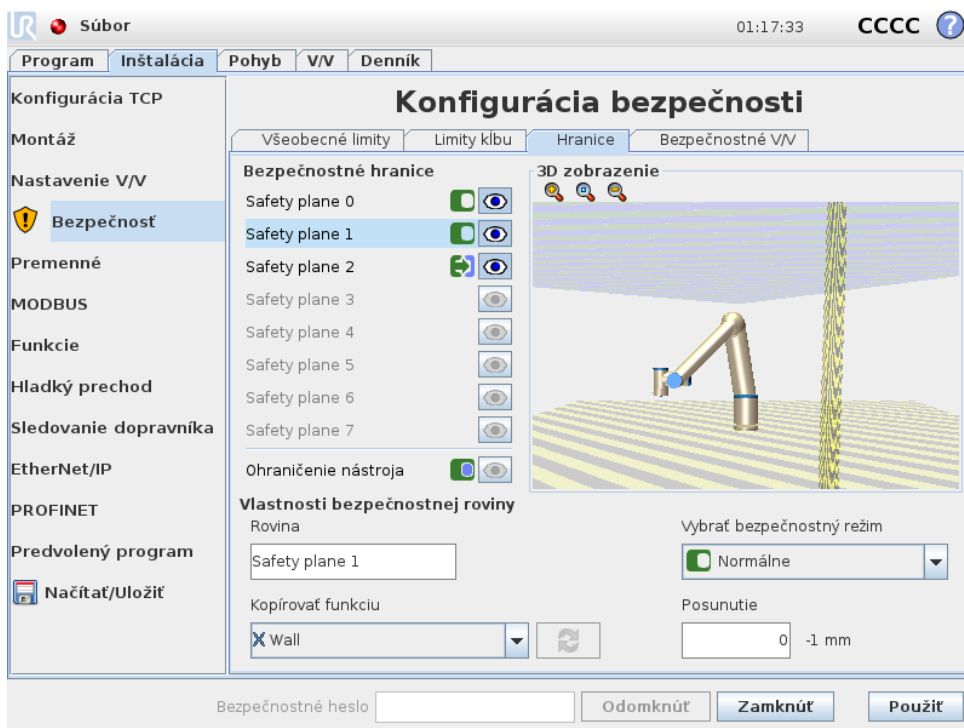
Hraničný limit orientácie nástroja je zobrazený prostredníctvom guľového kužeľa s vektorom označujúcim aktuálnu orientáciu nástroja robota. Vnútorňa strana kužeľa predstavuje povolenú oblasť pre orientáciu nástroja (vektor).

Keď sú rovina alebo hraničný limit orientácie nástroja nakonfigurované alebo neaktívne, vizualizácia je šedá.

Stlačením ikony lupy možno zobrazenie priblížiť / oddialiť a potiahnutím prsta možno zmeniť zobrazenie.

10.12.3 Konfigurácia bezpečnostnej roviny

Časť *Vlastnosti bezpečnostnej roviny* v spodnej časti karty definuje konfiguráciu vybraných bezpečnostných rovín na paneli *Bezpečnostné hranice* v hornej ľavej časti karty.



Názov Textové pole *Názov* umožňuje používateľovi priradiť názov vybratej bezpečnostnej roviny. Zmeňte názov ťuknutím na textové pole a zadaním nového názvu.

Kopírovať funkciu Poloha a normálna hodnota bezpečnostnej roviny sa špecifikuje použitím funkcie (pozrite si 13.12) z aktuálnej inštalácie robota. Na výber funkcie použijete rozbaľovací zoznam v dolnej ľavej časti Vlastností bezpečnostnej roviny. Sú dostupné len funkcie typu bod a rovina. Výber položky <Undefined> vymaže konfiguráciu roviny.

Os z vybratej funkcie bude smerovať do nepovolenej oblasti a normálna hodnota roviny bude smerovať do opačného smeru okrem prípadu, keď je vybratá funkcia Základňa, keby normálna hodnota roviny smeruje do rovnakého smeru. Ak je rovina konfigurovaná ako *spustiť režim Znížený*, (pozrite si 10.12.3), normála roviny indikuje stranu roviny, ktorá *nespúšťa* prechod do režimu *Znížený*.

Upozorňujeme, že keď sa bezpečnostná rovina nakonfigurovala pomocou výberu funkcie, informácie o polohe sa len *skopírujú* do bezpečnostnej roviny; rovina *nie je* prepojená s touto funkciou. Toto znamená, že ak sa vykonajú zmeny v polohe alebo orientácii funkcie, ktorá bola použitá na konfiguráciu bezpečnostnej roviny, bezpečnostná rovina sa automaticky neaktualizuje. Ak sa funkcia zmenila, je to indikované ikonou  umiestnenou nad voličom funkcie. Kliknite na tlačidlo  vedľa voliča, čím aktualizujete bezpečnostnú rovinu o aktuálnu polohu a orientáciu funkcie. Ikona  sa tiež zobrazí, ak sa vybratá funkcia odstráni z inštalácie.

Bezpečnostný režim Na výber *bezpečnostného režimu* pre bezpečnostnú rovinu použijete rozbaľovaciu ponuku na pravej strane panelu Vlastností bezpečnostnej roviny, s nasledujúcimi dostupnými režimami:

Vypnuté	Bezpečnostná rovina nie je <i>nikdy aktívna</i> .
 Normálne	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <i>Normálny</i> , rovina režimu <i>Normálny</i> je <i>aktívna</i> a predstavuje <i>prísny limit</i> pre polohu TCP robota.
 Znížený	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <i>Znížený</i> , rovina režimu <i>Znížený</i> je <i>aktívna</i> a predstavuje <i>prísny limit</i> pre polohu TCP robota.
 Normálne a znížený	Keď sa bezpečnostný systém nachádza buď v režime <i>Normálny</i> , alebo <i>Znížený</i> , rovina režimu <i>Normálny</i> a <i>Znížený</i> je <i>aktívna</i> a predstavuje <i>prísny limit</i> pre polohu TCP robota.
 Spustiť režim Znížený	Keď sa bezpečnostný systém nachádza buď v režime <i>Normálny</i> , alebo <i>Znížený</i> , rovina <i>spustiť režim Znížený</i> je <i>aktívna</i> a spôsobuje, že sa bezpečnostný systém prepne do režimu <i>Znížený</i> , kým je TCP robota umiestnené pod ňou.

Vybratý *bezpečnostný režim* je označený ikonou v príslušnej položke na paneli Bezpečnostné hranice. Ak sa *bezpečnostný režim* nastaví na Vypnutý, nie je zobrazená žiadna ikona.

Posunutie Keď sa vyberie funkcia z rozbaľovacieho zoznamu v dolnej ľavej časti panelu Vlastností bezpečnostnej roviny, bezpečnostnú rovinu je možné preložiť ťuknutím na textové pole Posunutie dolnej pravej časti panela a zadaním hodnoty. Zadanie kladnej hodnoty zväčší povolený pracovný priestor robota presunutím roviny do opačného smeru od

normálnej hodnoty roviny, zatiaľ čo zadanie zápornej hodnoty zmenší povolenú oblasť presunutím roviny v smere normálnej hodnoty roviny.

Tolerancia a jednotka posunutia hraničnej roviny sú zobrazené napravo od textového pola.

Účinok rovín *prísneho limitu* Vykonanie programu sa preruší, keď sa poloha TCP chystá prekročiť aktívnu rovinu prísneho limitu mínus tolerancia (pozrite si 10.4), ak pokračuje v pohybe pozdĺž predpokladanej trajektórie. Všimnite si, že znamienko mínus zobrazené s hodnotou tolerancie sa tam nachádza len z dôvodu indikácie, že tolerancia sa odpočítava od skutočnej zadanej hodnoty. Bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0, ak poloha TCP prekročí špecifický limit bezpečnostnej roviny (bez tolerancie).

Účinok rovín *spustiť režim Znížený* Ak nie je spustené žiadne ochranné zastavenie a bezpečnostný systém sa nenachádza v špeciálnom režime *Obnova* (pozrite si 10.6), pracuje buď v režime *Normálny* alebo *Znížený* a pohyby ramena robota sú limitované príslušným súborom limitov.

Predvolene je bezpečnostný systém v režime *Normálny*. Pri prechodoch do režimu *Znížený* vždy, keď sa vyskytne jedna z nasledujúcich situácií:

- TCP robota je umiestnené za niektorou z rovín *spustiť režim Znížený*, t.j. je umiestnené na strane roviny, ktorá je *opačná* ako smer malej šípky vo vizualizácii roviny.
- Funkcia bezpečnostného vstupu režimu *Znížený* je konfigurovaná a vstupné signály sú nízke (pozrite si 10.13, kde nájdete bližšie informácie).

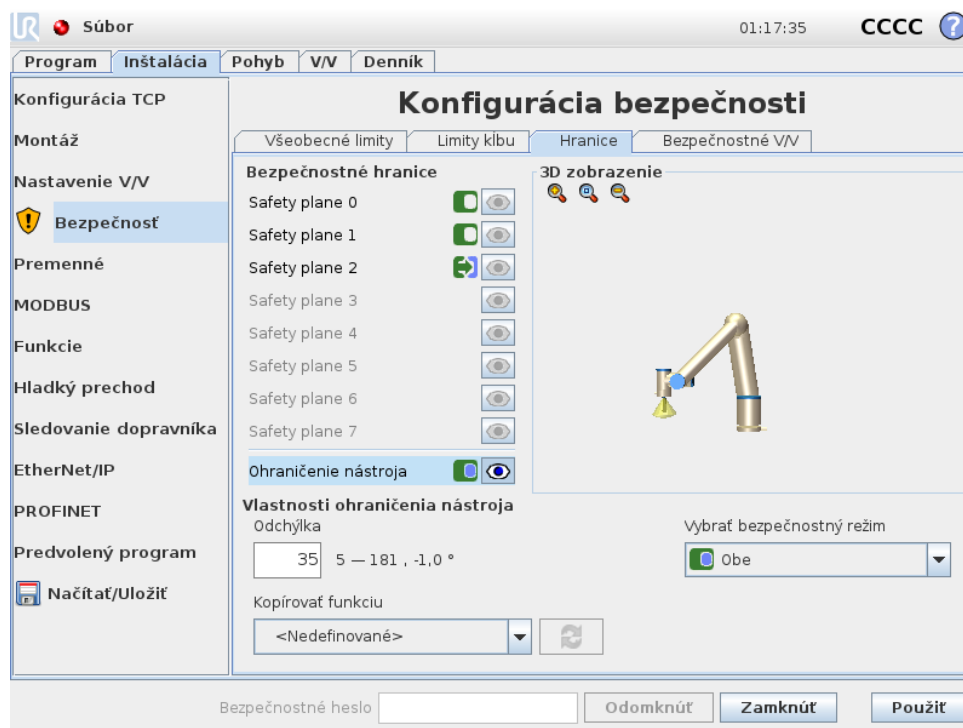
Ak žiadna z vyššie uvedených situácií už neplatí, systém sa vráti späť do režimu *Normálny*.

Keď je prechod z režimu *Normálny* do *Znížený* spôsobený prechodom cez rovinu *spustiť režim Znížený*, vykoná sa prechod zo súboru limitov režimu *Normálny* na súbor limitov režimu *Znížený*. Akonáhle je TCP robota umiestnené 20 mm alebo bližšie k rovine *spustiť režim Znížený* (ale stále na strane režimu *Normálny*), na každý limit sa aplikujú tolerantnejšie limity režimu *Normálny* a *Znížený*. Keď TCP robota prejde rovinou *spustiť režim Znížený*, súbor limitov režimu *Normálny* už nie je aktívny a presadzuje sa súbor limitov režimu *Znížený*.

Keď je prechod z režimu *Znížený* do *Normálny* spôsobený prechodom cez rovinu *spustiť režim Znížený*, vykoná sa prechod zo súboru limitov režimu *Znížený* na súbor limitov režimu *Normálny*. Akonáhle TCP robota prejde rovinou *spustiť režim Znížený*, na každý limit sa aplikujú tolerantnejšie limity režimu *Normálny* a *Znížený*. Akonáhle je TCP robota umiestnené 20 mm alebo ďalej od roviny *spustiť režim Znížený* (na strane režimu *Normálny*), súbor limitov režimu *Znížený* už nie je aktívny a presadzuje sa súbor limitov režimu *Normálny*.

Ak predpokladaná trajektória spôsobí prechod TCP robota cez rovinu *spustiť režim Znížený*, rameno robota začne spomaľovať ešte pred prechodom rovinou, ak má prekročiť rýchlosť kĺbu, rýchlosť nástroja alebo limit hybnosti nového súboru limitov. Všimnite si, že keďže sa od týchto limitov požaduje, aby boli obmedzujúcejšie v súbore limitov režimu *Znížený*, takého predčasné spomalenie môže nastať len pri prechode z režimu *Normálny* do režimu *Znížený*.

10.12.4 Konfigurácia ohraničenia nástroja



Panel **Vlastnosti ohraničenia nástroja** v spodnej časti karty definuje limit orientácie nástroja robota, ktorý pozostáva z požadovanej orientácie nástroja a hodnoty pre maximálnu povolenú odchýlku od tejto orientácie.

Odchýlka Textové pole **Odchýlka** zobrazuje hodnotu pre maximálnu povolenú odchýlku orientácie nástroja robota od požadovanej orientácie. Zmeňte túto hodnotu ťuknutím na textové pole a zadáním novej hodnoty.

Rozsah prijateľnej hodnoty spolu s toleranciou a jednotkou odchýlky sú uvedené vedľa textového pola.

Kopírovať funkciu Požadovaná orientácia nástroja robota sa špecifikuje použitím funkcie (pozrite si 13.12) z aktuálnej inštalácie robota. Os z vybratej funkcie sa použije ako vektor požadovanej orientácie nástroja pre tento limit.

Na výber funkcie použijete rozbaľovací zoznam v dolnej ľavej časti **Vlastnosti ohraničenia nástroja**. Sú dostupné len funkcie typu bod a rovina. Výber položky **<Undefined>** vymaže konfiguráciu roviny.

Upozorňujeme, že keď sa limit nakonfiguroval pomocou výberu funkcie, informácie o orientácii sa len *skopírujú* do limitu; limit *nie je* prepojený s touto funkciou. Toto znamená, že ak sa vykonajú zmeny v polohe a orientácii funkcie, ktorá bola použitá na konfiguráciu limitu, limit sa automaticky neaktualizuje. Ak sa funkcia zmenila, je to indikované ikonou  umiestnenou nad voličom funkcie. Kliknite na tlačidlo  vedľa voliča, čím aktualizujete limit o aktuálnu orientáciu funkcie. Ikona  sa tiež zobrazí, ak sa vybratá funkcia odstráni z inštalácie.

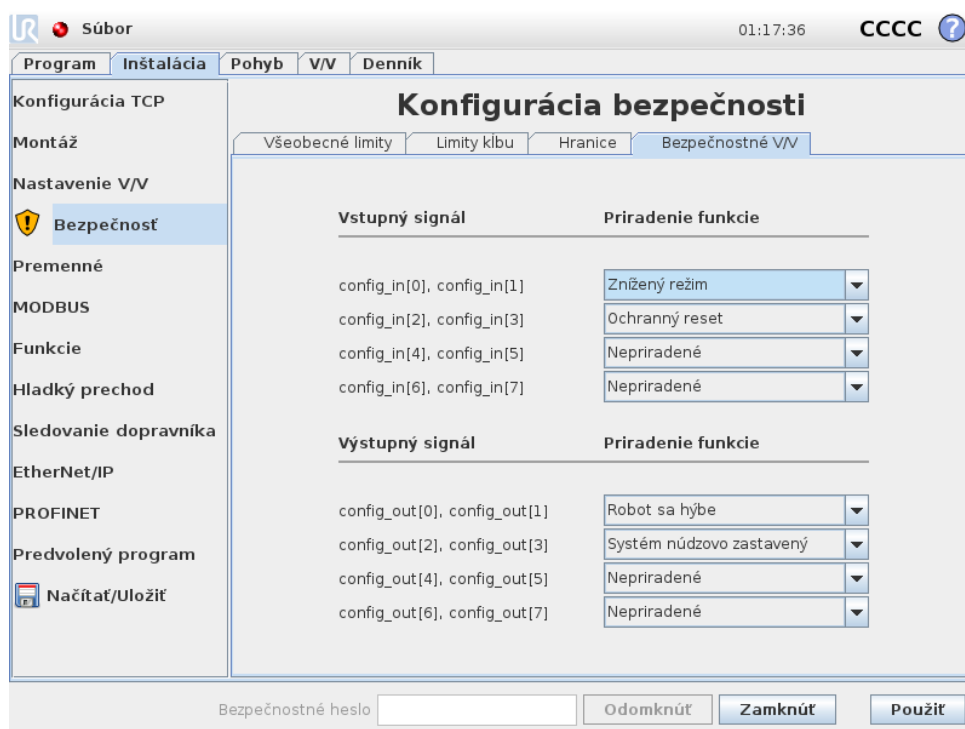
Bezpečnostný režim Na výber *bezpečnostného režimu* pre hranicu orientácie nástroja použite rozbaľovaciu ponuku na pravej strane panelu Vlastnosti hranice nástroja, s nasledujúcimi dostupnými režimami: Sú k dispozícii nasledovné možnosti:

Vypnuté	Hraničný limit nástroja nie je nikdy aktívny.
☒ Normálne	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <i>Normálny</i> , hraničný limit nástroja je aktívny.
☐ Znížené	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <i>Znížený</i> , hraničný limit nástroja je aktívny.
☒ Normálne a znížené	Keď sa bezpečnostný systém nachádza buď v režime <i>Normálny</i> , alebo <i>Znížený</i> , hraničný limit nástroja je aktívny.

Vybratý *bezpečnostný režim* je označený ikonou v príslušnej položke na paneli Bezpečnostné hranice. Ak sa *bezpečnostný režim* nastaví na Vypnutý, nie je zobrazená žiadna ikona.

Účinok Vykonanie programu sa preruší, keď odchýlka orientácie nástroja má prekročiť zadanú maximálnu odchýlku mínus tolerancia (pozrite si 10.4), ak pokračuje v pohybe pozdĺž predpokladanej trajektórie. Všimnite si, že znamienko mínus zobrazené s hodnotou tolerancie sa tam nachádza len z dôvodu indikácie, že tolerancia sa odpočítava od skutočnej zadanej hodnoty. Bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0, ak odchýlka orientácie ramena prekročí limit (bez tolerancie).

10.13 Bezpečnostné V/V



Táto obrazovka definuje *Bezpečnostné funkcie* pre konfigurovateľné vstupy a výstupy (V/V). V/V sú rozdelené medzi vstupy a výstupy, a sú spárované tak, aby každá funkcia poskytovala

kategóriu ² 3 a PLd V/V.

Bezpečnostné funkcie môžu ovládať len jednu dvojicu V/V. Pokus o výber rovnakej bezpečnostnej funkcie druhý krát odstráni túto funkciu z prvej dvojice predtým definovaných V/V. Existuje 5 *Bezpečnostných funkcií* pre vstupné signály a 5 pre výstupné signály.

Poznámka: Použitie bezpečnostnej funkcie na súpravu kolíkov prepíše všetky úkony V/V špecifikované pre kolíky v nastavení V/V (pozri 13.8).

10.13.1 Vstupné signály

Pre vstupné signály je možné vybrať nasledujúce *Bezpečnostné funkcie*: Núdzové zastavenie systému, Znížený režim, Ochranný reset, Trojpolohové pomocné zariadenie a Prevádzkový režim.

Núdzové zastavenie systému Po nakonfigurovaní umožňujú pridať doplnkové tlačidlo núdzového zastavenia okrem Tlačidlo núdzového zastavenia funkcie na ručnom ovládacom paneli. Pri tejto funkcii treba použiť zariadenie v súlade s normou ISO 13850.

Znížený režim Všetky bezpečnostné limity majú dva režimy, v ktorých sa môžu použiť: Režim *Normálny*, ktorý špecifikuje predvolenú bezpečnostnú konfiguráciu a režim *Znížený* (pozrite si 10.6, kde nájdete bližšie informácie). Keď vyberiete túto vstupnú bezpečnostnú funkciu, nízky signál vyslaný do vstupov spôsobí prechod bezpečnostného systému do režimu *Znížený*. Ak je to potrebné, rameno robota následne spomalí, aby splnilo limit režimu *Znížený*. Ak rameno robota stále porušuje nejaké limity režimu *Znížený*, vykoná sa zastavenie kategórie 0. Prechod späť do režimu *Normálny* sa vykoná rovnakým spôsobom. Všimnite si, že bezpečnostné roviny tiež spôsobujú prechod do režimu *Znížený* (pozrite si 10.12.3, kde nájdete bližšie informácie).

Ochranný reset Ak je Ochranné zastavenie zapojené do bezpečnostných V/V, potom sa tento vstup môže použiť na zaistenie, že stav Ochranného zastavenia bude trvať, kým sa spustí reset. Rameno robota sa nepohne, keď sa nachádza v stave Ochranného zastavenia.



VÝSTRAHA:

Vstupná funkcia Ochranný reset je konfigurovaná pre vstupné kolíky 0 a 1. Jeho úplné zakázanie znamená, že sa rameno robota prestane zastavovať hneď, keď vstup Ochranné zastavenie dosiahne vysokú hodnotu! Inými slovami, bez vstupu Ochranný reset vstupy Ochranné zastavenie SI0 a SI1 (pozrite si Príručka inštalácie hardvéru) úplne určujú, či sa stav ochranné zastavenia aktivuje alebo nie.

Trojpolohové pomocné zariadenie a Prevádzkový režim Počas nastavenia a programovania robota umožňujú použiť trojpolohové povoloňacie zariadenie ako ďalšie ochranné opatrenie. Keď sa nakonfiguruje vstup Trojpolohové pomocné zariadenie, robot sa nachádza buď v „režime prevádzky“, alebo „režime programovania“. V pravom hornom rohu sa objaví ikona zobrazujúca aktuálny prevádzkový režim:

²v súlade ISO 13849-1, bližšie informácie nájdete v glosári.

-  **Režim prevádzky:** Robot môže vykonávať len preddefinované úlohy. Karta Pohyb a režim Voľný pohyb nie sú dostupné.
-  **Režim programovania:** Obmedzenia prítomné v režime prevádzky sa zrušia. Avšak vždy, keď je vstup Trojpolohové pomocné zariadenie nízky, prebehne ochranné zastavenie robota. Jazdec rýchlosti sa taktiež nastaví na počiatočnú hodnotu, ktorá zodpovedá 250 mm/s a môže sa postupne zvyšovať, aby sa dosiahla vyššia rýchlosť. Jazdec rýchlosti sa resetuje na nižšiu hodnotu vždy, keď vstup Trojpolohové pomocné zariadenie prejde z nízkej hodnoty na vysokú.

Existujú dva postupy pre konfiguráciu výberu prevádzkového režimu:

1. Ak chcete vybrať prevádzkový režim použitím externého zariadenia pre výber režimu, nakonfigurujte vstup Prevádzkový režim. Možnosť pre jeho konfiguráciu sa objaví v rozbaľovacích ponukách, keď sa nakonfiguruje vstup Trojpolohové pomocné zariadenie. Robot bude v režime prevádzky, keď vstup Prevádzkový režim je nízky a v režime programovania, keď je vysoký.
2. Aby sa vybral prevádzkový režim z rozhrania Polyscope, musí sa nakonfigurovať len vstup Trojpolohové pomocné zariadenie, ktorý sa následne použijú v bezpečnostnej konfigurácii. V tomto prípade je predvolený režim Prevádzka. Aby ste prepli na režim programovania, stlačte tlačidlo „Programovať robota“ na uvítacej obrazovke. Aby ste prepli naspäť na režim prevádzky, jednoducho opustíte obrazovku „Programovať robota“.



POZNÁMKA:

- Po potvrdení konfigurácie bezpečnostných V/V s potvrdeným vstupom Trojpolohové pomocné zariadenie sa automaticky zobrazí uvítacia obrazovka. Uvítacia obrazovka sa tiež automaticky zobrazí, keď sa prevádzkový režim zmení z Programovanie na Prevádzka.
- Ak použijete fyzický volič režimu, musí presne spĺňať normu ISO 10218-1: článok 5.7.1 pre výber.
- Trojpolohový prepínač, jeho správanie, vlastnosti a prevádzka musia presne spĺňať normu ISO 10218-1: článok 5.8.3 na zapínanie zariadení.

10.13.2 Výstupné signály

Nasledujúce *Bezpečnostné funkcie* je možné použiť pre výstupné signály: Keď sa stav, ktorý spustil vysoké signály skončí, všetky signály sa vrátia na nízke:

Núdzové zastavenie systému Nízky signál sa odošle len vtedy, keď Núdzové zastavenie robotavstup alebo Tlačidlo núdzového zastavenia spustí stav Núdzového zastavenia bezpečnostného systému. Ako prevencia zablokovania sa nízky signál neodošle, ak stav Núdzového zastavenia spustí vstup Núdzové zastavenie systému.

**POZNÁMKA:**

Externý mechanizmus, ktorý z robota prijíma stav Núdzového zastavenia cez výstup Núdzového zastavenia systému, musí byť v súlade s normou ISO 13850. Je to obzvlášť potrebné pri nastaveniach, kde je vstup Núdzové zastavenie robota pripojený k externému zariadeniu núdzového zastavenia. V takých prípadoch sa po uvoľnení externého núdzového zastavenia systému vstup Núdzového zastavenia systému zmení na vysoký. Z toho vyplýva, že stav núdzového zariadenia externého mechanizmu sa zresetuje bez manuálneho zásahu osoby, ktorá obsluhuje robot. Preto treba na dodržanie bezpečnostných noriem externý mechanizmus znovu zapnúť ručne.

Robot sa hýbe Vždy, keď sa rameno robota pohne, odošle sa nízky signál. Keď sa rameno robota nehýbe, odošle sa vysoký signál.

Robot nezastavuje Signál je vysoký, keď sa robot zastaví alebo prebieha zastavenie v dôsledku núdzového zastavenia alebo ochranného zastavenia. V opačnom prípade má signál logiku vysokej úrovne,

Znížený režim Odošle nízky signál, keď sa rameno robota prepne do režimu *Znížený*, alebo ak je bezpečnostný vstup konfigurovaný so vstupom režim *Znížený* a signál je momentálne nízky. V opačnom prípade je signál vysoký.

Neznížený režim Toto je opak *Zníženého* režimu definovaného vyššie.

11 Spustiť programovanie

11.1 Úvod

Rameno od spoločnosti Universal Robot sa skladá z trubíc a kĺbov. Kĺby so svojimi bežnými názvami sú zobrazené na obrázku 11.1. **Základňa** je v mieste, kde je robot namontovaný, a na opačnom konci (**Zápästie 3**) je pripojený nástroj robota. Koordináciou pohybu každého z kĺbov môže robot voľne pohybovať so svojim nástrojom, okrem oblasti priamo nad a priamo pod základňou.

PolyScope je grafické používateľské rozhranie (GUI), ktoré umožňuje pracovať s ramenom robota a riadiacou skrinkou, spúšťať programy robota a jednoducho vytvárať nové programy.

Nasledujúca časť obsahuje stručné pokyny pre prácu s robotom. Obrázky a funkcie rozhrania PolyScope sú podrobnejšie vysvetlené nižšie.

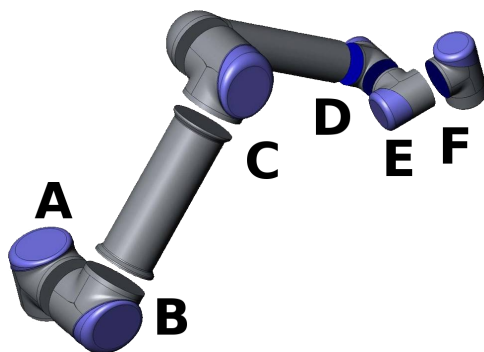


NEBEZPEČENSTVO:

1. Príručka inštalácie hardvéru obsahuje dôležité bezpečnostné informácie, ktoré si musí integrátor robotov UR prečítať a porozumieť im pred tým, než sa robot spustí prvý krát.
2. Pred prvým spustením ramena robota musí integrátor nastaviť parametre bezpečnostnej konfigurácie definované v hodnotení rizík, pozrite si kapitolu 10.

11.2 Začíname

Pred použitím rozhrania PolyScope je potrebné nainštalovať rameno robota a riadiacu skrinku a zapnúť riadiacu skrinku.



Obr. 11.1: Kĺby robota A: Základňa, B: Rameno, C: Koleno a D, E, F: Zápästie 1, 2, 3

11.2.1 Inštalácia ramena robota a riadiacej skrinky

Ak chcete nainštalovať rameno robota a riadiacu skrinku, vykonajte nasledovné:

1. Vybaľte rameno robota a riadiacu skrinku.
2. Namontujte rameno robota na pevný povrch odolný voči vibráciám.
3. Položte riadiacu skrinku na pätku.
4. Zapojte kábel robota medzi robota a riadiacu skrinku.
5. Zapojte riadiacu skrinku do sieťovej zásuvky.



VÝSTRAHA:

Nebezpečenstvo prevrátenia. Ak nie je robot bezpečne umiestnený na pevnom povrchu, môže sa prevrátiť a spôsobiť poranenie.

Podrobné pokyny pre inštaláciu môžete nájsť v Príručka inštalácie hardvéru. Upozorňujeme, že pred použitím ramena robot na vykonanie akejkoľvek práce je potrebné vykonať hodnotenie rizík.

11.2.2 Zapnutie a vypnutie riadiacej skrinky

Riadiaca skrinka sa zapína stlačením tlačidla napájania na prednej strane panela s dotykovou obrazovkou. Tento panel sa zvyčajne nazýva *ručný ovládací panel*. Keď sa zapne riadiaca skrinka, text základného operačného systému sa zobrazí na dotykovej obrazovke. Približne po 1 minúte sa na obrazovke zobrazí niekoľko tlačidiel a vyskakovacie okno povedie používateľa na inicializačnú obrazovku (pozrite si 11.5).

Riadiaca skrinka sa vypína stlačením zeleného tlačidla napájania na obrazovke alebo pomocou tlačidla Vypnúť na uvítacej obrazovke (pozrite si 11.4).



VÝSTRAHA:

Vypnutie vytiahnutím kábla zo zásuvky môže spôsobiť poškodenie systému súborov robota a následne poruchu robota.

11.2.3 Zapnutie a vypnutie ramena robota

Rameno robota možno zapnúť, ak je zapnutá riadiaca skrinka a ak nie je aktivované žiadne z tlačidiel núdzového zastavenia. Zapnutie ramena robota sa vykonáva na inicializačnej obrazovke (pozrite si 11.5) dotykcom tlačidla ZAP na obrazovke a následným stlačením tlačidla Štart. Keď sa robot zapne, vydá zvuk a mierne sa pohne zatiaľ čo sa uvoľnia brzdy.

Napájanie ramena robota možno vypnúť dotykcom tlačidla VYP na inicializačnej obrazovke. Rameno robota sa tiež automaticky vypne po vypnutí riadiacej skrinky.

11.2.4 Rýchly štart

Ak chcete rýchlo naštartovať robota po jeho inštalácii, vykonajte nasledujúce kroky:

1. Stlačte spínač núdzového zastavenia na prednej strane ručného ovládacieho panela.

2. Stlačte tlačidlo napájania na ručnom ovládacom paneli.
3. Počkajte chvíľku, kým sa systém spúšťa a na dotykovej obrazovke sa zobrazuje text.
4. Keď je systém pripravený, na dotykovej obrazovke sa zobrazí vyskakovacie okno s informáciou, že robot treba inicializovať.
5. Dotknite sa tlačidla vo vyskakovacom dialógovom okne. Presuniete sa na inicializačnú obrazovku.
6. Počkajte na dialógové okno **Potvrdenie o použitej bezpečnostnej konfigurácii** a stlačte tlačidlo **Potvrdiť bezpečnostnú konfiguráciu**. Použite sa počiatočný súbor bezpečnostných parametrov, ktorý je potrebné upraviť na základe hodnotenia rizík.
7. Odomknite tlačidlá núdzového zastavenia. Stav robota sa zmení z **Núdzovo zastavený** na **Vypnutý**.
8. Opustite dosah (pracovný priestor) robota.
9. Dotknite sa tlačidla **Zapnúť** na dotykovej obrazovke. Počkajte niekoľko sekúnd, kým sa stav robota zmení na **Nečinný**.
10. Overte, či sú hmotnosť užitočného zaťaženia a vybrané uchytenie správne. Ak sa uchytenie detegované na základe údajov senzoru nezhoduje s vybraným uchytením, obdržíte upozornenie.
11. Dotknite sa tlačidla **Štart** na dotykovej obrazovke. Robot vydá zvuk a pri odblokovaní brzd sa mierne posunie.
12. Dotknite sa tlačidla **OK**, čím sa dostanete na uvítaciu obrazovku.

11.2.5 Prvý program

Program je zoznam príkazov, ktorý robotovi hovorí, čo má robiť. PolyScope umožňuje programovať robot aj ľuďom s minimálnymi skúsenosťami s programovaním. Pri väčšine úloh sa programovanie vykonáva čisto pomocou dotykového panela bez písania akýchkoľvek šifrovaných príkazov.

Pohyb nástroja je súčasťou programu robota, ktorý učí rameno robota, ako sa pohybovať. V PolyScope sa pohyb nástroja nastavuje pomocou série **traťových bodov**. Kombinácia traťových bodov tvorí trať, po ktorej sa hýbe rameno robota. Traťový bod sa nastavuje v karte Pohyb ručným presunutím (učením) robota do určitej polohy alebo sa dá vypočítať softvérom. Na presun ramena robota do želanej polohy použijete kartu Pohyb (pozri 13.1) alebo ho pohyb naučte presunutím ramena na miesto, pričom stlačte a podržte tlačidlo **Voľný pohyb** ručného ovládacieho panela.

Okrem pohybu cez traťové body môže program v určitých bodoch na dráhe robota vysielat' V/V signály do iných strojov a vykonávať príkazy ako napríklad **if...then** alebo **loop**, a to na základe premenných a V/V signálov.

Ukážeme vám jednoduchý program, ktorý zapnutému ramenu robota umožňuje presun medzi dvomi traťovými bodmi.

1. Ťuknite na tlačidlo **Programovať** robota a vyberte možnosť **Prázdny program**.
2. Dotknite sa tlačidla **Ďalej** (vpravo dolu), aby sa v stromovej štruktúre na ľavej strane obrazovky zvolil riadok **<empty>**.
3. Prejdite na kartu **Štruktúra**.

4. Dotknite sa tlačidla Pohyb.
5. Prejdite na kartu Príkaz.
6. Stlačením tlačidla Ďalej prejdete na nastavenia Traťový bod.
7. Stlačte tlačidlo Nastaviť tento traťový bod podľa obrázka „?“.
8. Na obrazovke Pohyb posuňte robota stlačením rôznych modrých šípok alebo podržaním tlačidla Volný chod, ktoré sa nachádza na boku ručného ovládacieho panela, a súčasným ťahaním ramena robota.
9. Stlačte OK.
10. Stlačte Pridať traťový bod pred.
11. Stlačte tlačidlo Nastaviť tento traťový bod podľa obrázka „?“.
12. Na obrazovke Pohyb posuňte robot stlačením rôznych modrých šípok alebo podržaním tlačidla Volný chod a súčasným ťahaním ramena robota.
13. Stlačte OK.
14. Program je hotový. Keď stlačíte symbol „Prehrať“, robot sa posunie medzi dvoma traťovými bodmi. Postavte sa v bezpečnej vzdialenosti, majte pripravené tlačidlo núdzového zastavenia a stlačte tlačidlo „Prehrať“.
15. Blahoželáme! Práve ste vytvorili prvý program robota, ktorým sa robot posúva medzi dvoma stanovenými traťovými bodmi.

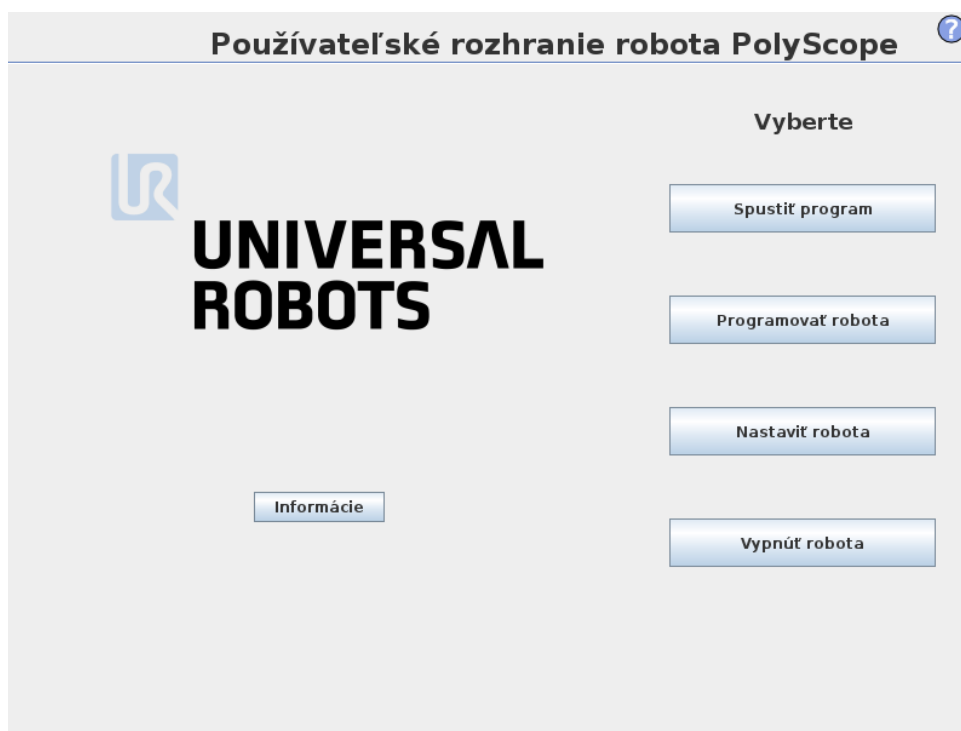


VÝSTRAHA:

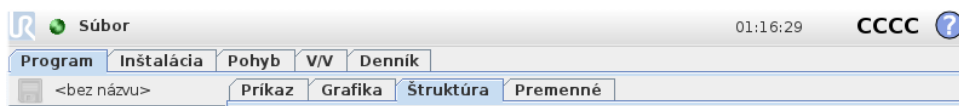
1. Dávajte pozor, aby robot nenarazil do seba samého ani do žiadneho iného predmetu, pretože by to mohlo spôsobiť jeho poškodenie.
2. Udržiavajte vašu hlavu a trup mimo dosahu (pracovný priestor) robota. Nedávajte prsty tam, kde môžu byť zachytené.
3. Toto je len stručná príručka, ktorá ukazuje, aké jednoduché je používanie robota UR. Za predpokladu, že prostredie je bezpečné a používateľ je veľmi opatrný. Nezvyšujte rýchlosť alebo zrýchlenie nad predvolené hodnoty. Pred umiestnením robota do prevádzky vždy vykonajte hodnotenie rizík.

11.3 Programovacie rozhranie PolyScope

Rozhranie PolyScope beží na dotykovej obrazovke pripojenej k riadiacej skrinke.



Na obrázku je znázornená uvítacia obrazovka. Modrasté oblasti obrazovky sú tlačidlá, ktoré možno stlačiť prstom alebo opačným koncom pera. Rozhranie Poly má hierarchickú štruktúru obrazoviek. V programovacom prostredí sú obrazovky usporiadané na *kartách*, čo umožňuje jednoduchý prístup k obrazovkám.

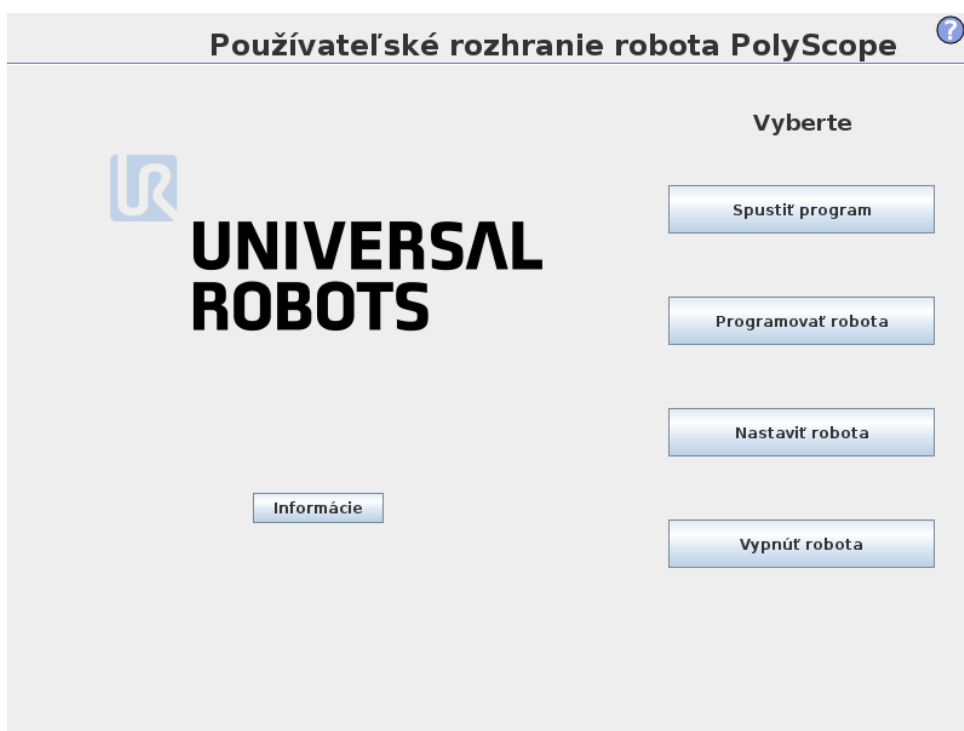


V tomto príklade je vybraná karta **Program** na hornej úrovni a pod ňou je vybraná karta **Štruktúra**. Karta **Program** obsahuje informácie týkajúce sa aktuálne načítaného programu. Ak sa vyberie karta **Move**, zobrazí sa obrazovka **Pohyb**, z ktorej možno pohybovať robotom. Podobne výberom karty **I/O** možno monitorovať a meniť aktuálny stav elektrických vstupov a výstupov.

K riadiacej skrinke alebo ručnému ovládaciemu panelu je možné pripojiť myš a klávesnicu, nie je to však potrebné. Takmer všetkých textových polí sa môžete dotýkať, takže keď sa ich dotknete, vyvoláte klávesnicu či číselnú klávesnicu na obrazovke.

Jednotlivé obrazovky rozhrania PolyScope sú opísané v nasledujúcich častiach.

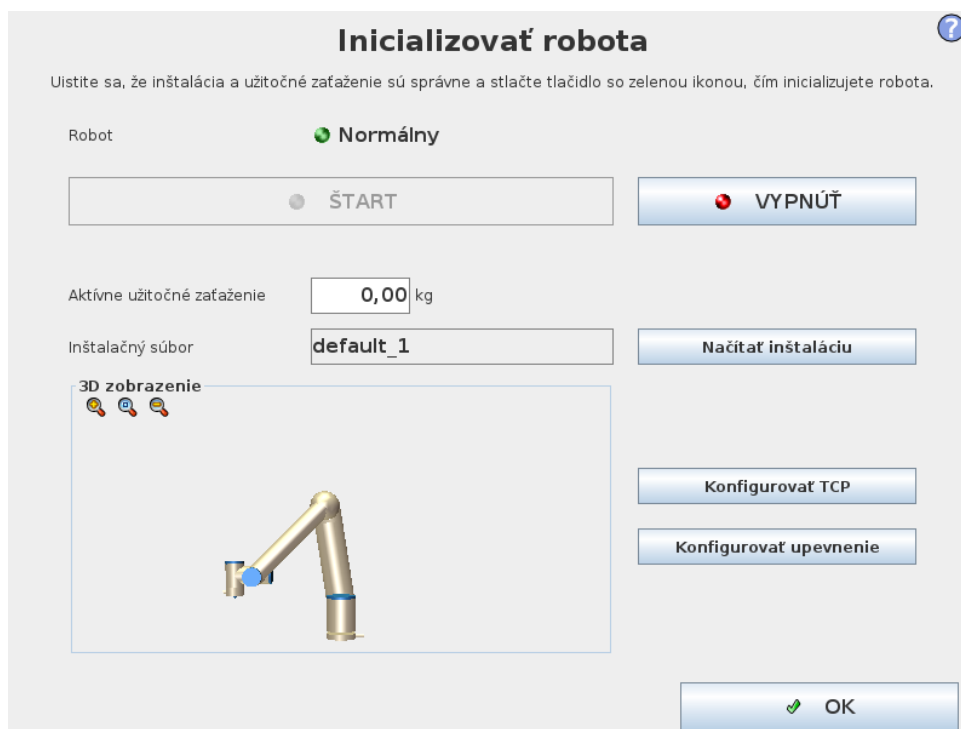
11.4 Uvítacia obrazovka



Po naštartovaní riadiaceho počítača sa zobrazí uvítacia obrazovka. Táto obrazovka ponúka nasledovné možnosti:

- **Spustiť program:** Vyberte a spustíte existujúci program. Toto je najjednoduchší spôsob prevádzky ramena robota a riadiacej skrinky.
- **Programovať robota:** Zmena programu alebo vytvorenie nového programu.
- **Nastaviť robota:** Zmena jazyka, nastavenie hesiel, aktualizácia softvéru, atď.
- **Vypnúť robota:** Vypne rameno robota a riadiacu skrinku.
- **Informácie:** Poskytuje podrobné informácie súvisiace s verziami softvéru, názvom hostiteľa, adresou IP, sériovým číslom a právnymi informáciami.

11.5 Inicializačná obrazovka



Na tejto obrazovke možno ovládať inicializáciu ramena robota.

Indikátor stavu ramena robota

Stavová kontrolka LED indikuje prevádzkový stav ramena robota:

- Jasnočervená kontrolka LED indikuje, že robot je momentálne zastavený a môže byť na to niekoľko dôvodov.
- Jasnožltá kontrolka LED indikuje, že robot je momentálne zapnutý, ale nie je pripravený na normálnu prevádzku.
- Zelená kontrolka LED indikuje, že robot je momentálne zapnutý, ale je pripravený na normálnu prevádzku.

Text zobrazený vedľa kontrolky LED ďalej špecifikuje aktuálny stav ramena robota.

Aktívne užitočné zaťaženie a inštalácia

Keď je rameno robota zapnuté, hmotnosť užitočného zaťaženia používaná ovládačom počas prevádzky ramena robota je zobrazená v malom bielom textovom poli. Túto hodnotu je možné upraviť ťuknutím na textové pole a zadáním novej hodnoty.

Upozorňujeme, že nastavenie tejto hodnoty neupravuje užitočné zaťaženie v inštalácii robota (pozrite si 13.6), len hmotnosť užitočného zaťaženia používanú ovládačom.

Názov aktuálne načítaného inštaláčného súboru je taktiež zobrazený v šedom textovom poli. Ťuknutím na textového pole alebo použitím vedľa umiestneného tlačidla **Načítať**, môžete načítať inú inštaláciu. Prípadne môžete prispôsobiť načítanú inštaláciu použitím tlačidiel vedľa 3D zobrazenia v dolnej časti obrazovky.

Pred spustením ramena robota je veľmi dôležité overiť, že aktívne užitočné zaťaženie a aktívna inštalácia zodpovedajú skutočnej situácii, v ktorej sa rameno robota aktuálne nachádza.

Inicializácia ramena robota



NEBEZPEČENSTVO:

Pred spustením ramena robota vždy overte, že skutočné užitočné zaťaženie a inštalácia sú správne. Ak sú tieto nastavenia nesprávne, rameno robota a riadiaca skrinka nebudú pracovať správne a môžu sa stať nebezpečnými pre ľudí alebo zariadenia, ktoré sa nachádzajú v ich blízkosti.



UPOZORNENIE:

Ak sa rameno robota dotýka prekážky alebo stola, musíte byť veľmi opatrní, pretože posunutie ramena robota do prekážky môže poškodiť prevodovku kĺbu.

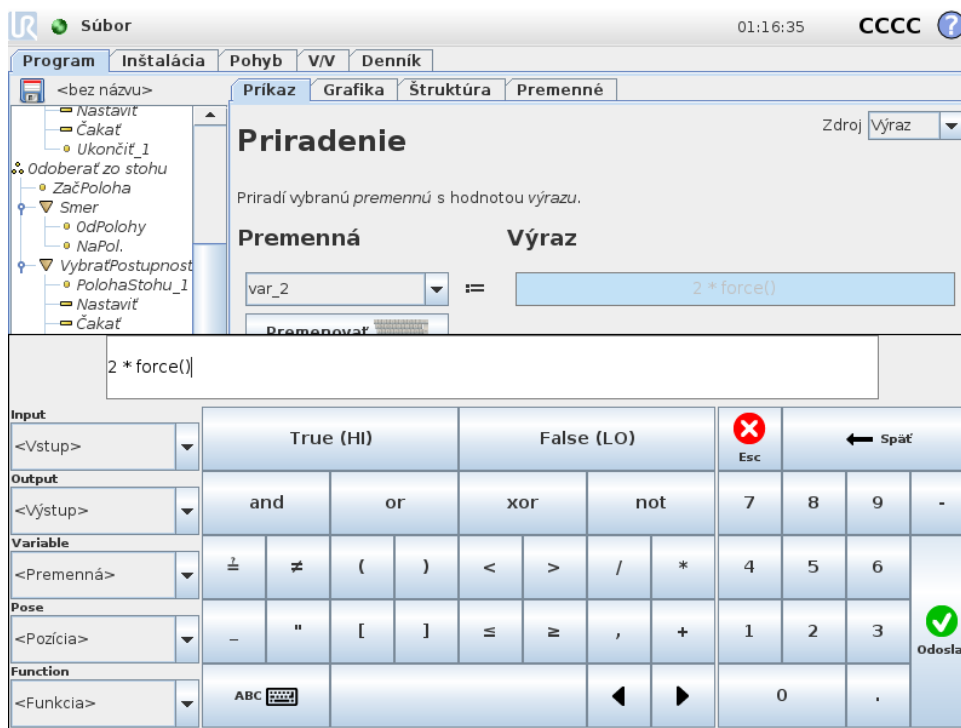
Veľké tlačidlo so zelenou ikonou slúži na vykonanie inicializácie ramena robota. Text na tlačidle a činnosť, ktorú vykonáva, sa menia v závislosti na aktuálnom stave ramena robota.

- Keď sa spustí PC s ovládaním je potrebné raz ťuknúť na tlačidlo, čím sa pustí rameno robota. Stav ramena robota sa potom prepne na **Zapnuté** a následne na **Nečinné**. Upozorňujeme, že keď je aktivované núdzové zastavenie, rameno robota nie je možné zapnúť, takže tlačidlo bude deaktivované.
- Keď je stav ramena robota **Nečinné**, je potrebné opätovne ťuknúť na tlačidlo, čím spustíte rameno robota. V tomto bode sa porovnajú údaje senzora s nakonfigurovaným upevnením ramena robota. Ak sa nájde nezhoda (s toleranciou 30°), tlačidlo sa deaktivuje a zobrazí sa pod ním chybová správa.
Ak overenie upevnenia prejde, ťuknutím na tlačidlo uvoľníte brzdy kĺbu a rameno robota bude pripravené na normálnu prevádzku. Všimnite si, že pri uvoľnení brzd robot vydá zvuk a mierne sa pohne.
- Ak rameno robota prekročí po spustení niektorý z bezpečnostných limitov, pracuje v špeciálnom **Režime obnovy**. V tomto režime ťuknutie na tlačidlo prepína na obrazovku režimu obnovy, kde je možné vrátiť rameno robota naspäť do bezpečnostných limitov.
- Ak sa vyskytne chyba, ovládač je možné reštartovať použitím tohto tlačidla.
- Ak nie je ovládač momentálne spustený, ťuknutím na tlačidlo ho spustíte.

Menšie tlačidlo s červenou ikonou slúži na vypnutie ramena robota.

12 Editory na obrazovke

12.1 Editor výrazov na obrazovke



Samotný výraz sa upravuje ako text, avšak v editore výrazov je k dispozícii viacero tlačidiel a funkcií na vkladanie špeciálnych symbolov do výrazov, napríklad symbol * na násobenie alebo symbol $\leq$ pre menšie alebo rovné. Tlačidlom so symbolom klávesnice v ľavom hornom rohu obrazovky sa prepína na textovú úpravu výrazu. Všetky definované premenné možno nájsť vo voľiči Premenné a názvy vstupných a výstupných portov sa nachádzajú vo voľičoch Vstup a Výstup. Niektoré špeciálne funkcie sú pod položkou Funkcie.

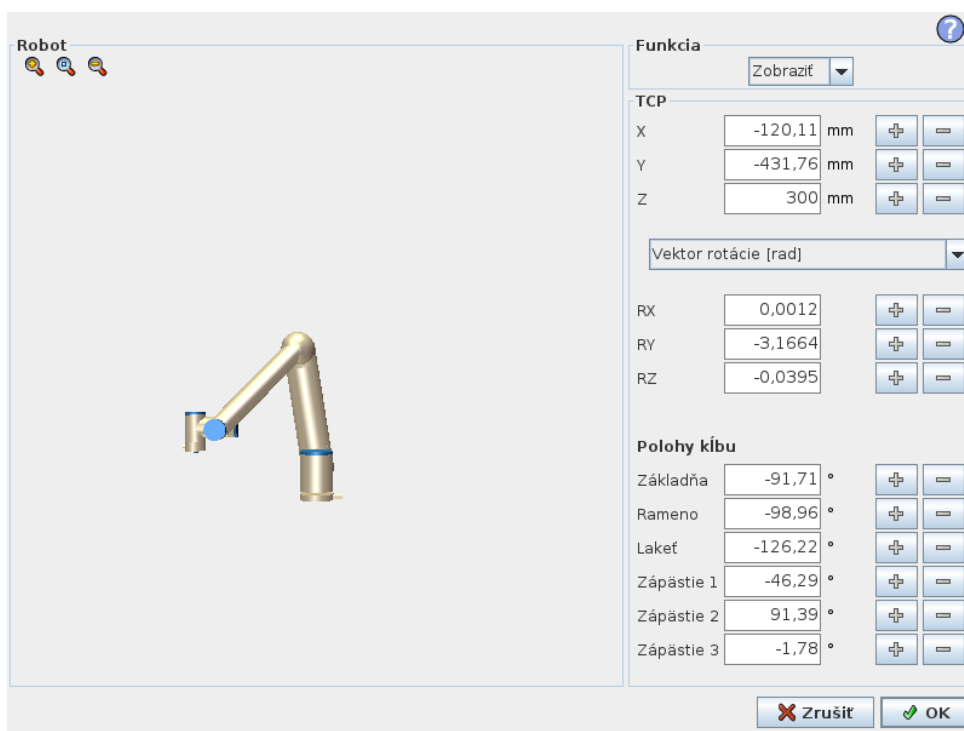
Pri stlačení tlačidla OK sa výraz skontroluje, či neobsahuje gramatické chyby. Tlačidlom Zrušiť opustíte obrazovku, pričom zmeny sa neuložia.

Výraz môže vyzeráť takto:

```
digital_in[1] = True and analog_in[0] < 0.5
```

12.2 Obrazovka úpravy pozície

Na tejto obrazovke môžete zadať cieľové polohy kĺbu, alebo cieľovú pozíciu (polohu a orientáciu) nástroja robota. Táto obrazovka je „offline“ a neovláda priamo rameno robota.



Robot

Aktuálna poloha ramena robota a zadaná nová cieľová poloha sú zobrazené na grafickom zobrazení 3D. 3D nákres ramena robota znázorňuje aktuálnu polohu ramena robota a „tieň“ ramena robota znázorňuje cieľovú polohu ramena robota ovládanú zadanými hodnotami na pravej strane obrazovky. Stlačením ikony lupy možno zobrazenie priblížiť / oddialiť a potiahnutím prsta možno zmeniť zobrazenie.

Ak sa špecifikovaná cieľová poloha TCP robota približuje bezpečnostnej alebo spúšťacej rovine, alebo orientácia nástroja robota je v blízkosti hraničného limitu orientácie nástroja (pozrite si 10.12), zobrazí sa 3D znázornenie blízkeho hraničného limitu.

Bezpečnostné roviny sú zobrazené žltou a čiernou farbou s malou šípkou znázorňujúcou normálnu hodnotu roviny, ktorá označuje stranu roviny, na ktorej môže byť TCP robota umiestnené. Spúšťacie roviny sú zobrazené modrou a zelenou farbou a malou šípkou smerujúcou k strane roviny, v rámci ktorej sú aktívne limity režimu *Normálny* (pozrite si 10.6). Hraničný limit orientácie nástroja je zobrazený prostredníctvom guľového kužela s vektorom označujúcim aktuálnu orientáciu nástroja robota. Vnútorňa strana kužela predstavuje povolenú oblasť pre orientáciu nástroja (vektor).

Keď sa TCP robota už nenachádza v blízkosti limitu, 3D znázornenie zmizne. Ak cieľové TCP prekračuje alebo sa blíži k prekročeniu hraničného limitu, vizualizácia limitu sčerveneá.

Funkcia a poloha nástroja

V pravom hornom rohu obrazovky nájdete volič funkcií. Volič funkcií definuje, ktorá funkcia ovláda rameno robota.

Názov momentálne aktívneho bodu v strede nástroja (TCP) sa zobrazí pod voličom funkcií. Bližšie informácie o konfigurácii niekoľkých pomenovaných TCP nájdete v 13.6. Textové polia ukazujú úplné hodnoty súradníc daného TCP vzhľadom na vybranú funkciu. X, Y a Z ovládajú polohu nástroja, zatiaľ čo RX, RY a RZ ovládajú orientáciu nástroja.

Pomocou rozbaľovacej ponuky nad políčkami RX, RY a RZ vyberte vyjadrenie orientácie. K dispozícii sú tieto druhy:

- **Vektor rotácie [rad]** Orientácia sa zobrazuje ako *vektor rotácie*. Dĺžka osi udáva uhol otočenia v radiánoch a samotný vektor udáva os, okolo ktorej sa otáča. Toto je predvolené nastavenie.
- **Vektor rotácie [°]** Orientácia sa zobrazuje ako *vektor rotácie*, kde dĺžka vektora predstavuje uhol rotácie vyjadrený v stupňoch.
- **RPY [rad]** *Uhly Náklonu, rozstupu a výchylky (RPY)*, kde sú uhly vyjadrené v stupňoch. Matica rotácie RPY (rotácia X, Y', Z'') je daná vzťahom:

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

- **RPY [°]** *Uhly Náklonu, rozstupu a výchylky (RPY)*, kde sú uhly vyjadrené v stupňoch.

Hodnoty je možné upraviť kliknutím na súradnicu. Kliknutím na tlačidlo+ alebo – presne napravo od políčka umožňuje pridať alebo odobrať množstvo k/z aktuálnej hodnoty. Stlačenie a podržanie tlačidla priamo zvýši/zníži hodnotu. Čím dlhšie podržíte tlačidlo, tým väčšie bude zvýšenie/zníženie.

Polohy kĺbu

Umožňuje priame zadanie polôh jednotlivých kĺbov. Každá poloha kĺbu môže byť vyjadrená hodnotami v rozsahu od -360° do $+360^\circ$, ktoré predstavujú *medzné hodnoty kĺbu*. Hodnoty je možné upraviť kliknutím na polohu kĺbu. Kliknutím na tlačidlo+ alebo – presne napravo od políčka umožňuje pridať alebo odobrať množstvo k/z aktuálnej hodnoty. Stlačenie a podržanie tlačidla priamo zvýši/zníži hodnotu. Čím dlhšie podržíte tlačidlo, tým väčšie bude zvýšenie/zníženie.

Tlačidlo OK

Ak bola táto obrazovka aktivovaná z karty Pohyb (pozrite si 13.1), kliknutím na tlačidlo OK sa vrátite na kartu Pohyb, kde sa robot pohne na zadaný cieľ. Ak posledná zadaná hodnota bola súradnica nástroja, robot sa pohne na cieľovú polohu použitím pohybu typu *PohybL*, zatiaľ čo by sa pohol na cieľovú polohu použitím pohybu typu *PohybJ*, ak by poslednou zadanou hodnotou bola poloha kĺbu. Rozdielne typy pohybu sú popísané v 14.4.

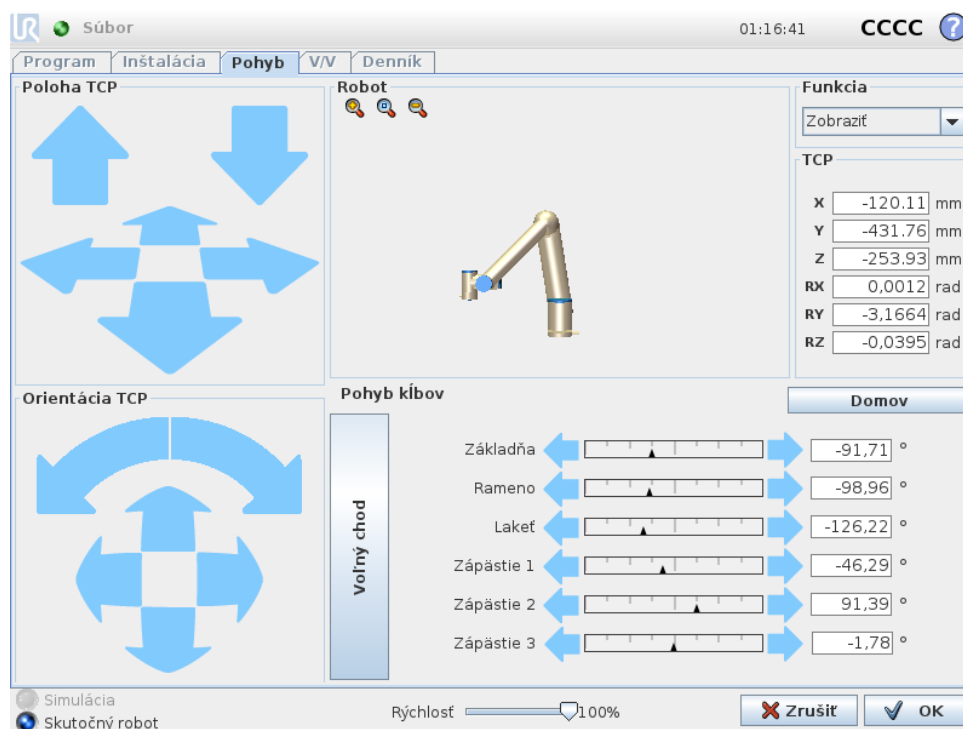
Tlačidlo Zrušiť

Kliknutím na tlačidlo Zrušiť opustíte obrazovku, pričom zmeny sa neuložia.

13 Ovládanie robota

13.1 Karta Pohyb

Na tejto obrazovke možno vždy priamo pohybovať ramenom robota, a to buď presúvaním/otáčaním nástroja robota, alebo individuálnym pohybom kĺbov robota.



13.1.1 Robot

Aktuálna poloha ramena robota sa zobrazuje na grafickom zobrazení 3D. Stlačením ikony lupy možno zobrazenie priblížiť/oddialiť a potiahnutím prsta možno zmeniť zobrazenie. Najlepší zmysel pre ovládanie ramena robota získate, keď vyberiete funkciu **Zobrazit'** a otočíte uhol zobrazenia 3D náčrtu tak, aby zodpovedal skutočnému pohľadu na rameno robota.

Ak sa aktuálna poloha TCP robota približuje bezpečnostnej alebo spúšťacej rovine, alebo je orientácia nástroja robota v blízkosti jeho hraničného limitu (pozri 10.12), zobrazí sa 3D znázornenie blízkeho hraničného limitu. Všimnite si, že keď má robot spustený program, vizualizácia hraničného limitu je vypnutá.

Bezpečnostné roviny sú zobrazené žltou a čiernou farbou s malou šípkou znázorňujúcou normálnu hodnotu roviny, ktorá označuje stranu roviny, na ktorej môže byť TCP robota umiestnené. Spúšťacie roviny sú zobrazené modrou a zelenou farbou a malou šípkou smerujúcou k strane roviny, v rámci ktorej sú aktívne limity režimu **Normálny** (pozri 10.6). Hraničný limit orientácie nástroja je zobrazený prostredníctvom guľového kužeľa s vektorom označujúcim aktuálnu orientáciu nástroja robota. Vnútroštrana kužeľa predstavuje povolenú oblasť pre orientáciu nástroja (vektor).

Keď sa TCP robota už nenachádza v blízkosti limitu, 3D znázornenie zmizne. Ak TCP prekračuje alebo sa blíži k prekročeniu hraničného limitu, vizualizácia limitu sčervená.

13.1.2 Funkcia a poloha nástroja

V pravom hornom rohu obrazovky nájdete volič funkcií. Definuje, ktorá funkcia ovláda rameno robota.

Názov momentálne aktívneho bodu v strede nástroja (TCP) sa zobrazí pod voličom funkcií. Textové polia ukazujú úplné hodnoty súradníc daného TCP vzhľadom na vybratú funkciu. Bližšie informácie o konfigurácii niekoľkých pomenovaných TCP nájdete v 13.6.

Hodnoty možno manuálne upravovať kliknutím na súradnicu alebo polohu kĺbu. Tým sa dostanete na obrazovku úpravy pozície (pozrite si 12.2), kde môžete zadať cieľovú pozíciu a orientáciu pre nástroj alebo cieľovú pozíciu kĺbu.

13.1.3 Pohyb nástroja

- Podržaním šípky posunu (hore) sa špička nástroja robota pohne zobrazeným smerom.
- Podržaním šípky rotácie (dole) zmeníte orientáciu nástroja robota v zobrazenom smere. Bod rotácie bod v strede nástroja (TCP), t.j. bod na konci ramena robota, ktorý udáva charakteristický bod nástroja robota. TCP je zobrazený ako malá modrá guľôčka.

Poznámka: Uvoľnením tlačidla môžete pohyb kedykoľvek zastaviť

13.1.4 Pohyb kĺbov

Umožňuje priame ovládanie jednotlivých kĺbov. Každý kĺb sa môže pohybovať v rozmedzí -360° až $+360^{\circ}$, čo sú predvolené *limity kĺbu* znázornené pri každom kĺbe vodorovnou lištou. Ak kĺb dosiahne svoj limit kĺbu, nie je možné ho posúvať ďalej. Ak sa limity pre kĺb nakonfigurovali s rozsahom polohy, ktorý je iný ako predvolený rozsah (pozrite si 10.11), tento rozsah je označený červenou farbou na vodorovnej lište.

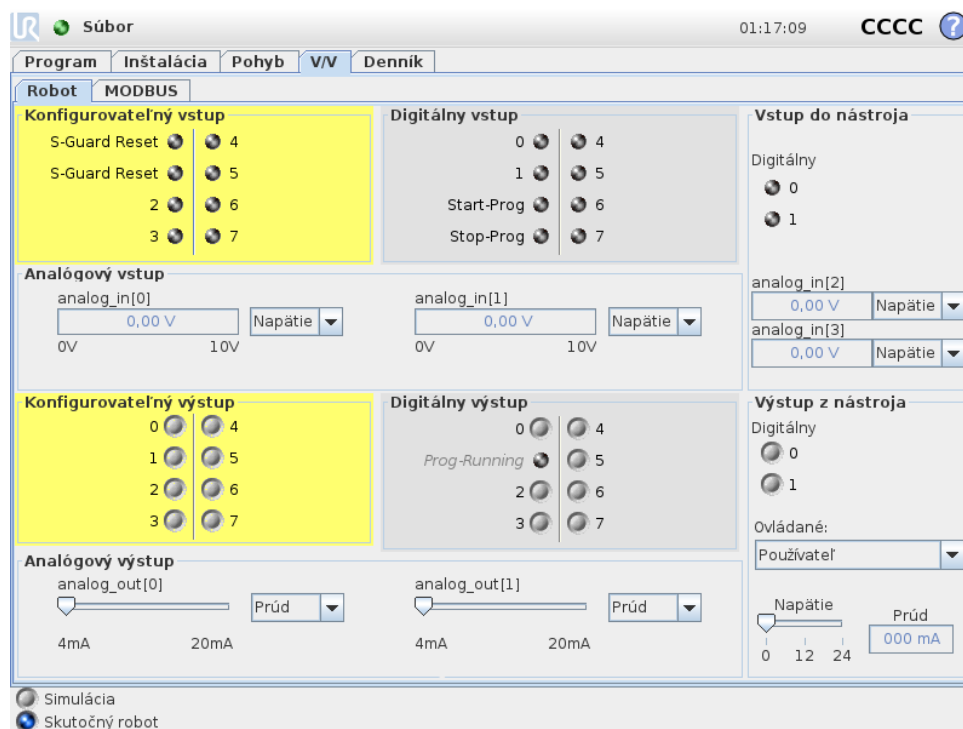
13.1.5 Voľný chod

Keď držíte tlačidlo *Voľný chod*, je možné fyzicky uchopiť rameno robota a potiahnuť ho do želanej polohy. Ak je nastavenie gravitačnej sily (pozrite si 13.7) na karte **Nastavenie** nesprávne alebo ak rameno robota nesie ťažkú záťaž, rameno robota sa pri stlačení tlačidla **Voľný chod** môže začať pohybovať (padať). V takom prípade uvoľnite tlačidlo **Voľný chod**.

**VÝSTRAHA:**

1. Uistite sa, že používate správne nastavenia inštalácie (t.j. Montážny uhol robota, hmotnosť v TCP, odchýlka TCP). Uložte a načítajte inštalačné súbory spolu s programom.
2. Pre stlačením tlačidla **Voľný chod** sa uistite, že nastavenia TCP a nastavenia montáže robota sú správne nastavené. Ak tieto nastavenia nie sú správne, rameno robota sa bude hýbať, keď sa aktivuje tlačidlo **Voľný chod**.
3. Funkcia Voľný chod (**impedancia/spätný chod**) by sa mala používať len v rámci inštalácií, v ktorých to hodnotenie rizík povoľuje. Nástroje a prekážky nesmú obsahovať ostré hrany alebo body zovretia. Zabezpečte, aby všetok personál nachádzal mimo dosahu ramena robota.

13.2 Karta V/V



Na tejto obrazovke možno vždy monitorovať a nastaviť živé signály V/V z/do riadiacej skrinky robota. Na obrazovke sa zobrazuje aktuálny stav V/V, a to aj počas vykonávania programu. Ak sa počas vykonávania programu čokoľvek zmení, program sa zastaví. Pri zastavení programu si všetky výstupné signály zachovávajú svoj stav. Obrazovka sa aktualizuje len s hodnotou 10 Hz, a teda veľmi rýchle signály sa nemusia zobraziť správne.

Konfigurovateľné V/V je možné rezervovať pre špeciálne bezpečnostné nastavenia definované v časti konfigurácie bezpečnostných V/V inštalácie (pozrite si 10.13); tie, ktoré sú rezervované, budú mať názov bezpečnostnej funkcie na mieste predvoleného alebo používateľom

definovaného názvu. Konfigurovateľné výstupy, ktoré sú rezervované pre bezpečnostné nastavenia nie sú prepínateľné a budú zobrazené len ako kontrolky LED.

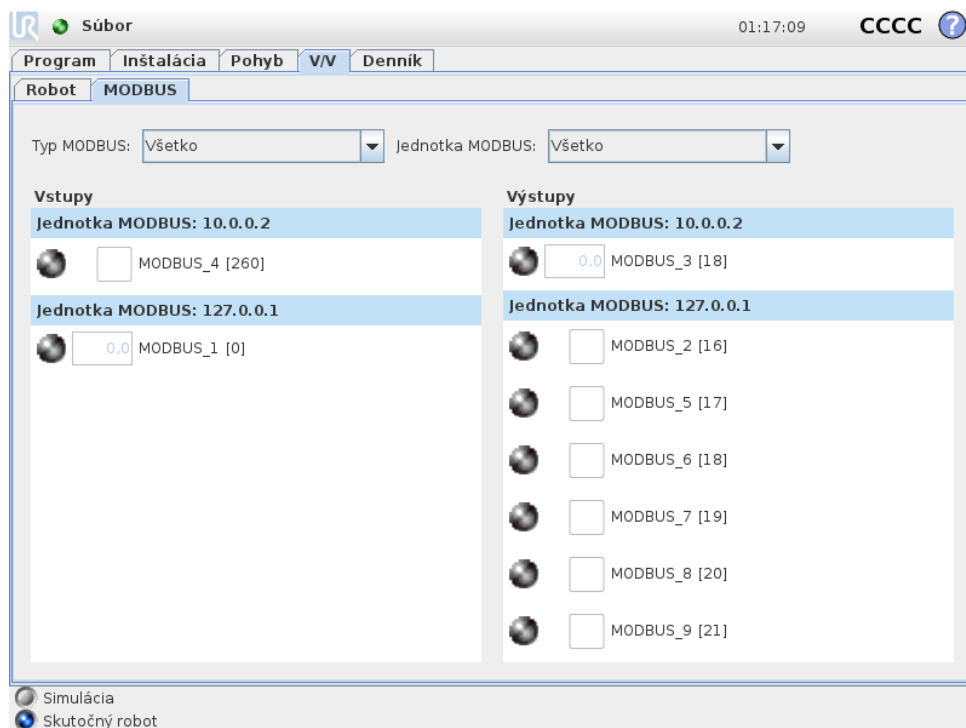
Elektrické vlastnosti signálov sú podrobne opísané v príručke používateľa 5.3.

Napätie Napätie v časti Výstup z nástroja možno konfigurovať len vtedy, keď je výstup z nástroja ovládaný používateľom. Výberom URCap sa odstráni prístup k nastaveniu Napätie.

Nastavenie analógovej domény Analógové V/V možno nastaviť buď na prúdový [4 – 20 mA], alebo napäťový [0 – 10 V] výstup. Keď sa program uloží, nastavenia sa zapamätajú na prípadné neskoršie reštarty ovládača robota. Výberom URCap v časti Výstup z nástroja sa odstráni prístup k nastaveniam domény pre analógové vstupy nástroja.

13.3 MODBUS

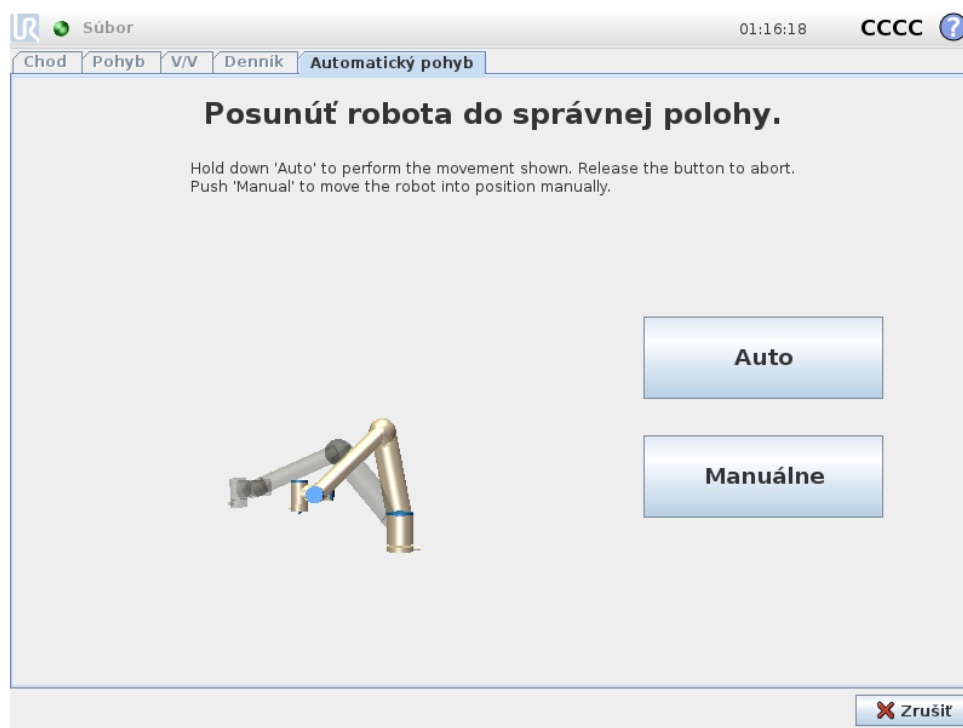
Snímka obrazovky nižšie zobrazuje signály V/V klienta protokolu MODBUS nastavené počas inštalácie. V rozbaľovacích ponukách v hornej časti obrazovky môžete meniť zobrazený obsah na základe typu signálu a jednotky protokolu MODBUS, ak je nakonfigurovaná viac ako jedna. Každý signál v zozname obsahuje stav spojenia, hodnotu, názov a adresu signálu. Výstupné signály možno prepínať, ak to umožňuje stav spojenia a výber na karte V/V (pozrite si 13.8).



13.4 Karta Automatický pohyb

Karta Automatický pohyb sa používa, keď sa rameno robota má presunúť na konkrétne miesto na pracovisku. Príkladom môže byť, keď sa rameno robota musí presunúť do začiatkovej po-

zície programu pred jeho spustením alebo keď sa presúva na traťový bod počas úpravy programu.



Animácia

Animácia znázorňuje pohyb, ktorý sa rameno robota chystá vykonať.



UPOZORNENIE:

Porovnajcie animáciu s pozíciou skutočného ramena robota a uistite sa, že rameno robota môže bezpečne vykonať pohyb bez nárazu do nejakej prekážky.



UPOZORNENIE:

Funkcia automatického pohybu pohybuje robota pozdĺž tieňovej trajektórie. Zrážka môže poškodiť robot a iné zariadenie.

Auto

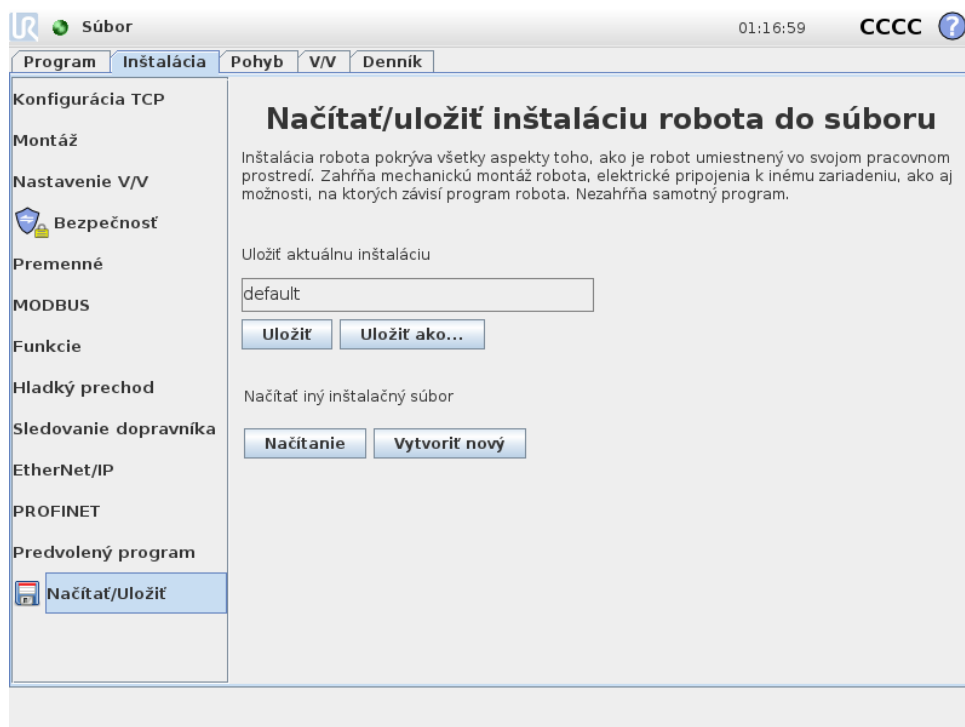
Podržaním tlačidla **Automatické** posuniete rameno robota, ako je zobrazené v animácii.

Poznámka: Uvoľnením tlačidla môžete pohyb kedykoľvek zastaviť.

Manuálne

Stlačením tlačidla **Manuálne** sa presuniete na **Pohyb**, kde je možné manuálne hýbať ramenom robota. Toto je potrebné len v prípade, že pohyb v animácii nie je vhodný.

13.5 Inštalácia → Načítať/uložiť



Inštalácia robota pokrýva všetky aspekty toho, ako sú rameno robota a riadiaca skrinka umiestnené vo svojom pracovnom prostredí. Zahŕňa mechanickú montáž ramena robota, elektrické pripojenia k inému zariadeniu, ako aj možnosti, na ktorých závisí program robota. Nezahŕňa samotný program.

Tieto nastavenia možno nastaviť pomocou rôznych obrazoviek pod kartou **Inštalácia**, okrem domén V/V, ktorá sa nastavujú na karte **V/V** (pozri 13.2).

Je možné mať aj viacero inštaláčnych súborov pre jedného robota. Vytvorené programy budú využívať aktuálnu inštaláciu a táto inštalácia sa pri ich použití automaticky načíta.

Akékoľvek zmeny inštalácie je potrebné uložiť, aby sa zachovali aj po odpojení. Ak sa v inštalácii vyskytujú neuložené zmeny, vedľa textu **Načítať/uložiť** na ľavej strane karty **Inštalácia** sa zobrazí ikona diskety.

Uloženie inštalácie je možné vykonať stlačením tlačidla **Uložiť** alebo **Uložiť ako...**. Prípadne uloženie programu tiež uloží aj aktívnu inštaláciu. Ak chcete načítať iný inštaláčny súbor, použite tlačidlo **Načítať**. Tlačidlo **Vytvoriť nový** resetuje všetky nastavenia v inštalácii robota na ich predvolené nastavenia z výroby.



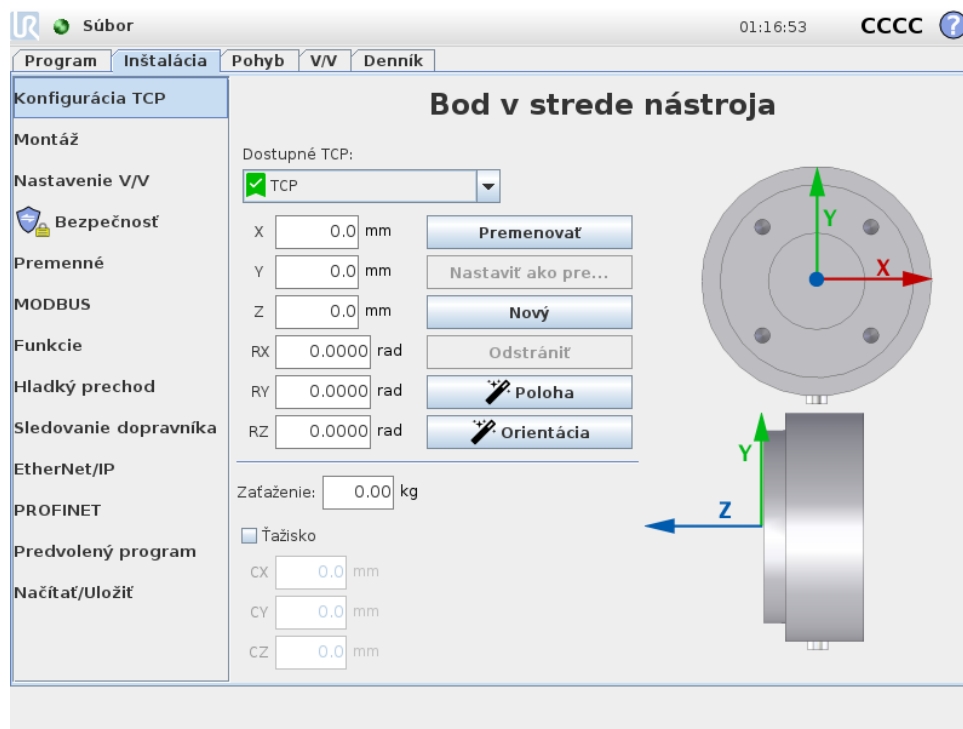
UPOZORNENIE:

Používanie robota s inštaláciou načítanou z USB disku sa neodporúča. Ak chcete použiť inštaláciu uloženú na USB disku, najskôr ju načítajte, a potom ju uložte do lokálneho adresára **programy** použitím tlačidla **Uložiť ako...**

13.6 Inštalácia → Konfigurácia TCP

Bod v strede nástroja (TCP) je bod na nástroji robota. Každý TCP obsahuje posun a rotáciu vzhľadom na stred výstupnej príruby nástroja.

Ak je robot naprogramovaný na návrat do predtým uloženého traťového bodu, presunie TCP do polohy a otočenia uloženého v rámci traťového bodu. Pri naprogramovaní na lineárny pohyb sa TCP pohybuje lineárne.



Poloha

Súradnice X, Y, Z určujú polohu TCP. Keď sú všetky hodnoty (vrátane orientácie) nulové, TCP sa prekrýva so stredovým bodom výstupnej príruby nástroja a využije súradnicový systém, ktorý je znázornený na obrazovke.

Orientácia

Polia súradníc RX, RY, RZ určujú orientáciu TCP. Podobne ako na karte Pohyb, rozbaľovacia ponuka Jednotky nad poľami RX, RY, RZ slúži na výber súradníc orientácie (pozri 12.2).

13.6.1 Pridanie, premenovanie, úprava a odstránenie TCP

Ak chcete definovať nový TCP, ťuknite na tlačidlo **Nový**. Vytvorený TCP potom automaticky obdrží unikátny názov a vyberie sa v rozbaľovacej ponuke. Ak chcete premenovať TCP, ťuknite na tlačidlo **Premenovať**. Ak chcete odstrániť vybraný TCP, ťuknite na tlačidlo **Odstrániť**. Posledný TCP nie je možné odstrániť.

Posun a otočenie vybraného TCP možno upraviť zadaním nových hodnôt do polí.

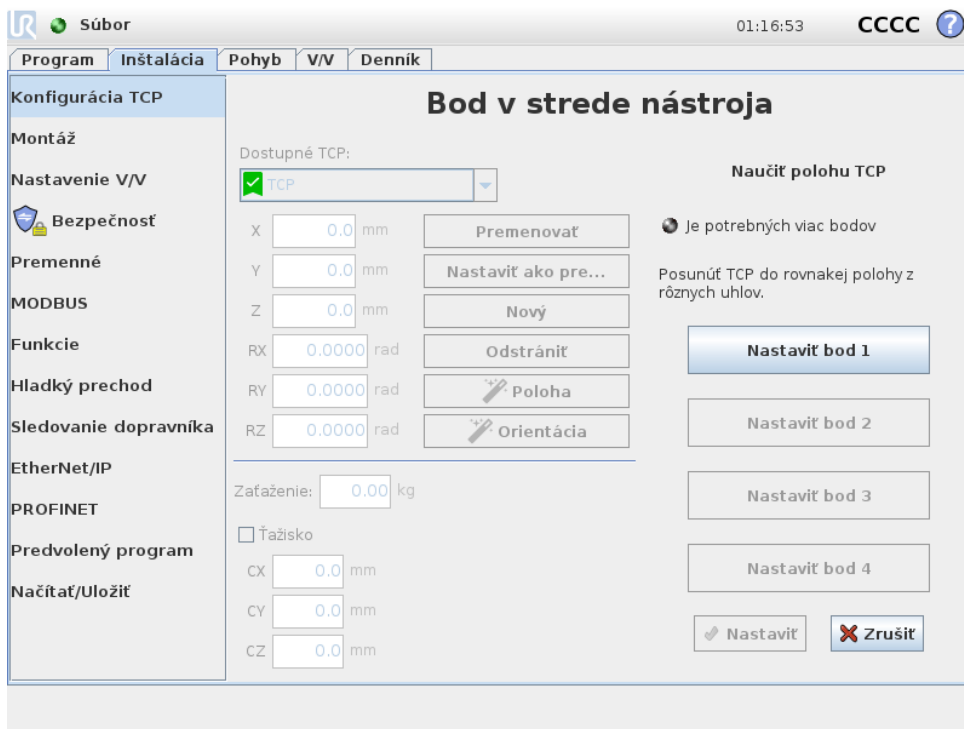
13.6.2 Aktívne TCP

Robot pri lineárnom pohybe vždy používa aktívny TCP na určenie odchýlky TCP. Aktívny TCP možno zmeniť pomocou príkazu Pohyb (pozri 14.4) alebo príkazu Nastaviť.

13.6.3 Predvolený TCP

Pred spustením programu je nutné nastaviť predvolený TCP ako aktívny TCP. Vyberte požadovaný TCP a ťuknutím na položku **Nastaviť ako predvolený** nastavte daný TCP ako predvolený. Zelená ikona v dostupnej rozbaľovacej ponuke označuje nakonfigurovaný predvolený TCP.

13.6.4 Učenie polohy TCP

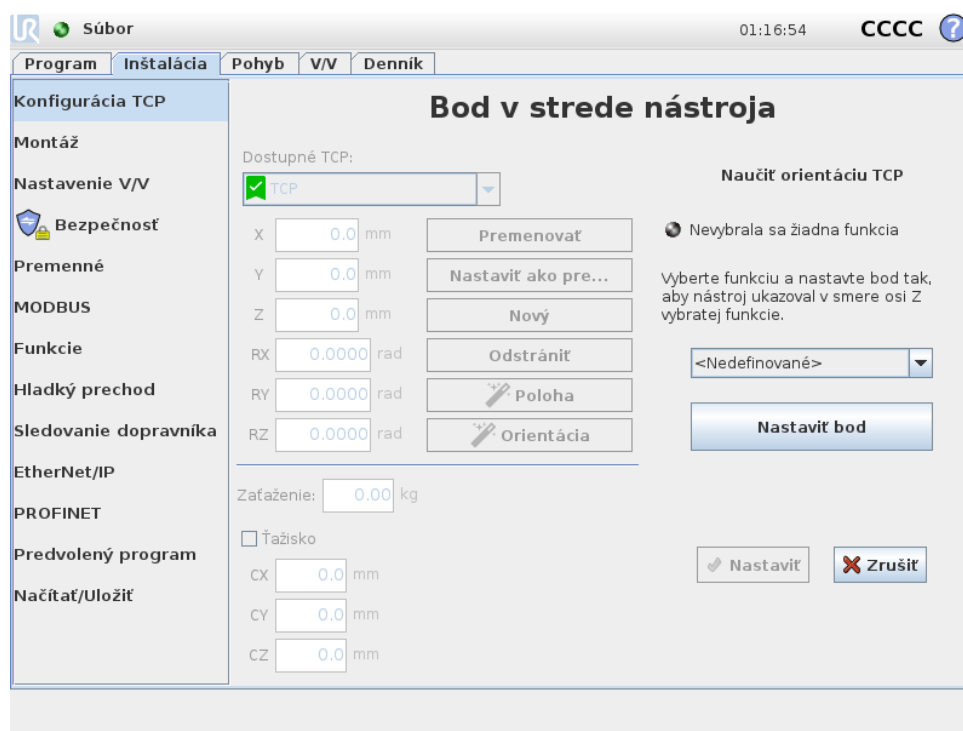


Súradnice polohy TCP je možné automaticky vypočítať nasledujúcim spôsobom:

1. Ťuknite na **Sprievodcu pre polohu TCP**.
2. Vyberte pevný bod v pracovnom priestore robota.
3. Ak chcete presunúť TCP na vybraný bod z minimálne troch rôznych uhlov alebo uložiť príslušné polohy výstupnej príruby nástroja, použite šípky v pravej časti obrazovky.
4. Na použitie overených súradníc na príslušné TCP použite tlačidlo **Nastaviť**. Polohy musia byť dostatočne rozdielne, aby výpočet pracoval správne. Ak nie sú dostatočne odlišné, stavová kontrolka LED nad tlačidlami sa rozsvieti načerveno.

Aj keď sú tri polohy zvyčajne dostatočné na určenie správneho TCP, je možné použiť štvrtú polohu, aby sa overila správnosť výpočtu. Kvalita každého uloženého bodu s ohľadom na vypočítaný TCP sa indikuje použitím zelenej, žltej a červenej kontrolky LED na príslušných tlačidlách.

13.6.5 Učenie orientácie TCP



1. Ťuknite na **Sprivodcu pre orientáciu TCP**.
2. Vyberte funkciu z rozbaľovacieho zoznamu. (Pozrite si 13.12), kde nájdete ďalšie informácie o definovaní nových funkcií.
3. Ťuknite na možnosť **Vybrať bod** a použite šípky na **Pohyb nástroja** do polohy, kde otočenie nástroja a príslušné TCP súhlasí so systémom súradníc vybraných funkcií.
4. Overte vypočítanú orientáciu TCP a použite ju vo vybratom TCP ťuknutím na možnosť **Nastaviť**.

13.6.6 Zaťaženie

Hmotnosť nástroja robota je uvedená v dolnej časti obrazovky. Aby ste zmenili toto nastavenie, jednoducho ťuknite na biele textové pole a zadajte novú hmotnosť. Nastavenie sa aplikuje na všetky definované TCP. Podrobnosti o maximálnom povolenom užitočnom zaťažení nájdete v návode na inštaláciu hardvéru.

13.6.7 Ťažisko

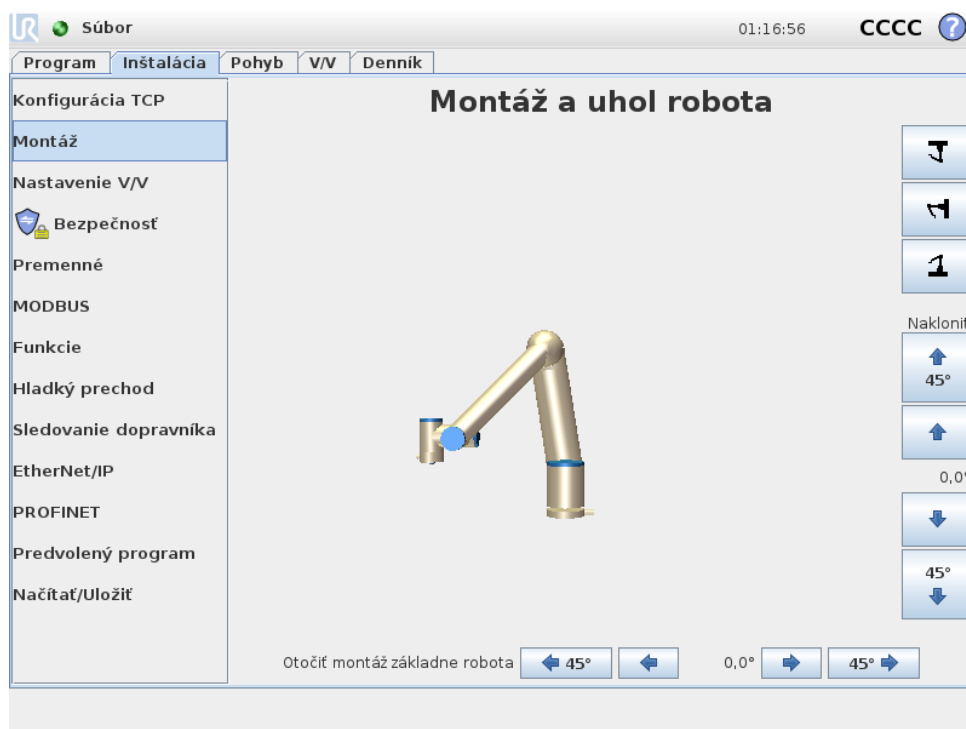
Ťažisko nástroja sa špecifikuje pomocou polí CX, CY a CZ. Nastavenie sa vzťahuje na všetky definované TCP. Inštalácie vytvorené pred verziou 3.8 podporujú nastavenie ťažiska pre TCP, ak už boli nastavené. Ak je ťažisko nastavené manuálne, vo verzii 3.8 alebo novšej je možnosť nastaviť ťažisko pre TCP natrvalo odstránená.



VÝSTRAHA:

Použite správne nastavenia montáže. Uložte a načítajte inštalčné súbory s programom.

13.7 Inštalácia → Montáž



Špecifikácia montáže ramena robota slúži na dve veci:

1. Aby bolo rameno robota na obrazovke zobrazené správne.
2. Aby ovládač mal informáciu o smere gravitačnej sily.

Zdokonalený dynamický model dodáva ramenu robota hladké a presné pohyby a umožňuje mu udržať sa v **režime voľného pohybu**. Z toho dôvodu je dôležitá správna montáž ramena robota.



VÝSTRAHA:

Nesprávna montáž ramena robota môže spôsobiť časté bezpečnostné zastavenia a/alebo umožní pohyb ramena robota pri stlačení tlačidla **Voľný chod**.

Ak je rameno robota pripevnené k rovnému stolu alebo podlahe, nie sú na tejto obrazovke potrebné žiadne zmeny. Ak je rameno robota **namontované na strope, na stene alebo pod určitým uhlom**, je to potrebné nastaviť ho pomocou tlačidiel.

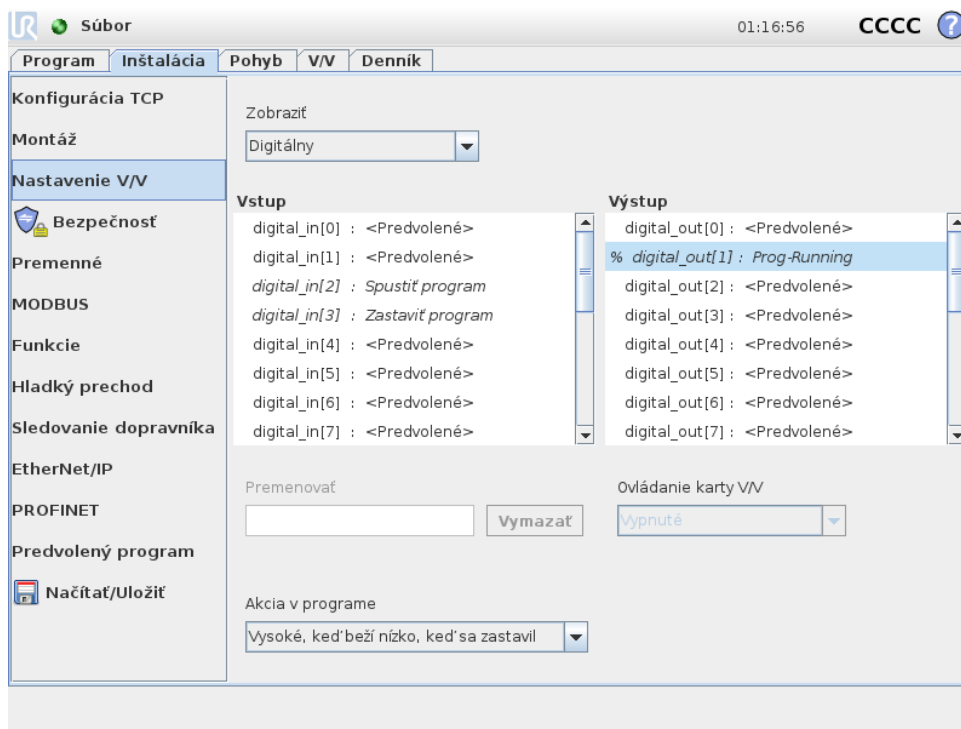
Tlačidlá na pravej strane obrazovky slúžia na nastavenie uhla montáže ramena robota. Tri tlačidlá umiestnené vpravo hore nastavujú náklon **strop** (180°), **stena** (90°), **podlaha** (0°). Tlačidlá **Nakloniť** nastavujú ľubovoľný uhol.

Tlačidlá v dolnej časti obrazovky sa používajú na otáčanie montáže ramena robota tak, aby zodpovedala skutočnej montáži.

**VÝSTRAHA:**

Použite správne nastavenia montáže. Uložte a načítajte inštalčné súbory s programom.

13.8 Inštalácia → Nastavenie V/V



Na obrazovke nastavenia V/V môžu používatelia definovať signály V/V a konfigurovať úkony pomocou ovládacej karty V/V.

Typy zoznamov častí **Vstup** a **Výstup** pre signály V/V, ako napr.:

- Digitálne štandardný univerzálny účel, konfigurovateľné s nástrojom
- Analógové štandardný univerzálny účel s nástrojom
- MODBUS
- Univerzálne registre (boolovské, celé čísla a čísla s plávajúcou desatinnou čiarkou) Do univerzálnych registrov je možné vstúpiť cez prevádzkovú zvernicu (napr. Profinet a Ethernet/IP).

13.8.1 Typ signálu V/V

Aby sa obmedzil počet signálov uvedených v častiach **Vstup** a **Výstup**, použite rozbaľovaciu ponuku **Zobraziť** v hornej časti obrazovky a zmeňte zobrazovaný obsah na základe typu signálu.

13.8.2 Priradenie používateľom definovaných názvov

Na ľahké zapamätanie toho, čo robia signály počas práce s robotom, môžu používatelia vstupnému a výstupnému signálu priradiť názvy.

1. Vyberte požadovaný signál
2. Ťuknutím na textové pole v dolnej časti obrazovky zadajte názov.
3. Názov prestavíte na predvolený ťuknutím na možnosť **Zmazať**.

Ak chcete, aby bol univerzálny register dostupný v programe, musí mať používateľom zadefinovaný názov (napr. pre príkaz **Čakať** alebo podmienený výraz príkazu **Ak**). Príkazy **Čakať** a **Ak** sú popísané v časti (14.10) a (14.17). Pomenované univerzálne registre sa nachádzajú vo voľiči **Vstup** alebo **Výstup** na obrazovke **Editor výrazov**.

13.8.3 Akcie V/V a ovládanie na karte V/V

Činnosti V/V: Fyzický a zbernicový digitálny V/V sa dá použiť na spustenie činnosti alebo ako reakcia na stav programu.

Dostupné vstupné činnosti:

- **Spustiť:** spustí alebo obnoví aktuálny program na hraničnej hodnote stúpania.
- **Zastaviť:** zastaví aktuálny program na hraničnej hodnote stúpania.
- **Pauza:** pozastaví aktuálny program na hraničnej hodnote stúpania.
- **Voľný chod:** Ak je vstup vysoký, robot je vo voľnom chode (podobné ako tlačidlo voľného chodu). Vstup sa ignoruje, ak beží nejaký program alebo ak voľný chod nepovoľujú iné podmienky.



VÝSTRAHA:

V prípade zastavenia robota počas použitia vstupnej činnosti **Spustiť** sa robot pred vykonaním programu presunie na prvý traťový bod daného programu. V prípade pozastavenia robota počas použitia vstupnej činnosti **Spustiť** sa robot pred obnovením programu presunie na pozíciu, v ktorej bol pozastavený.

Dostupné výstupné činnosti:

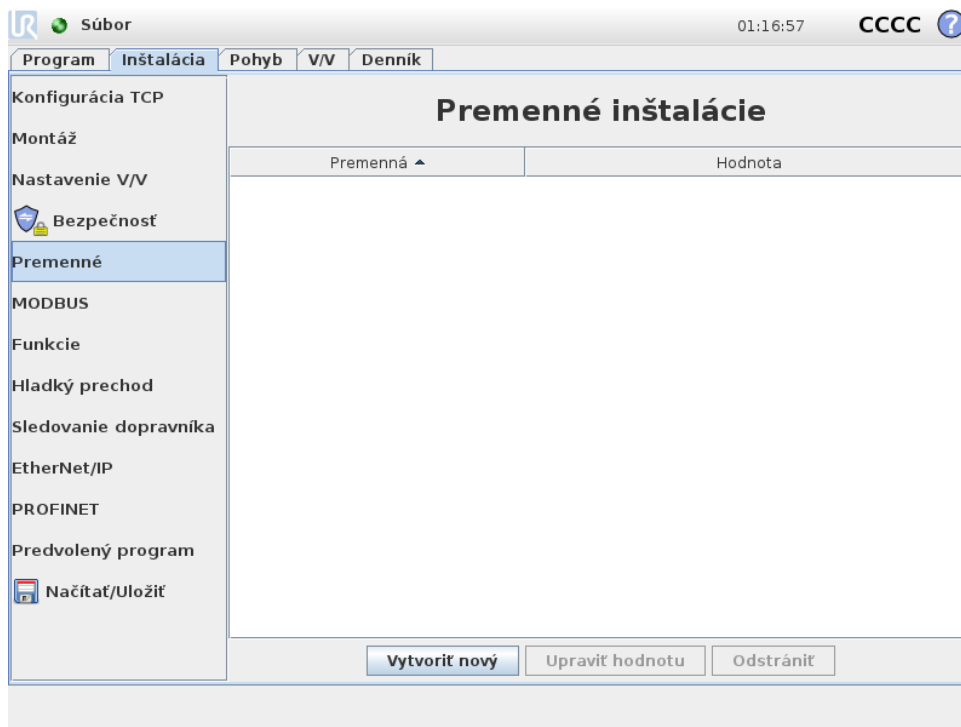
- **Nízke, ak nie je spustený:** Výstup je nízky, ak je stav programu „zastavený“ alebo „pozastavený“.
- **Vysoké, ak nie je spustený:** Výstup je vysoký, ak je stav programu „zastavený“ alebo „pozastavený“.
- **Vysoký, ak beží, nízky, ak je zastavený:** Výstup je nízky, ak je stav programu „zastavený“ alebo „pozastavený“, a vysoký, ak beží.
- **Nepretržitý impulz:** Kým program beží, výstup sa počas určeného počtu sekúnd prepína medzi vysokým a nízkym. Ak chcete zachovať stav impulzu, pozastavte alebo zastavte program.

Ovládanie karty V/V: Spresnite, či sa výstup ovláda cez kartu VV (programátormi, alebo operátorom a programátorom) alebo či ho ovládajú programy robota.

13.9 Inštalácia → Bezpečnosť

Pozrite si kapitolu 10.

13.10 Inštalácia → Premenné



Premenné vytvorené na obrazovke Premenné sa nazývajú premenné inštalácie a používajú sa ako normálne premenné programu. Premenné inštalácie sú odlišné, pretože si uchovávajú hodnotu aj keď sa program zastaví a opätovne spustí, a keď sa rameno robota a/alebo riadiaca skrinka vypne a opätovne zapne. Ich názvy a hodnoty sú uložené spolu s inštaláciou, takže je možné použiť tú istú premennú vo viacerých programoch.



Stlačenie tlačidla **Vytvoriť nový** vyvolá panel s odporúčaným názvom pre novú premennú. Názov je možné zmeniť a jeho hodnotu je možné zadať dotykcom jedného z textových polí. Na tlačidlo **OK** je možné ťuknúť len v prípade, že nový názov sa ešte nepoužíva v tejto inštalácii. Hodnotu premennej inštalácie je možné zmeniť zvýraznením premennej v zozname, a potom kliknutím na **Upraviť hodnotu**.

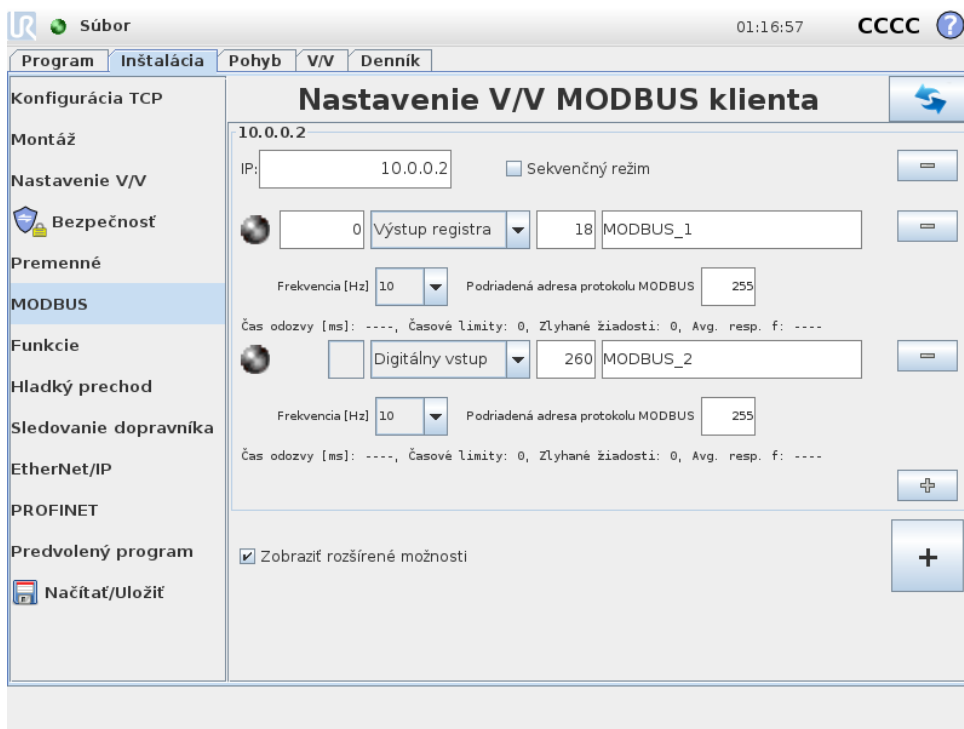
Premennú odstránite jej výberom a následným kliknutím na tlačidlo **Odstrániť**.

Po konfigurácii premenných inštalácie je potrebné uložiť samotnú inštaláciu, aby sa uchovala táto konfigurácia.

Premenné inštalácie a ich hodnoty sa automaticky ukladajú každých 10 minút.

Ak sa program alebo inštalácia načíta a jeden alebo viacero premenných programu má rovnaký názov ako premenné inštalácie, používateľovi sú poskytnuté dve možnosti ako vyriešiť tento problém: buď použijeme premenné inštalácie s rovnakým názvom namiesto premennej programu alebo necháme automaticky premenovať konfliktné premenné.

13.11 Inštalácia → Nastavenie V/V klienta protokolu MODBUS



Tu je možné nastaviť signály klienta (základnej dosky) protokolu MODBUS. Pripojenia k serverom MODBUS (alebo tzv. slave) v rámci špecifických IP adries je možné vytvoriť so vstupnými/výstupnými signálmi (registre alebo digitálne). Každý signál má unikátny názov, takže je ho možné používať v programoch.

Obnoviť

Stlačenie tohto tlačidla obnoví všetky pripojenia protokolu MODBUS. Obnovenie odpojí a znovu pripojí všetky jednotky modbusu. Všetky štatistické údaje sa vymažú.

Pridať jednotku

Stlačením tohto tlačidla pridáte novú jednotku protokolu MODBUS.

Vymazať jednotku

Stlačením tohto tlačidla odstránite jednotku protokolu MODBUS aj všetky signály tejto jednotky.

Nastaviť IP jednotky

Tu je zobrazená IP adresa jednotky protokolu MODBUS. Stlačením tlačidla ju možno zmeniť.

Sekvenčný režim

Je k dispozícii len pri zvolení ponuky *Zobraziť rozšírené možnosti* (pozrite si 13.11). Označenie tohto okienka prinúti klienta modbus počkať pred poslaním ďalšej žiadosti na odpoveď. Tento režim si vyžadujú niektoré jednotky prevádzkovej zbernice. Zapnutie tejto funkcie môže pomôcť pri viacerých signáloch a zvýšenie frekvencie žiadostí spôsobí prerušenie signálu. Upozorňujeme, že ak sa v sekvenčnom režime zdefinujú viaceré signály, aktuálna frekvencia signálu môže byť nižšia než požadovaná. Aktuálna frekvencia signálu sa zohraňuje v štatistike signálu (pozrite si časť 13.11). Ak je aktuálna frekvencia signálu nižšia než polovica hodnoty vybratej v rozbaľovacom zozname „Frekvencia“, farba kontrolky signálu sa zmení na žltú.

Pridať signál

Stlačením tohto tlačidla pridáte signál k príslušnej jednotke protokolu MODBUS.

Odstrániť signál

Stlačením tohto tlačidla odstránite signál protokolu MODBUS z príslušnej jednotky protokolu MODBUS.

Nastaviť názov signálu

Pomocou tejto rozbaľovacej ponuky možno vybrať druh signálu. K dispozícii sú tieto druhy:

Digitálny vstup: Digitálny vstup (cievka) je jednobitové množstvo prečítané z jednotky protokolu MODBUS na cievke zadanej v poli adresy signálu. Používa sa kód funkcie 0x02 (Čítať diskkrétne vstupy).

Digitálny výstup: Digitálny vstup (cievka) je jednobitové množstvo, ktoré je možné nastaviť buď na vysokú, alebo nízku hodnotu. Pred tým, ako používateľ nenastaví hodnotu tohto výstupu, hodnota sa prečíta zo vzdialenej jednotky protokolu MODBUS. To znamená, že sa použije kód funkcie 0x01 (Čítať cievky). Keď sa nastaví výstup pomocou programu robota alebo stlačením tlačidla **nastaviť hodnotu signálu**, použije sa kód funkcie 0x05 (Písať jednu cievku).

Vstup registra: Vstup registra je 16-bitové množstvo prečítané z adresy zadanej v poli adresy. Používa sa kód funkcie 0x04 (Čítať vstupné registre).

Výstup registra: Výstup registra je 16-bitové množstvo, ktoré môže nastaviť používateľ. Pred tým, ako sa nastaví hodnota registra, hodnota sa prečíta zo vzdialenej jednotky protokolu MODBUS. To znamená, že sa použije kód funkcie 0x03 (Čítať čakajúce registre). Keď sa nastaví výstup pomocou programu robota alebo stlačením tlačidla **nastaviť hodnotu signálu**, použije sa kód funkcie 0x06 (Písať jeden register) pre nastavenie hodnoty na vzdialenej jednotke protokolu MODBUS.

Nastaviť adresu signálu

V tomto poli sa zobrazuje adresa na vzdialenom serveri protokolu MODBUS. Pomocou klávesnice na obrazovke môžete vybrať inú adresu. Platné adresy závisia od výrobcu a konfigurácie vzdialenej jednotky protokolu MODBUS.

Nastaviť typ signálu

Pomocou klávesnice na obrazovke môže používateľ dať signálu názov. Tento názov sa použije, keď sa signál použije v programoch.

Hodnota signálu

Tu sa zobrazuje aktuálna hodnota signálu. V prípade signálov registrov je hodnota vyjadrená celým číslom bez znamienka. V prípade výstupných signálov je možné nastaviť požadovanú hodnotu signálu pomocou tlačidla. Takisto v prípade výstupu registrov sa hodnota na zápis do jednotky musí uviesť ako celé číslo bez znamienka.

Stav spojenia signálu

Táto ikona ukazuje, či signál možno správne prečítať / zapísať (zelená), alebo či jednotka reaguje neočakávane alebo nie je dostupná (sivá). Ak sa prijme odozva výnimky protokolu MODBUS, zobrazí sa kód odozvy. Odozvy výnimiek MODBUS-TCP sú:

- E1: NEPOVOLENÁ FUNKCIA (0x01) Kód funkcie prijatý v požiadavke nepredstavuje povolený úkon pre server (alebo podriadené zariadenie).
- E2: NEPOVOLENÁ DÁTOVÁ ADRESA (0x02) Kód funkcie prijatý v požiadavke nepredstavuje povolený úkon pre server (alebo podriadené zariadenie), skontrolujte, či zadaná adresa signálu zodpovedá nastaveniu vzdialeného servera protokolu MODBUS.
- E3: NEPOVOLENÁ DÁTOVÁ HODNOTA (0x03) Hodnota obsiahnutá v dátovom poli požiadavky nie je povolená hodnota pre server (alebo podriadené zariadenie), skontrolujte, či zadaná hodnota signálu je platná pre špecifickú adresu na vzdialenom serveri protokolu MODBUS.
- E4: ZLYHANIE PODRIADENÉHO ZARIADENIA (0x04) Počas pokusu servera (alebo podriadeného zariadenia) o vykonanie požadovaného úkonu sa vyskytla neodstrániteľná chyba.
- E5: POTVRDENIE (0x05) Špecializované použitie v spojení s programovacími príkazmi zaslanými do vzdialenej jednotky protokolu MODBUS.
- E6: PODRIADENÉ ZARIADENIE JE ZANEPRÁZDŇENÉ (0x06) Špecializované použitie v spojení s programovacími príkazmi zaslanými do vzdialenej jednotky protokolu MODBUS, podriadené zariadenie (server) nemôže teraz odpovedať.

Zobraziť rozšírené možnosti

Týmto zaškrtnutým políčkom sa zobrazia/skryjú rozšírené možnosti jednotlivých signálov.

Rozšírené možnosti

Aktualizovať frekvenciu: Pomocou tejto ponuky je možné zmeniť interval aktualizácie signálu. Znamená to úpravu frekvencie, ako často sa do vzdialenej jednotky protokolu MODBUS posielajú žiadosti na prečítanie alebo zápis hodnoty signálu. Ak sa frekvencia nastaví na 0, žiadosti modbusu sa spustia na vyžiadanie pomocou funkcií skriptu *modbus_get_signal_status*, *modbus_set_output_register* a *modbus_set_output_signal*.

Podriadená adresa: Toto textové pole možno použiť na nastavenie konkrétnej podriadenej adresy pre požiadavky zodpovedajúce konkrétnemu signálu. Hodnota musí byť v rozsahu 0 –

255 vrátane a predvolená hodnota je 255. Ak túto hodnotu zmeníte, odporúča sa podľa príručky ku vzdialenej jednotke protokolu MODBUS overiť jej funkčnosť so zmenenou podriadenou adresou.

Počet opakovaných pripojení: Počet skončeného a znovupripojeného spojenia TCP.

Stav spojenia: Stav spojenia TCP

Čas odozvy [ms]: Čas medzi odoslaním žiadosti z modbusu a prijatej odpovede - aktualizuje sa len pri aktívnej komunikácii.

Chyby balíka Modbus: Počet prijatých balíkov s chybami (t. j. neplatná dĺžka, chýbajúce údaje, chyba zásuvky TCP).

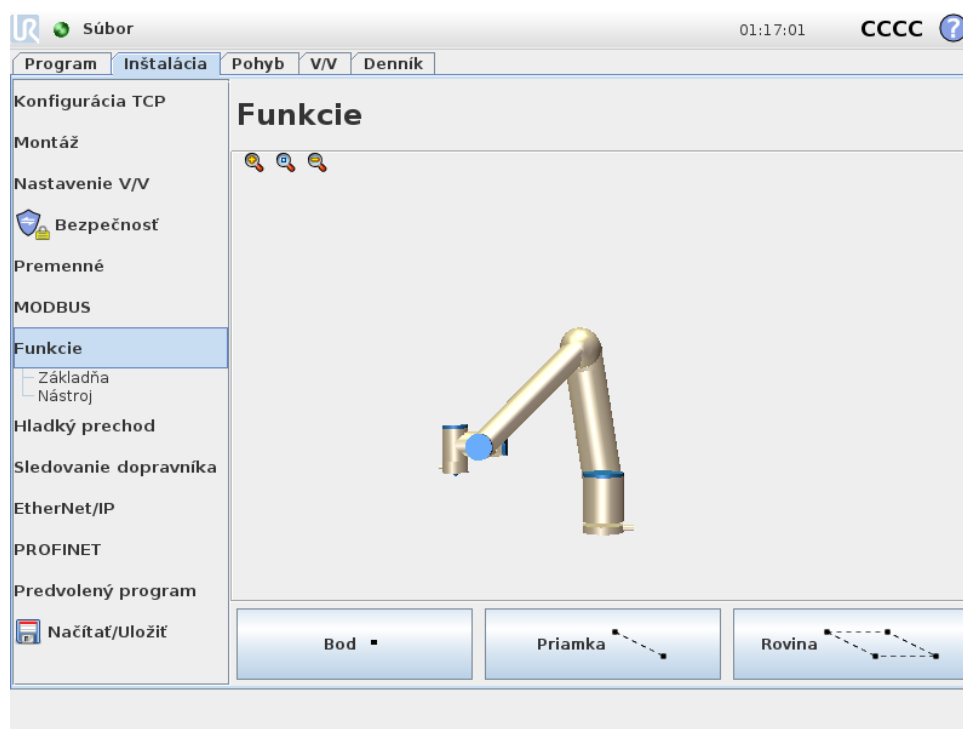
Časové limity: Počet žiadostí modbusu, na ktoré nedostal odpoveď.

Zlyhané žiadosti: Počet balíkov, ktoré sa nepodarilo poslať kvôli neplatnému stavu zásuvky.

Aktuálna frekv.: Priemerná frekvencia aktualizácií o stave signálu klienta (master). Hodnota sa prepočíta vždy, keď signál dostane odpoveď od servera (alebo slava).

Všetky počítadlá počítajú do 65535, potom sa vrátia späť na 0.

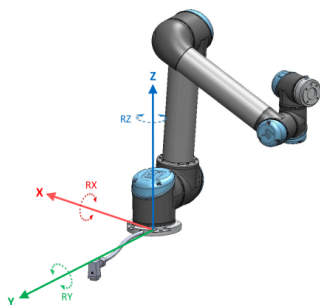
13.12 Funkcie → inštalácie



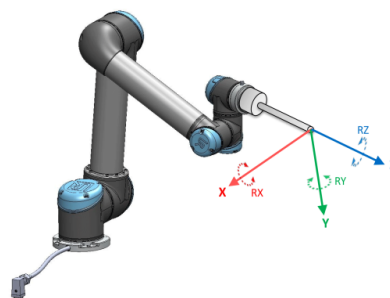
Funkcia predstavuje predmet, ktorý sa definoval pomocou názvu pre budúce použitie a šesť-rozmernej pozície (poloha a orientácia) vo vzťahu k základni robota.

Niektoré podčasti programu robota sa skladajú z pohybov, ktoré sa vykonávajú vo vzťahu k iným špecifickým predmetom, než je základňa ramena robota. Tieto predmety môžu byť stoly, iné stroje, obrobky, dopravníky, palety, zobrazovacie systémy, prázdne miesta alebo hranice, ktoré sa nachádzajú v okolí ramena robota. Robot má vždy preddefinované funkcie. Každá funkcia má polohu definovanú konfiguráciou ramena robota ako takého.

- Funkcia základne : východiskový bod sa nachádza v strede základne robota (pozrite si obrázok 13.1)
- Funkcia nástroja: východiskový bod sa nachádza v strede aktuálneho TCP (pozrite si obrázok 13.2)



Obr. 13.1: Funkcia Základňa



Obr. 13.2: Funkcia Nástroj (TCP)

Funkcie definované používateľom sa umiestňujú spôsobom, ktorý využíva súčasnú polohu TCP v pracovnom priestore. To znamená, že používateľ môže robota naučiť polohy funkcií pomocou režimu voľného chodu alebo „posúvanie“, aby sa robot pohol na požadovanú pozíciu.

Pre definovanie pozície funkcie existujú tri rôzne stratégie (**Bod**, **Priamka** a **Rovina**). Najlepšia stratégia pre dané použitie závisí od typu používaného predmetu a nárokov na presnosť. Vo všeobecnosti sa uprednostní funkcia s viacerými vstupnými bodmi (**Priamka** a **Rovina**), ak sa táto situácia vzťahuje na konkrétny predmet.

Lepšia presnosť definície smeru lineárneho dopravníka sa dosiahne definovaním dvoch bodov funkcie Priamka, ktoré sa fyzicky nachádzajú čo najďalej od seba. Funkcia bodu sa dá použiť na definovanie lineárneho dopravníka, no používateľ musí nasmerovať TCP v smere pohybu dopravníka.

Ked' sa na definovanie pozície stola použije viacero bodov, znamená to, že orientácia sa zakladá skôr na polohách než na orientácii jedného TCP. Orientácia jedného TCP sa vo všeobecnosti konfiguruje ťažšie s ohľadom na vysokú presnosť.

Ak chcete vedieť viac o rozličných spôsoboch definovania funkcie, pozrite si (časti: 13.12.2), (13.12.3) a (13.12.4).

13.12.1 Použitie funkcie

Ak sa pri inštalácii definuje funkcia, môžete na ňu odkázať v programe robota tak, aby sa vzťahovala na jeho pohyby (napr. príkazy **PohybL** a **PohybP**) A funkciu (pozri časť 14.4). Umožňuje to jednoduché prispôbenie programu robota (napr. v prípade viacerých staníc s robotmi alebo pohybu predmetu v priestore). Vďaka úprave funkcie daného predmetu sa všetky pohyby programu, ktoré sa vzťahujú na daný predmet, hýbu podľa tejto funkcie. Viac príkladov nájdete v (časti 13.12.5) a (13.12.6). Funkcie, ktoré sú konfigurované ako posuvné, sú tiež užitočným nástrojom pri manuálnom pohybe robota na karte Pohyb (časť 13.1) alebo obrazovke **úpravy pozície** (časť 12.2). Pri výbere funkcie ako referencie fungujú tlačidlá Pohyb nástroja určené na posun a otočenie v priestore vybranej funkcie (pozrite si 13.1.2) a (13.1.3) a čítajú údaje pre TCP. Ak je napríklad stôl definovaný ako funkcia a označená ako referencia v karte Pohyb, posunové šípky (t. j. nahor/nadol, doprava/doľava,

dopredu/dozadu) posunú robot v týchto smeroch podľa stola. Okrem toho budú súradnice TCP v rámci stola.

Premenovať

Toto tlačidlo premenuje funkciu.

Odstrániť

Týmto tlačidlom sa odstráni vybraná funkcia aj so všetkými podfunkciami, ak nejaké obsahuje.

Zobraziť osi

Umožňuje vybrať, či na 3D zobrazeniach budú viditeľné súradnicové osi vybranej funkcie. Táto voľba sa vzťahuje na túto obrazovku a na obrazovku Pohyb.

Zmena bodu

N nastavenie alebo zmenu vybranej funkcie použite tlačidlo **Zmena bodu**. Zobrazí sa karta **Pohyb** (pozrite si 13.1) a je možné nastaviť novú polohu funkcie.

Posuvná

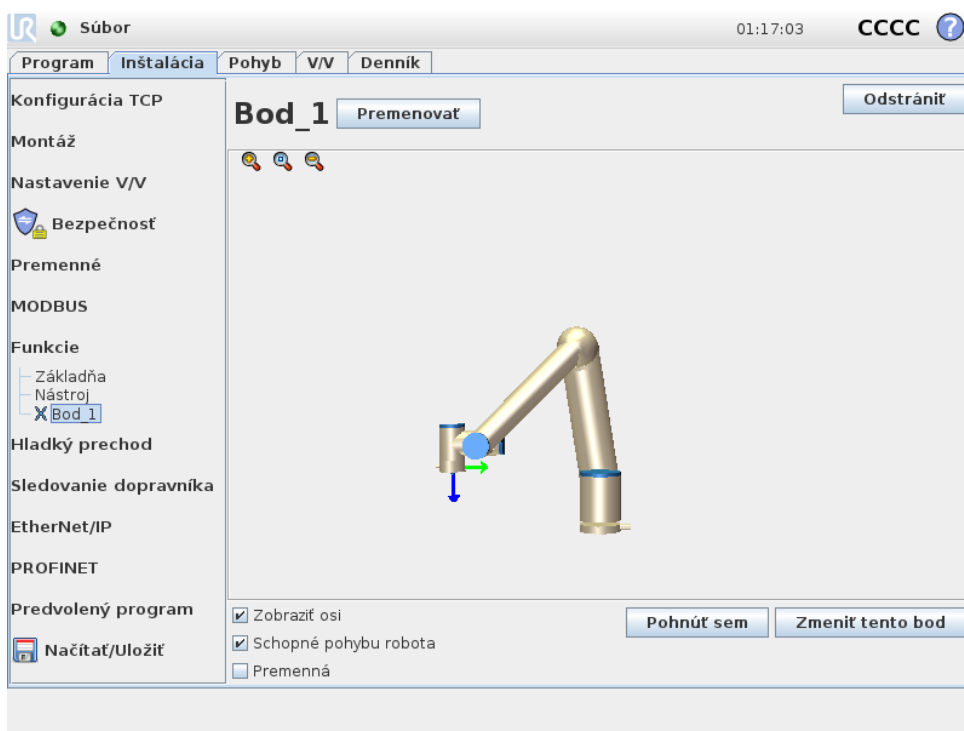
Vyberte, či zvolená funkcia bude posuvná. To rozhodne, či sa funkcia objaví v ponuke funkcií na obrazovke Pohyb.

Použitie možnosti Posunúť robota sem

Stlačením tlačidla **Posunúť robota sem** sa rameno robota posunie k vybranej funkcii. Na konci tohto pohybu sa súradnicové systémy funkcie a polohy TCP budú kryť.

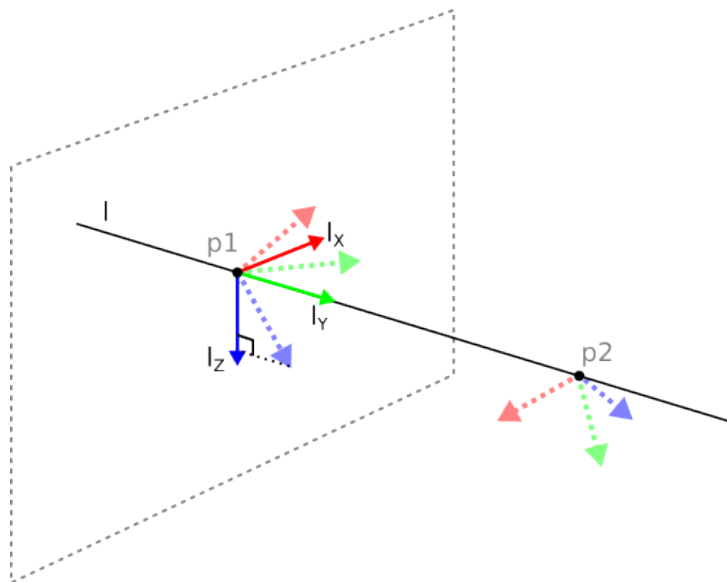
13.12.2 Nový bod

Stlačením tlačidla **Bod** pridáte k inštalácii bodovú funkciu. Funkcia Bod definuje globálnu domovskú konfiguráciu ramena robota alebo jeho bezpečnostnú hranicu. Pozícia bodovej funkcie je daná ako poloha a orientácia TCP.



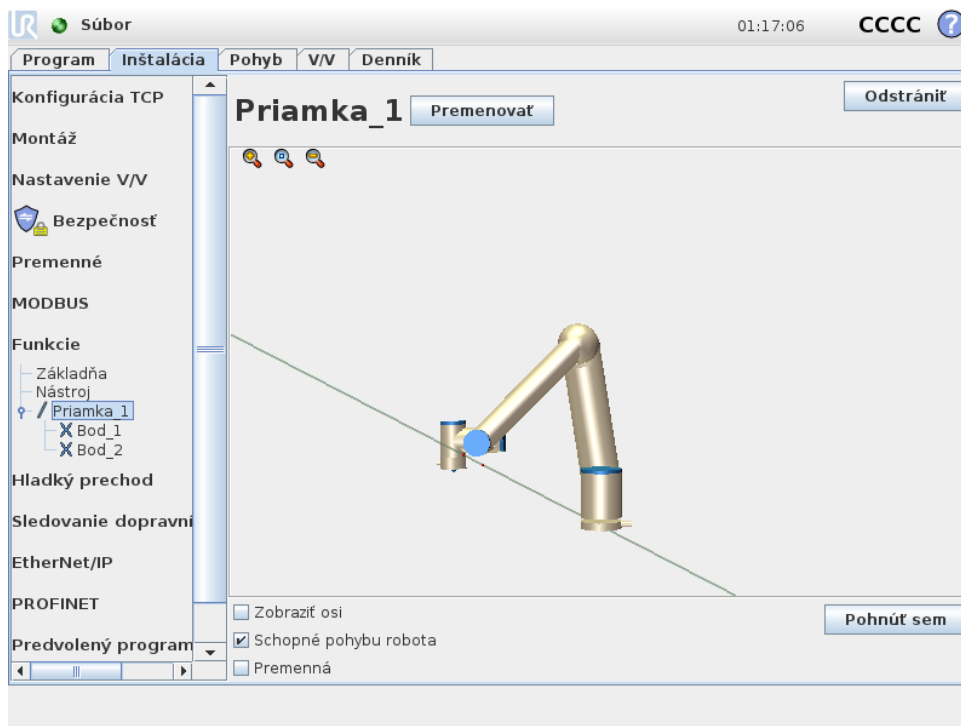
13.12.3 Nová priamka

Stlačením tlačidla **Priamka** pridáte k inštalácii funkciu priamky. Funkcia priamky definuje línie, po ktorých sa robot pohybuje (napr. pri sledovaní dopravníka). Priamka l sa definuje ako os medzi dvoma funkciami Bod $p1$ a $p2$, ako je zobrazené na obrázku 13.3.



Obr. 13.3: Definícia lineárneho prvku

Na obrázku 13.3 je os smerujúca od prvého bodu smerom k druhému bodu osou y súradnicového systému priamky. Os z je určená projekciou osi z bodu $p1$ na rovinu kolmú na túto priamku. Poloha súradnicového systému priamky je rovnaká ako poloha bodu $p1$.



13.12.4 Funkcia roviny

Funkcia Rovina sa vyberá v prípade potreby vysoko presného rámca: napr. počas práce so zobrazovacím systémom alebo vykonávania pohybov vo vzťahu k stolu.

Pridanie roviny

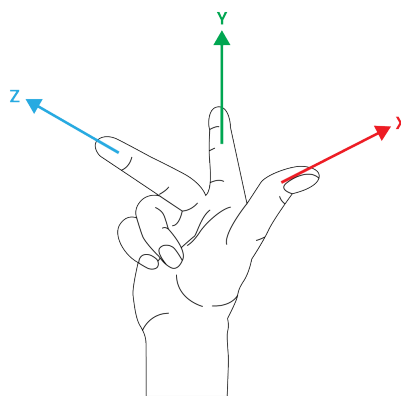
1. V Inštalácii vyberte možnosť **Funkcie**.
2. V časti Funkcie označte možnosť **Rovina**.

Učenie roviny

Po stlačení tlačidla roviny na vytvorenie novej roviny vám sprievodca na obrazovke pomôže s tvorbou roviny.

1. Výber Origa (začiatku)
2. Posuňte robot na zadefinovanie smeru kladnej osi X roviny
3. Posuňte robot na zadefinovanie smeru kladnej osi Y roviny

Rovina sa definuje pravidlom pravej ruky, aby bola os Z výsledkom prieseku osi X a Y, ako vidno nižšie.


POZNÁMKA:

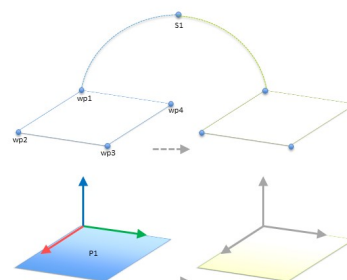
Rovina sa dá naučiť na opačný smer osi X, ak chcete, aby bola normálna v opačnom smere.

Upravte existujúcu rovinu výberom možnosti Rovina a ťuknutím na Upraviť rovinu. Potom použite rovnakého sprievodcu ako pri učení novej roviny.

13.12.5 Príklad: Manuálna aktualizácia funkcie za účelom úpravy programu

Predstavte si aplikáciu, kde sa viaceré časti programu robota vzťahujú na stôl. Na obrázku 13.4 je zobrazený pohyb z traťového bodu wp1 cez wp4.

```
Program robota
  PohybK
    S1
  Funkcia PohybL #: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



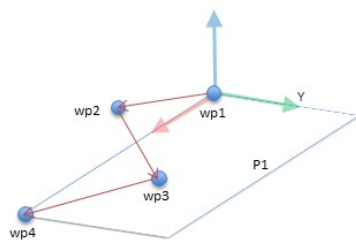
Obr. 13.4: Jednoduchý program so štyrmi traťovými bodmi súvisiacimi s funkciou roviny, ktorý sa aktualizuje manuálne zmenou funkcie

Aplikácia si vyžaduje opakované použitie programu vo viacerých inštaláciách robota, v rámci ktorých sa mierne líši len poloha stola. Pohyb vo vzťahu k stolu je identický. Keď sa počas inštalácie poloha stola definuje ako funkcia *P1*, program s príkazom *PohybL* konfigurovaným vo vzťahu k rovine je možné jednoducho aplikovať na ďalšie roboty len pomocou aktualizácie polohy stola v rámci inštalácie.

Koncept sa vzťahuje na ľubovoľný počet funkcií v aplikácii, aby sa vytvoril flexibilný program, ktorý dokáže vyriešiť rovnakú úlohu u viacerých robotov napriek tomu, že ďalšie miesto na pracovisku sa môže u viacerých inštalácií líšiť.

13.12.6 Príklad: Dynamická aktualizácia pozície funkcie

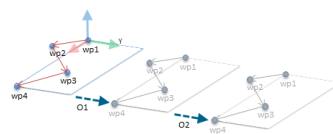
Predstavte si podobnú aplikáciu, kde sa robot musí hýbať v rámci špecifického obrazca na vrchu stola, aby vyriešil určitú úlohu (pozrite si 13.5).

Obr. 13.5: Príkaz *PohybL* so štyrmi traťovými bodmi vo vzťahu k funkcii roviny

```

Program robota
  PohybK
    wp1
    y = 0,01
    o = p[0,y,0,0,0,0]
    P1_var = pose_trans(P1_var, o)
  Funkcia PohybL #: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4

```

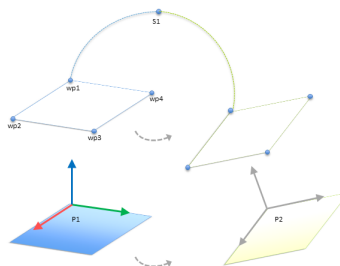


Obr. 13.6: Aplikácia odchýlky na funkcii roviny

```

Program robota
  PohybK
    S1
    ak (digitálny_vstup[0]), potom
      P1_var = P1
    inak
      P1_var = P2
  Funkcia PohybL #: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4

```



Obr. 13.7: Prepnutie z jednej funkcie roviny na inú

Pohyb vo vzťahu k *P1* sa niekoľkokrát opakuje, zakaždým s odchýlkou *o*. V tomto príklade je odchýlka nastavená na 10 cm v smere *Y* (pozri obrázok 13.6, odchýlky *O1* a *O2*). Dá sa to dosiahnuť použitím skriptových funkcií *pose_add()* alebo *pose_trans()* na účely manipulácie s premennou. Namiesto pridania odchýlky je možné prepnúť na odlišnú funkciu, keď program beží. To je znázornené na nižšie uvedenom príklade (pozrite si obrázok 13.7), kde referenčná funkcia pre príkaz *PohybL P1_var* môže prepínať medzi rovinami *P1* a *P2*.

13.13 Nastavenie sledovania dopravníka

Nastavenie sledovania dopravníka umožňuje nakonfigurovanie pohybu až dvoch oddelených dopravníkov. Nastavenie sledovania dopravníka umožňuje konfiguráciu práce robota s absolútnymi alebo inkrementálnymi kódovačmi, ako aj lineárnymi alebo kruhovými dopravníkmi.

Parameter dopravníka

Inkrementálne: kódovače je možné pripojiť k digitálnym vstupom 0 až 3. Dekódovanie digitálnych signálov beží na 40 kHz. Ak sa používa **kvadrátúry** kódovač (požaduje dva vstupy), robot je schopný určiť rýchlosť spolu so smerovaním dopravníka. Ak je smerovanie dopravníka konštantné, môže sa použiť jeden vstup, ktorý zisťuje hraničné hodnoty *Stúpania*, *Klesania*, alebo *Stúpania a klesania* za účelom zistenia rýchlosti dopravníka.

Absolútne: kódovače je možné pripojiť prostredníctvom signálu MODBUS. To požaduje predbežnú konfiguráciu registra digitálneho výstupu MODBUS v (časť 13.11).

Parametre sledovania

Lineárne dopravníky: Ak sa vyberie lineárny dopravník, treba konfigurovať lineárny prvok v časti inštalácie **Funkcie**, aby sa určilo smerovanie dopravníka. Dbajte na presnosť umiestnením funkcie priamky paralelne k smeru dopravníka s veľkým odstupom medzi dvomi bodmi, ktoré definujú funkciu priamky. Nakonfigurujte lineárny prvok tak, že sa počas učenia dvoch bodov nástroj pevne priloží k boku dopravníka. Ak je smer lineárneho prvku opačný ako pohyb dopravníka, ťuknite na tlačidlo **Opačný smer**.

Pole **Počet ťuknutí na meter** zobrazuje počet ťuknutí, ktorý kódovač vygeneruje, keď sa dopravník pohne o jeden meter.

Kruhové dopravníky: Pri sledovaní kruhového dopravníka treba definovať ťažisko dopravníka.

1. Ťažisko sa definuje v časti inštalácie **Funkcie**. Hodnota pola **Počet ťuknutí na meter** musí byť počet ťuknutí, ktorý kódovač vygeneruje, keď sa dopravník otočí o jednu celú otáčku.
2. Na sledovanie otáčania dopravníka orientáciou nástroja zaškrtnite políčko **Otočiť nástroj dopravníkom**.

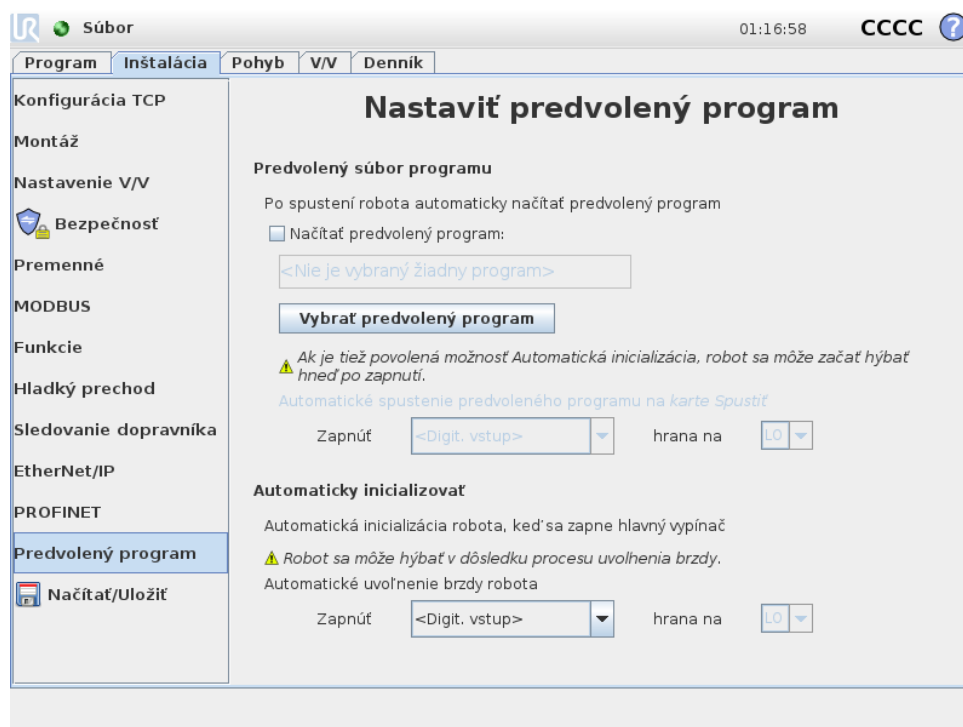
13.14 Hladký prechod medzi bezpečnostnými režimami

Pri prepínaní medzi bezpečnostnými režimami počas udalostí (napr. vstup zníženého režimu, znížený režim spúšťačích plošín, ochranné zastavenie a trojpolohové pomocné zariadenie), chce rameno robota využiť 0,4 s na vytvorenie „hladkého“ prechodu. Správanie existujúcich aplikácií sa nemení, čo korešponduje s „tvrdým“ nastavením. Nové inštalčné súbory idú predvolene na „mäkké“ nastavenie.

13.14.1 Úprava nastavení zrýchlenia/spomalenia

- Ťuknite na kartu Inštalácia.
- V bočnej ponuke na ľavej strane ťuknite na možnosť Hladký prechod.
- Na väčšie zrýchlenie/spomalenie vyberte možnosť Tvrdý alebo Mäkký, čím dosiahnete hladšie nastavenie predvoleného prechodu.

13.15 Inštalácia → Predvolený program



Táto obrazovka obsahuje nastavenia pre automatické načítanie a spustenie predvoleného programu a pre automatickú inicializáciu ramena robota pri spustení.



VÝSTRAHA:

1. Ak je zapnuté automatické načítanie, automatické spustenie a automatická inicializácia, robot spustí program, len čo sa zapne riadiaca skrinka, ak sa vstupný signál zhoduje so zvolenou úrovňou signálu. Napríklad sa v tomto prípade nebude vyžadovať prechod cez hranu na vybranú úroveň signálu.
2. Ak je úroveň signálu nastavená ako NÍZKA, dávajte si pozor. Vstupné signály sú predvolené ako nízke, čo program automaticky spustí bez jeho spustenia externým signálom.

Načítanie predvoleného programu

Po zapnutí riadiacej skrinky sa načíta predvolený program. Predvolený program sa ďalej automaticky načíta, keď vstúpíte na obrazovku **Spustiť program** (pozrite si 11.4) a nie je načítaný žiaden program.

Spustenie predvoleného programu

Predvolený program sa automaticky spustí na obrazovke **Spustiť program**. Keď sa načíta predvolený program a deteguje sa prechod cez špecifikovanú hranu externého vstupného signálu, program sa spustí automaticky.

Pri spustení je úroveň súčasného vstupného signálu nedefinovaná. Výber prechodu, ktorý sa zhoduje s úrovňou signálu pri spustení ihneď spustí program. Opustenie obrazovky **Spustiť program** alebo ťuknutie na tlačidlo zastavenia na ovládacom paneli navyše deaktivuje funkciu automatického spustenia, kým sa opätovne neťukne na tlačidlo spustenia.

Automatická inicializácia

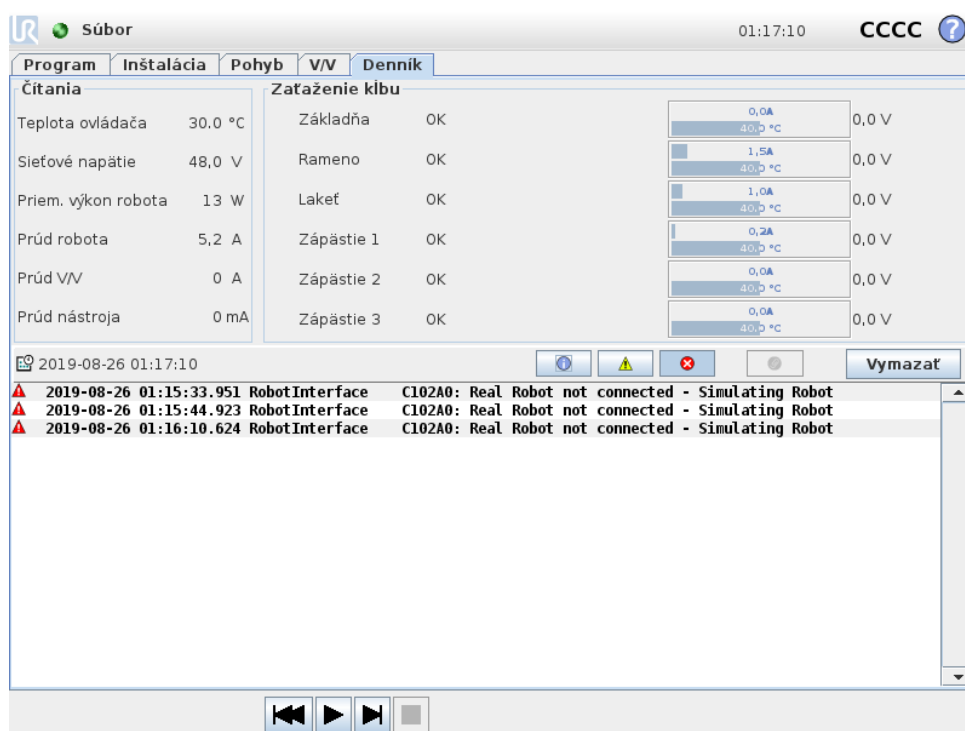
Rameno robota sa automaticky inicializuje. Pri prechode cez špecifikovanú hranu externého vstupného signálu sa rameno robota úplne inicializuje bez ohľadu na viditeľnú obrazovku.

Záverečnou fázou inicializácie je Uvoľnenie brzdy. Počas uvoľňovania brzdy sa rameno robota trochu pohne a cvaká. Brzdy nie je možné navyše automaticky uvoľniť, ak sa konfigurované upevnenie nezhoduje s upevnením detekovaným na základe údajov senzora). V tomto prípade je potrebná manuálna inicializácia robota na obrazovke inicializácie (pozrite si 11.5).

Pri spustení je úroveň súčasného vstupného signálu nedefinovaná. Výber prechodu, ktorý sa zhoduje s úrovňou signálu pri spustení, ihneď inicializuje rameno robota.

Funkcia automatickej inicializácie funguje len vtedy, keď je rameno robota vypnuté.

13.16 Karta Denník



Stav robota V hornej polovici obrazovky sa zobrazuje stav ramena robota a riadiacej skrinky.

Na ľavej strane obrazovky vidno informácie spojené s riadiacou skrinkou, na pravej strane obrazovky sú informácie o každom kľbe robota. Pre každý kľb sa zobrazujú informácie o teplote motorčeka a elektronike, zaťaženie kľbu a o elektrickom napätí.

Denník robota Správy sa zobrazujú v spodnej polovici obrazovky. Prvý stĺpec kategorizuje závažnosť položky protokolu. V druhom stĺpci je čas prijatia správy. Ďalší stĺpec zobrazuje odosielateľa správy. V poslednom stĺpci je samotná správa. Správy je možné filtrovať výberom

13.17 Obrazovka Načítanie

prepínačov, ktoré prislúchajú danej závažnosti položky protokolu. Vyššie uvedený obrázok zobrazuje, že chyby sa zobrazia, zatiaľ čo informačné a výstražné správy sa filtrujú. Niektoré správy v protokole sú navrhnuté tak, aby uvádzali viac informácií a dajú sa otvoriť výberom položky protokolu.

13.16.1 Výkazy o chybe pri ukladaní

Ak sa v PolyScope objaví chyba, vygeneruje sa denník chýb. V karte Denník môžete sledovať a/alebo exportovať vygenerované výkazy na USB (pozri 13.16). Sledovať a exportovať sa dá nasledujúci zoznam chýb:

- Chyba
- Interné výnimky PolyScopu
- Ochranné zastavenie
- Nespracovaná výnimka v URCap
- Narušenie

Exportovaný výkaz obsahuje: program používateľa, inštaláciu a zoznam bežiacich služieb.

Výkaz o chybe Keď sa v riadku denníka zobrazí ikonka sponky, k dispozícii je podrobný výkaz o stave.

- Označte riadok denník a ťuknite na tlačidlo Uložiť výkaz, čím sa výkaz uloží na USB.
- Výkaz možno uložiť, kým program beží.



POZNÁMKA:

Pri vygenerovaní nového výkazu sa starý vymaže. Ukladá sa len päť najnovších výkazov.

13.17 Obrazovka Načítanie

Na tejto obrazovke sa vyberá, ktorý program načítať. Existujú dve verzie tejto obrazovky: jedna, ktorá sa použije, keď chcete len načítať program a vykonať ho, a druhá, ktorá sa použije, keď chcete upraviť program.



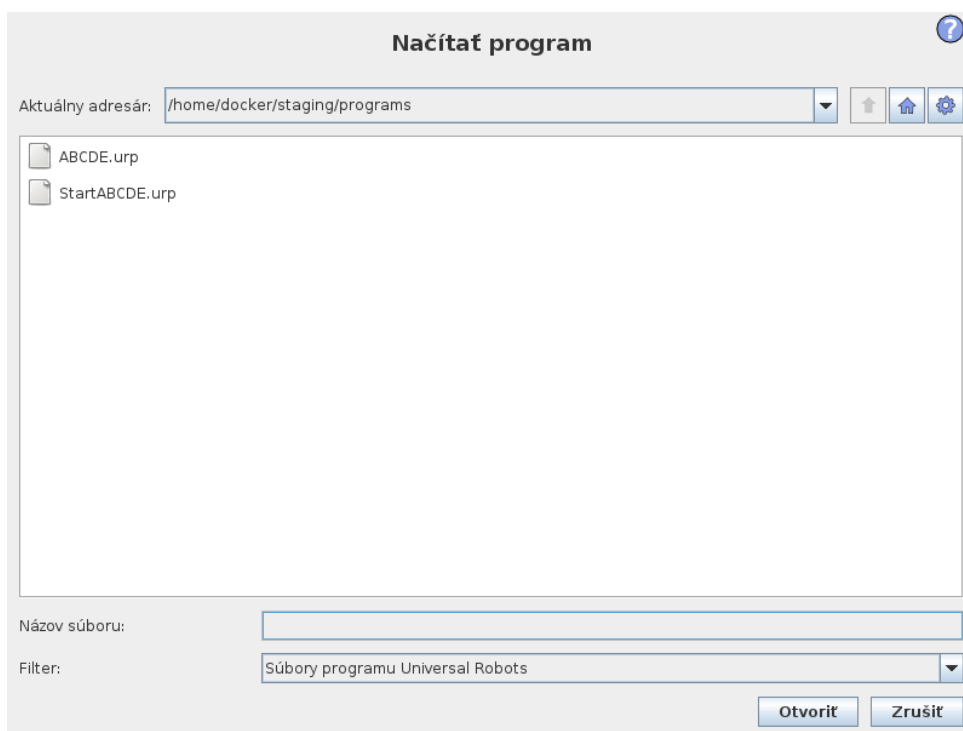
POZNÁMKA:

Spúšťanie programu z USB disku sa neodporúča. Ak chcete spustiť program z USB disku, najskôr ju načítajte, a potom ju uložte do lokálneho adresára `programy` použitím možnosti **Uložiť ako...** v ponuke **Súbor**.

Hlavný rozdiel spočíva v tom, ktoré akcie sú k dispozícii pre používateľa. Na základnej obrazovke načítania má používateľ prístup len k súborom - nemôže ich upravovať alebo vymazávať. Používateľ má ďalej zakázané opustiť adresárovú štruktúru nadol od adresára `programy`. Používateľ môže vstúpiť do podadresárov, nemôže sa však dostať vyššie ako na adresár `programy`.

Preto by všetky programy mali byť umiestnené v adresáre Programy a/alebo v podadresároch adresára Programy.

Rozloženie obrazovky



Na tomto obrázku je znázornená skutočná obrazovka načítania. Pozostáva z nasledujúcich dôležitých oblastí a tlačidiel:

História ciest V histórii ciest je zoznam ciest vedúcich k súčasnému umiestneniu. To znamená, že sa zobrazujú všetky nadradené adresáre až po koreňový adresár počítača. Tu si môžete všimnúť, že nemôžete vstúpiť do všetkých adresárov nad adresárom Programy.

Výberom názvu priečinka zo zoznamu sa dialóg načítania zmení na tento adresár a zobrazí ho v oblasti výberu súborov (pozrite si 13.17).

Oblasť výberu súborov V tejto oblasti dialógu sa zobrazuje obsah aktuálnej oblasti. Poskytuje používateľovi možnosť vybrať súbor jednoduchým kliknutím na jeho názov alebo otvoriť súbor dvojitým kliknutím na jeho názov.

Adresáre sa vyberajú dlhým stlačením na približne 0,5 s. Vstup do adresára a zobrazenie obsahu sa vykoná jedným kliknutím.

Filter súborov Použitím tohto filtra je možné obmedziť zobrazené súbory na určitý druh súborov, ktoré používateľ chce zobraziť. Výberom možnosti **Záložné súbory** v oblasti výberu súborov sa zobrazí posledných 10 uložených verzií každého programu, pričom súbor `.old0` je najnovší a súbor `.old9` najstarší.

Pole súboru Tu sa zobrazuje aktuálne zvolený súbor. Používateľ má možnosť manuálne zadať názov súboru kliknutím na ikonu klávesnice napravo od poľa. Toto zobrazí klávesnicu na obrazovke, pomocou ktorej môže používateľ zadať názov súboru priamo na obrazovke.

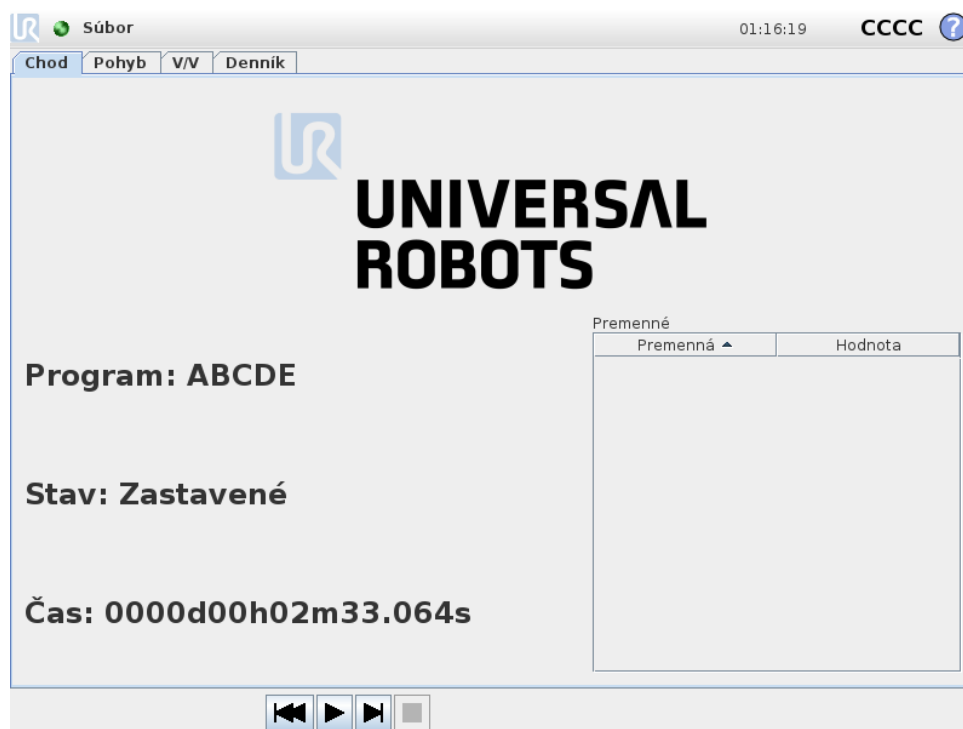
Tlačidlo Otvoriť Kliknutím na tlačidlo Otvoriť sa otvorí aktuálne vybraný súbor a opäť sa zobrazí predchádzajúca obrazovka.

Tlačidlo Zrušiť Kliknutím na tlačidlo Zrušiť sa zastaví aktuálny proces načítania a obrazovka sa prepne na prechádzajúci obraz.

Tlačidlá Úkony Séria tlačidiel, ktorá umožňuje používateľovi vykonávať niektoré akcie, ktoré by normálne boli prístupné kliknutím pravým tlačidlom na názov súboru v konvenčnom súborovom dialógu. Okrem toho je tu možnosť pohybovať sa nahor adresárovou štruktúrou a priamo do priečinka programu.

- Nadradený: Posun nahor v adresárovej štruktúre. Tlačidlo nebude aktivované v dvoch prípadoch: keď aktuálny adresár je najvyšší adresár v štruktúre alebo ak je obrazovka v obmedzenom režime a aktuálny adresár je priečinok Programy.
- Prejsť na priečinok Programy: Prechod do domovského adresára
- Akcie: Akcie ako napr. vytvorenie adresára, odstránenie súboru atď.

13.18 Karta Chod



Táto karta ponúka veľmi jednoduchý spôsob obsluhy ramena robota a riadiacej skrinky s minimálnym počtom tlačidiel a možností. To môže byť užitočné v kombinácii s heslom na ochranu programovacej časti rozhrania PolyScope (pozrite si 15.3), keď je potrebné používať robota ako nástroj výlučne na vykonávanie vopred pripravených programov.

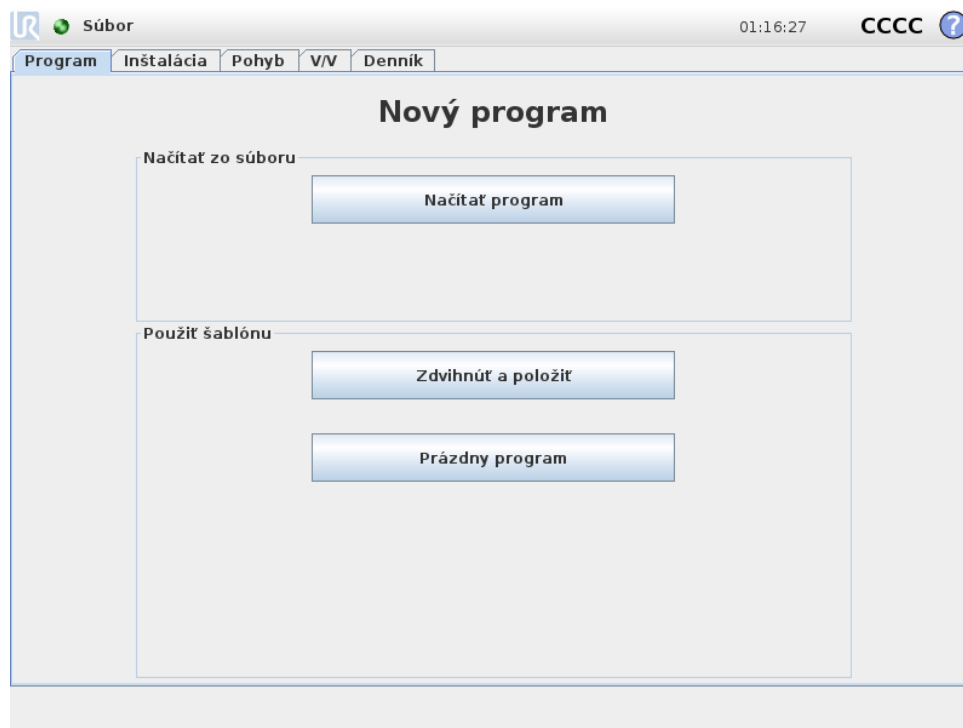
V tejto karte je ďalej možné automaticky načítať a spustiť predvolený program na základe prechodu cez špecifikovanú hranu externého vstupného signálu (pozrite si 13.15). Kombinácia automatického načítania a spustenia predvoleného programu a automatickej inicializácie



pri spustení sa môže použiť napríklad na integráciu ramena robota do iného strojového zariadenia.

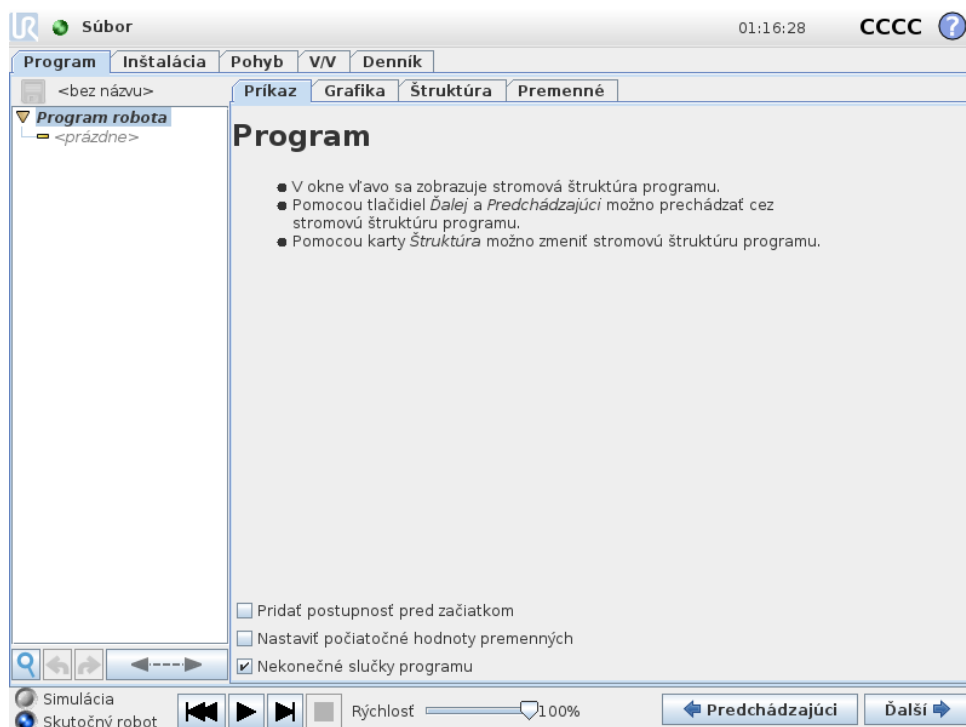
14 Programovanie

14.1 Nový program



Nový program robota sa môže vytvoriť buď zo *šablóny*, alebo z existujúceho (uloženého) programu robota. *Šablóna* môže poskytnúť celkovú štruktúru programu, takže je potrebné vyplniť len podrobnosti programu.

14.2 Karta Program



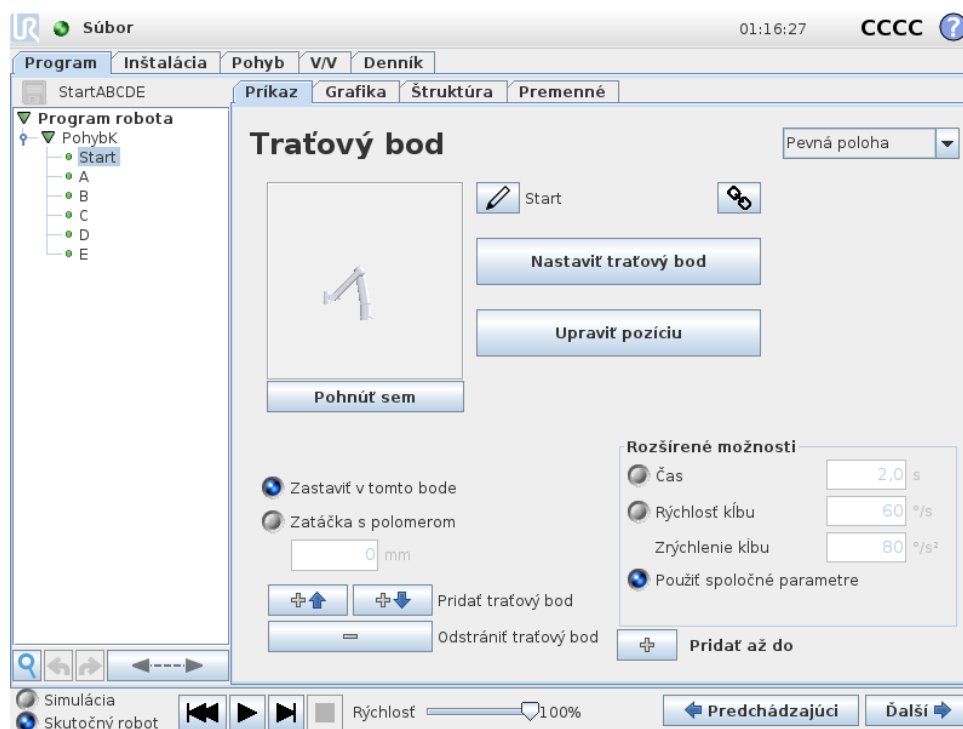
Na karte Program sa zobrazuje aktuálne upravovaný program.

14.2.1 Programový strom

V **programovom strome** na ľavej strane obrazovky sa zobrazuje program vo forme zoznamu príkazov, v priestore na pravej strane obrazovky sú informácie týkajúce sa aktuálneho príkazu. Aktuálny príkaz sa vyberie kliknutím na zoznam príkazov alebo použitím tlačidiel **Predchádzajúci** a **Ďalší** v pravej dolnej časti obrazovky. Príkazy možno vkladať alebo odstraňovať pomocou karty **Štruktúra**. Názov programu sa zobrazuje priamo nad zoznamom príkazov spolu s malou ikonou disku, kliknutím na ktorú sa dá rýchlo uložiť program.

Príkaz, ktorý sa v súčasnosti vykonáva, sa zvýrazní v programovom strome, ako je popísané v 14.2.2.

14.2.2 Indikácia vykonávania programu



Strom programu obsahuje vizuálne nápovedy podávajúce informácie o príkaze, ktorý momentálne vykonáva ovládač robota. Vľavo od ikony príkazu sa zobrazí malá ikona indikátora  a názov vykonávaného príkazu, a všetky príkazy, pre ktoré je tento príkaz podpríkazom (zvyčajne identifikované ikonami príkazov  / ) , sa zvýraznia namodro. Toto napomáha používateľovi nájsť vykonávaný príkaz v rámci stromu. Napríklad, ak sa rameno robota pohybuje smerom k traťovému bodu, podpríkaz príslušného traťového bodu sa označí ikonou  a jeho názov spolu s názvom príkazu Pohyb (pozrite si 14.4) , ku ktorému prislúcha, sa zvýraznia namodro. Ak sa program pozastaví, ikona indikátora vykonávaného programu označí posledný príkaz, ktorý sa práve vykonával. Kliknutím na tlačidlo s ikonou  , ktoré sa nachádza pod programovým stromom, prejdete na momentálne vykonávaný alebo naposledy vykonávaný príkaz v strome. Ak sa klikne na príkaz, keď je spustený program, karta Príkaz bude zobrazovať informácie týkajúce sa vybraného príkazu. Stlačenie tlačidla  spôsobí, že karta Príkaz bude opätovne nepretržite zobrazovať informácie o momentálne vykonávaných príkazoch.

14.2.3 Tlačidlo Vyhľadať

Ťuknutím na tlačidlo  sa spustí vyhľadávanie v programovom strome. Po kliknutí je možné zadať vyhľadávaný text a zhodné uzly programu sa zvýraznia žltou farbou. Navigovať medzi zhodami môžete aj pomocou navigačných tlačidiel. Stlačením ikony  ukončíte vyhľadávanie. Poznámka: Ak sa chcete dostať k ďalším navigačným tlačidlám, musíte rozťahnuť programový strom.

14.2.4 Tlačidlá Späť/Znova

Tlačidlá s ikonami  a  v navigačnej lište programového stromu slúžia na vrátenie späť a opätovné vykonanie zmien v rámci programového stromu a príkazov, ktoré obsahuje.

14.2.5 Ovládací panel programu

V úplne dolnej časti obrazovky je *ovládací panel*. Na *ovládacom paneli* je súbor tlačidiel podobných tlačidlám klasického magnetofónu, ktorými je možné spustiť či zastaviť program, vykonať ho po krokoch alebo reštartovať. *Jazdec rýchlosti* umožňuje kedykoľvek nastaviť rýchlosť programu, čo priamo ovplyvní rýchlosť pohybu ramena robota. *Jazdec rýchlosti* ďalej zobrazuje relatívnu rýchlosť, ktorou sa rameno robota pohybuje v reálnom čase, s prihliadnutím na bezpečnostné nastavenia. Uvedená percentuálna hodnota predstavuje maximálnu dosiahnuteľnú rýchlosť pre bežiaci program, bez porušenia bezpečnostných limitov.

Vľavo od *ovládacieho panela* sú tlačidlá *Simulácia* a *Reálny robot*, ktoré slúžia na prepínanie medzi simuláciou programu a skutočným spustením robota. Pri simulácii sa rameno robota nepohybuje, a teda nemôže svojím pohybom poškodiť seba ani žiadne zariadenie v okolí. Simulácia sa používa na testovanie programov v prípade neistoty, ako sa bude rameno robota správať.



NEBEZPEČENSTVO:

1. Keď sa stlačí tlačidlo *Prehrať*, uistite sa, že sa nenachádzate v pracovnom priestore robota. Pohyb, ktorý ste naprogramovali, môže byť iný, než očakávate.
2. Tlačidlo *Krok* používajte, len ak je to nevyhnutne potrebné. Keď sa stlačí tlačidlo *Krok*, uistite sa, že sa nenachádzate v pracovnom priestore robota.
3. Uistite sa, že vždy otestujete váš program znížením rýchlosti pomocou jazdca rýchlosti. Chyby programovania logiky vykonané integrátorom môžu spôsobiť neočakávané pohyby ramena robota.
4. Keď sa vyskytlo núdzové zastavenie alebo ochranné zastavenie, program robota sa zastaví. Ak sa žiadny kĺb nepohol o viac ako 10°, je možné ho obnoviť. Ak stlačíte *prehrať*, robot sa pomaly pohne späť na trajektóriu a bude pokračovať vo vykonávaní programu.

Počas písania programu sa výsledný pohyb ramena robota znázorňuje 3D kresbou na karte *Grafika* opísanej v časti 14.30.

Vedľa každého príkazu programu je malá ikona, ktorá je buď červená, žltá alebo zelená. Červená ikona signalizuje chybu v príkaze, žltá znamená, že príkaz nie je dokončený a zelená znamená, že všetko je v poriadku. Program možno spustiť, len keď pri všetkých príkazoch svieti zelená ikona.

14.3 Premenné

Program robota môže používať premenné na uloženie a aktualizáciu rôznych hodnôt počas prevádzky. Sú k dispozícii dva druhy premenných:

Premenné inštalácie: Tieto môžu používať viaceré programy a ich názvy a hodnoty zostávajú spolu počas priebehu inštalácie robota (pozri 13.10). Premenné inštalácie si uchovávajú svoje hodnoty po reštartovaní robota a riadiacej skrinky.

Bežné premenné programu: Tieto sú dostupné len pre spustený program a ich hodnoty sa stratia po zastavení programu.

Typy premenných:

boolovská Boolovská premenná, ktorej hodnota je buď Pravdivá alebo Nepravdivá.

int. Celé číslo v rozsahu od -2147483648 do 2147483647 (32-bitov).

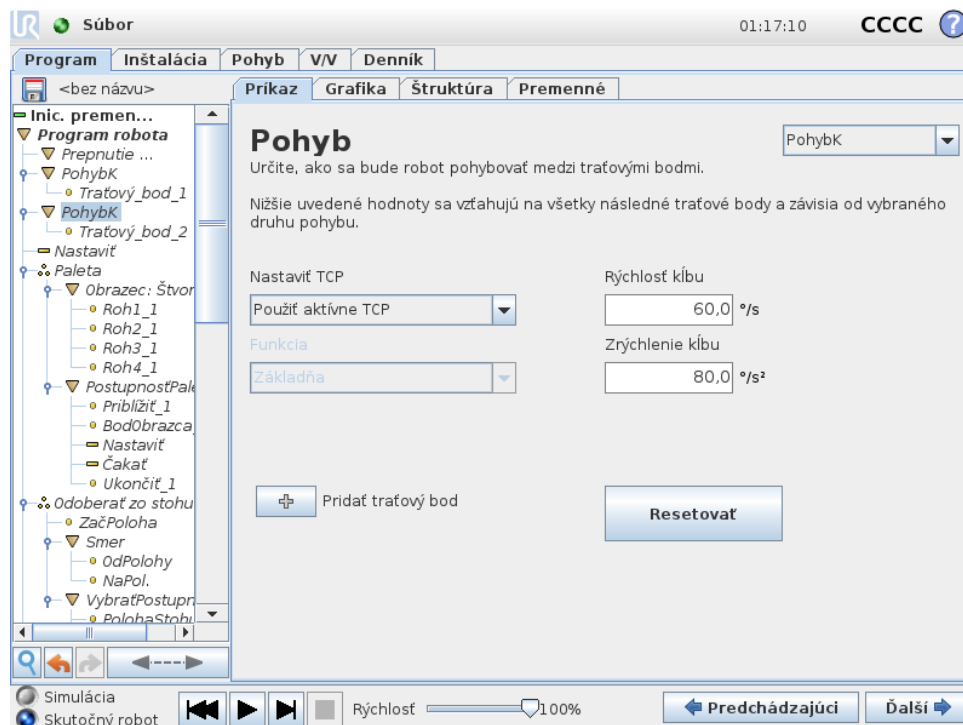
plávajúce Číslo s plávajúcou desatinnou čiarkou číslo (desatinné číslo) (32-bitov).

reťazec Postupnosť znakov.

poloha Vektor popisujúci umiestnenie a orientáciu v karteziánskom priestore. Je to kombinácia vektora polohy (x, y, z) a vektora rotácie (rx, ry, rz) znázorňujúca orientáciu, písané ako $p[x, y, z, rx, ry, rz]$.

zoznam Postupnosť premenných.

14.4 Príkaz: Pohyb

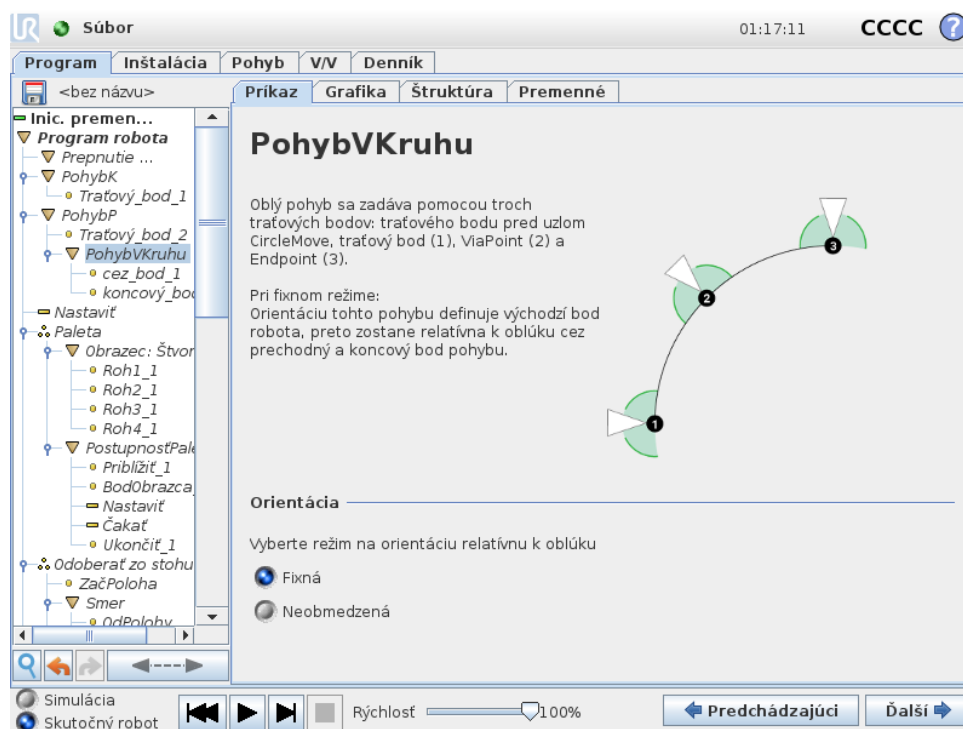


Príkazom **Pohyb** sa ovláda pohyb robota cez základné traťové body. Traťové body musia byť pod príkazom Pohyb. Príkaz Pohyb definuje zrýchlenie a rýchlosť, akou sa rameno robota bude pohybovať medzi danými traťovými bodmi.

Druhy pohybu

Môžete si vybrať jeden z troch druhov pohybu: **PohybJ**, **PohybL** a **PohybP**. Každý typ pohybu je vysvetlený nižšie.

- **pohybJ** robí pohyby, ktoré sa počítajú v **priestore kĺbu** ramena robota. Všetky kĺby sú ovládané tak, aby dosiahli požadovanú koncovú polohu súčasne. Výsledkom tohto druhu pohybu je zakrivená dráha nástroja. Spoločnými parametrami, ktoré sa vzťahujú na tento druh pohybu, sú maximálna kĺbová rýchlosť a kĺbové zrýchlenie, uvedené v deg/s a deg/s^2 . Ak sa požaduje rýchly pohyb ramena robota medzi traťovými bodmi bez ohľadu na dráhu nástroja medzi danými traťovými bodmi, tento druh pohybu je vhodnou voľbou.
- **pohybL** pohne ťažiskový bod nástroja (TCP) lineárne medzi traťovými bodmi. To znamená, že jednotlivé kĺby budú vykonávať zložitejšie pohyby, aby sa nástroj pohyboval po priamej dráhe. Spoločné parametre, ktoré možno nastaviť pri tomto druhu pohybu, sú požadovaná rýchlosť nástroja a zrýchlenie nástroja uvedené v mm/s a mm/s^2 a tiež funkcia.
- **pohybP** spôsobí lineárny pohyb nástroja konštantnou rýchlosťou s kruhovými zatáčkami a je určený na určité operácie v rámci procesov, ako napríklad lepenie alebo dávkovanie. Veľkosť polomeru zatáčky je štandardne spoločná hodnota vo všetkých traťových bodoch. Menšia hodnota znamená ostrejšie zatáčky, vyššia hodnota znamená hladšiu dráhu. Kým sa rameno robota pohybuje cez traťové body konštantnou rýchlosťou, riadiaca skrinka robota nemôže čakať na operáciu V/V ani na zásah obsluhy. Mohlo by to zastaviť pohyb ramena robota alebo vyvolať ochranné zastavenie.
- **Oblý pohyb** sa môže pridať k **pohybu P** a vytvoriť kruhový pohyb. Robot sa začne hýbať zo súčasnej polohy alebo východzieho bodu, prejde cez **ViaPoint** špecifikovaný v kruhovom oblúku a cez **EndPoint**, ktorý kruhový pohyb uzavrie.
Režim sa používa na prepočítanie orientácie nástroja cez kruhový oblúk. Režim môže byť:
 - fixný: pri definovaní orientácie nástroja sa použije len východzí bod;
 - neobmedzený: východzí bod sa zmení na **EndPoint** a zadefinuje orientáciu nástroja



Spoločné parametre

Spoločné parametre v dolnom pravom rohu obrazovky Pohyb sa vzťahujú na pohyb z predchádzajúcej polohy ramena robota do prvého traťového bodu pod daným príkazom a odtiaľ do jednotlivých nasledujúcich traťových bodov. Nastavenie príkazu Pohyb sa nevzťahuje na dráhu z posledného traťového bodu pod daným príkazom Pohyb.

Výber TCP

TCP používaný pre traťové body pod týmto príkazom Pohyb je možné vybrať z rozbalovacej ponuky. Vybrať je možné z používateľom definovaných TCP v rámci inštalácie, aktívneho TCP alebo jednoducho použiť prírubu nástroja. Ak sa vyberie používateľom definovaný TCP alebo aktívny TCP, pohyb vyvolaný príkazom Pohyb sa tomu prispôbi. Ak sa vyberie možnosť **Použiť prírubu nástroja**, nepoužije sa žiadny TCP a pohyb vyvolaný príkazom Pohyb sa prispôbi prírubu nástroja (t. j. žiadna úprava pohybu).

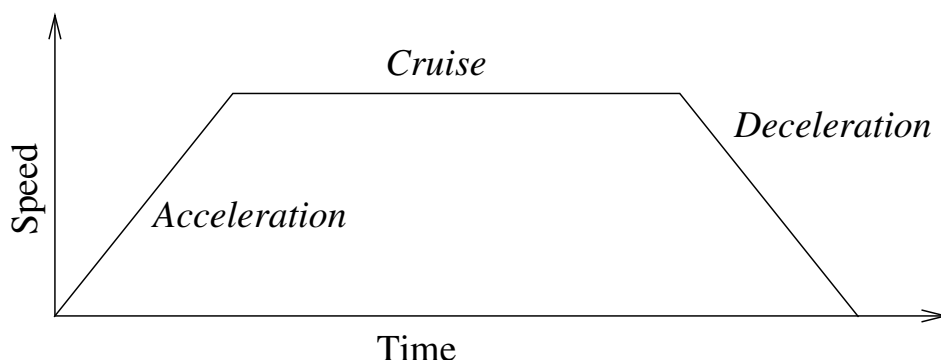
Ak sa aktívne TCP pre tento pohyb určí počas behu programu, je potrebné ho nastaviť dynamicky použitím príkazu Nastaviť (pozrite si 14.11) alebo pomocou príkazov skriptu. Bližšie informácie o konfigurácii pomenovaných TCP nájdete v 13.6.

Výber funkcie

Funkcia rozostaví traťové body v príkaze Pohyb, čo treba nastaviť pri špecifikovaní traťových bodov (pozri časť 13.12). To znamená, že pri nastavovaní traťového bodu si program zapamätá súradnice nástroja vo funkčnom priestore vybranej funkcie. Môže nastať niekoľko situácií, ktoré vyžadujú podrobné vysvetlenie:

Relatívne traťové body: Vybratá funkcia nemá žiaden vplyv na relatívne traťové body. Relatívny pohyb sa vždy vykoná s ohľadom na orientáciu **Základne**.

Premenlivé traťové body: Keď sa rameno robota pohybuje do premenlivého traťového bodu, bod v strede nástroja sa vypočíta v podobe súradníc premennej v priestore vybranej funkcie.

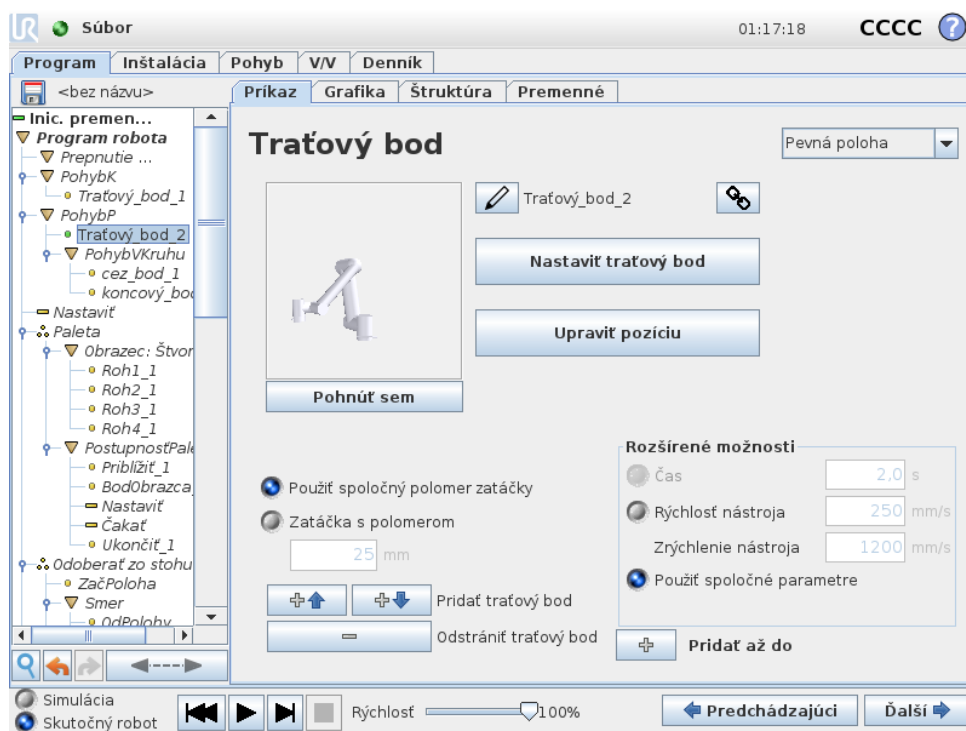


Obr. 14.1: Rýchlostný profil pohybu. Krivka je rozdelená do troch úsekov: *zrýchlenie*, *rovnomerný pohyb* a *spomalenie*. Rýchlosť vo fáze *rovnomerného pohybu* je daná nastavením rýchlosti pohybu, zatiaľ čo rýchlosť vo fáze *zrýchlenia* a *spomalenia* je daná parametrom zrýchlenia.

Pohyb ramena robota do premenlivého traťového bodu sa preto zmení, keď sa vyberie iná funkcia.

Premenná funkcie: Ak je ktorákoľvek z funkcií v aktuálne načítanej inštalácii vybraná ako premenná, z ponuky výberu funkcie je možné vybrať aj zodpovedajúce premenné. Ak sa vyberie premenná určitej funkcie (pomenovaná podľa názvu funkcie s príponou „_var“), pohyby ramena robota (s výnimkou **relatívnych traťových bodov**) sú relatívne k skutočnej hodnote premennej počas chodu programu. Počiatočná hodnota premennej danej funkcie je hodnota skutočnej funkcie tak, ako sa nakonfigurovalo počas inštalácie. Ak sa táto hodnota upraví, potom sa zmenia pohyby robota.

14.5 Príkaz: Pevný traťový bod



Bod na dráhe robota. Traťové body sú najústrednejšou súčasťou programu ramena robota, ktoré diktujú polohu robota. Traťový bod s pevnou polohou sa učí fyzickým pohybom ramena robota do danej polohy.

Nastavenie traťového bodu

Stlačením tohto tlačidla sa otvorí obrazovka Pohyb, kde možno zadať polohu ramena robota zodpovedajúcu aktuálnemu traťovému bodu. Ak sa traťový bod nachádza pod príkazom Pohyb v lineárnom priestore (**pohybL** alebo **pohybP**), toto tlačidlo bude možné stlačiť až po výbere platnej funkcie v danom príkaze Pohyb.

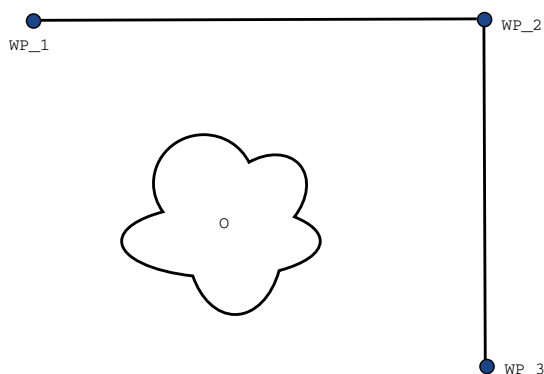
Názvy traťových bodov

Traťové body dostanú automaticky jedinečný názov. Používateľ môže názov zmeniť. Označením ikony linky sa traťové body prepoja a zdieľajú informácie o polohe. Ďalšie informácie o traťovom bode, ako je polomer zatáčky, rýchlosť nástroja/spoja a zrýchlenie nástroja/spoja sa konfiguruje pre jednotlivé traťové body, aj ak sú prepojené.

Zatáčanie

Zatáčanie umožňuje robotovi hladký prechod medzi dvoma trajektóriami bez zastavenia na traťovom bode medzi nimi.

Príklad Ako príklad si predstavte aplikáciu na dvíhanie a premiestňovanie (pozrite obr. 14.2), kde je robot momentálne na 1. traťovom bode (WP_1) a musí zdvihnúť predmet na 3. traťovom bode (WP_3). Na predídenie kolíziám s predmetom a inými prekážkami (O) musí robot prísť k WP_3 v smere od 2. traťového bodu (WP_2). Na vytvorenie trasy, ktorá spĺňa požiadavky, treba zadať tri traťové body.



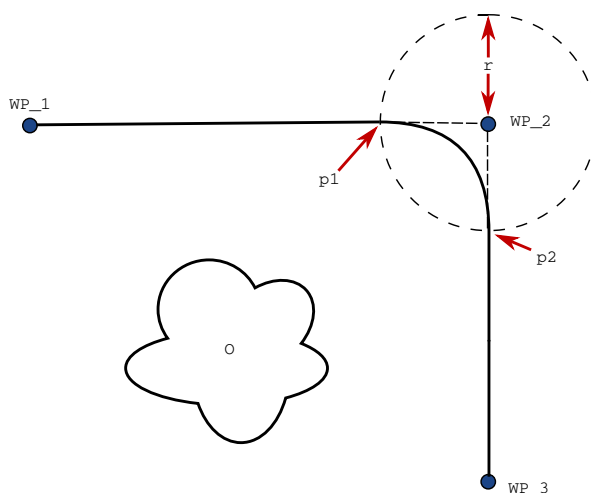
Obr. 14.2: WP_1: úvodná poloha, WP_2: cez bod, WP_3: poloha dvíhania, O: prekážka.

Bez upravenia ďalších nastavení robot pred pokračovaním v pohybe zastane pri každom traťovom bode. Pri tejto úlohe zastávka na WP_2 nie je optimálna, pretože hladká otočka by si vyžiadala menej času a energie a pritom by aj tak splnila požiadavky. Je dokonca prijateľné, aby sa robot nedostal presne do WP_2, ak prechod z prvej do druhej trajektórie prebehne popri tejto pozícii.

Zastaveniu na WP_2 sa dá vyhnúť nakonfigurovaním zatáčky pre traťový bod, ak si robot môže vypočítať hladký prechod na ďalšiu trajektóriu. Prvotný parameter pre zatáčku je polomer. Keď je robot v rozsahu polomeru zatáčky traťového bodu, môže začať zatáčať a odchyliť sa od pôvodnej trasy. Umožňuje mu to rýchlejšie a hladšie sa pohybovať, pretože nemusí spomaľovať a znovu zrýchľovať.

Parametre zatáčky Okrem traťových bodov ovplyvňujú trajektóriu zatáčky mnohé ďalšie parametre (pozri obrázok 14.3):

- polomer zatáčky (r)
- počiatočná a koncová rýchlosť robota (v pozíciách p1 a p2, v poradí)
- čas pohybu (napr. nastavenie špecifického času pre trajektóriu ovplyvní počiatočnú/koncovú rýchlosť robota)
- typy trajektórií, od ktorých a ku ktorým zabočí (PohybL, PohybJ)

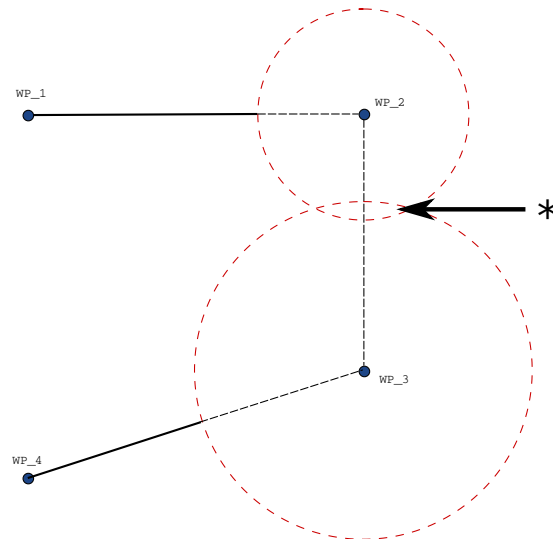


Obr. 14.3: Zatáčka okolo WP_2 s priemerom r , úvodná poloha zatáčania v p1 a koncová poloha zatáčania v p2. O je prekážka.

Ak sa nastaví polomer zatáčky, trajektória ramena robota sa zatočí okolo traťového bodu, čo umožní, aby rameno robota prešlo daným bodom bez zastavenia.

Zatáčky sa nesmú prekrývať, preto nie je možné nastaviť polomer zatáčky, ktorý by sa prekrýval s polomerom zatáčky predchádzajúceho alebo nasledujúceho traťového bodu, ako vidno na obrázku 14.4.

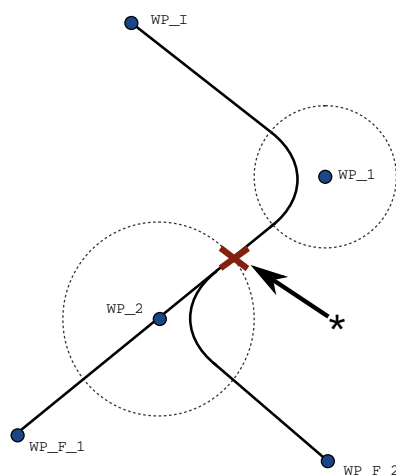
Podmienené trajektórie zatáčky V strome programu vplýva na trajektóriu zatáčky traťový bod, v ktorom je nastavený polomer zatáčky, a ďalší po ňom. To značí, že v programe na snímke 14.5 zatáčku okolo WP_1 ovplyvňuje WP_2. Dôsledok je ešte viditeľnejší pri zatáčke okolo WP_2 v tomto príklade. Existujú dve možné koncové polohy a na stanovenie ďalšieho traťového bodu, okolo ktorého treba zatočiť, musí robot vyhodnotiť aktuálny ukazovateľ digitálneho vstupu[1] už pri zadávaní polomeru zatáčky. To značí **ak...potom** výraz (alebo iné potrebné údaje na určenie ďalšieho traťového bodu, napr. variabilné traťové body) sa vyhodnocuje pred



Obr. 14.4: Prekrývanie polomeru zatáčky nie je povolené (*).

skutočným dosiahnutím WP_2, čo je pri pohľade na sekvenciu programu trochu neintuitívne. Ak je traťový bod bodom so zastavením a po ňom nasleduje podmienený výraz na stanovenie ďalšieho traťového bodu (napr. príkaz V/V), vykoná sa, keď sa rameno robota zastaví v tomto traťovom bode.

```
PohybL
  WP_I
  WP_1 (zatáčka)
  WP_2 (zatáčka)
  ak (digitálny_vstup[1]), potom
    WP_F_1
  inak
    WP_F_2
```



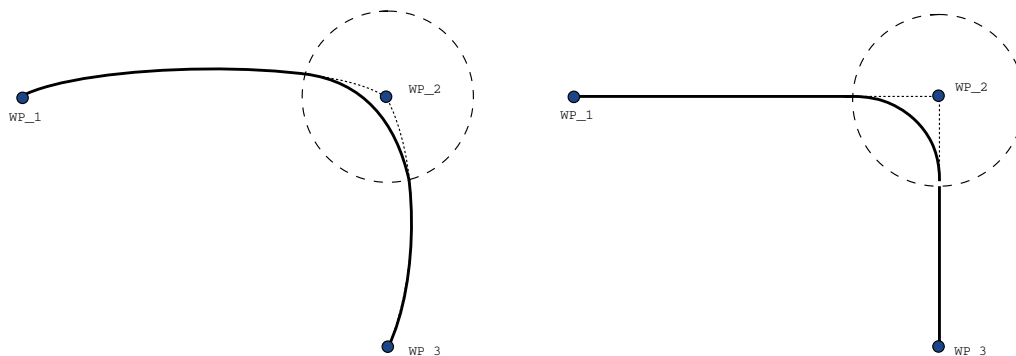
Obr. 14.5: WP_I je úvodný traťový bod a existujú dva potenciálne koncové traťové body WP_F_1 a WP_F_2 v závislosti od podmieneného výrazu. Podmienka ak sa výraz vyhodnotí, keď sa rameno robota vstúpi do druhej zatáčky (*).

Kombinácie typu trajektórie Dá sa zatáčať aj medzi všetkými štyrmi kombináciami typov trajektórií **PohybJ** a **PohybL**, ale konkrétna kombinácia ovplyvní vypočítanú trajektóriu zatáčky. Existujú 4 možné kombinácie:

1. **PohybJ** na **PohybJ** (zatáčka len v spojenom priestore)

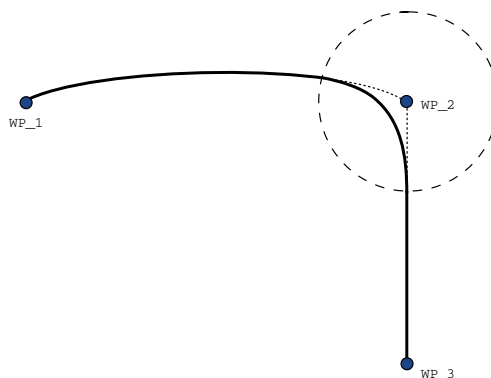
2. **PohybJ** na **PohybL**
3. **PohybL** to **PohybL** (zatáčka len v karteziánskom priestore)
4. **PohybL** na **PohybJ**

Zatáčanie len v spojenom priestore (1. odrážka) verzus zatáčka len v karteziánskom priestore (3: odrážka) sa porovnáva na obrázku 14.6. Zobrazuje dve potenciálne trasy nástroja pri identických sústavách traťových bodov.



Obr. 14.6: Pohyb a zatočenie v spojenom priestore (**PohybJ**) verzus karteziánskom priestore (**PohybL**).

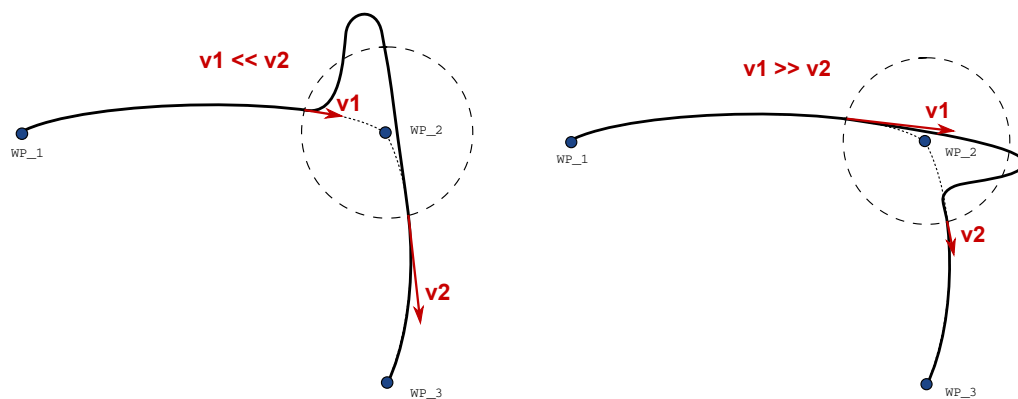
Pri odlišných kombináciách budú výsledkom 2., 3. a 4. odrážky trajektórie, ktoré sa udržia v medziach pôvodnej trajektórie v karteziánskom priestore. Príklad zatáčky medzi rozličnými typmi trajektórií (2. odrážka) vidno na obrázku 14.7.



Obr. 14.7: Zatáčka z pohybu v spojenom priestore (**PohybJ**) do lineárneho pohybu nástroja (**PohybL**).

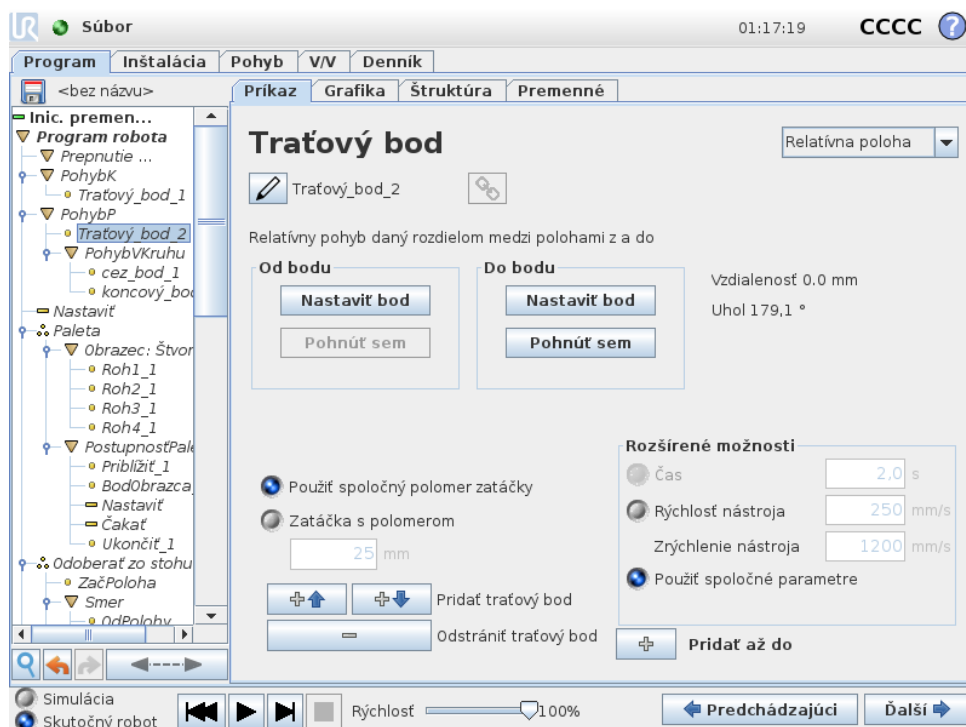
Zatáčky len v spojenom priestore (1. odrážka) sa však môžu správať menej intuitívne, pretože robot sa snaží dosiahnuť čo najhladšiu trajektóriu v spojenom priestore a zohľadňuje pri tom nároky na rýchlosť a čas. V dôsledku toho sa môžu odchýliť od trasy stanovenej traťovými bodmi. Stáva sa to predovšetkým v prípadoch, keď dôjde k výrazným rozdielom pri rýchlosti spojov medzi dvomi trajektóriami. *Pozor:* ak sa rýchlosti veľmi líšia (napr. pri stanovení rozšírených nastavení – rýchlosti alebo času – pre špecifický traťový bod), môže dôjsť k veľkým odchýlkam od pôvodnej trajektórie, ako vidno na obrázku 14.8. Ak potrebujete zatáčať pri

rozličných rýchlostiach a uvedená odchýlka je neprijateľná, zvažte zatáčku v karterziánskom priestore pomocou **PohybL**.



Obr. 14.8: Zatáčka v spojenom priestore, keď je úvodná rýchlosť v_1 je výrazne nižšia než koncová rýchlosť v_2 alebo naopak.

14.6 Príkaz: Relatívny traťový bod

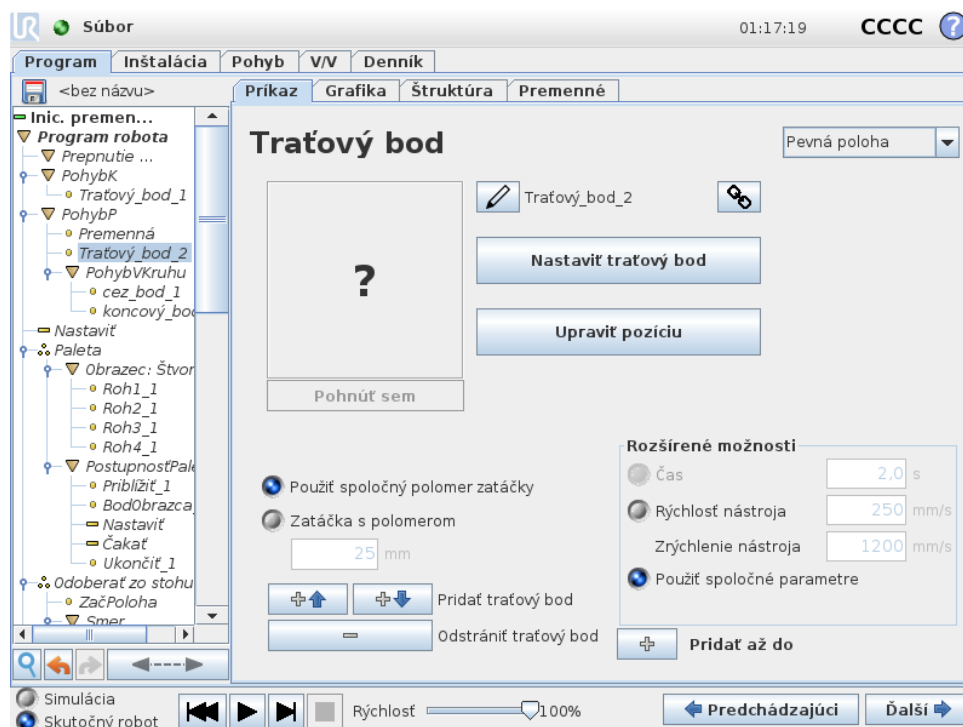


Traťový bod s polohou udanou vzhľadom na predchádzajúcu polohu ramena robota, napríklad „2 cm doľava“. Relatívna poloha sa udáva ako rozdiel medzi dvoma danými polohami (zľava doprava).

Pozor: opakované relatívne polohy môžu dostať rameno robota mimo jeho pracovného priestoru.

Ide tu o karteziánsku vzdialenosť medzi TCP v dvoch polohách. Uhol uvádza, ako veľmi sa zmenila orientácia TCP medzi dvomi polohami. Presnejšie povedané, dĺžka vektora rotácie popisuje zmenu v orientácii.

14.7 Príkaz: Premennivý traťový bod



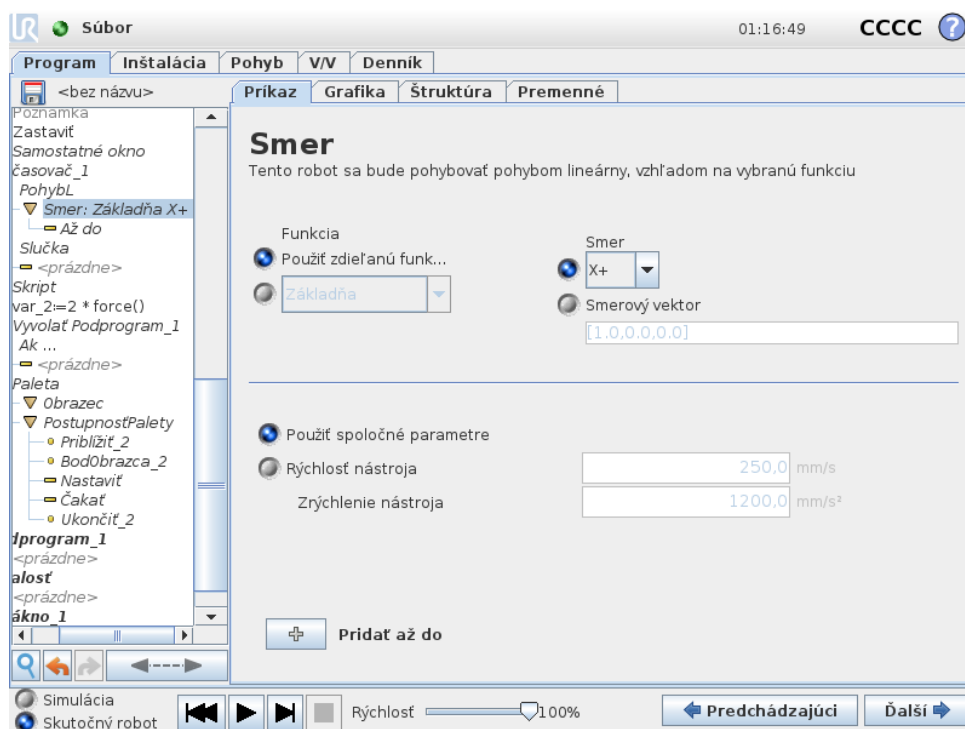
Traťový bod s polohou určenou pomocou premennej, v tomto prípade `calculated_pos`. Premenná musí predstavovať *pozíciu*, napríklad `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. Prvé tri hodnoty sú súradnice *x,y,z* a ďalšie tri hodnoty predstavujú orientáciu vyjadrenú *rotačným vektorom*, ktorý je daný vektorom *rx,ry,rz*. Dĺžka osi udáva uhol otočenia v radiánoch a samotný vektor udáva os, okolo ktorej sa otáča. Pozícia je vždy udaná vzhľadom na referenčný rámec alebo súradnicový systém definovaný zvolenou funkciou. Ak sa polomer zatáčky nastaví na pevný traťový bod a traťové body, ktoré sa nachádzajú pred ním a za ním sú premenlivé, alebo ak sa polomer zatáčky nastaví na premenlivý traťový bod, potom sa nebude kontrolovať prekrytie polomeru zatáčky (pozrite si 14.5). Keď počas spustenia programu polomer zatáčky prekrýva bod, robot ho bude ignorovať a presunie sa na ďalší.

Napríklad pohyb robota 20 mm po osi z nástroja:

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Pohyb1
  Traťový bod_1 (premenlivá poloha):
    Použite premennú=var_1, Funkcia=Nástroj
```

14.8 Príkaz: Smer

Programový uzol *Smer* určuje pohyb vzhľadom na osi funkcií alebo TCP. Robot sa pohybuje pozdĺž trasy stanovenej programovým uzlom *Smer* dovtedy, kým tento pohyb nie je zastavený podmienkou *Kým*. Ak potrebujete mať podmienky *Until* na zastavenie smerového pohybu, ťuknite na tlačidlo *Pridať Until* a definujte kritériá zastavenia.



Zastavenie smerového pohybu

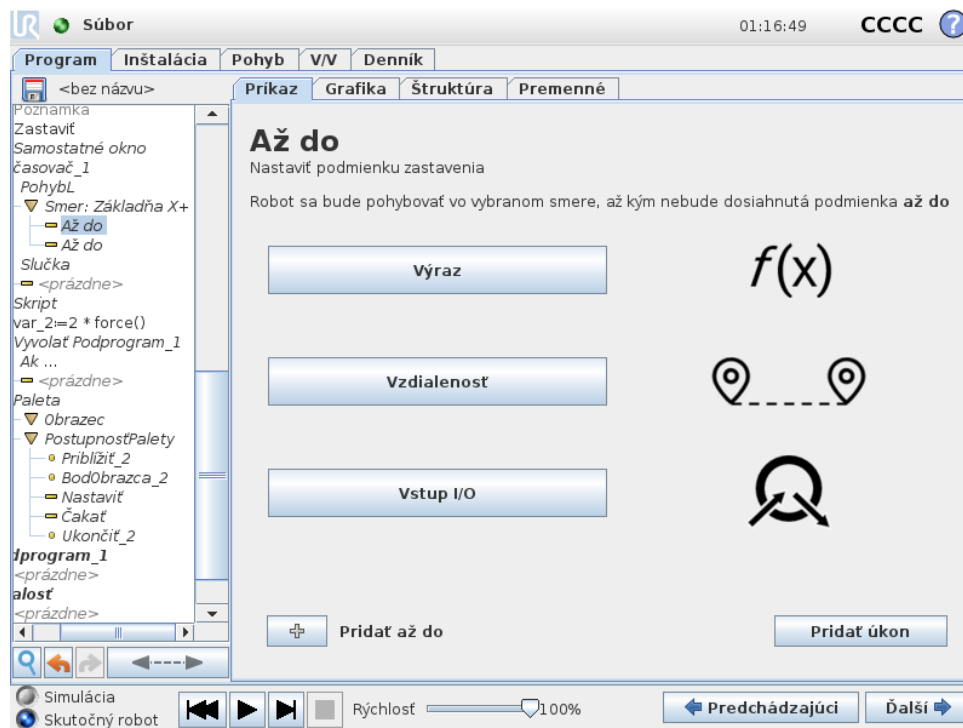
Môžete pridať nastavenia Smerový vektor pre položky **Rýchlosť nástroja** a **Zrýchlenie nástroja**, ktoré definujú smer vektora pre lineárny pohyb, a tým umožňujú pokročilé použitia, napríklad:

- definovanie lineárneho pohybu vzhľadom na osi viacerých funkcií
- vypočítanie smeru ako matematického výrazu

Smerové vektory definujú vlastný kódový výraz, ktorý sa spracuje na vektor jednotky. Napríklad pri vektore [2,1,0] sa robot pohne o dve jednotky v smere x na každú jednotku v smere y vo vzťahu k zadanej rýchlosti.

14.9 Príkaz: Kým

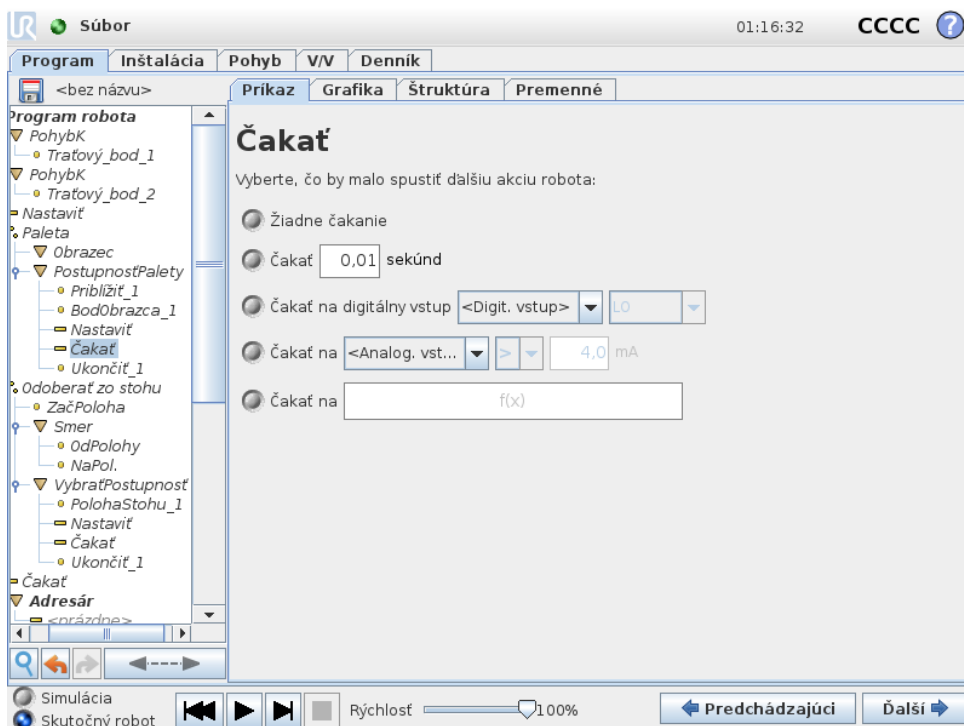
Programový uzol **Kým** definuje kritérium zastavenia pohybu. Robot sa pohybuje pozdĺž trasy a zastaví sa pri zistení kontaktu.



V poli **Kým** môžete definovať nasledujúce kritériá zastavenia:

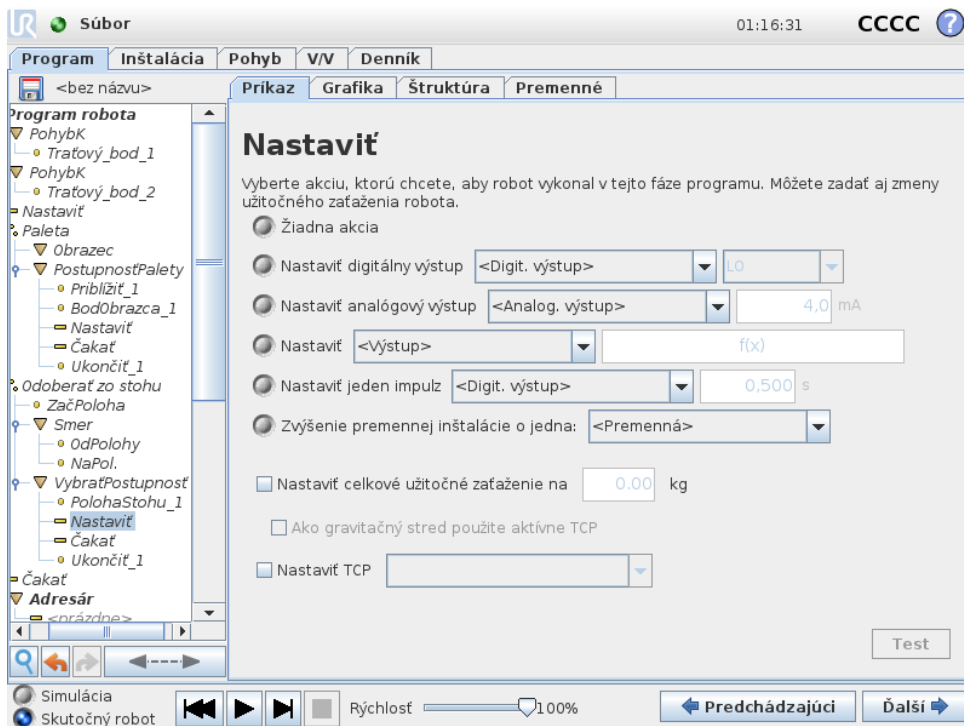
- **Pridať akciu** Môžete pridať programové uzly, ak je splnená konkrétna podmienka until. Napríklad v prípade zistenia chybového stavu možno program zastaviť pomocou uzla Kontextové okno.
- **Vzdialenosť** Tento uzol je možné použiť na zastavenie smerového pohybu, keď sa robot presunie o určitú vzdialenosť. Rýchlosť sa spomalí uje tak, aby sa robot zastavil presne na príslušnej vzdialenosti.
- **Výraz** Tento uzol je možné použiť na zastavenie pohybu v dôsledku vlastného programového výrazu. Na určenie podmienky môžete použiť V/V, premenné alebo skriptové funkcie.
- **Vstup V/V** Tento uzol môžete použiť na zastavenie pohybu riadeného signálom na vstup V/V.

14.10 Príkaz: Čakať



Čakať preruší signál V/V alebo výraz na stanovený čas. Ak vyberiete možnosť **Nečakať**, nič sa neudeje.

14.11 Príkaz: Nastaviť



14.12 Príkaz: Automaticky otvárané okná

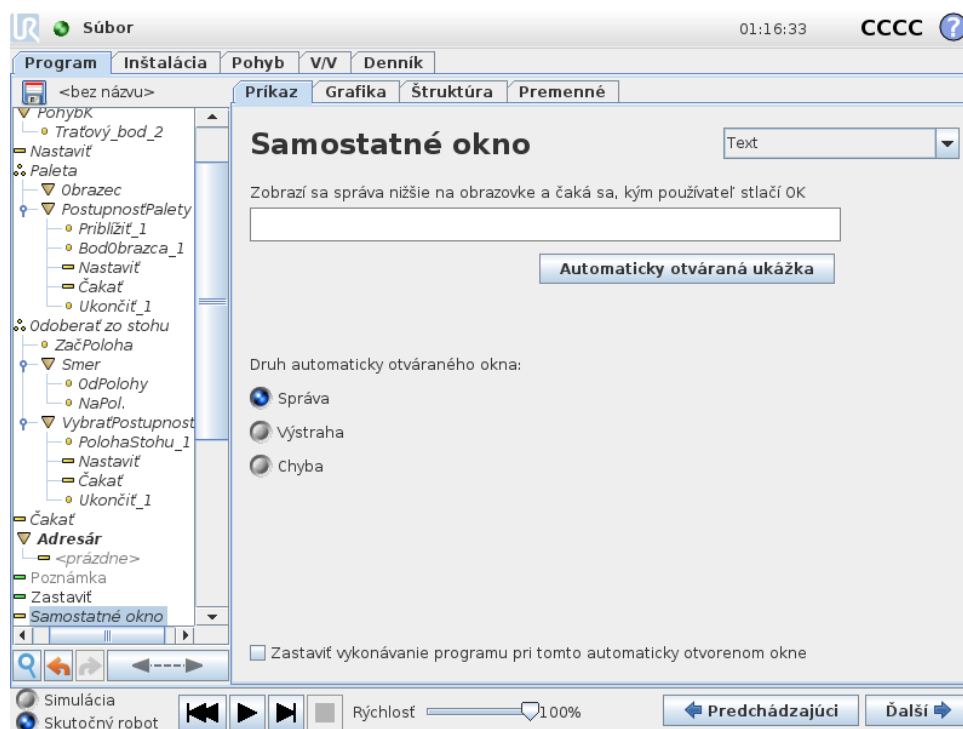
Nastaví buď digitálne, alebo analógové výstupy na danú hodnotu. Digitálne výstupy je tiež možné nastaviť na odosielanie jedného impulzu.

Použite príkaz Nastaviť na nastavenie zaťaženia ramena robota. Môžete nastaviť hmotnosť zaťaženia, aby sa zabránilo spusteniu ochranného zastavenia robota, keď sa hmotnosť nástroja líši od očakávaného zaťaženia. Ak sa aktívne TCP nemá použiť ako ťažisko, je potrebné zrušiť označenie príslušného políčka.

Aktívne TCP je tiež možné upraviť pomocou príkazu **Nastaviť**, a to začiaruknutím príslušného políčka a výberom jednej z odchýlok TCP z ponuky.

Ak je v čase písanie programu známe aktívne TCP pre špecifický **pohyb**, zvážte namiesto toho použitie výberu TCP z Karty pohybov (pozrite si 14.4). Bližšie informácie o konfigurácii pomenovaných TCP nájdete v 13.6.

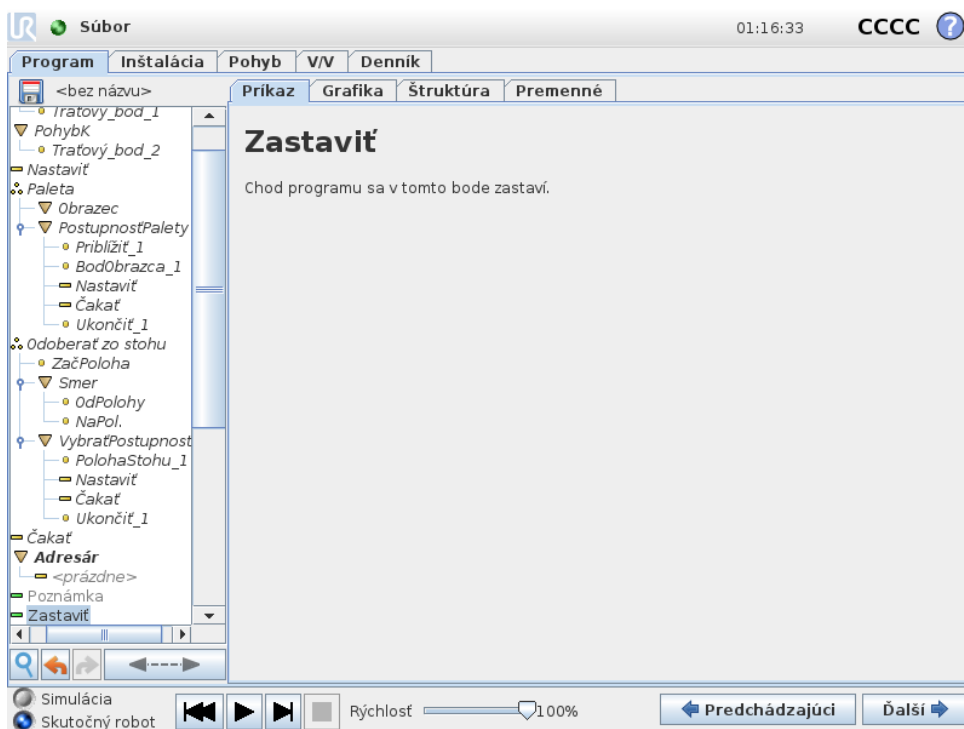
14.12 Príkaz: Automaticky otvárané okná



Automaticky otvárané okno je hlásenie, ktoré sa zobrazí, keď program príde po tento príkaz. Je možné vybrať štýl hlásenia a samotný text možno zadať pomocou klávesnice na obrazovke. Robot počká, kým používateľ/obsluha stlačí tlačidlo „OK“ pod automaticky otvoreným hlásením, až potom pokračuje v programe. Ak vyberiete položku „Zastaviť chod programu“, program robota sa pri tomto automaticky otvorenom okne zastaví.

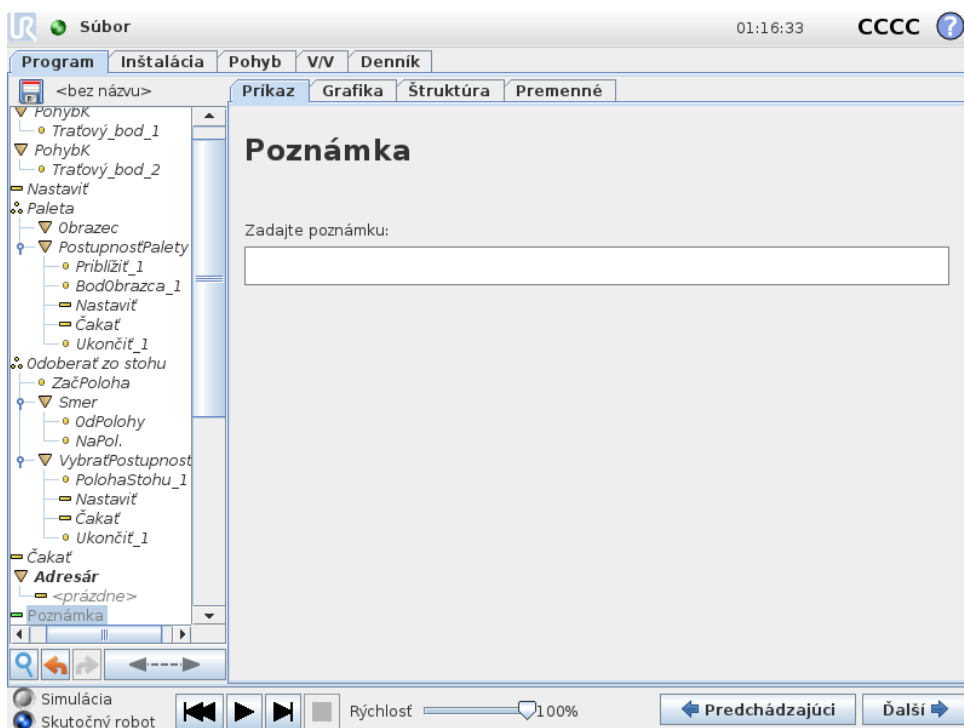
Poznámka: Správy môžu mať maximálne 255 znakov.

14.13 Príkaz: Zastaviť



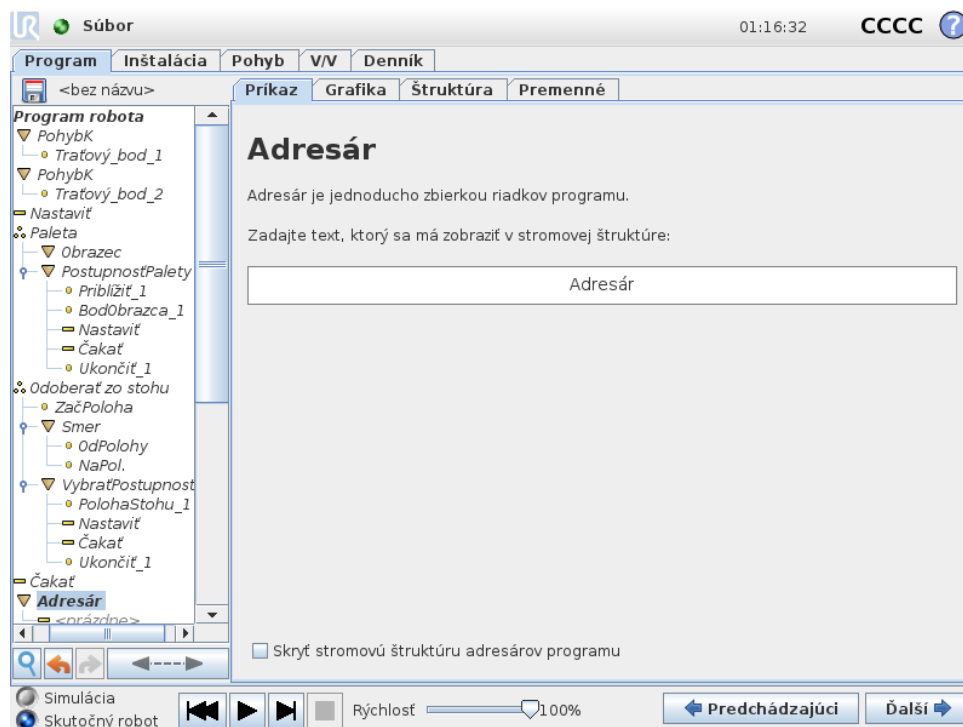
Chod programu sa v tomto bode zastaví.

14.14 Príkaz: Poznámka



Poskytuje programátorovi možnosť pridať do programu riadok textu. Tento riadok textu nevykoná pri spustení programu žiadnu akciu.

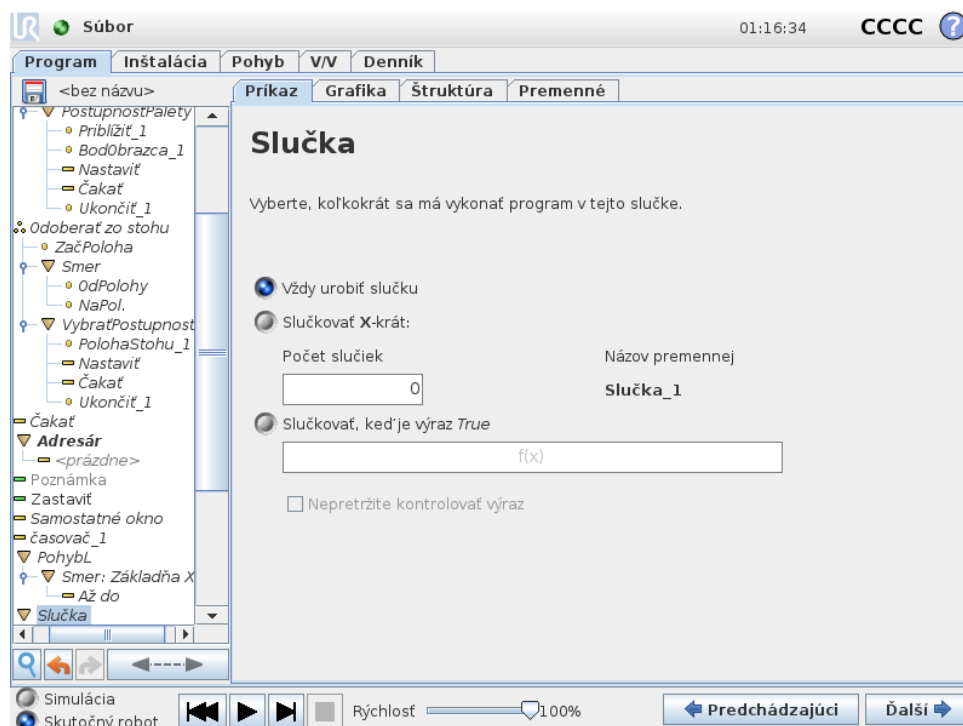
14.15 Príkaz: Adresár



Adresár sa používa na organizovanie a označovanie konkrétnych častí programu, na prečistenie programového stromu a na zjednodušenie čítania programu a pohybu v ňom.

Adresáre nemajú dopad na program ani jeho vykonanie.

14.16 Príkaz: Slučka

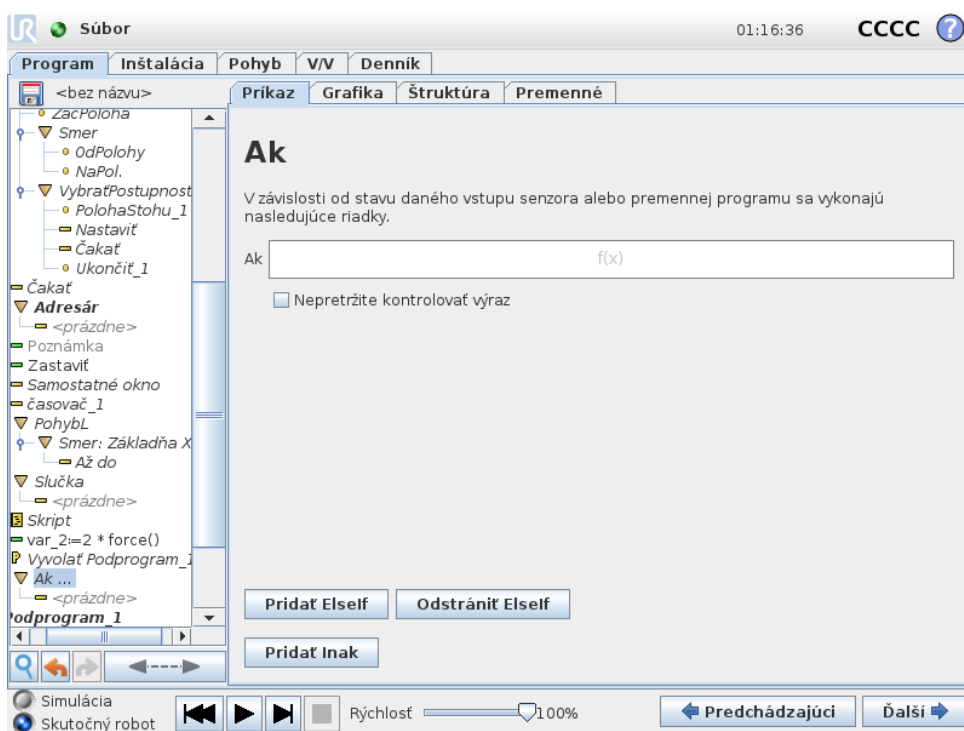


Zoradí základné príkazy programu do slučky. V závislosti od výberu sa základné príkazy programu zoradia buď do nekonečnej slučky, určitý počet ráz za sebou, alebo po dobu pravdivosti danej podmienky. Pri určitom počte vytvorení slučky sa vytvorí špeciálna premenná slučky (na obrázku nazvaná `loop_1`), ktorú možno používať vo výrazoch v slučke. Premenná slučky počíta od 0 do $N - 1$.

Pri vytvorení slučky pomocou výrazu ako koncovej podmienky softvér PolyScope poskytuje možnosť nepretržite hodnotiť výraz, aby „slučka“ mohla byť prerušená kedykoľvek počas jej vykonávania, nielen po každom opakovaní.

14.17 Príkaz: Ak

Príkazy `If` a `If...Else` menia správanie robota na základe vstupov zo snímačov alebo hodnôt premenných.



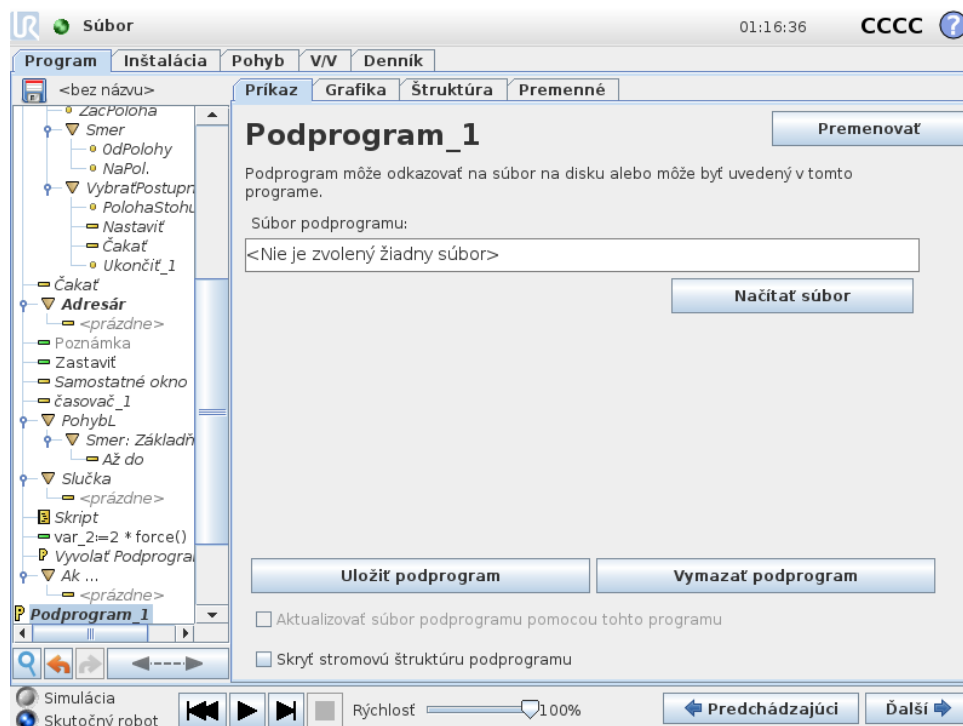
V Editore výrazov vyberte podmienky, ktoré tvoria výrazy používajúce príkaz `If`. Ak je podmienka vyhodnotená ako Pravdivá, vykonajú sa výrazy v tomto príkaze `If`. Príkaz `If` môže mať len jeden príkaz `Else`. Na pridanie a odstránenie výrazov `Elseif` použite možnosti `Pridať Elseif` a `Odstrániť Elseif`.

Vyberte možnosť `Nepretržite kontrolovať výraz`, ak chcete povoliť vyhodnocovanie príkazov `If`, `Elseif` a `Loop` počas vykonávania obsiahnutých riadkov. Ak sa výraz obsiahnutý v príkaze `If` vyhodnotí ako nepravdivý, dodržia sa výrazy `Elseif` či `Else`.

**POZNÁMKA:**

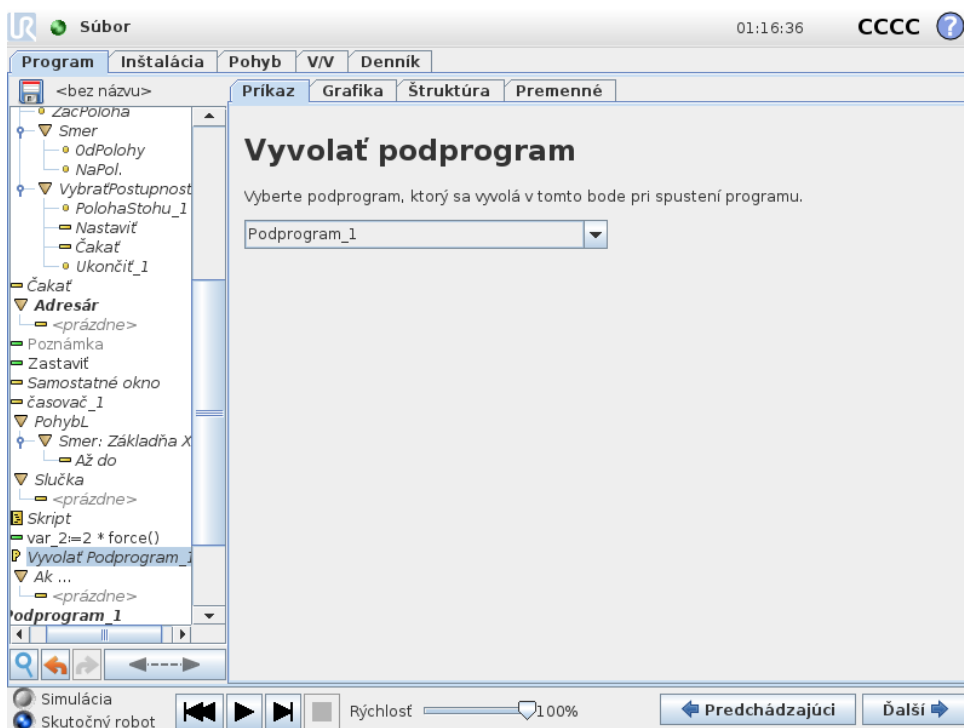
Ak sa vo výraze `If` alebo vo výraze `Loop` s možnosťou `Nepretržite` kontrolovať výraz nachádzajú traťové body, môžete pridaním príkazu `stopj()` alebo `stopl()` za výraz jemne spomaliť rameno robota. Toto platí pre príkazy `If` aj `Loop` (pozri časť 14.16).

14.18 Príkaz: Podprogram



Podprogram môže obsahovať časti programu, ktoré sú potrebné na viacerých miestach. Podprogram môže tvoriť samostatný súbor na disku a môže byť aj skrytý, aby bol chránený proti náhodným zmenám.

Príkaz: Vyvolať podprogram



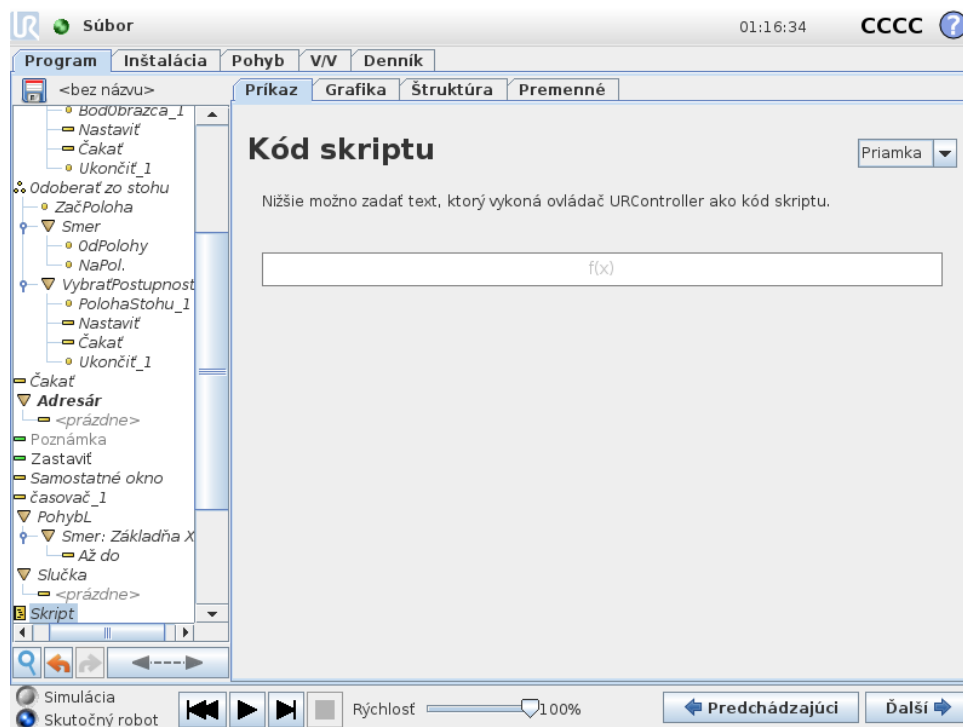
Vyvolaním podprogramu sa spustia riadky programu obsiahnuté v podprograme a potom sa program vráti na ďalší riadok.

14.19 Príkaz: Priradenie



Prirad'uje hodnoty premenným. Priradením sa vypočítaná hodnota na pravej strane vkladá do premennej na ľavej strane. To môže byť užitočné v zložitých programoch.

14.20 Príkaz: Skript



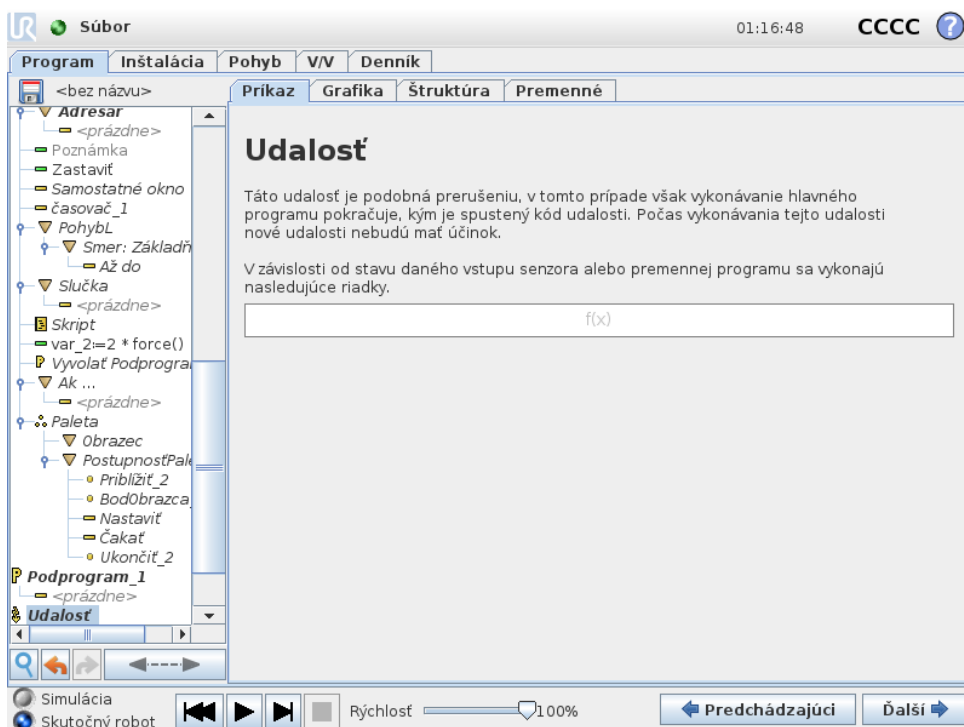
V rozbaľovacom zozname v časti Príkaz sú k dispozícii nasledujúce možnosti:

- **Priamka** umožňuje písanie jednoriadkového kódu URscript pomocou Editoru výrazov (12.1)
- **Súbor** umožňuje písať, upravovať alebo nahrávať súbory URscript.

Pokyny k písaniu URscriptu nájdete v návode k skriptu na stránke s pomocou (<http://www.universal-robots.com/support>).

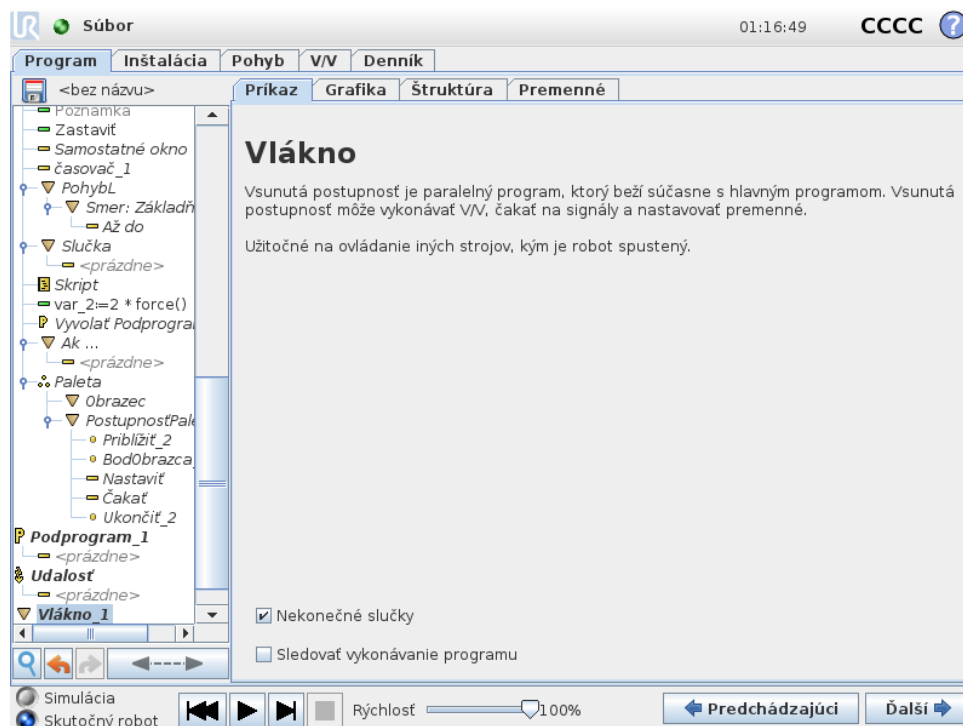
Funkcie a premenné deklarované v súbore URscript môžete používať v programe v PolyScope.

14.21 Príkaz: Udalosť



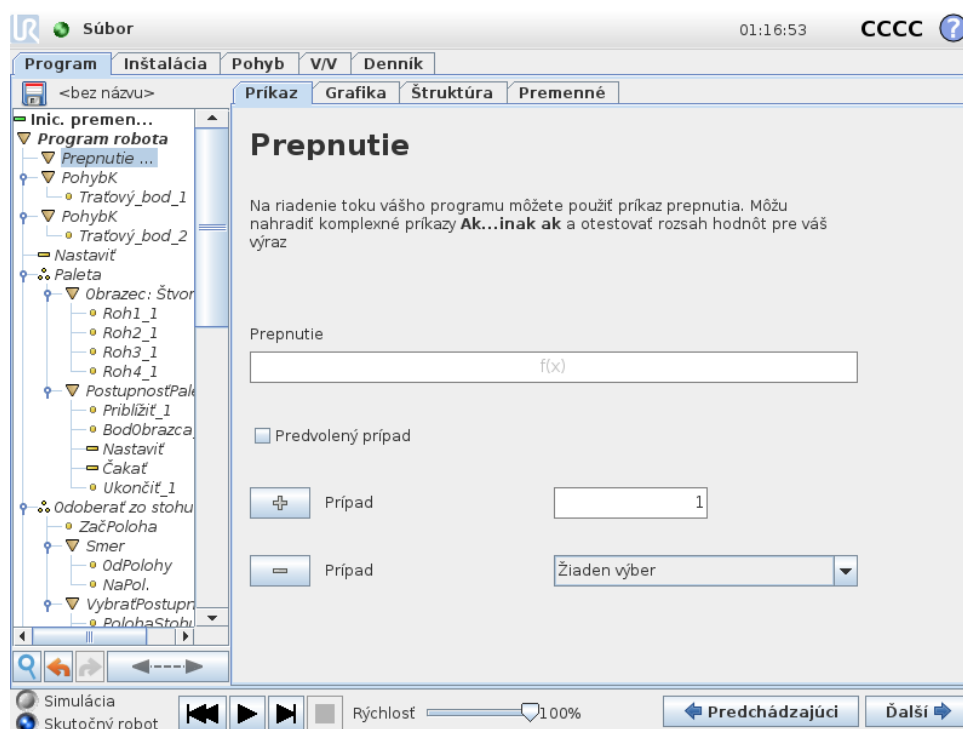
Udalosť možno použiť na monitorovanie vstupného signálu a vykonanie určitej akcie alebo nastavenie premennej, keď sa daný vstupný signál zvýši. Napríklad v prípade, že sa výstupný signál zvýši, program udalosti môže počkať 200 ms a potom ho znova nastaviť na nízky. To môže výrazne zjednodušiť kód hlavného programu v prípade, keď sa externý stroj spúšťa pri vzostupnom signáli, a nie pri vysokej vstupnej úrovni. Udalosti sa kontrolujú raz za kontrolný okruh (8 ms) .

14.22 Príkaz: Vsunutá postupnosť



Vsunutá postupnosť je proces paralelný s programom robota. Vsunutá postupnosť sa dá použiť na ovládanie externého stroja nezávisle od ramena robota. Vsunutá postupnosť môže komunikovať s programom robota pomocou premenných a výstupných signálov.

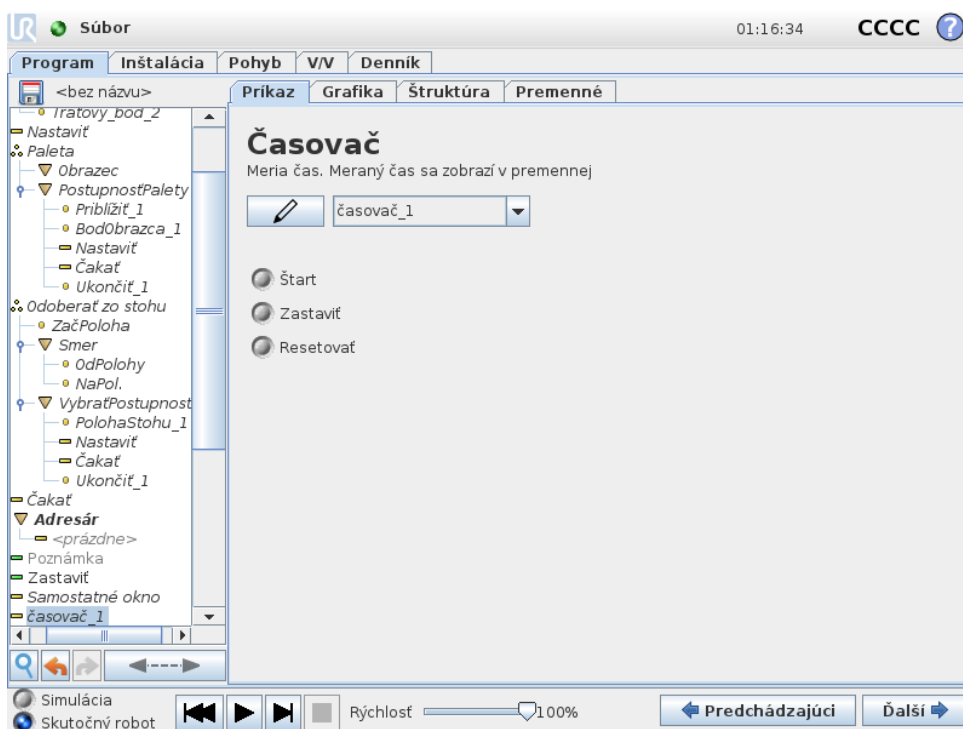
14.23 Príkaz: Prepnutie



Výraz **Prípado prepnutia** môže vyvolať zmenu správania robota na základe vstupov zo senzorov alebo hodnôt premenných. Pomocou **editora výrazov** opíšete základnú podmienku a definujete prípady, počas ktorých by robot mal pristúpiť k častiam príkazu tohto Prepnutia. Ak je podmienka vyhodnotená ako zodpovedajúca s jedným z prípadov, vykonajú sa riadky nachádzajúce sa v Prípade. Ak sa uviedol Predvolený prípad, potom sa riadky vykonajú len v prípade, že sa nenašli žiadne ďalšie zodpovedajúce prípady.

Každé Prepnutie môže mať viacero Prípadov a jeden Predvolený prípad. Prepnutia môžu mať len jednu inštanciu akejkoľvek definovanej hodnoty Prípadu. Prípady je možné pridať pomocou tlačidiel na obrazovke. Príkaz Prípadu možno odstrániť z obrazovky daného prepnutia.

14.23.1 Časovač



Časovač meria dĺžku intervalu potrebného na spustenie špecifických častí programu. Premenná programu obsahuje informácie o čase, ktorý ubehol od zapnutia časovača a možno si ich pozrieť v karte Premenné a v karte Chod.

14.24 Príkaz: Obrázec



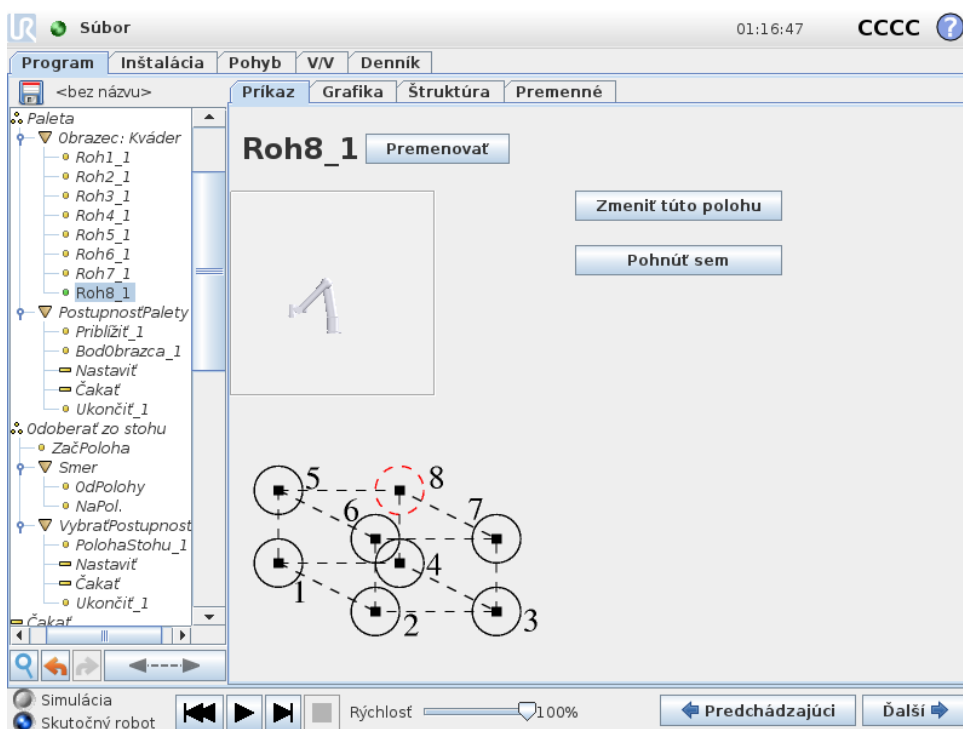
Príkaz **Obrázec** je možné použiť na cyklický pohyb cez polohy v programe robota. Príkaz **Obrázec** zodpovedá pri každom spustení jednej polohy.

Obrázec môže byť jeden zo štyroch druhov. Prvé tri, **Priamka**, **Štvorec** alebo **Kváder** možno použiť na definovanie polôh v pravidelnom obrazci. Pravidelné obrazce sú dané určitým počtom charakteristických bodov, pričom tieto body určujú strany obrazca. V prípade **čiar** sú to dva koncové body, v prípade **štvorca** tri zo štyroch rohových bodov a v prípade **kvádra** sú to štyri z ôsmich rohových bodov. Programátor zadá počet polôh na každej zo strán obrazca. Ovládač robota potom vypočíta jednotlivé polohy v obrazci úmerným sčítaním vektorov jednotlivých strán.

Ak požadované polohy nemožno definovať pravidelným obrazcom, môžete vybrať možnosť **Zoznam**, v ktorej programátor zadá zoznam všetkých polôh. Tak je možné realizovať akékoľvek usporiadanie polôh.

Definovanie obrazca

Keď vyberiete možnosť **Kváder**, obrazovka sa zmení podľa tohto obrázka.



V prípade **Kvádra** sa využívajú tri vektory, ktorými sa definujú steny kvádra. Tieto tri vektory sú udané štyrmi bodmi, pričom prvý vektor vedie z bodu 1 do bodu 2, druhý vektor z bodu 2 do bodu 3 a tretí vektor z bodu 3 do bodu 4. Každý vektor je rozdelený podľa počtu intervalov. Konkrétna poloha v obrazci sa vypočíta jednoduchým sčítaním vektorov intervalov.

Možnosti **Priamka** a **Štvorec** fungujú podobne.

Pri prechode cez polohy v obrazci sa využíva premenná na počítanie. Názov premennej sa zobrazuje na obrazovke príkazu **Obrazec**. Premenná sa cyklicky mení cez čísla od 0 do $X * Y * Z - 1$ podľa počtu bodov v obrazci. Túto premennú možno riadiť prostredníctvom priradenia a môže sa použiť vo výrazoch.

14.25 Príkaz: Sila

V pracovnom priestore robota v **režim sily** umožňuje súlad a silu na vyberateľných osiach. Všetky pohyby ramena robota vykonávané na základe príkazu **silai** budú v **režime sily**. Keď sa rameno robota pohybuje v **režime sily**, je možné vybrať jednu alebo niekoľko osí, v ktorých sa rameno robota správa pružne. Rameno robota je v súlade s prostredím a pružnými osami. To značí, že rameno robota si automaticky upraví polohu, aby dosiahlo požadovanú silu. Je taktiež možné zariadiť, aby rameno robota samé použilo silu na jeho prostredie, napr. na obrobok.

Režim sily je vhodný pre aplikácie, kde aktuálna poloha TCP pozdĺž vopred definovanej osi nie je dôležitá, ale namiesto toho je požadované pôsobenie sily pozdĺž tejto osi. Napríklad ak sa stredový bod nástroja TCP odvaluje proti zakrivenému povrchu alebo pri tlačení alebo ťahaní obrobku. **Režim sily** takisto podporuje pôsobenie určitého krútiaceho momentu okolo vopred definovaných osí.

Upozorňujeme, že ak sa rameno robota nestretne so žiadnymi prekážkami v osi, kde je nastavená nenulová sila, bude sa snažiť pozdĺž nej zrýchliť.

Aj keď bola os zvolená, aby sa správala pružne, program robota sa naďalej bude snažiť po-

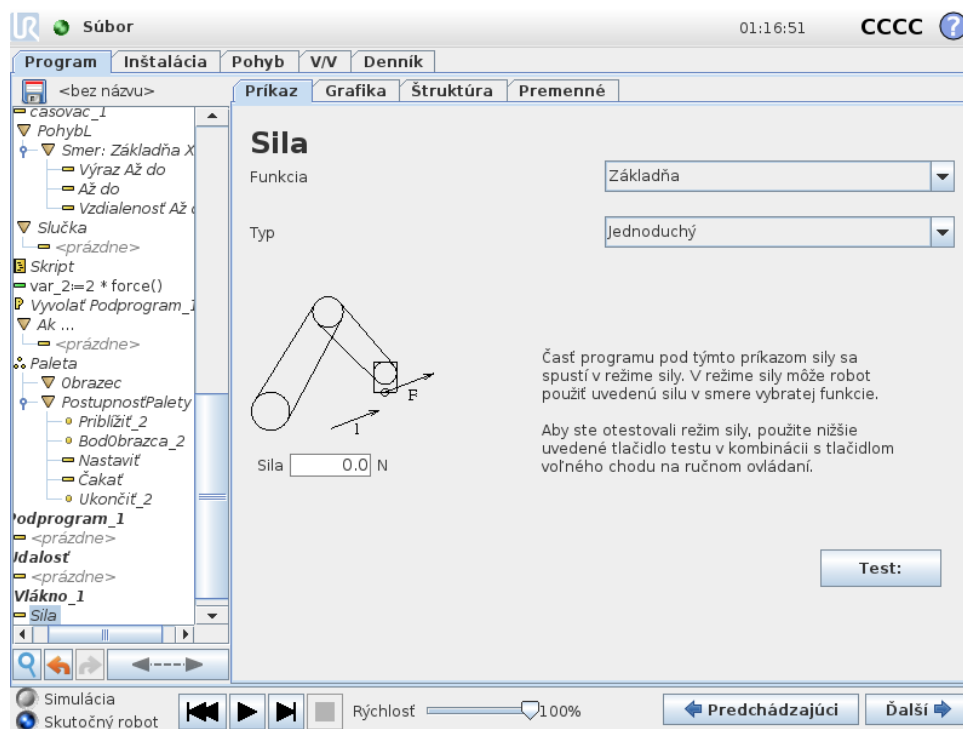
hybovať robota pozdĺž tejto osi. Riadenie sily však zaisťuje, že rameno robota bude nad'alej nabiehať na zadanú silu.

**POZNÁMKA:**

Ak sa v príkaze If, ElseIf alebo Loop nachádza uzol Sila a je vybratá možnosť Nepretržite kontrolovať výraz, môžete pridaním skriptu `end_force_mode()` na koniec výrazu ukončiť riadenie sily.

**VÝSTRAHA:**

1. Vyhnite sa prudkému spomaleniu tesne pred prechodom do režimu sily.
2. Vyhnite sa prudkému zrýchleniu v režime sily, pretože znižuje presnosť ovládania sily.
3. Vyhnite sa pohybom paralelným na pružné osi pred vstupom do režimu sily.

**Výber funkcie**

Ponuka prvkov sa používa na výber súradnicového systému (osí), ktoré robot bude používať, keď bude pracovať v režime sily. Prvky v ponuke sú tie, ktoré boli definované v inštalácii, (pozrite si 13.12).

Typ režimu sily

K dispozícii sú štyri typy režimu sily. Každý z nich určuje spôsob, akým bude zvolený prvok interpretovaný.

- **Jednoduché:** Iba jedna os v režime sily bude s pružným správaním. Sila pozdĺž tejto osi je nastaviteľná. Požadovaná sila sa vždy použije pozdĺž osi Z zvoleného prvku. Avšak pre lineárne prvky je to pozdĺž ich osi Y.
- **Rámec:** Typ rámca umožňuje pokročilejšie využívanie. Tu je možné nezávisle voliť pružné správanie a sily vo všetkých šiestich stupňoch voľnosti.
- **Bod:** Keď je zvolená funkcia Bod, tak má úlohový rámec os Y smerujúcu od stredového bodu nástroja (TCP) robota smerom k začiatku (Origo) zvoleného prvku. Vzdialenosť medzi stredovým bodom nástroja (TCP) robota a začiatkom (Origo) zvoleného prvku musí byť minimálne 10 mm. Úlohový rámec sa bude meniť v priebehu programu tak, ako sa bude meniť poloha stredového bodu nástroja (TCP) robota. Os X a os Z úlohového rámca závisia od pôvodnej orientácie zvoleného prvku.
- **Pohyb:** Funkcia pohybu znamená, že sa úlohový rámec bude meniť podľa smeru pohybu stredového bodu nástroja (TCP). Os X úlohového rámca bude projekciou smeru pohybu TCP na rovine rozpínajúcej sa medzi osami X a Y zvoleného prvku. Os Y bude kolmá k pohybu ramena robota a v rovine X-Y zvoleného prvku. To je možné využívať pri odstraňovaní ozubov pozdĺž zložitej dráhy, kde je požadovaná sila kolmá k pohybu TCP. Keď sa rameno robota nepohybuje: Ak je zadáný režim sily, keď je rameno robota v pokoji, potom nebudú žiadne osi s pružným správaním, pokiaľ sa TCP nezačne pohybovať. Ak sa neskôr, stále v režime sily, rameno robota opäť zastaví, bude mať úlohový rámec rovnakú orientáciu, ako keď sa TCP naposledy pohyboval.

Pre posledné tri typy môže byť aktuálny úlohový rámec zobrazený počas behu programu na karte grafiky (pozri 14.30), keď robot pracuje v režime sily.

Výber hodnoty sily

- Pri pružných osiach možno nastaviť silu alebo hodnotu krútiaceho momentu, a a rameno robota sa nastaví do polohy potrebnej na dosiahnutie vybratej sily.
- Pri nepružných osiach bude rameno robota postupovať po trajektórii stanovenej programom.

Pre translačné parametre je sila špecifikovaná v Newtonoch [N] a pre rotačné parametre je krútiaci moment špecifikovaný v Newton-metroch [Nm].



POZNÁMKA:

Treba postupovať nasledovne:

- V osobitnom vlákne funkcie skriptu použite `get_tcp_force()`, čím si budete môcť prečítať skutočnú silu a krútiaci moment.
- Ak je aktuálna sila a/alebo krútiaci moment nižší než požadovaný, opravte vektor kľúča.

Výber medzných hodnôt

Medznú hodnotu je možné nastaviť pre všetky osi, ale tieto hodnoty majú rozdielny význam podľa toho, či sú to osi s pružným správaním alebo bez pružného správania.

- **Pružné:** Medzná hodnota je maximálna povolená rýchlosť TCP, ktorú môže dosiahnuť pozdĺž alebo na tejto osi. Jednotky sú [mm/s] a [°/s].
- **Nepružné:** Medzná hodnota je maximálna odchýlka od programovej dráhy, ktorá je povolená, kým je robot z ochranných dôvodov zastavený. Jednotky sú [mm] a [°].

Nastavenia testovacej sily

Tlačidlo zapnutie a vypnutie, označené ako **Test**, prepína správanie tlačidla **Voľný chod** na zadnej strane prenosného ovládacieho terminálu z normálneho režimu voľného chodu na test príkazu sily.

Keď je zapnuté tlačidlo **Test** a stlačí sa tlačidlo **Voľný chod** na zadnej strane prenosného ovládacieho terminálu, robot bude vykonávať činnosť ako keby program dosiahol tento príkaz sily. Týmto spôsobom je možné overiť nastavenia pred skutočným spustením celého programu. Táto možnosť je obzvlášť užitočná pre overenie, že boli správne zvolené osi s pružným správaním a sily. Jednoducho podržte jednou rukou TCP robota a druhou rukou stlačte tlačidlo **Voľný chod** a všimnite si, v akom smere sa rameno robota môže/nemôže pohybovať. Po odchode z tejto obrazovky sa tlačidlo **Test** automaticky vypne, čo znamená, že tlačidlo **Voľný chod** na zadnej strane prenosného ovládacieho terminálu je opäť používané pre normálny režim **voľného chodu**.

Poznámka: Tlačidlo **Voľný chod** bude funkčné iba vtedy, keď bude pre príkaz sily zvolený platný prvok.

14.26 Príkaz: Paleta



Operáciou Paleta je možné vykonať postupnosť pohybov v súbore miest udanom v podobe obrazca, ako je opísané v časti 14.24. V každej z polôh v danom obrazci sa spustí postupnosť pohybov vzhľadom na polohu v obrazci.

Programovanie operácie Paleta

1. Definujte obrazec.
2. Vytvorte **postupnosť palety** na odoberanie/ukladanie v jednotlivých bodoch. Táto postupnosť popisuje, čo by sa malo vykonať v jednotlivých polohách v obrazci.
3. Pomocou voliča na obrazovke postupnosti príkazu uďte, ktoré traťové body v postupnosti by mali zodpovedať jednotlivým polohám v obrazci.

Postupnosť palety/Postupnosť s ukotvením

V uzle **Postupnosť palety** sa rameno robota pohybuje vzhľadom na polohu palety. Realizácia postupnosti je taká, že rameno robota bude v polohe danej obrazcom v polohe **ukotvenia/bode obrazca**. Všetky ostatné polohy sa presunú podľa tejto požiadavky. Nepoužívajte príkaz **Pohyb** vnútri postupnosti, pretože by sa narušil vzťah k polohe ukotvenia.

„Pred začatím“

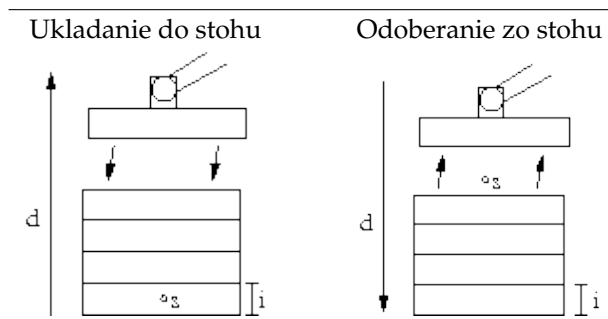
Voliteľná postupnosť **Pred začatím** sa spustí tesne pred začatím operácie. Možno ju využiť na čakanie na signály o pripravenosti.

„Po ukončení“

Voliteľná postupnosť **Po ukončení** sa spustí po ukončení operácie. Možno ju využiť na signalizáciu pre dopravník, aby sa začal pohybovať a pripravovať na ďalšiu paletu.

14.27 Príkaz: Hľadať

Funkcia Hľadať pomocou senzora zisťuje, kedy sa dosiahne správna poloha na uchopenie alebo pustenie predmetu. Senzorom môže byť tlačidlový spínač, tlakový senzor alebo kapacitný senzor. Táto funkcia je určená na prácu so stohmi predmetov s rôznou hrúbkou alebo pre prípady, keď nie je známa presná poloha predmetov alebo je ťažké ju naprogramovať.



Pri programovaní operácie Hľadať na prácu so stohom je nutné definovať začiatočný bod s , smer stohu d a hrúbku i predmetov v stohu.

Okrem toho je potrebné definovať stav, kedy sa dosiahne ďalšia poloha v stohu, a špeciálnu postupnosť programu, ktorá sa vykoná v každej polohe v stohu. Je tiež potrebné udať rýchlosť a zrýchlenie pohybu v rámci operácie so stohom.

Ukladanie do stohu



Pri ukladaní do stohu sa rameno robota posunie do začiatočnej polohy a potom sa pohybuje opačným smerom a hľadá ďalšiu polohu v stohu. Keď ho nájde, zapamätá si polohu a vykoná špeciálnu postupnosť. Na ďalší raz robot začne hľadať od zapamätanej polohy zvýšenej o hrúbku predmetu v danom smere. Ukladanie do stohu sa dokončí, keď výška stohu presiahne určitú hodnotu alebo keď senzor vydá signál.

Odoberanie zo stohu

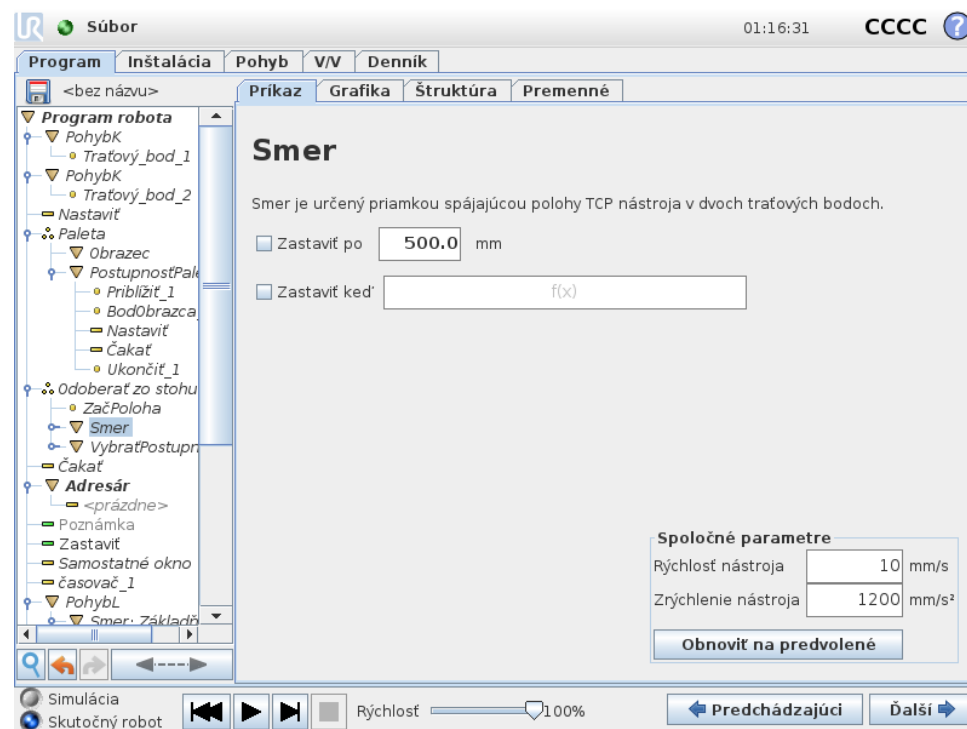


Pri odoberaní zo stohu sa rameno robota pohybuje od začiatočnej polohy v určenom smere a hľadá ďalší predmet. Podmienka na obrazovke určuje, kedy sa dosiahne ďalšia položka. Keď sa podmienka splní, robot si zapamätá pozíciu a vykoná špeciálnu postupnosť. Na ďalší raz robot začne hľadať od zapamätanej polohy zvýšenej o hrúbku predmetu v danom smere.

Začiatočná poloha

Začiatočná poloha sa nachádza tam, kde začína operácia na stohu. Ak sa začiatočná poloha vynechá, rameno robota začne ukladať do stohu v aktuálnej polohe.

Smer



Smer je určený dvoma polohami a počíta sa ako rozdiel polôh medzi prvou polohou TCP a druhou polohou TCP.

Poznámka: Smer neberie do úvahy orientáciu bodov.

Vyjadrenie ďalšej polohy v stohu

Rameno robota sa pohybuje pozdĺž smerového vektora, pričom nepretržite vyhodnocuje, či ešte nebola dosiahnutá ďalšia poloha v stohu. Keď je príslušný výraz vyhodnotený ako pravdivý, vykoná sa špeciálna postupnosť.

„Pred začatím“

Voliteľná postupnosť `Pred začatím` sa spustí tesne pred začatím operácie. Možno ju využiť na čakanie na signály o pripravenosti.

„Po ukončení“

Voliteľná postupnosť `Po ukončení` sa spustí po ukončení operácie. Možno ju využiť na signalizáciu pre dopravník, aby sa začal pohybovať a pripravovať na ďalší stoh.

Postupnosť Zdvihnúť/Uložiť

Postupnosť `Zdvihnúť/Uložiť` je špeciálna sekvencia programu, ktorá sa vykonáva na každej polohe stohu, podobne ako operácia `Paleta` (pozri 14.26).

14.28 Príkaz: Sledovanie dopravníka

Robot sa dá nakonfigurovať, aby sledoval pohyb jedného nakonfigurovaného dopravníka (Dopravník 1). Ak je `Sledovanie dopravníka` definované v inštalácii správne nakonfigurované, ro-

bot si upraví pohyby podľa dopravníka. K programovému uzlu **Sledovanie dopravníka** sa dostanete cez kartu **Sprievodca** pod kartou **Štruktúra**. V rámci tohto uzlu sú počas sledovania dopravníka povolené všetky pohyby, ale súvisia s pohybom pásu dopravníka. Nastavenie **Sledovania dopravníka** pod kartou **Inštalácia** (pozri časť 13.13) ponúka možnosti konfigurácie práce robota s absolútnymi a inkrementálnymi kódovačmi, ako aj lineárnymi a kruhovými dopravníkmi.

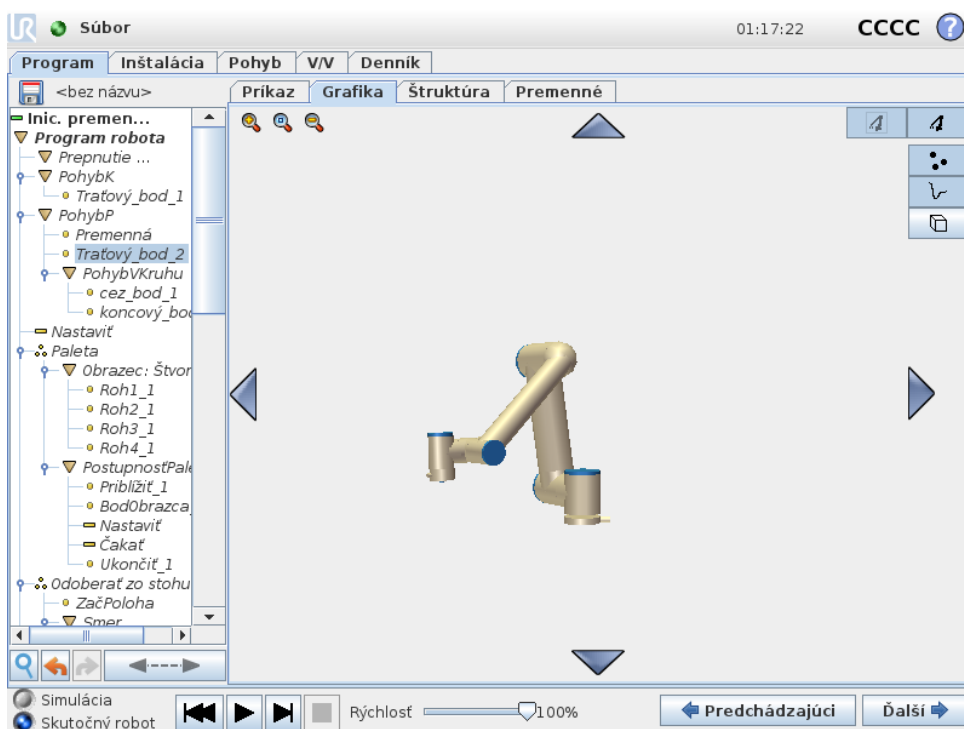

POZNÁMKA:

Riadiaca skrinka má kapacitu len na jeden inkrementálny kódovač, ktorý sa musí použiť s jedným dopravníkom (Dopravník 1).

14.29 Príkaz: Potlačiť

Potlačené riadky programu sa počas chodu programu jednoducho preskočia. Potlačený riadok možno neskôr znova aktivovať. Takto je možné vykonávať rýchle zmeny v programe bez zničenia pôvodného obsahu.

14.30 Karta Grafika



Grafické znázornenie aktuálneho programu robota. Dráha TCP je zobrazená trojrozmerné, úseky pohybu sú čiernou a zatáčky (prechody medzi úsekmi pohybu) sú zelenou. Zelené body udávajú polohy TCP v jednotlivých traťových bodoch programu. 3D náčrt ramena robota znázorňuje aktuálnu polohu ramena robota a *tieň* ramena robota znázorňuje, ako rameno robota plánuje dosiahnuť traťový bod zvolený na ľavej strane obrazovky.

Ak sa aktuálna poloha TCP robota približuje bezpečnostnej alebo spúšťacej roviny, alebo je orientácia nástroja robota v blízkosti jeho hraničného limitu (pozri 10.12), zobrazí sa 3D

znázornenie hraničného limitu.

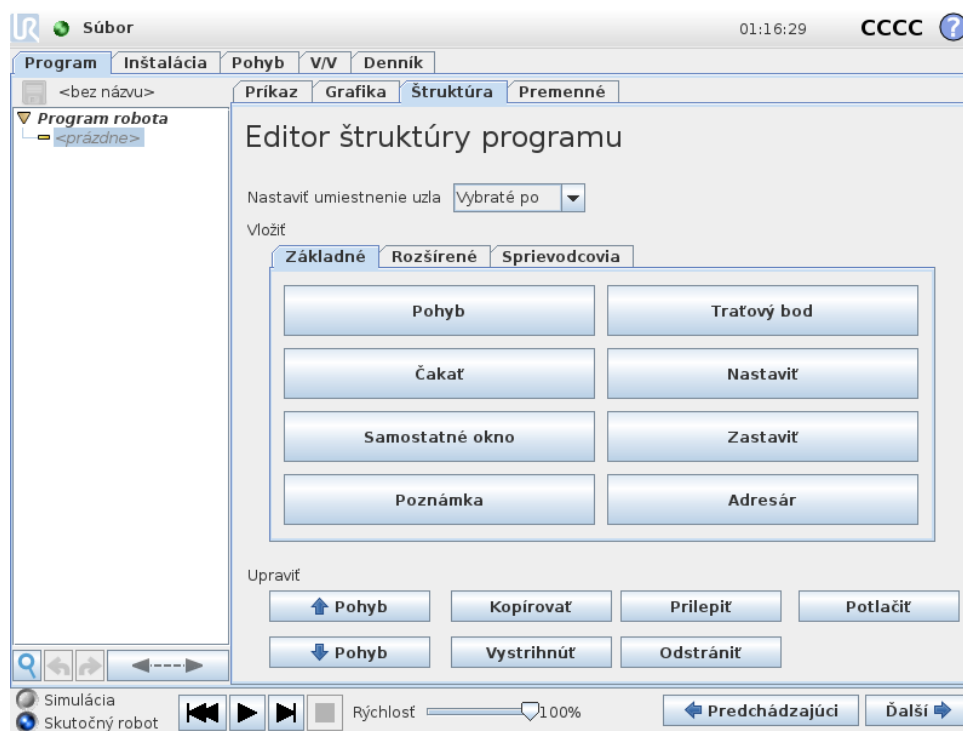
Poznámka: keď má robot spustený program, vizualizácia hraničného limitu je vypnutá.

Bezpečnostné roviny sú zobrazené žltou a čiernou farbou s malou šípkou znázorňujúcou normálnu hodnotu roviny, ktorá označuje stranu roviny, na ktorej môže byť TCP robota umiestnené. Spúšťacie roviny sú zobrazené modrou a zelenou farbou a malou šípkou smerujúcou k strane roviny, v rámci ktorej sú aktívne limite režimu **Normálny** (pozri 10.6). Hraničný limit orientácie nástroja je zobrazený prostredníctvom guľového kužeľa s vektorom označujúcim aktuálnu orientáciu nástroja robota. Vnútroštrana kužeľa predstavuje povolenú oblasť pre orientáciu nástroja (vektor).

Keď sa TCP robota už nenachádza v blízkosti limitu, 3D znázornenie zmizne. Ak TCP prekračuje alebo sa blíži k prekročeniu hraničného limitu, vizualizácia limitu sčervená.

3D náhľad sa dá priblížiť a otáčať a získať tak lepší pohľad na rameno robota. Tlačidlami v pravej hornej časti obrazovky možno vypnúť rôzne grafické súčasti 3D zobrazenia. Spodné tlačidlo zapína/vypína vizualizáciu približných hraničných limitov. Zobrazené úseky pohybu závisia od zvoleného uzla programu. Ak je vybraný uzol **Pohyb**, zobrazená dráha predstavuje pohyb definovaný daným príkazom. Ak je vybraný uzol **Traťový bod**, zobrazuje sa nasledujúcich ~ 10 krokov pohybu.

14.31 Karta Štruktúra



Karta štruktúry programu ponúka možnosť vkladať, presúvať, kopírovať a odstraňovať rôzne druhy príkazov.

Nové príkazy vložíte týmito krokmi:

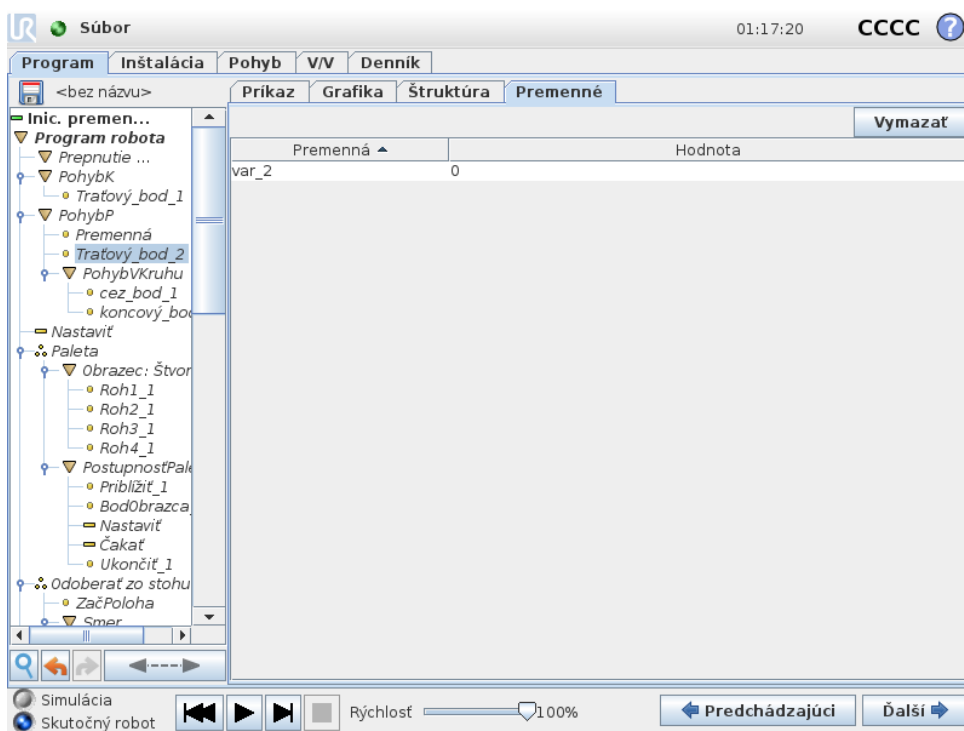
1. Vyberte existujúci príkaz programu.
2. Vyberte, či sa nový príkaz má vložiť nad alebo pod vybraný príkaz.

3. Stlačte tlačidlo druhu príkazu, aký chcete vložiť. Podrobnosti nového príkazu nastavte na karte `Príkaz`.

Pomocou tlačidiel v rámci úprav možno presúvať, klonovať aj odstraňovať príkazy. Ak príkaz obsahuje vedľajšie príkazy (vedľa príkazu je zobrazený trojuholník), presunúť, naklonujúť, resp. odstrániť sa aj všetky vedľajšie príkazy.

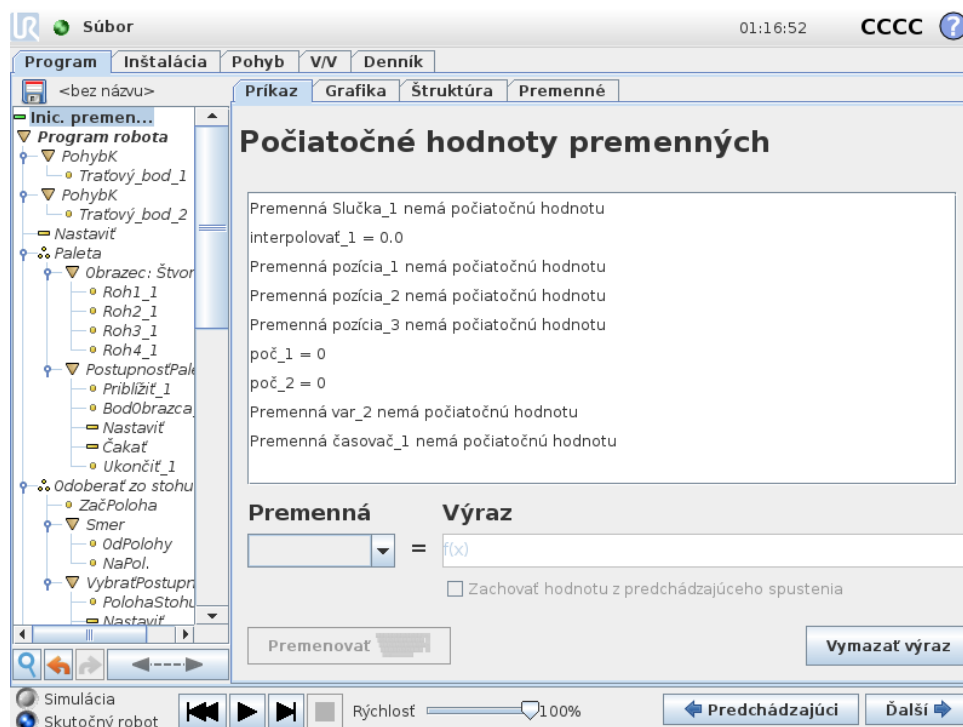
Nie všetky príkazy sú vhodné na všetky miesta v programe. Traťové body musia byť pod príkazom Pohyb (nie nevyhnutne priamo pod ním). Príkazy `ElseIf` a `Else` musia nasledovať po príkaze `If`. Presúvanie príkazov `ElseIf` vo všeobecnosti prináša problémy. Premenným sa pred použitím musia prideliť hodnoty.

14.32 Karta Premenné



Karta **Premenné** zobraňuje naživo hodnoty premenných v spustenom programe a uchováva zoznam premenných a hodnôt medzi jednotlivými spusteniami programov. Zobrazuje sa len vtedy, keď sú na nej informácie, ktoré možno zobraziť. Premenné sú zoradené abecedne podľa ich názvov. Názvy premenných na tejto obrazovke sú zobrazené s maximálne 50 znakmi a hodnoty premenných sú zobrazené s maximálne 500 znakmi.

14.33 Príkaz: Inicializácia premenných



Táto obrazovka umožňuje nastavenie hodnôt premenných pred začatím vykonávania programu (a akýchkoľvek vsunutých postupností).

Premennú vyberiete zo zoznamu premenných kliknutím na ňu alebo pomocou poľa voliča premenných. Pre vybranú premennú možno zadať výraz, ktorý sa bude používať na nastavenie hodnoty premennej pri štarte programu.

Ak je vybrané začiarkavacie políčko **Zachovať hodnotu z predchádzajúceho spustenia**, premenná sa inicializuje na hodnotu nájdenú na karte **Premenné** (pozri 14.32). Tým sa umožní zachovanie hodnôt premenných medzi jednotlivými spusteniami programu. Premenná získa svoju hodnotu z príslušného výrazu, ak je program spustený prvý raz alebo ak hodnota bola vymazaná.

Premennú možno z programu odstrániť zmenou jej názvu na prázdny (len medzery).

15 Obrazovka Nastavenie



- **Inicializovať robota** Prechod na inicializačnú obrazovku, pozrite si 11.5.
- **Jazyk a jednotky** Konfigurujte jazyk a jednotky merania používateľského rozhrania, pozrite si 15.1.
- **Aktualizovať robot** Inovácia softvéru robota na novšiu verziu, pozrite si 15.2.
- **Nastaviť heslo** Poskytuje možnosť uzamknúť programovaciu časť robota pre osoby, ktoré nemajú heslo, pozrite si 15.3.
- **Kalibrovať obrazovku** Kalibrácia „dotyku“ na dotykovej obrazovke, pozrite si 15.4.
- **Nastaviť sieť** Otvorí rozhranie na nastavenie siete Ethernet riadiacej skrinky robota, pozrite si 15.5.
- **Nastaviť čas** Nastaví čas a dátum systému a nastavuje formáty zobrazenia hodín, pozrite si 15.6.
- **Nastaviť URCaps** Prehľad nainštalovaných URCaps, ako aj možnosť ich inštalovať a odinštalovať, pozrite si 15.7.
- **Späť** Návrat na uvítaciu obrazovku.

15.1 Jazyky a jednotky

?

Inicializovať robota

Kalibrovať obrazovku

URCap

Sieť

Jazyk

Nastaviť heslo

Čas

Aktualizovať

Späť

Nastaviť robota

Výber jazyka

Systém
 Slovenčina ▼

Klávesnica
 Int'l English ▼

☐ English programming

Výber jednotiek

☒ Metrické jednotky

☐ Zvykové americké

Reštartovať PolyScope, aby sa prejavilo nové nastavenie

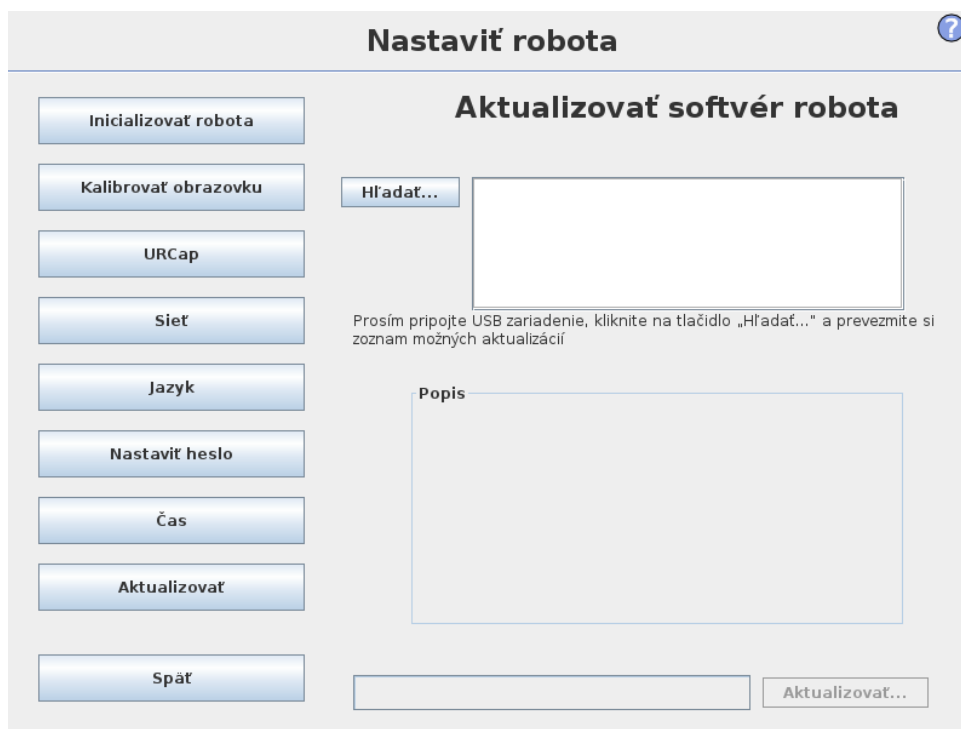
Reštart

Jazyk, jednotky a jazyk klávesnice používané v rozhraní PolyScope je možné vybrať na tejto obrazovke.

Vybratý jazyk sa bude používať pre text viditeľný na rôznych obrazovkách rozhrania PolyScope, ako ja v integrovanom pomocníkovi. Označte možnosť „Programovanie v angličtine“, aby boli názvy príkazov v rámci programov robota v anglickom jazyku. Aby sa zmeny prejavili, rozhranie PolyScope sa musí reštartovať.

Pri všetkých automaticky otváraných klávesniciach v PolyScope sa použije vybratý jazyk klávesnice.

15.2 Aktualizovať robot



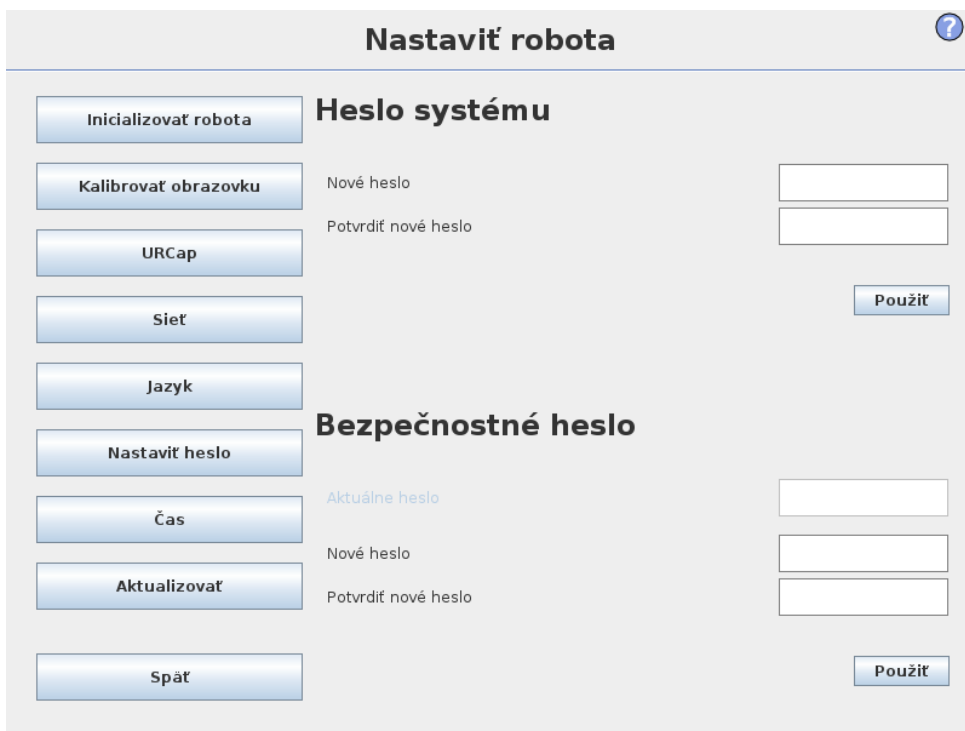
Softvérové aktualizácie môžete inštalovať z pamäte USB flash. Vložte pamäť USB a kliknite na položku **Vyhľadať**, aby ste zobrazili jej obsah. Ak chcete vykonať aktualizáciu, vyberte súbor, kliknite na možnosť **Aktualizovať** a postupujte podľa pokynov na obrazovke.



VÝSTRAHA:

Po aktualizácii softvéru vždy skontrolujte vaše programy. Aktualizácia môže zmeniť trajektórie vo vašom programe. Špecifikácie aktualizovaného softvéru je možné nájsť stlačením tlačidla „?“ umiestneného v hornom pravom rohu grafického používateľského rozhrania. Špecifikácie hardvéru zostávajú nezmenené a môžete ich nájsť v pôvodnej príručke.

15.3 Nastaviť heslo



Podporujú sa dve heslá. Prvé heslo je *voliteľné* systémové heslo, ktoré zabráňuje neoprávneným úpravám nastavenia robota. Keď sa nastaví systémové heslo, programy možno načítať a vykonať bez hesla, ale na vytváranie a zmenu programov musí používateľ zadať správne heslo.

Druhé heslo je *požadované* bezpečnostné heslo, ktorá sa musí zadať správnym spôsobom, aby bolo možné upraviť konfiguráciu bezpečnosti.



POZNÁMKA:

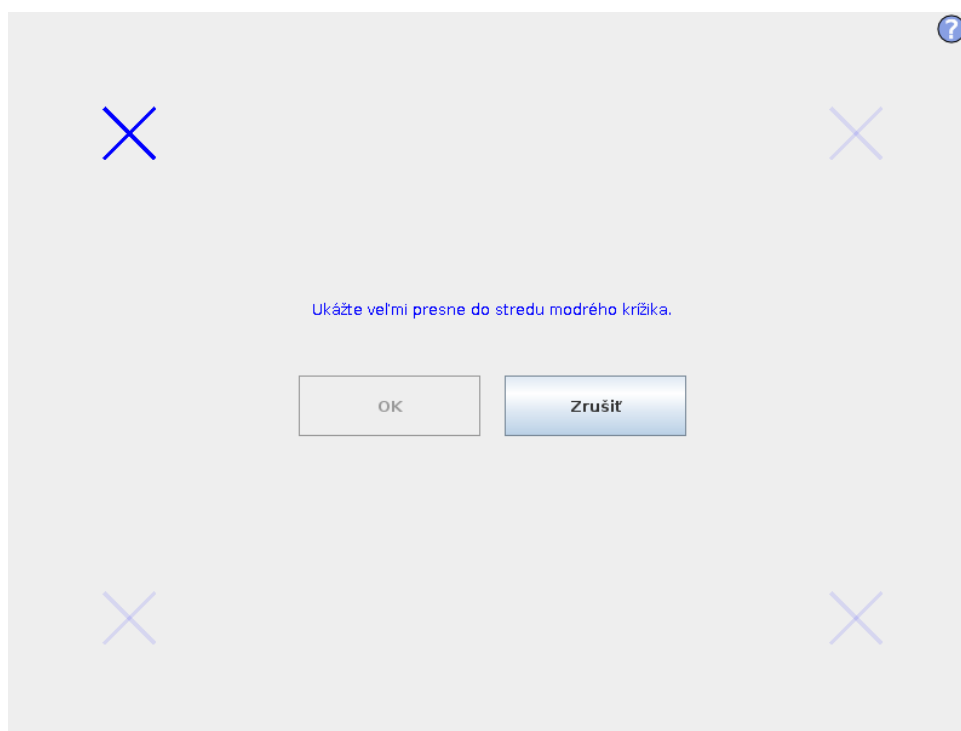
Aby bolo možné zmeniť konfiguráciu bezpečnosti, musí sa nastaviť bezpečnostné heslo.



VÝSTRAHA:

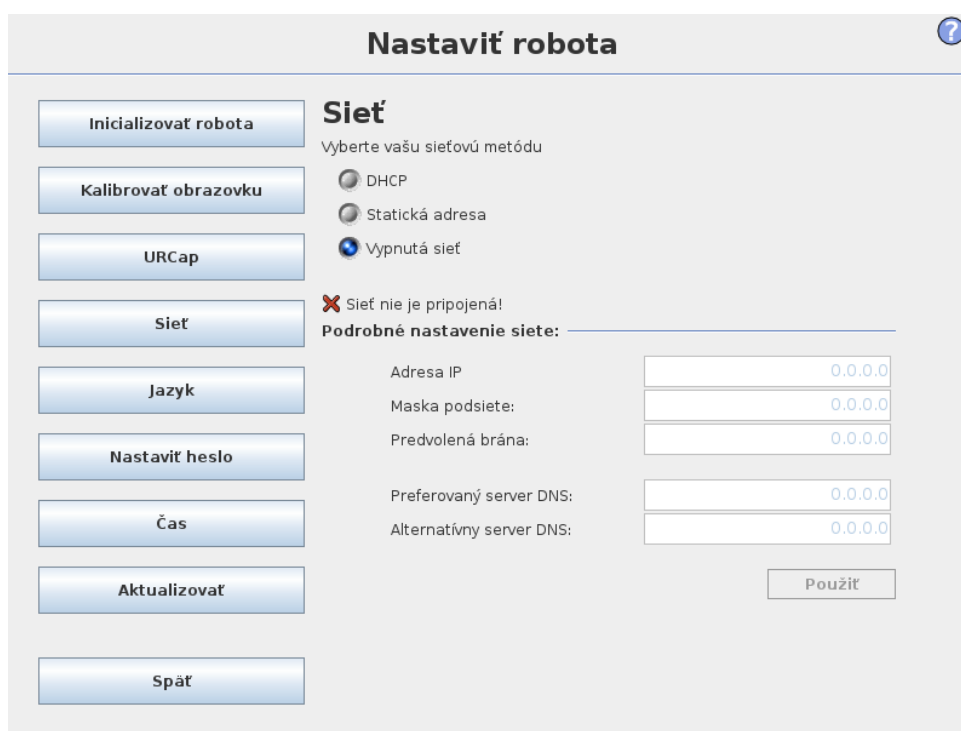
Pridajte systémové heslo, aby ste zabránili neoprávnenému personálu meniť inštaláciu robota.

15.4 Kalibrovat' obrazovku



Slúži na kalibráciu dotykovej obrazovky. Dotykovú obrazovku kalibrujte podľa pokynov na obrazovke. Najlepšie je používať nekovový predmet s hrotom, napríklad zatvorené pero. S trpezlivosťou a starostlivosťou sú výsledky lepšie.

15.5 Nastaviť sieť



Panel na nastavenie siete Ethernet. Pripojenie Ethernet nie je potrebné na vykonávanie základných funkcií robota a štandardne je vypnuté.

15.6 Nastaviť čas



Inicializovať robota

Kalibrovať obrazovku

URCap

Sieť

Jazyk

Nastaviť heslo

Čas

Aktualizovať

Späť

Nastaviť čas

Formát času:

☒ 24Hodinový
 ☐ 12Hodinový

Vyberte aktuálny čas:

+	+	+
01	16	05
-	-	-

Nastaviť dátum

Vyberte dnešný dátum:

Pondelok, 2019, augusta 26

Formát dátumu:

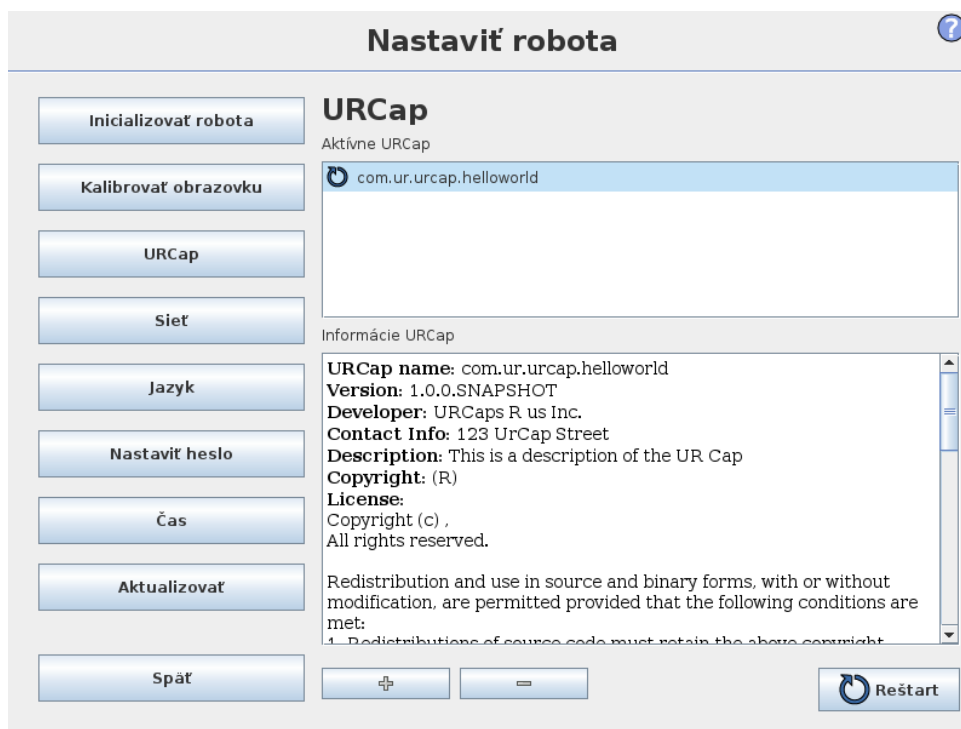
☒ Pondelok, 2019, augusta 26
 ☐ 26.8.2019
 ☐ 26.8.2019

Reštartovať PolyScope, aby sa prejavilo nové nastavenie

Reštart

Nastavte čas a dátum systému a nastavte formáty zobrazenia hodín. Hodiny sa zobrazujú v hornej časti obrazoviek *Spustiť program* a *Programovať robot*. Ak na ne ťuknete, zobrazí sa na krátko dátum. Aby sa zmeny prejavili, grafické používateľské rozhranie sa musí reštartovať.

15.7 Nastavenie URCap



Horný zoznam obsahuje prehľad všetkých nainštalovaných *URCaps*. Kliknutím na URCap sa zobrazia meta informácie (vrátane názvu URCap, verzie, licencie, atď.) v oblasti Informácie URCap pod zoznamom.

Nové URCap nainštalujete kliknutím na tlačidlo + v dolnej časti obrazovky. Zobrazí sa volič súborov, kde je možné vybrať súbor .urcap. Kliknite na tlačidlo *Otvorit'* a program PolyScope sa vráti na obrazovku Nastavenie. Vybraná URCap sa nainštaluje a krátko potom sa v zozname zobrazí príslušná položka. Novo nainštalované alebo odinštalované URCap vyžadujú reštart programu PolyScope a tlačidlo Reštart sa odblokuje.

Ak chcete odinštalovať URCap, vyberte ju zo zoznamu a kliknite na tlačidlo -. URCap sa stratí zo zoznamu, ale reštart sa stále vyžaduje.

Ikona zobrazená vedľa položky v zozname označuje stav URCap. Jednotlivé stavy sú definované nižšie:

-  **URCap ok:** URCap je nainštalovaná a beží normálne.
-  **URCap chyba:** URCap je nainštalovaná, ale nie je možné ju spustiť. Kontaktujte vývojára URCap.
-  **Vyžaduje sa reštart URCap:** URCap sa práve nainštalovala a vyžaduje sa reštart.

Glosár

Zastavenie kategórie 0: Pohyb robota sa zastaví okamžitým vypnutím napájania robota. Ide o ne-riadené zastavené, pri ktorom sa robot môže odchýliť z naprogramovanej cesty, pretože každý kľb zabrzdí tak rýchlo, ako je to možné. Toto ochranné zastavenie sa používa ak sa prekročí bezpečnostný limit alebo v prípade poruchy bezpečnostných súčastí riadiaceho systému s bezpečnostným hodnotením. Bližšie informácie nájdete v ISO 13850 alebo IEC 60204-1.

Zastavenie kategórie 1: Pohyb robota sa zastaví s napájaním dostupným pre vykonanie zastavenia robota a následným vypnutím napájania po vykonaní zastavenia. Jedná sa o riadené zastavenie, pri ktorom robot pokračuje v naprogramovanej ceste. Napájanie sa vypne ihneď po zastavení robota. Bližšie informácie nájdete v ISO 13850 alebo IEC 60204-1.

Zastavenie kategórie 2: Riadené zastavenie s napájaním dostupným pre robot. Bezpečnostný riadiaci systém monitoruje, že robot zostane v zastavenej polohe. Bližšie informácie nájdete v IEC 60204-1.

Kategória 3: Termín *Kategória* sa nesmie zamieňať za termín *Kategória zastavenia*. *Kategória* odkazuje na typ architektúry použitej ako základ pre určitú *Úroveň výkonu*. Významnou vlastnosťou architektúry *Kategória 3* je, že jedna chyba nemôže viesť k strate bezpečnostnej funkcie. Bližšie informácie nájdete v ISO 13849-1.

Úroveň výkonu: Úroveň výkonu (PL) je diskretná úroveň používaná na určenie schopnosti bezpečnostných súčastí riadiacich systémov vykonať bezpečnostné funkcie v rámci predvídateľných podmienok. PLd je druhou najvyššou klasifikáciou spoľahlivosti, čo znamená, že bezpečnostná funkcia je extrémne spoľahlivá. Bližšie informácie nájdete v ISO 13849-1.

Diagnosticke pokrytie (DC): je meradlom účinnosti diagnostiky implementovanej za účelom dosiahnutia hodnotenej úrovne výkonu. Bližšie informácie nájdete v ISO 13849-1.

MTTFd: Stredná doba do nebezpečnej poruchy (MTTFd) je hodnota založená na výpočtoch a testoch používaných na dosiahnutie hodnotenej úrovne výkonu. Bližšie informácie nájdete v ISO 13849-1.

Integrátor: Integrátor je subjekt, ktorý navrhuje konečnú inštaláciu robota. Integrátor je zodpovedný za vykonanie finálneho hodnotenia rizík a musí zaistiť, aby bola finálna inštalácia v súlade s miestnymi zákonmi a predpismi.

Hodnotenie rizika: Hodnotenie rizík je celkový proces identifikácie všetkých rizík a ich zmenšenie na vhodnú úroveň. Hodnotenie rizík sa musí dokumentovať. Bližšie informácie nájdete v ISO 12100.

Kolaboratívne použitie robota: Termín *kolaboratívne* odkazuje na kolaboráciu medzi operátorom a robotom počas použitia robota. Pozrite si presné definície a popisy v normách ISO 10218-1 a ISO 10218-2.

Konfigurácia bezpečnosti: Funkcie a rozhrania s hodnotením bezpečnosti je možné konfigurovať prostredníctvom parametrov konfigurácie bezpečnosti. Definujú sa prostredníctvom softvérového rozhrania, pozrite si časť II.

Index

Symbols

Úprava pozície	II-52
Čakať	II-82
Štruktúra	II-102
Štvorec	II-93, II-94

A

Adresár	II-85
Automaticky otvárané okno	II-83

B

Bezpečnostné nastavenia	I-3
Bezpečnostné pokyny	I-47
Bezpečnostné V/V	I-31, I-33
Bod	II-96
Bod v strede nástroja	II-41
bod v strede nástroja	II-71

C

control box	I-71
Control Box;	ix

E

Editor výrazov	II-92
Ethernet	I-44
EtherNet/IP	II-45

F

Funkcia	II-51
Funkcia nástroja	II-52
Funkcia základne	II-52
Funkcie	II-58

H

hodnotenie rizík	ix, I-3, I-8, I-10
------------------------	--------------------

I

Inštalácia	II-48, II-102
integrátor	I-8

J

Jednoduché	II-96
------------------	-------

K

Kým	II-79
-----------	-------

Kým výraz	II-81
Kým vzdialenosť	II-81
konfigurácie zabezpečenia	I-9
Konfigurovateľné V/V	I-31
Kváder	II-93, II-94

M

MODBUS	II-38, II-48, II-50, II-58
Montážna konzola	ix

N

Nástroj V/V	I-41
Napätie	II-38
Nastavenie sledovania dopravníka	II-57
Nastaviť	II-83
Normálny režim	II-103
norma	I-71, I-72, I-74

O

Obrazec	II-93, II-94
Ovládací terminál	II-97

P

Parametre zatáčky	II-74
Po ukončení	II-98
Pohyb .. II-27, II-52, II-53, II-69, II-71, II-73, II-96,	II-98
pohyb	II-83
PohybJ	II-70
PohybL	II-52, II-70
PohybP	II-52, II-70
PolyScope	ix, II-23, II-25, II-27, II-86
Ponuka prvkov	II-95
Postupnosť palety	II-98
Prípad prepnutia	II-92
Pred začatím	II-98
Premenlivý traťový bod	II-71
Premenná funkcie	II-72
Premenné	II-69, II-104
Premenné inštalácie	II-47
Priamka	II-93, II-94
Pridať akciu	II-81
priestor kĺbu	II-70
Program	II-27
Programový strom	II-66

R

Rámec	II-96
Rameno robota I-29, I-71, II-47, II-60, II-94, II-96, II-99, II-100	
Režim obnovy	II-30
režim sily	II-94
Relatívny traťový bod	II-71
Riadiaca skrinka	II-47, II-102
riadiaca skrinka .I-29, I-31, I-46, II-28, II-37, II-60	

S

Script manual	x
Service manual	x
Sledovanie dopravníka	II-101
Smerový vektor	II-80
Sprievodca	II-102
Strom programu	II-67

T

Teach Pendant;	ix
Tlačidlo test	II-97
traťové body	II-25

Traťový bod	II-69, II-73, II-78, II-98, II-103
traťový bod	II-71

U

Ukotvenie obrazca	II-98
UR+	x

V

V/V	I-29, I-31, I-32, II-27, II-37, II-45, II-46
V/V na všeobecné účely	I-31
výstražné označenia	I-4
Voľný chod	II-52, II-97
Voľný pohyb	II-44

Z

Základňa	II-23, II-71
Zápästie 3	II-23
Záruka	I-55
Zaťaženie kĺbu	II-60
Zatáčanie	II-73
Zoznam (obrazec)	II-93

Software version: 3.11



99220