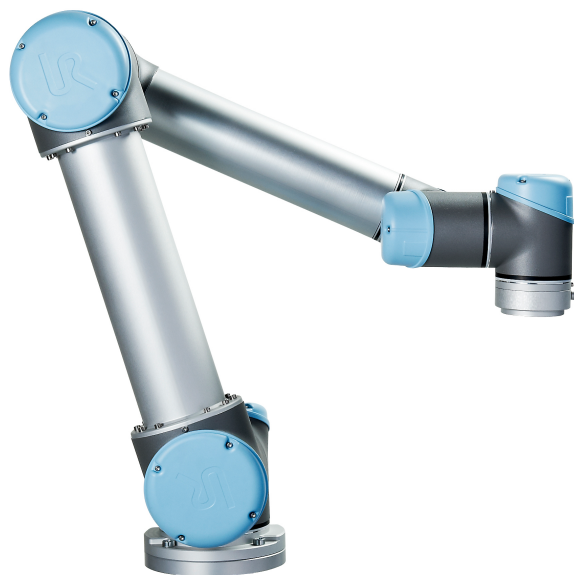




UNIVERSAL ROBOTS

Gebruikershandleiding



UR5 / CB3

Vertaling van de originele instructies (nl)



UNIVERSAL ROBOTS

Gebruikershandleiding

UR5/CB3

Versie 3.3.0

Vertaling van de originele instructies (nl)

Serienummer UR5/CB3: _____

De informatie hierin is eigendom van Universal Robots A/S en mag niet, geheel of gedeeltelijk, gereproduceerd worden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Universal Robots A/S. De informatie hierin is onderhevig aan wijzigingen zonder aankondiging en mag niet gezien worden als toezegging door Universal Robot A/S. Deze handleiding wordt periodiek herzien en aangepast.

Universal Robots A/S aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of gebreken in dit document.

Copyright © 2009–2016 door Universal Robots A/S

Het logo van Universal Robots is een geregistreerd handelsmerk van Universal Robots A/S.

Inhoudsopgave

Voorwoord	ix
Wat zit er in de dozen	ix
Belangrijke veiligheidsopmerking.	x
Hoe moet u deze handleiding lezen	x
Waar vindt u meer informatie	x
 I Hardware-installatiehandleiding	 I-1
1 Veiligheid	I-3
1.1 Inleiding	I-3
1.2 Geldigheid en verantwoordelijkheid	I-3
1.3 Beperking van aansprakelijkheid.	I-4
1.4 Waarschuwingssymbolen in deze handleiding.	I-4
1.5 Algemene waarschuwingen en voorzorgsmaatregelen	I-5
1.6 Bedoeld gebruik.	I-8
1.7 Risicobeoordeling	I-8
1.8 Noodstop	I-11
1.9 Beweging zonder aandrijfkracht	I-11
 2 Veiligheidsfuncties en -interfaces	 I-13
2.1 Inleiding	I-13
2.2 Stoptijden van het Veiligheidssysteem	I-14
2.3 Begrenzende veiligheidsfuncties	I-14
2.4 Veiligheidsmodi.	I-15
2.5 Aan veiligheid gerelateerde elektrische interfaces.	I-17
2.5.1 Elektrische veiligheidsingangen	I-17
2.5.2 Veiligheidsgerelateerde elektrische uitgangen	I-18
 3 Transport	 I-21
 4 Mechanisch interface	 I-23
4.1 Inleiding	I-23
4.2 Het werkbereik van de robot	I-23
4.3 Montage	I-23
4.4 Maximale nuttige lading.	I-28
 5 Elektrische interface	 I-29
5.1 Inleiding	I-29
5.2 Elektrische waarschuwingen en voorzorgsmaatregelen.	I-29
5.3 Regelaar I/O	I-31
5.3.1 Gemeenschappelijke specificaties voor alle digitale I/O.	I-31
5.3.2 Veiligheids-I/O	I-33

5.3.3	Digitale I/O voor algemene doelen	I-36
5.3.4	Digitale ingang vanaf een knop	I-37
5.3.5	Communicatie met andere machines of PLC's	I-37
5.3.6	Analoge I/O voor algemene doelen	I-38
5.3.7	Externe bediening AAN/UIT	I-39
5.4	I/O's gereedschap	I-40
5.4.1	Digitale tool-uitgangen	I-42
5.4.2	Digitale tool-ingangen	I-42
5.4.3	Analoge tool-ingangen.	I-43
5.5	Ethernet.	I-44
5.6	Voedingsaansluiting	I-44
5.7	Robotaansluiting	I-45
6	Onderhoud en reparatie	I-47
6.1	Veiligheidsinstructies	I-47
7	Wegwerpen en het milieu	I-49
8	Certificeringen	I-51
8.1	Certificaten van derden	I-51
8.2	Verklaringen conform EU-richtlijnen	I-51
9	Garanties	I-53
9.1	Productgarantie	I-53
9.2	Disclaimer	I-54
A	Stoptijden en stopafstanden	I-55
A.1	Stop Categorie 0 afstanden en tijden	I-55
B	Verklaringen en certificaten	I-57
B.1	CE/EU Declaration of Incorporation (original).	I-57
B.2	CE/EU-verklaring van Oprichting (vertaling van het origineel)	I-58
B.3	Certificaat veiligheidssysteem.	I-59
B.4	Milieutestcertificaat	I-60
B.5	EMC-testcertificaat	I-61
C	Toegepaste standaarden	I-63
D	Technische specificaties	I-71
II	PolyScope-handleiding	II-1
10	Veiligheidsconfiguratie	II-3
10.1	Inleiding	II-3
10.2	De Veiligheidsconfiguratie wijzigen.	II-5
10.3	Veiligheidssynchronisatie en fouten.	II-5
10.4	Toleranties	II-6
10.5	Veiligheidscontrolesom	II-6
10.6	Veiligheidsmodi	II-7

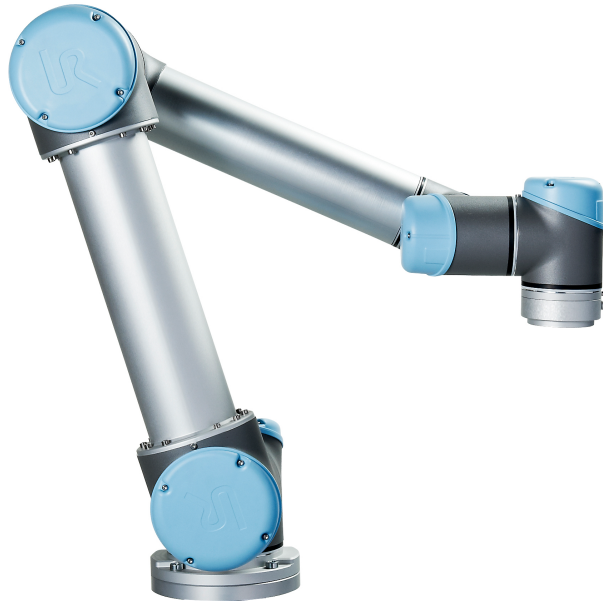
10.7	Freedrive-modus	II-7
10.8	Vergrendeling met wachtwoord	II-8
10.9	Toepassen	II-8
10.10	Algemene limieten	II-9
10.11	Gewrichtslijmieten	II-12
10.12	Grenzen.	II-13
	10.12.1 Selecteer een grens om te configureren	II-14
	10.12.2 3D-visualisatie.	II-14
	10.12.3 Configuratie veiligheidsvlak	II-15
	10.12.4 Eigenschappen gereedschapsgrens	II-18
10.13	Veiligheids-I/O	II-20
	10.13.1 Ingangssignalen	II-20
	10.13.2 Uitgangssignalen.	II-22
11	Beginnen met programmeren	II-25
11.1	Inleiding	II-25
11.2	Aan de slag	II-26
	11.2.1 De robotarm en regelkast installeren.	II-26
	11.2.2 De regelkast in- en uitschakelen	II-26
	11.2.3 De robotarm in- en uitschakelen	II-26
	11.2.4 Snel beginnen	II-27
	11.2.5 Het eerste programma	II-27
11.3	Programmeerinterface PolyScope	II-29
11.4	Welkomstschermb	II-30
11.5	Initialisatieschermb	II-31
12	Editors op het scherm	II-35
12.1	Expressie-editor op het scherm	II-35
12.2	Schermb Positiebewerking	II-35
13	Robotbesturing	II-39
13.1	Tab Bewegen	II-39
	13.1.1 Robot	II-39
	13.1.2 Positie van element en gereedschap	II-40
	13.1.3 Gereedschap bewegen	II-40
	13.1.4 Gewrichten bewegen	II-40
	13.1.5 Freedrive	II-40
13.2	Tab I/O	II-41
13.3	MODBUS-client I/O	II-42
13.4	Tab Automatisch bewegen	II-43
13.5	Installatie → Laden/Opslaan	II-44
13.6	Installatie → TCP-configuratie	II-45
	13.6.1 TCP's toevoegen, wijzigen en verwijderen.	II-45
	13.6.2 Het standaard en het actieve TCP	II-46
	13.6.3 TCP-positie leren.	II-46
	13.6.4 TCP-oriëntatie leren.	II-47
	13.6.5 Nuttige lading.	II-47

13.6.6 Zwaartepunt	II-48
13.7 Installatie → Montage.	II-48
13.8 Installatie → I/O-instellingen	II-49
13.9 Installatie → Veiligheid	II-50
13.10 Installatie → Variabelen	II-50
13.11 Installatie → I/O-instellingen MODBUS-client	II-52
13.12 Installatie → Functies	II-55
13.13 Instelling tracering transportband	II-59
13.14 Installatie → Standaardprogramma	II-60
13.14.1 Een standaardprogramma laden	II-60
13.14.2 Een standaardprogramma starten.	II-60
13.14.3 Automatisch opstarten.	II-61
13.15 Tab Log	II-61
13.16 Scherm Laden	II-62
13.17 Tab Uitvoeren.	II-64
14 Programmeren	II-67
14.1 Nieuw programma.	II-67
14.2 Tab Programma	II-68
14.2.1 Programmastructuur	II-68
14.2.2 Indicatie programma-uitvoering	II-69
14.2.3 Zoekknop	II-69
14.2.4 Knoppen Ongedaan maken/Opnieuw	II-70
14.2.5 Programmadaashboard	II-70
14.3 Variabelen	II-71
14.4 Commando: Leeg	II-72
14.5 Commando: Bewegen.	II-73
14.6 Commando: Vast waypoint.	II-76
14.7 Commando: Relatief waypoint	II-82
14.8 Commando: Variabel waypoint	II-83
14.9 Commando: Wachten	II-84
14.10 Commando: Instellen	II-84
14.11 Commando: Pop-up	II-85
14.12 Commando: Onderbreken	II-86
14.13 Commando: Opmerking.	II-86
14.14 Commando: Map	II-87
14.15 Commando: Lus	II-88
14.16 Commando: Subroutine	II-89
14.17 Commando: Toewijzing	II-90
14.18 Commando: Als.	II-91
14.19 Commando: Script	II-92
14.20 Commando: Gebeurtenis	II-93
14.21 Commando: Thread	II-94
14.22 Commando: Switch	II-95
14.23 Commando: Patroon	II-96
14.24 Commando: Kracht	II-97
14.25 Commando: Pallet	II-100

14.26	Commando: Zoeken	II-101
14.27	Commando: Traceren transportband	II-105
14.28	Commando: Onderdrukken	II-105
14.29	Tab Grafisch	II-105
14.30	Tab Structuur	II-107
14.31	Tabblad Variabelen	II-108
14.32	Commando: Initialisatie variabelen	II-109
15	Scherminstellingen	II-111
15.1	Taal en eenheden	II-112
15.2	Robot updaten	II-113
15.3	Wachtwoord instellen	II-114
15.4	Schermin kalibreren	II-115
15.5	Netwerk instellen	II-116
15.6	Tijd instellen	II-116
15.7	Instellingen URCaps	II-117
	Verklarende woordenlijst	II-119
	Index	II-121

Voorwoord

Gefeliciteerd met de aankoop van uw nieuwe Universal Robot, UR5.



De robot kan worden geprogrammeerd voor het bewegen van een gereedschap en voor communicatie met andere machines via elektrische signalen. Het is een arm, bestaande uit geëxtrudeerd aluminium buizen en gewrichten. Met onze gepatenteerde programmeerinterface, PolyScope, kan de robot eenvoudig worden geprogrammeerd voor het bewegen van het gereedschap langs een gewenst traject.

Wat zit er in de dozen

Als u een volledige robot bestelt, ontvangt u twee dozen. Een doos met de robot-arm, en in de tweede doos zitten de volgende items:

- Regelkast met programmeereenheid;
- Montagebeugel voor de regelkast;
- Montagebeugel voor de programmeereenheid;
- Sleutel voor het openen van de regelkast;
- Stroomkabel die geschikt is voor uw regio;
- Gereedschapskabel;
- Styluspen met laser;
- UR-productietestcertificaat;
- Deze handleiding.

Belangrijke veiligheidsopmerking

De robot is een *gedeeltelijk in elkaar gezette* machine (zie 8.2) . Daarom is voor iedere installatie van de robot een veiligheidsbeoordeling vereist. Het is vooral van belang dat u alle veiligheidsinstructies in hoofdstuk 1 opvolgt.

Hoe moet u deze handleiding lezen

Deze handleiding bevat instructies voor het installeren en gebruiken van de robot. Hij bestaat uit de volgende onderdelen:

Hardware-installatiehandleiding: De mechanische en elektrische installatie van de robot.

PolyScope-handleiding: Programmeren van de robot.

Deze handleiding is bedoeld voor de integrator, waarvan wordt aangenomen dat hij een basiskennis heeft mechanische en elektrische installatie. Het is ook handig, maar niet verplicht, bekend te zijn met de basisbeginselen van programmeren. Er is geen speciale kennis vereist over robots in het algemeen of Universal Robots.

Waar vindt u meer informatie

De ondersteuningswebsite (<http://www.universal-robots.com/support>), beschikbaar voor alle UR-distributeurs, bevat aanvullende informatie, zoals:

- Versies van deze handleiding in een andere taal;
- Updates van de PolyScope-handleiding nadat de PolyScope opgewaardeerd is naar een nieuwe versie.
- De *Servicehandleiding* met instructies voor het oplossen van problemen, onderhoud en reparatie van de robot.
- De *Scripthandleiding* voor geavanceerde gebruikers.
- De URCAPS waar mogelijkheden gekocht kunnen worden.

Deel I

Hardware-installatiehandleiding

1 Veiligheid

1.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bevat belangrijke veiligheidsinformatie, die door de integrator van UR Robots gelezen en begrepen moet worden **voordat** de robot voor de eerste keer wordt ingeschakeld.

De eerste paragrafen in dit hoofdstuk bevatten algemene informatie en de latere paragrafen bevatten specifiekere ingenieursgegevens die relevant zijn voor het instellen en programmeren van de robot.

Het is van belang dat alle montage-instructies en richtlijnen in andere hoofdstukken en onderdelen van deze handleiding opgevolgd worden.

Hoofdstuk 2 beschrijft en definieert veiligheidsfuncties die met name relevant zijn voor gecombineerde toepassingen. Instructies en richtlijnen in dat hoofdstuk en in paragraaf 1.7 zijn bijzonder belangrijk.

U dient speciaal te letten op de tekst die gekoppeld is aan de waarschuwingssymbolen.

1.2 Geldigheid en verantwoordelijkheid

In de informatie wordt niet besproken hoe u een volledige robottoepassing moet ontwerpen, installeren en bedienen, en ook niet alle randapparatuur worden besproken die van invloed kunnen zijn op de veiligheid van het volledige systeem. Het volledige systeem moet ontwikkeld en geïnstalleerd worden in overeenstemming met de veiligheidsvereisten die vermeld worden in de standaards en regels van het land waar de robot geïnstalleerd wordt.

De integrators van UR-robots hebben de verantwoordelijkheid te zorgen dat de toepasbare veiligheidswetten en -regels in het betreffende land nageleefd worden en dat aanzienlijke gevaren in de volledige robottoepassing geëlimineerd worden.

Dit omvat, maar is niet beperkt tot:

- Het uitvoeren van een volledige risicobeoordeling voor het complete systeem;
- Verbinding maken met andere machines en aanvullende veiligheidsapparatuur indien dit naar boven is gekomen tijdens de risicobeoordeling;
- Het instellen van de juiste veiligheidsinstellingen in de software;
- Zorgen dat de gebruiker de veiligheidsmaatregelen niet verandert;
- Controleren of het totale systeem correct geplaatst en geïnstalleerd is;
- Gebruiksaanwijzingen opstellen;
- De robotinstallatie markeren met de relevante borden en contactinformatie van de integrator.

- Alle documentatie in een technisch bestand verzamelen; inclusief de risicobeoordeling en deze handleiding.

Richtlijnen over het vinden en lezen van toepasbare standaards en wetten vindt u op <http://universal-robots.com/support/>

1.3 Beperking van aansprakelijkheid

Alle informatie in deze handleiding betreffende veiligheid mag niet gezien worden als een garantie door UR dat de industriële robot geen verwondingen of schade kan veroorzaken, zelfs wanneer alle instructies zijn opgevolgd.

1.4 Waarschuwingssymbolen in deze handleiding

Onderstaande tabel bevat de beschrijvingen van de waarschuwingstekens die in deze handleiding gebruikt worden. Op het product worden dezelfde waarschuwingstekens gebruikt.

**GEVAAR:**

Dit geeft een dreigende gevaarlijke elektrische situatie weer die, indien deze niet vermeden wordt, kan leiden tot de dood of ernstige verwondingen.

**GEVAAR:**

Dit geeft een dreigende gevaarlijke situatie weer die, indien deze niet vermeden wordt, kan leiden tot de dood of ernstige verwondingen.

**WAARSCHUWING:**

Dit geeft een mogelijk gevaarlijke elektrische situatie weer die, indien deze niet vermeden wordt, kan leiden tot verwondingen of grote schade aan de apparatuur.

**WAARSCHUWING:**

Dit geeft een mogelijk gevaarlijke situatie weer die, indien deze niet vermeden wordt, kan leiden tot verwondingen of grote schade aan de apparatuur.

**WAARSCHUWING:**

Dit geeft een mogelijk gevaarlijk heet oppervlak aan dat, indien aangeraakt, kan leiden tot verwondingen.

**VOORZORGSMATREGEEL:**

Dit geeft een situatie weer die, indien deze niet vermeden wordt, kan leiden tot schade aan de apparatuur.

1.5 Algemene waarschuwingen en voorzorgsmaatregelen

Deze paragraaf bevat een aantal algemene waarschuwingen en voorzorgsmaatregelen. Een aantal hiervan wordt herhaald of in een ander deel van de handleiding nogmaals uitgelegd. Andere waarschuwingen en voorzorgsmaatregelen komen u in de gehele handleiding tegen.

**GEVAAR:**

Zorg ervoor dat u de robot en alle elektrische apparatuur installeert conform de specificaties en waarschuwingen in de hoofdstukken 4 en 5.



WAARSCHUWING:

1. Zorg ervoor dat de robotarm en het gereedschap correct en stevig met bouten bevestigd zijn.
2. Zorg dat de robotarm voldoende ruimte heeft om vrij te bewegen.
3. Zorg ervoor dat de veiligheidsmaatregelen en/of veiligheidsconfiguratieparameters voor de robot zijn ingesteld om programmeurs, operators en omstanders te beschermen zoals vastgesteld in de risicobeoordeling.
4. Draag geen losse kleding of sieraden als u met de robot werkt. Zorg ervoor dat lange haren naar achteren gebonden zijn als u met de robot werkt.
5. Gebruik de robot nooit als deze beschadigd is.
6. Als de software een fatale fout aangeeft, activeer dan direct de noodstop, noteer de omstandigheden die tot de fout leidden, zoek de corresponderende foutcodes op het logscherm en neem contact op met uw leverancier.
7. Sluit geen veiligheidsapparatuur aan op normale I/O's. Gebruik alleen de nominale veiligheidsinterfaces.
8. Zorg dat u de juiste installatie-instellingen gebruikt (bijv. robotmontagehoek, gewicht in TCP, TCP offset, veiligheidsconfiguratie). Sla het installatiebestand op en laad hem naast het programma.
9. De functie Freedrive (impedantie/backdrive) mag alleen gebruikt worden in installaties waarvoor de risicobeoordeling het toelaat. Gereedschappen en obstakels mogen geen scherpe randen of uitsteeksels hebben. Zorg ervoor dat alle personen hun hoofd en gezicht buiten bereik van de robot houden.
10. Let op de bewegingen van de robot bij gebruik van de programmeereenheid.
11. Betreed het veiligheidsbereik van de robot niet en raak de robot niet aan als het systeem in werking is.

11. Botsingen kunnen hoge niveaus kinetische energie afgeven die aanzienlijk hoger zijn bij hoge snelheden en hoge belastingen. (Kinetic Energy = $\frac{1}{2}$ Massa · Snelheid²)
12. Het combineren van verschillende machines kan bestaande gevaren vergroten of leiden tot nieuwe gevaren. Voer altijd een algemene risicobeoordeling uit voor de volledige installatie. Als er verschillende veiligheids- en noodstopprestatieniveaus nodig zijn, kies dan altijd voor het hoogste prestatieniveau. Lees altijd de handleidingen voor alle apparatuur die gebruikt wordt in de installatie, en zorg dat u alles begrijpt.
13. Pas de robot niet aan. Een aanpassing kan leiden tot gevaren die door de integrator niet voorzien zijn. Alle bevoegde hermontage dient uitgevoerd te worden conform de nieuwste versie van alle relevante servicehandleidingen. UNIVERSAL ROBOTS DOET AFSTAND VAN ALLE AANSPRAKELIJKHEID ALS HET PRODUCT OP ENIGERLEI WIJZE Aangepast of gewijzigd wordt.
14. Als de robot gekocht is met een extra module (bijv. euromap67-interface), zoek die module dan op in de respectieve handleiding.

**WAARSCHUWING:**

1. De robot en regelkast genereren warmte tijdens gebruik. Pak de robot niet vast als hij in gebruik is, of direct na gebruik. Om de robot af te laten koelen, schakelt u hem uit en wacht u een uur.
2. Plaats nooit uw vingers achter de interne afdekking van de regelkast.


VOORZORGSMATREGEL:

1. Als de robot gecombineerd wordt of werkt met machines die de robot kunnen beschadigen, dan is het zeer aan te raden alle functies en het robotprogramma afzonderlijk te testen. Er wordt aangeraden het robotprogramma te testen met tijdelijke waypoints buiten het werkbereik van andere machines. Universal Robots kan niet aansprakelijk gesteld worden voor schade die veroorzaakt wordt aan de robot of andere apparatuur door programmafouten of incorrect functioneren van de robot.
2. Stel de robot niet bloot aan permanente magnetische velden. Zeer sterke magnetische velden kunnen de robot beschadigen.

1.6 Bedoeld gebruik

UR-robots zijn industrieel en bedoeld voor het verwerken van gereedschappen en bevestigingen, of voor het verwerken of vervoeren van onderdelen of producten. Voor informatie over de omgevingscondities waaronder de robot moet functioneren, ziet u bijlage B en D.

UR-robots zijn uitgerust met speciale veiligheidsfuncties, die speciaal ontwikkeld zijn voor gecombineerd gebruik, waarbij de robot werkt zonder hekken en/of samen met een persoon.

Gecombineerd gebruik is alleen bedoeld voor niet-gevaarlijke toepassingen, waarbij de volledige toepassing, inclusief gereedschap, werkobject, obstakels en andere machines, vrij is van aanzienlijke gevaren in overeenstemming met de risicobeoordeling van de specifieke toepassing.

Ieder gebruik of toepassing die afwijkt van het bedoelde gebruik wordt gezien als ongeoorloofd misbruik. Dit omvat, maar is niet beperkt tot:

- Gebruik in mogelijk explosieve omgevingen;
- Gebruik bij medische en levenskritieke toepassingen;
- Gebruik voor uitvoeren van een beoordelingsrisico;
- Gebruik waar de beoordeelde prestatieniveaus onvoldoende zijn;
- Gebruik waar de prestaties van de veiligheidsfuncties onvoldoende zijn;
- Gebruik als opstapje;
- Gebruik buiten de toegestane operationele parameters.

1.7 Risicobeoordeling

Eén van de belangrijkste taken van een integrator is de uitvoering van een risicobeoordeling. In veel landen is dit bij wet verplicht. De robot zelf is een gedeeltelijk

voltooide machine, omdat de veiligheid van de robotinstallatie afhankelijk is van hoe de robot geïntegreerd wordt (bijv. gereedschap, obstakels en andere machines). De integrator wordt aangeraden de richtlijnen te gebruiken van ISO 12100 en ISO 10218-2 voor het uitvoeren van een risicobeoordeling. Daarnaast kan de integrator ervoor kiezen de Technische Specificatie ISO/TS 15066 als extra richtlijn te gebruiken.

De risicobeoordeling die de integrator uitvoert dient alle werkprocedures tijdens de levensduur van de robottoepassing in overweging te nemen, inclusief maar niet beperkt to:

- De robot leren tijdens de instelling en ontwikkeling van de robotinstallatie;
- Problemen oplossen en onderhoud;
- normale werking van de robotinstallatie.

Een risicobeoordeling moet worden uitgevoerd **voordat** de robotarm voor de eerste keer wordt ingeschakeld. Deel van de risicobeoordeling die door de integrator wordt uitgevoerd is om de juiste instellingen voor de veiligheidsconfiguratie te bepalen en de noodzaak voor extra noodstoppen en/of andere beschermingsmaatregelen vast te stellen voor de specifieke robottoepassing.

Vaststellen wat de juiste instellingen voor de veiligheidsconfiguratie zijn is een bijzonder belangrijk deel van de ontwikkeling van gecombineerde robottoepassingen. Zie hoofdstuk 2 en Gedeelte II voor meer informatie.

Sommige veiligheidsfuncties zijn speciaal ontworpen voor gecombineerde robottoepassingen. Deze functies kunnen via de instellingen voor veiligheidsconfiguratie worden geconfigureerd en zijn bijzonder relevant bij de aanpak van concrete risico's in de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling:

- **Beperking kracht en vermogen:** Gebruikt om klemvermogen en druk te beperken die door de robot worden uitgeoefend in de bewegingsrichting in het geval van botsingen tussen de robot en de operator.
- **Beperking momentum:** Gebruikt om hoge kortstondige energie en stootkrachten te beperken in geval van botsingen tussen robot en operator door de snelheid van de robot te verminderen.
- **Beperking gewricht en TCP-positie:** Met name gebruikt om het risico te beperken dat met bepaalde lichaamsdelen wordt geassocieerd. Bv. om bewegingen richting hoofd en nek te vermijden tijdens het instellen en programmeren.
- **Beperking TCP en gereedschapsoriëntatie:** Met name gebruikt om risico's te beperken die in verband worden gebracht met bepaalde gebieden en functies van het gereedschap en werkstuk. Bv. scherpe randen die in de richting van de operator wijzen.
- **Snelheidsbeperking:** Met name gebruikt om lage snelheid van de robotarm te verzekeren. Bv. om de operator tijd te bieden contact met de robotarm te vermijden.

De juiste instellingen toepassen voor veiligheidsconfiguratie wordt als gelijkwaardig beschouwd als het vastbouten van de robot en de aansluiting van veiligheidsuitrusting op veiligheids I/O's. De integrator moet voorkomen dat onbevoegde personen de veiligheidsconfiguratie wijzigen, bv door gebruik van wachtwoordbescherming.

Bij de beoordeling van risico's in gecombineerde robottoepassingen is het bijzonder belangrijk te kijken naar de:

- Ernst van individuele potentiële botsingen;
- Waarschijnlijkheid van individuele potentiële botsingen;
- Mogelijkheid individuele potentiële botsingen te voorkomen;

Als de robot in een niet gecombineerde robottoepassing is geïnstalleerd waar gevaren niet op redelijke wijze kunnen worden verwijderd of risico's niet voldoende kunnen worden beperkt door middel van ingebouwde veiligheidsfuncties (bv. bij gebruik van een gevaarlijk gereedschap), dan moet de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling concluderen dat de integrator aanvullende beschermingsmaatregelen moet toevoegen (bv. een inschakelapparaat om de integrator tijdens instelling en programmering te beschermen).

Universal Robot heeft de onderstaande potentiële significante gevaren aangemerkt als gevaren waar de integrator rekening mee moet houden. Let op: er kunnen andere significante gevaren aanwezig zijn in een specifieke robotinstallatie.

1. Beknelling van vingers tussen robot en basis (gewricht 0).
2. Beknelling van vingers tussen de pols 1 en pols 2 (gewricht 3 en gewricht 4).
3. Penetratie van de huid door scherpe randen en scherpe punten op gereedschap of gereedschapsconnector.
4. Penetratie van de huid door scherpe randen en scherpe punten op obstakels in de buurt van het robottraject.
5. Kneuzing door botsing met de robot.
6. Verstuiking of botbreuk door botsingen tussen een zware lading en een hard oppervlak.
7. Gevolgen voortvloeiend uit losse bouten waar de robotarm of het gereedschap vastzit.
8. Objecten vallen uit gereedschap, bijvoorbeeld als gevolg van een slechte grip of stroomonderbreking.
9. Fouten door verschillende noodstopknoppen voor verschillende machines.
10. Fouten vanwege ongeoorloofde wijzigingen in de parameters voor veiligheidsconfiguratie.

Informatie over stoptijden en stopafstanden zijn te vinden in hoofdstuk 2 en bijlage A.

1.8 Noodstop

Druk de noodstopknop in om direct alle beweging van de robot te stoppen.

De noodstop mag niet gebruikt worden als middel om het risico te verlagen, alleen als tweede beschermingsmiddel.

De risicobeoordeling van de robotapplicatie stopt als er meerdere noodstopknoppen aangesloten moeten worden. Noodstopknoppen dienen te voldoen aan IEC 60947-5-5, zie voor meer informatie paragraaf 5.3.2.

1.9 Beweging zonder aandrijfkraft

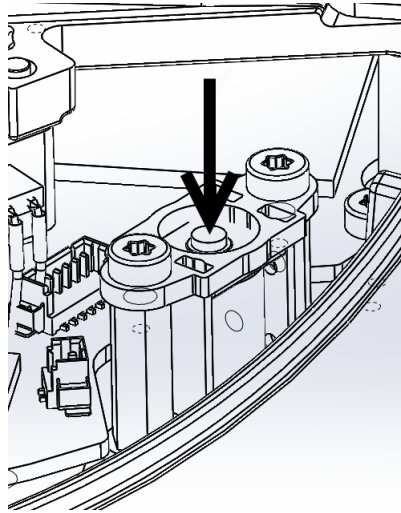
In het onwaarschijnlijke geval van een noodsituatie waarbij een of meer robotgewrichten moeten worden bewogen en stroomvoorziening voor de robot onmogelijk of ongewenst is, zijn er twee verschillende manieren om de robotgewrichten in te schakelen:

1. Geforceerde backdrive: een gewricht forceren te bewegen door hard aan de robotarm te duwen of trekken (500 N). Elke gewrichtsrem heeft een frictiekoppeling die beweging bij een hoog geforceerd koppel mogelijk maakt.
2. Handmatig remmen loslaten: Verwijder de gewrichtskap door de paar M3-schroeven te verwijderen waarmee deze vastzit. Haal de rem eraf door te drukken op de plunjer op de kleine elektromagneet, zoals aangegeven in de onderstaande afbeelding.



WAARSCHUWING:

1. De robotarm handmatig verplaatsen mag alleen gedaan worden in noodsituaties en kan beschadigingen aan de gewrichten toebrengen.
2. Als de rem handmatig losgelaten wordt, kan de robotarm door de zwaartekracht vallen. Ondersteun de robotarm, het gereedschap en het werkitem altijd als u de rem loslaat.



2 Veiligheidsfuncties en -interfaces

2.1 Inleiding

UR-robots zijn uitgerust met een reeks ingebouwde veiligheidsrelevante functies en ook veiligheidsrelevante elektrische interfaces waarop andere machines en extra beveiligingsapparatuur aangesloten kunnen worden. Elke veiligheidsfunctie en interface voldoet aan de veiligheidseisen volgens EN ISO 13849-1:2008 (zie Hoofdstuk 8 voor certificeringen) met prestatieniveau d (PLd).



GEVAAR:

Gebruik van andere dan in de risicobeoordeling bepaalde veiligheidsconfiguratie-parameters, vastgesteld door de integrator, kan tot gevaren leiden die niet op redelijke wijze worden verwijderd of risico's die niet voldoende worden beperkt.

Zie hoofdstuk 10 in deel II voor configuratie van de veiligheidsfuncties, ingangen en uitgangen in het gebruikersinterface. Zie hoofdstuk 5 voor een beschrijving over hoe veiligheidsapparaten aangesloten moeten worden op de elektrische interface.



OPMERKING:

1. Gebruik en configuratie van veiligheidsfuncties en interfaces moet worden gedaan volgens de risicobeoordeling die de integrator uitvoert voor een specifieke robottoeepassing, zie paragraaf 1.7 in hoofdstuk 1.
2. Als de robot een fout of schending in het veiligheidssysteem ontdekt, bijvoorbeeld een van de draden in het noodstopcircuit wordt afgesneden, een positiesensor is kapot of een limiet of een veiligheidsfunctie is geschonden, dan wordt een Stop Categorie 0 geïnitieerd. De slechtste tijd waarop een fout gebeurt tot het stoppen van de robot vindt u aan het einde van dit hoofdstuk. Met deze tijd moet rekening worden gehouden als onderdeel van de risicobeoordeling door de integrator.

De robot heeft een aantal nominale veiligheidsfuncties die kunnen worden gebruikt om de beweging van de gewrichten en van het robot *Tool Center Point* (TCP) te beperken. Het TCP is het middelpunt van het gereedschapskoppelpunt met het gereedschapskoppelpunt van de TCP offset.

De beperkende veiligheidsfuncties zijn:

Begrenzende veiligheidsfunctie	Beschrijving
Gewrichtspositie	Min. en max. gewrichtshoek
Gewrichtssnelheid	Max. gewrichtshoek snelheid
TCP-positie	Vlakken in cartesische ruimte die de TCP-positie van de robot beperken
TCP-snelheid	Max. snelheid van het robot TCP
TCP-kracht	Max. duwkracht van het robot TCP
Momentum	Max. momentum van de robotarm
Voeding	Max. toegepaste robotarmvoeding

2.2 Stoptijden van het Veiligheidssysteem

De stoptijd van het veiligheidssysteem is de tijd van een fout of schending van een veiligheidsfunctie tot de robot tot een complete stop wordt gebracht en de mechanische remmen worden geactiveerd.

De maximale stoptijden in de tabel dienen overwogen te worden als de veiligheid van de toepassing afhankelijk is van de stoptijd van de robot. Bijv. als een fout in de robot leidt tot een stop van een complete fabriekslijn, waar bepaalde handelingen direct na de stop moeten plaatsvinden, moeten de maximale stoptijden in overweging genomen worden.

De metingen worden met de volgende configuratie van de robot uitgevoerd:

- Uitsrekking: 100% (de robotarm is volledig horizontaal uitgestrekt).
- Snelheid: De TCP-snelheidslimiet van het veiligheidssysteem is op de beschreven limiet ingesteld.
- Belasting: maximale belasting van de robot, aan het TCP (5 kg) verbonden.

De slechtste stoptijd voor Stop Categorie¹ 0 in geval van een schending van de veiligheidslimieten of interfaces vindt u in de volgende tabel.

TCP-snelheidsbeperking	Maximale stoptijd
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 Begrenzende veiligheidsfuncties

Geavanceerde padcontrolesoftware verlaagt de snelheid of geeft een programma-uitvoerstop af als de robotarm een veiligheidslimiet bereikt. Overtredingen van limieten zal dus alleen in uitzonderlijke gevallen plaatsvinden. Als een limiet wordt overtreden, geeft het veiligheidssysteem een Stop Categorie 0 af.

¹Stop Categorieën zijn conform IEC 60204-1, zie Verklarende Woordenlijst voor meer informatie.

Begrenzende veiligheidsfunctie	Slechtste geval			
	Waarheid	Detectietijd	Deactivatietijd	Reactietijd
Gewrichtspositie	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Gewrichtssnelheid	1.15 °/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
TCP-positie	20 mm	100 ms	1000 ms	1100 ms
TCP-oriëntatie	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
TCP-snelheid	50 mm/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
TCP-kracht	25 N	250 ms	1000 ms	1250 ms
Momentum	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Voeding	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

Het systeem wordt als *gedeactiveerd* beschouwd wanneer de 48 V busspanning een elektrisch potentiaal onder de 7,3 V bereikt. De tijd deactivatietijd is de tijd van een detectie van een gebeurtenis totdat het systeem is gedeactiveerd.



WAARSCHUWING:

Er zijn twee uitzonderingen van kracht met betrekking tot de beperkende krachtfunctie die belangrijk zijn om op te merken bij het ontwerpen van de werkcel voor de robot. Deze zijn weergegeven in figuur 2.1. Aangezien de robot zich uitstrekt, kan het kniegewrichtseffect hoge krachten veroorzaken in de radiale richting (weg van de basis), maar tegelijkertijd, lage snelheden. Op vergelijkbare wijze kan de korte hefboomarm, wanneer het gereedschap dicht bij de basis en bewegende tangentiële (rond) de basis is, leiden tot hoge krachten, maar ook bij lage snelheden. Inklemmingsgevaaren kunnen worden vermeden door bijvoorbeeld obstakels in deze gebieden te verwijderen, de robot anders te plaatsen, of door een combinatie van veiligheidsvlakken en gewrichtslijmieten te gebruiken om het gevaar te verwijderen door te voorkomen dat de robot beweegt in dit gebied van de werkruimte.

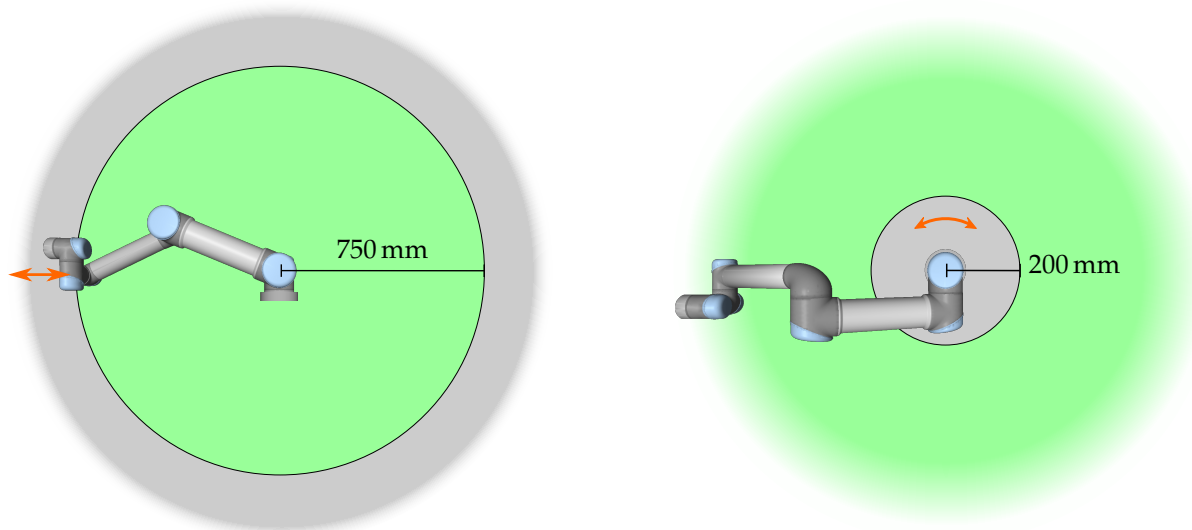


WAARSCHUWING:

Als de robot gebruikt wordt bij handmatig geleide toepassingen met lineaire bewegingen, moet de snelheidslimiet van het gewricht ingesteld worden op maximaal 40 graden per seconden voor de basis- en schoudergewrichten, tenzij risicobeoordelingen aantonen dat snelheden boven 40 graden per seconden acceptabel zijn. Hierdoor worden snelle bewegingen van de robotelleboog in de buurt van singulariteiten voorkomen.

2.4 Veiligheidsmodi

Normale en Verminderde modus Het veiligheidssysteem heeft twee configureerbare veiligheidsmodi: *Normale* en *Verminderde*. Veiligheidslijmieten kunnen worden geconfigureerd voor elk van deze twee modi. Verminderde modus is actief



Figuur 2.1: Bepaalde gebieden van de werkruimte moeten aandacht krijgen met betrekking tot inklemmingsgevaar, vanwege de fysische eigenschappen van de robotarm. Een gebied is gedefinieerd voor radiale bewegingen, wanneer het pols 1 gewricht op een afstand van ten minste 750 mm is van de basis van de robot. Het andere gebied is binnen 200 mm van de basis van de robot, bij het verplaatsen in tangentiële richting.

wanneer het robot TCP is gepositioneerd buiten een *Trigger verminderde modus* vlak of wanneer getriggerd met behulp van een veiligheidsingang.

Aan de zijde van de *Trigger verminderde modus* vlakken waar de normale modus limietset wordt gedefinieerd, is er een gebied van 20 mm waar de verminderde modus limietset wordt aanvaard. Wanneer de Verminderde modus wordt getriggerd door een veiligheidsingang, worden beide limietsets aanvaard voor 500 ms.

Herstelmodus Wanneer een veiligheidslimiet wordt overschreden, moet het veiligheidssysteem opnieuw worden opgestart. Als het systeem zich buiten een veiligheidslimiet bevindt bij het opstarten (bijv. buiten een gewrichtspositielimiet), wordt de speciale *Herstel* modus ingevoerd. In herstelmodus is het niet mogelijk om programma's voor de robot uit te voeren, maar de robotarm kan handmatig weer binnen de limieten worden verplaatst ofwel met de *Freedrive* modus of met behulp van het tabblad *Beweging* binnen PolyScope (zie deel II "PolyScope-handleiding"). De veiligheidslimieten van de *Herstel* modus zijn:

Begrenzende veiligheidsfunctie	Limiet
Gewrichtssnelheid	30 °/s
TCP-snelheid	250 mm/s
TCP-kracht	100 N
Momentum	10 kg m/s
Voeding	80 W

Het veiligheidssysteem geeft een Stop Categorie 0 af als een van deze limieten overtreden wordt.

**WAARSCHUWING:**

Merk op dat limieten voor de *gewrichtspositie*, de *TCP-positie*, en de *TCP-oriëntatie* worden uitgeschakeld in de Verminderde modus. Wees voorzichtig bij het terugplaatsen van de robotarm naar binnen de limieten.

2.5 Aan veiligheid gerelateerde elektrische interfaces

De robot is uitgerust met divers elektrische veiligheidsin- en uitgangen. Alle elektrische veiligheidsin- en uitgangen zijn twee-kanalig. Ze zijn veilig wanneer laag, d.w.z. de noodstop is niet actief wanneer de signalen hoog zijn (+24V).

2.5.1 Elektrische veiligheidsingangen

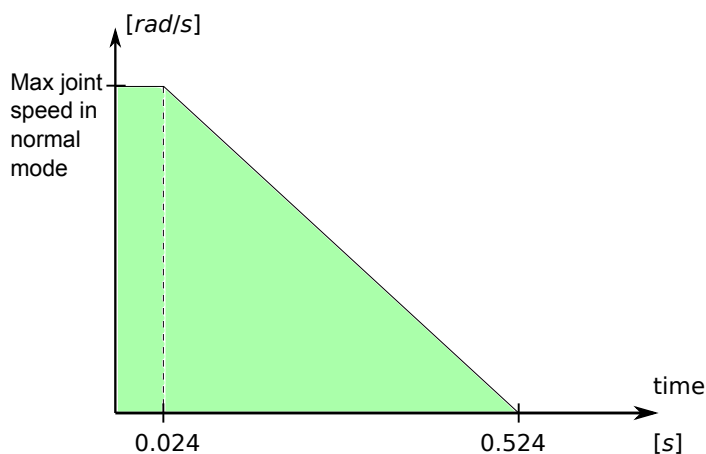
Onderstaande tabel bevat een overzicht van de elektrische veiligheidsingangen.

Veiligheidsingang	Beschrijving
Noodstop robot	Voert een Stop Categorie 1 uit, waarbij andere machines worden geïnformeerd met behulp van de <i>Systeem noodstop</i> uitgang.
Noodstopknop	Voert een Stop Categorie 1 uit, waarbij andere machines worden geïnformeerd met behulp van de <i>Systeem noodstop</i> uitgang.
Systeemnoodstop	Voert een Stop Categorie 1 uit.
Beveiligde stop	Voert een Stop Categorie 2 uit.
Invoer beveiligde stop reset	Hervat de robot van een status <i>Beveiligde stop</i> , wanneer een flank op de beveiligde herstellingang optreedt.
Verminderde modus	Het veiligheidssysteem gaat over naar <i>Verminderde modus</i> limieten.
3-positieschakelaar	Werkt als een veiligheidsstop wanneer de ingang van de bedrijfsmodus te hoog is.
Bedrijfsmodus	Bedrijfsmodus te gebruiken wanneer een inschakelapparaat voor drie posities is geconfigureerd.

Een Stop Categorie 1 en 2 vertraagt de robot met het aandrijfvermogen aan, waardoor de robot kan stoppen, zonder af te wijken van het huidige pad af te wijken.

Controle van veiligheidsingangen Stop Categorie 1 en 2 worden door het veiligheidssysteem op de volgende manier gecontroleerd:

1. Het veiligheidssysteem controleert of de rem gestart wordt binnen 24 ms, zie Figuur 2.2.
2. Als een gewricht beweegt, wordt gecontroleerd of de snelheid nooit hoger is dan de snelheid verkregen door het voortdurend afremmen vanaf de maximale gewricht snelheidslimiet. Voor de *Normaal* modus geldt 0 rad/s in 500 ms.
3. Als een gewricht in rust is (gewrichtssnelheid is lager dan $0,2 \text{ rad/s}$), wordt het gecontroleerd of deze niet meer beweegt dan $0,05 \text{ rad}$ vanaf de positie die het had toen de snelheid onder $0,2 \text{ rad/s}$ werd gemeten.



Figuur 2.2: Het groene gebied onder de schuine zijde is de toegestane snelheid voor een gewricht tijdens het remmen. Op tijdstip 0 wordt een voorval (noodstop of beveiligde stop) gedetecteerd in de veiligheidsprocessor. Vertraging begint na 24 ms.

Daarnaast controleert het veiligheidssysteem voor een Stop Categorie 1, vanaf het punt dat de robotarm stil staat, of de stroom uitschakeling binnen 600 ms is voltooid. Daarnaast mag de robotarm na een beveiligde stop alleen weer in beweging worden gesteld wanneer een flank op de beveiligde stop reset ingang is gedetecteerd. Als niet aan bovenstaande eigenschappen is voldaan, geeft het veiligheidssysteem een Stop Categorie 0 af.

Een overgang naar de *Verminderde* modus die wordt ingeschakeld door de verminderde modusingang wordt als volgt gecontroleerd:

1. Het veiligheidssysteem accepteert limietinstellingen voor zowel *Normale* als *Verminderde* modus voor 500 ms nadat de verminderde modusingang ingeschakeld is.
2. Na 500 ms, zijn alleen de limieten voor de *Verminderde* modus van kracht.

Als niet aan bovenstaande eigenschappen is voldaan, geeft het veiligheidssysteem een Stop Categorie 0 af.

Een Stop Categorie 0 wordt door het veiligheidssysteem uitgevoerd met de prestaties geven in de volgende tabel. De slechtste geval reactietijd is de tijd om te stoppen en *uitschakelen* (ontladen tot een elektrische potentieel onder 7,3 V) van een robot die draait op volle snelheid en met maximaal laadvermogen.

Veiligheidsingangsfunctie	Slechtste geval		
	Detectietijd	Deactivatietijd	Reactietijd
Noodstop robot	250 ms	1000 ms	1250 ms
Noodstopknop	250 ms	1000 ms	1250 ms
Systeemnoodstop	250 ms	1000 ms	1250 ms
Beveiligde stop	250 ms	1000 ms	1250 ms

2.5.2 Veiligheidsgerelateerde elektrische uitgangen

Onderstaande tabel bevat een overzicht van de elektrische veiligheidsuitgangen.

2.5 Aan veiligheid gerelateerde elektrische interfaces

Veiligheidsuitgang	Beschrijving
Systeemnoodstop	Logisch laag wanneer de <i>Robot noodstop</i> invoer logisch laag is of de Noodstop is ingedrukt.
Robot beweegt	Terwijl dit signaal logisch hoog is, beweegt geen enkel gewricht van de robotarm meer dan 0,1 rad.
Robot stopt niet	Logisch hoog wanneer de robot is gestopt of bezig is met stoppen vanwege een noodstop of beveiligde stop. Anders is hij logisch laag.
Verminderde modus	Logisch laag wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Verminderd</i> is.
Niet verminderde modus	De <i>Verminderde modus</i> uitgang genegeerd.

Als een veiligheidsuitgang niet correct is ingesteld, geeft het systeem een Stop Categorie 0 af, met de volgende reactietijden in het slechtste geval:

Veiligheidsuitgang	Reactietijd in het slechtste geval
Systeemnoodstop	1100 ms
Robot beweegt	1100 ms
Robot stopt niet	1100 ms
Verminderde modus	1100 ms
Niet verminderde modus	1100 ms

3 Transport

Vervoer de robot in de originele verpakking. Bewaar het verpakkingsmateriaal op een droge plek; het kan zijn dat u de robot later opnieuw moet inpakken om hem te verplaatsen.

Til beide buizen van de robotarm tegelijkertijd op als u hem uit de verpakking naar de installatieplek verplaatst. Houd de robot op zijn plek tot alle montagebouten stevig bevestigd zijn aan de basis van de robot.

De regelkast dient aan de hendel opgetild te worden.



WAARSCHUWING:

1. Zorg ervoor dat u uw rug of andere lichaamsdelen niet te veel belast tijdens het optillen van de apparatuur. Gebruik de juiste tilapparatuur. Alle regionale en nationale richtlijnen voor tillen dienen in acht genomen te worden. Universal Robots kan niet aansprakelijk gesteld worden voor schade die veroorzaakt wordt door vervoer van de apparatuur.
2. Zorg dat u de robot monteert conform de montage-instructies in hoofdstuk 4.

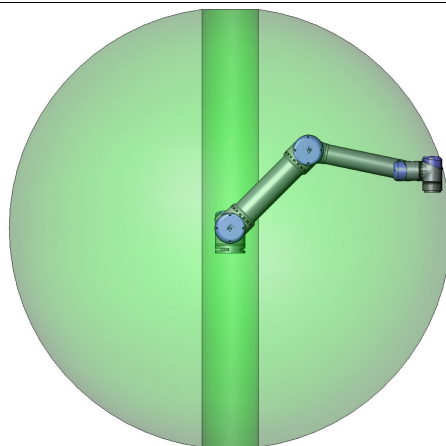
4 Mechanisch interface

4.1 Inleiding

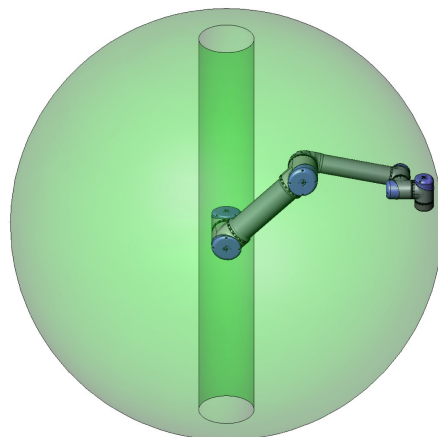
Dit hoofdstuk beschrijft de basisbeginselen voor de montage van de verschillende delen van het robotsysteem. Elektrische installatieinstructies uit het hoofdstuk 5 moeten worden aangehouden.

4.2 Het werkbereik van de robot

Het werkbereik van de UR5 robot loopt tot 850 mm vanaf het gewricht op de basis. Het is van belang om bij het kiezen van een montagelocatie voor de robot rekening te houden met het cilindrische volume recht boven en recht onder de basis van de robot. Het verplaatsen van het gereedschap in de buurt van het cilindrische volume dient, indien mogelijk, vermeden te worden, omdat dit ertoe leidt dat de gewrichten snel bewegen. Zelfs als het gereedschap langzaam beweegt, waardoor de robot inefficiënt werkt en het uitvoeren van een risicobeoordeling moeilijk wordt.



Voorkant



Gekanteld

4.3 Montage

Robotarm De robotarm wordt met vier M8 bouten gemonteerd met behulp van de vier 8.5 mm gaten in de basis. Er wordt aangeraden deze bouten vast te draaien met een koppel van 20 N m . Als er zeer nauwkeurige herpositionering van de robotarm nodig is, zijn er twee gaten van Ø8 voor een pen. Tevens is er een nauwkeurige “kopie” van de basis verkrijgbaar als accessoire. Afbeelding 4.1 toont waar u gaten moet boren en de schroeven moet monteren.

Monteer de robot op een stevige ondergrond die sterk genoeg is om ten minste tien maal de volledige koppel van het basisgewicht te dragen en ten minste vijf maal het gewicht van de robotarm. Daarnaast mag het oppervlak niet vibreren.

Als de robot op een lineaire as of bewegend platform gemonteerd wordt, dan moet de versnelling van de bewegende montagebasis heel laag zijn. Een hoge versnelling kan ertoe leiden dat de robot stopt, omdat hij denkt dat hij ergens tegenaan gebotst is.


GEVAAR:

Zorg ervoor dat de robotarm correct en stevig met bouten bevestigd is. Het montageoppervlak moet stevig zijn.


VOORZORGSMaatregel:

Als de robot langere tijd ondergedompeld wordt in water, kan hij beschadigd raken. De robot mag nooit in water of een natte omgeving gemonteerd worden.

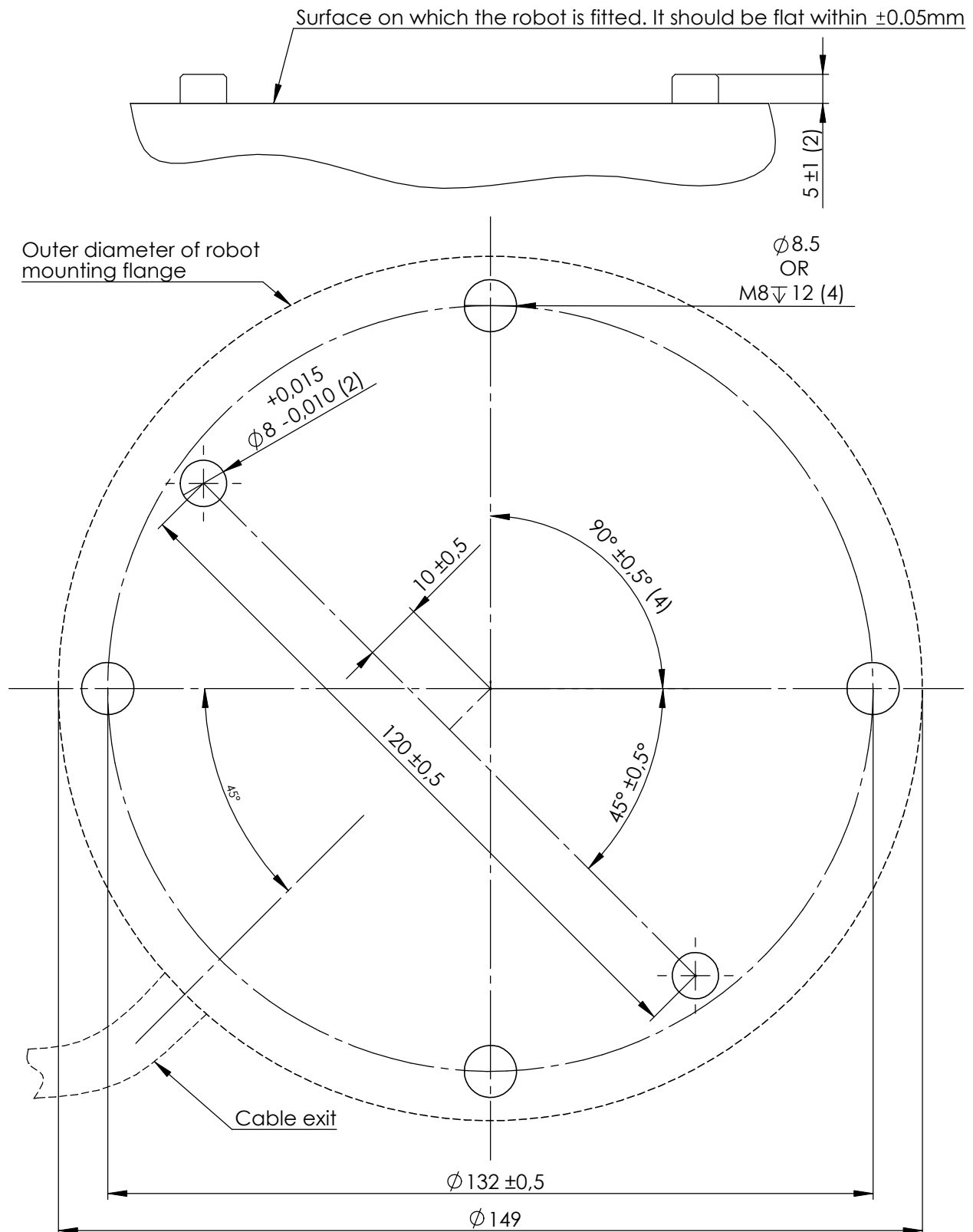
Gereedschap De gereedschapsflens van de robot heeft vier M6-gaten waarmee een gereedschap aan de robot bevestigd kan worden. De gaten moeten aangedraaid worden met 9 N m. Als er zeer nauwkeurige herpositionering van de robot nodig is, zijn er twee gaten van Ø6 voor een pen. Afbeelding 4.2 toont waar u gaten moet boren en de schroeven moet monteren.


GEVAAR:

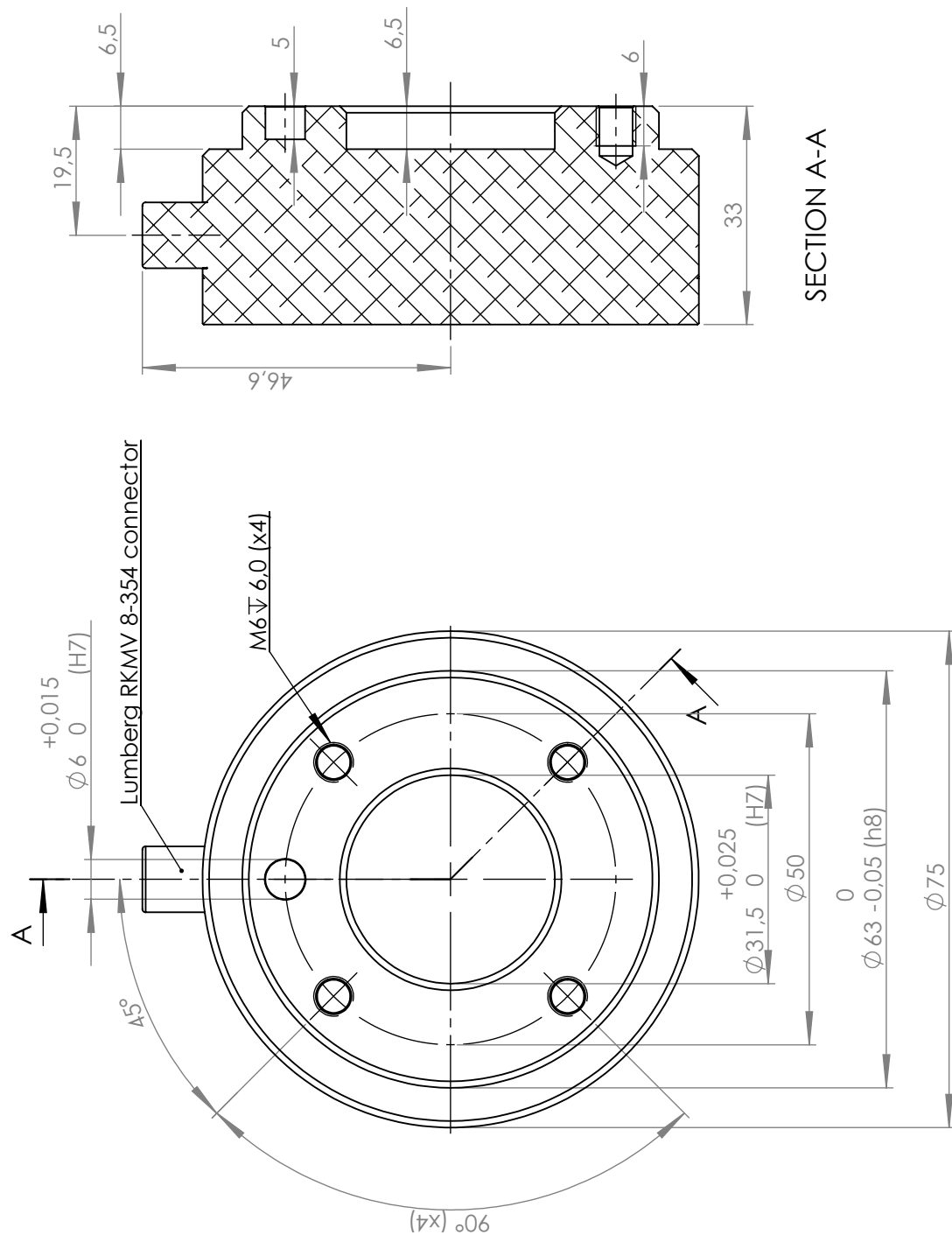
1. Zorg ervoor dat het gereedschap correct en stevig met bouten bevestigd is.
2. Zorg ervoor dat het gereedschap zo gemaakt is dat het geen gevaarlijke situatie kan opleveren doordat er onverwacht een onderdeel valt.

Regelkast De regelkast kan worden opgehangen aan een muur of op de grond worden geplaatst. Met een speling van 50 mm aan beide zijden zorgt u voor voldoende luchtstroom. Extra montagebeugels kunnen worden aangeschaft.

Programmeereenheid De programmeereenheid kan worden opgehangen aan een wand of aan de regelkast. Extra beugels om de programmeereenheid te monteren kunnen worden aangeschaft. Zorg dat niemand over de kabel kan struikelen.



Figuur 4.1: Gaten voor monteren van de robot. Gebruik vier M8 bouten. Alle metingen zijn in mm.



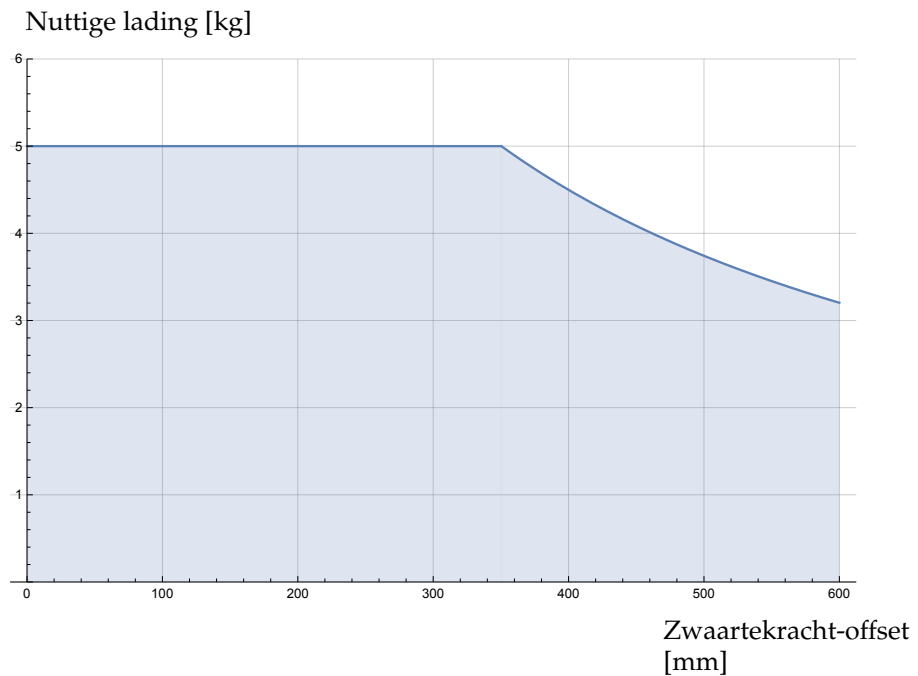
Figuur 4.2: De gereedschapsuitgangsfrens, ISO 9409-1-50-4-M6. Hier wordt het gereedschap op de punt van de robot bevestigd. Alle afmetingen zijn in mm.

**GEVAAR:**

1. Zorg dat de regelkast, programmeereenheid en kabels niet in aanraking met vloeistoffen komen. Een natte regelkast kan leiden tot overlijden.
2. De regelkast en programmeereenheid mogen niet aan stof of natte omstandigheden worden blootgesteld die de IP20-classificatie overschrijden. Besteed vooral aandacht aan omgevingen met geleidend stof.

4.4 Maximale nuttige lading

De maximaal toegestane nuttige lading van de robotarm hangt af van de *offset van het zwaartepunt*, zie figuur 4.3. De offset van het zwaartepunt wordt gedefinieerd als de afstand tussen het midden van gereedschapsuitgangflens en het zwaartepunt.



Figuur 4.3: Verhouding tussen de maximaal toegestane nuttige lading en de offset van het zwaartepunt.

5 Elektrische interface

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft alle elektrische interfaces van de robotarm en schakelkast. De verschillende interfaces zijn verdeeld in vijf groepen met verschillende doeleinden en eigenschappen:

- Regelaar I/O
- I/O's gereedschap
- Ethernet
- Voedingsaansluiting
- Robotaansluiting

De term "I/O" verwijst naar zowel digitale als analoge signalen gaande van of naar een interface.

Deze vijf groepen worden beschreven in de volgende secties. Er worden voorbeelden gegeven voor de meeste typen van I/O.

De waarschuwingen en voorzorgsmaatregelen in de volgende sectie zijn relevant voor alle vijf groepen en moeten worden nageleefd.

5.2 Elektrische waarschuwingen en voorzorgsmaatregelen

De volgende waarschuwingen en voorzorgsmaatregelen moeten in acht worden genomen wanneer een robottoepassing is ontworpen en geïnstalleerd. De waarschuwingen en voorzorgsmaatregelen gelden ook voor servicewerkzaamheden.



GEVAAR:

1. Sluit nooit een veiligheidssignalen aan op een PLC die geen veiligheids-PLC is met het juiste veiligheidsniveau. Het niet opvolgen van deze waarschuwing kan leiden tot ernstige verwondingen of de dood, omdat de veiligheidsstopfuncties overschreven kunnen worden. Het is van belang dat de signalen van de veiligheidsinterface worden gescheiden van de signalen van de normale I/O-interface.
2. Alle nominale veiligheidssignalen worden redundant geconstrueerd (Twee onafhankelijke kanalen). Houd de beide kanalen gescheiden, zodat een enkele fout niet kan leiden tot verlies van de veiligheidsfunctie.
3. Sommige I/O in de regelkast kan worden geconfigureerd voor een normaal of een nominale veiligheid I/O. Lees en begrijp de volledige sectie 5.3.


GEVAAR:

1. Zorg dat alle apparatuur die niet geschikt is voor blootstelling aan water droog blijft. Als er water in het product komt, verbreek dan alle stroomtoevoer en neem vervolgens contact op met uw leverancier.
2. Gebruik alleen originele kabels die met de robot zijn meegeleverd. Gebruik de robot niet voor toepassingen waarbij deze kabels gebogen moeten worden. Neem contact op met uw leverancier als u langere of flexibele kabels nodig hebt.
3. Negatieve aansluitingen worden aangeduid als "GND" en worden aangesloten op de afscherming van de robot en de regelkast. Alle genoemde GND-aansluitingen zijn uitsluitend voor voeding en signalering. Gebruik voor aarding (PE, Protective Earth) de M6-schroefklemmen gemarkeerd met aardingssymbolen in de regelkast. De aardingsgeleider moet ten minste het nominale stroombereik van de hoogste stroomwaarde in het systeem hebben.
4. U moet de interfacekabels naar de robot-I/O voorzichtig installeren. De metalen plaat onderin is bedoeld voor interfacekabels en connectors. Verwijder de plaat voordat u de gaten boort. Controleer of alle zaagsel verwijderd is voordat u de plaat opnieuw plaatst. Denk eraan pakkingen van het juiste formaat te gebruiken.


VOORZORGSMATREGEL:

1. De robot is getest conform internationale IEC-standaards voor EMC (Elektromagnetische compatibiliteit). Storende signalen met een niveau hoger dan die zijn vastgelegd in de specifieke IEC-standaard kunnen onverwachte gedragingen van de robot veroorzaken. Zeer hoge signalen of overmatige blootstelling kunnen de robot permanent beschadigen. EMC-problemen treden vaak op tijdens lasprocessen en worden normaal gesproken gemeld door foutmeldingen in het logboek. Universal Robots kan niet aansprakelijk gesteld worden voor schade die veroorzaakt wordt door EMC-problemen.
2. I/O-kabels die vanaf de regelkast naar andere machines en fabrieksapparatuur lopen, mogen niet langer zijn dan 30 m, tenzij er uitgebreide testen zijn uitgevoerd.

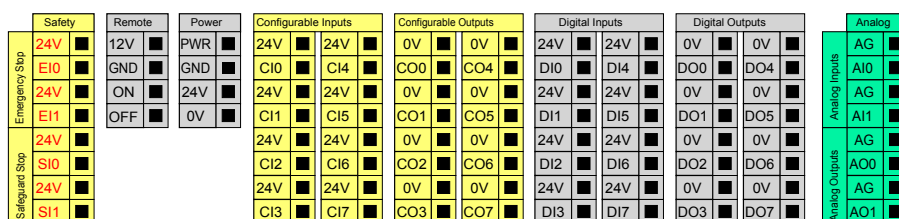
**OPMERKING:**

Alle spanningen en stromen zijn in gelijkstroom (Direct Current), tenzij anders aangegeven.

5.3 Regelaar I/O

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe u apparatuur op I/O in de regelkast moet aansluiten. Deze I/O is uitermate flexibel en kan worden gebruikt voor een breed scala van verschillende apparatuur; inclusief pneumatische relais, PLC's en nood-stopknoppen.

De afbeelding hieronder toont de lay-out van elektrische interface in de regelkast.



De betekenis van de verschillende kleuren moet in acht worden genomen, zie hieronder.

Geel met rode tekst	Speciale veiligheidssignalen
Geel met zwarte tekst	Configureerbaar voor veiligheid
Grijs met zwarte tekst	Digitale I/O voor algemene doelen
Groen met zwarte tekst	Analoge I/O voor algemene doelen

De “configureerbare” I/O kan worden geconfigureerd als de nominale veiligheid I/O of algemene I/O in de GUI. Bekijk meer in deel II.

Hoe de digitale I/O gebruiken wordt beschreven in de volgende paragrafen. De sectie met de gemeenschappelijke specificaties moet worden in acht genomen.

5.3.1 Gemeenschappelijke specificaties voor alle digitale I/O

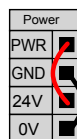
Deze sectie definieert elektrische specificaties voor de volgende 24V digitale I/O van de regelkast.

- Veiligheid I/O.
- Configureerbare I/O.
- Algemene I/O.

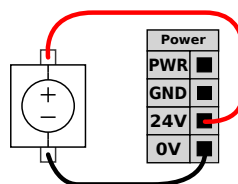
Het is zeer belangrijk dat UR-robots geïnstalleerd volgens de elektrische specificaties die gelijk zijn de drie verschillende ingangen.

Het is mogelijk om de digitale I/O te voeden vanaf een interne 24V voeding of via een externe voedingsbron door het configureren van het klemblok genaamd

“Power”. Dit blok bestaat uit vier klemmen. De bovenste twee (PWR en GND) zijn 24V en geaard van de interne 24V voeding. De onderste twee (24V en 0V) in het blok zijn de 24V-ingang om de I/O te voeden. De standaard configuratie is de interne voeding te gebruiken, zie hieronder.



Als er meer stroom nodig is, kan een externe voeding worden aangesloten zoals hieronder.



De elektrische specificaties van zowel de interne als een externe voeding worden hieronder weergegeven.

Eindklemmen	Parameter	Min.	Type	Max.	Eenheid
<i>Interne 24V voeding</i>					
[PWR – GND]	Spanning	23	24	25	V
[PWR – GND]	Huidig	0	-	2	A
<i>Externe 24V ingangsvereisten</i>					
[24V – 0V]	Spanning	20	24	29	V
[24V – 0V]	Huidig	0	-	6	A

De digitale I/O's worden gebouwd in overeenstemming met IEC 61131-2. De elektrische specificaties worden hieronder weergegeven.

Eindklemmen	Parameter	Min.	Type	Max.	Eenheid
<i>Digitale uitgangen</i>					
[COx / DOx]	Huidig	0	-	1	A
[COx / DOx]	Spanningsverlies	0	-	0,5	V
[COx / DOx]	Lekstroom	0	-	0,1	mA
[COx / DOx]	Functie	-	PNP	-	Type
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	Type
<i>Digitale ingangen</i>					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Spanning	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	OFF regio	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	ON regio	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Stroom (11-30V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Functie	-	PNP	-	Type
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Type

**OPMERKING:**

Het woord “configureerbaar” wordt gebruikt voor I/O die kan worden geconfigureerd als nominale veiligheid I/O of normale I/O. Dit zijn de gele terminals met zwarte tekst.

5.3.2 Veiligheids-I/O

Deze paragraaf beschrijft de specifieke veiligheidsingangen (Gele klem met rode tekst) en de configureerbare I/O (Gele klemmen met zwarte tekst) indien geconfigureerd als veiligheids-I/O. De gemeenschappelijke specificaties in sectie 5.3.1 moeten worden aangehouden.

Veiligheidsvoorzieningen en apparatuur moet worden geïnstalleerd volgens de veiligheidsvoorschriften en de risicobeoordeling, zie hoofdstuk 1.

Alle veiligheids-I/O zijn in paren gekoppeld (redundant) en moeten als twee afzonderlijke takken worden gehouden. Een enkele fout mag geen verlies van de veiligheidsfunctie veroorzaken.

De twee permanente veiligheidsingangen zijn de noodstop en de Beveiligde stop. De noodstopingang is alleen voor noodstopapparatuur. De Beveiligde stopingang is voor alle soorten van nominale veiligheidbeveiligingsapparatuur. B

	Noodstop	Beveiligde stop
Robot stopt met bewegen	Ja	Ja
Programma-uitvoering	Stoppen	Pauzes
Robotvermogen	Uit	Aan
Resetten	Handmatig	Automatisch of handmatig
Frequentie van gebruik	Niet-frequent	Elke cyclus naar niet-frequent
Vereist herinitialisering	Uitsluitend rem loslaten	Nee
Stop Categorie (IEC 60204-1)	1	2
Prestatieniveau van bewakingsfunctie (ISO 13849-1)	PLd	PLd

Het is mogelijk om de configureerbare I/O te gebruiken om extra veiligheidsmaatregelen I/O-functionaliteit, bijv. noodstopuitgang te configureren. Een set van configureerbare I/O configureren voor veiligheidsfuncties gebeurt door middel van de GUI, zie deel II.

Enkele voorbeelden van het veiligheids-I/O gebruik worden in de volgende paragrafen getoond.

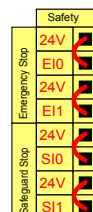


GEVAAR:

1. Sluit nooit een veiligheidssignalen aan op een PLC die geen veiligheids-PLC is met het juiste veiligheidsniveau. Het niet opvolgen van deze waarschuwing kan leiden tot ernstige verwondingen of de dood, omdat de veiligheidsstopfuncties overschreven kunnen worden. Het is van belang dat de signalen van de veiligheidsinterface worden gescheiden van de signalen van de normale I/O-interface.
2. Alle nominale veiligheid I/O worden redundant geconstrueerd (Twee onafhankelijke kanalen). Houd de beide kanalen gescheiden, zodat een enkele fout niet kan leiden tot verlies van de veiligheidsfunctie.
3. Veiligheidsfuncties moeten worden gecontroleerd voordat de robot in gebruik wordt genomen. Veiligheidsfuncties moeten regelmatig worden getest.
4. De robotinstallatie dient te voldoen aan deze specificaties. Het niet opvolgen van deze waarschuwing kan leiden tot ernstige verwondingen of de dood, omdat de veiligheidsstopfunctie overschreven kan worden.

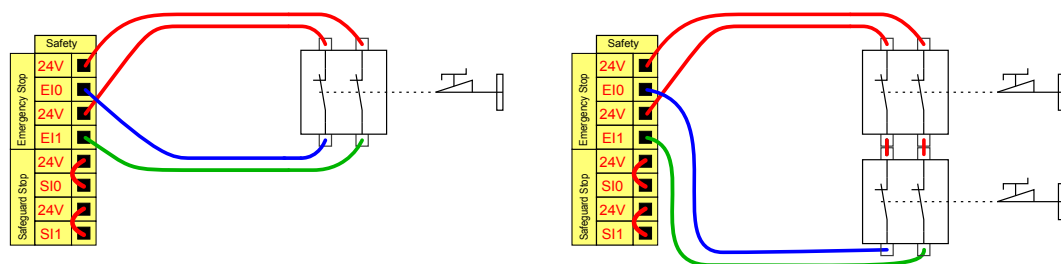
5.3.2.1 Standaard veiligheidsconfiguratie

De robot wordt verzonden met een standaardconfiguratie die operatie mogelijk maakt zonder extra veiligheidsuitrusting, zie onderstaande afbeelding.



5.3.2.2 Aansluiten noodstopknoppen

Bij de meeste toepassingen moeten een of meer externe noodstopknoppen worden gebruikt. De afbeelding hieronder laat zien hoe een of meer noodstopknoppen kunnen worden aangesloten.



5.3.2.3 De noodstop delen met andere machines

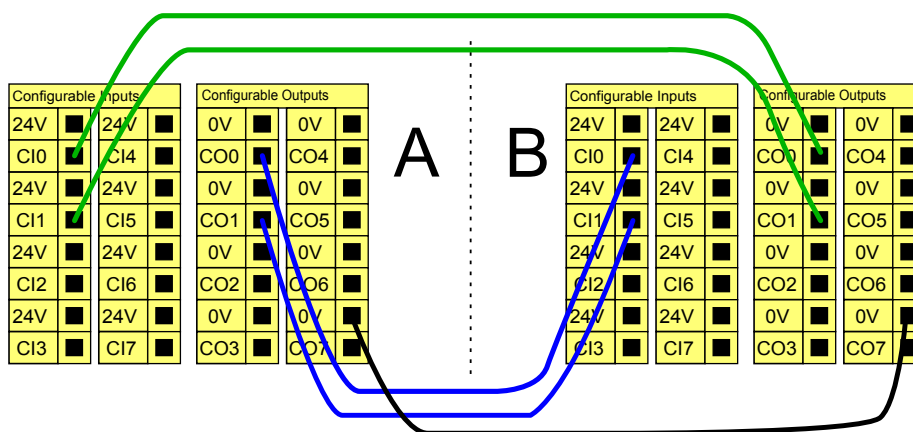
Het is vaak gewenst om een gemeenschappelijk noodstopcircuit te configureren wanneer de robot wordt gebruikt samen met andere machines. Door dit te doen, hoeft de operator niet na te denken over welke noodstopknoppen te gebruiken.

De normale noodstopingang kan niet worden gebruikt om te delen, omdat beide machines zullen wachten op elkaar om de noodstopsituatie te verlaten.

Om de noodstop-functie met andere machines te delen, moeten de volgende configureerbare I/O-functies worden geconfigureerd via de GUI.

- Configureerbaar ingangspaar: Externe noodstop.
- Configureerbaar uitgangspaar: Systemnoodstop.

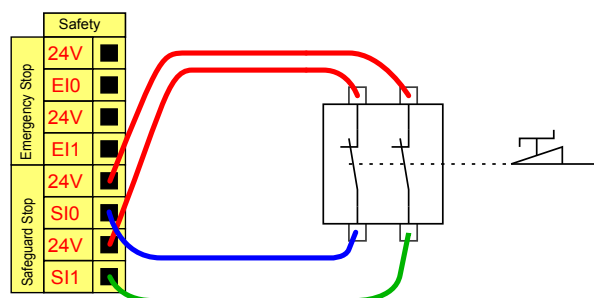
De afbeelding hieronder laat zien hoe twee UR-robots hun noodstopfuncties delen. In dit voorbeeld zijn de geconfigureerde I/Os die worden gebruikt "CI0-CI1" en "CO0-CO1".



Indien meer dan twee UR-robots of andere machines moeten worden aangesloten, is een PLC nodig om de noodstopsignalen te sturen.

5.3.2.4 Beveiligde stop met automatisch hervatten

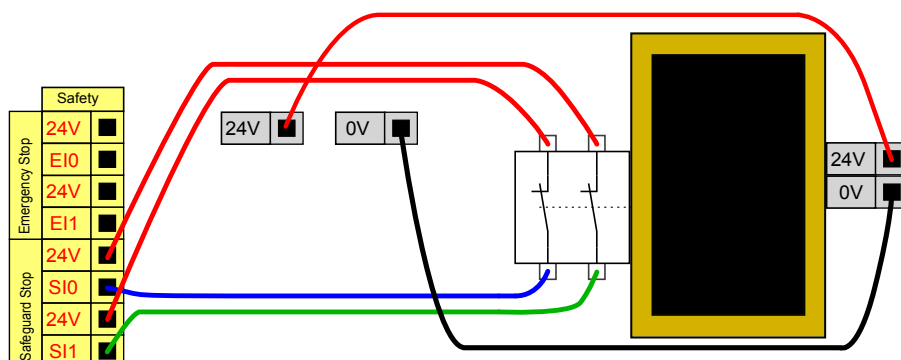
Een voorbeeld van een fundamentele beveiligde stopapparaat is een deurschakelaar waar de robot wordt gestopt wanneer een deur wordt geopend, zie afbeelding hieronder.



Deze configuratie is alleen bedoeld voor toepassingen waarbij de operator de deur niet kan passeren en ze achter hem sluiten. De configureerbare I/O kan worden

gebruikt om een resetknop buiten de deur te configureren, om robotbeweging opnieuw te activeren.

Een ander voorbeeld waar automatisch hervatten passend kan zijn is bij het gebruik van een veiligheidsmat of een nominale veiligheid laserscanner, zie hieronder.

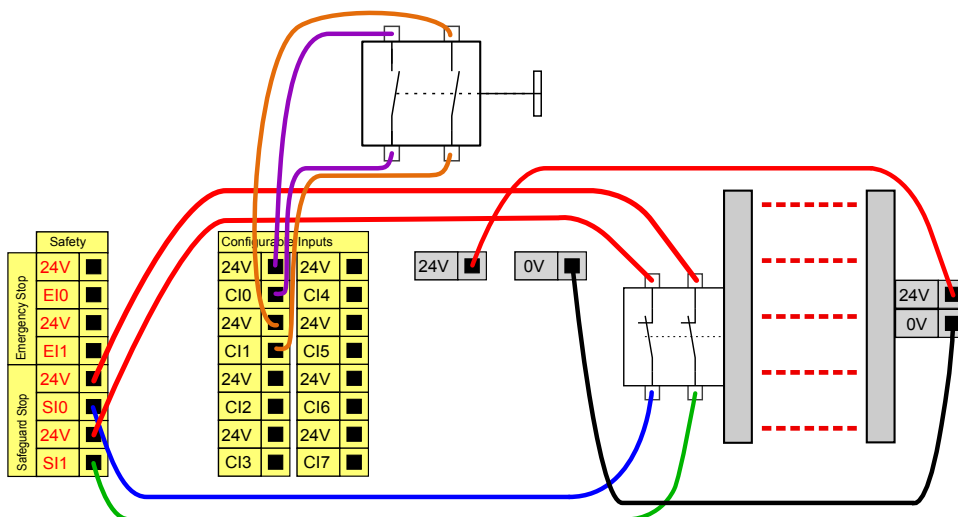


GEVAAR:

1. De robot hervat de beweging automatisch wanneer het beveiligde signaal wordt hersteld. Gebruik deze configuratie niet als het signaal kan worden hersteld vanaf de binnenzijde van de veiligheidszone.

5.3.2.5 Beveiligde stop met resetknop

Als de beveiliging interface als interface met een lichtgordijn, is een reset buiten de veiligheidszone vereist. De resetknop moet van het tweekanaalstype zijn. In dit voorbeeld is de I/O geconfigureerd voor reset "CI0-CI1", zie hieronder.



5.3.3 Digitale I/O voor algemene doelen

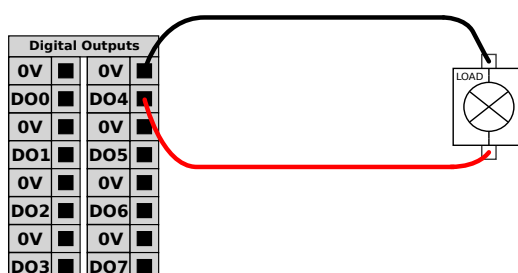
Deze sectie beschrijft de algemene doelen 24V I/O (Grijze klemmen) en de configureerbare I/O (Gele klemmen met zwarte tekst) indien niet geconfigureerd als

veiligheids-I/O. De gemeenschappelijke specificaties in sectie 5.3.1 moeten worden aangehouden.

De algemene I/O kan worden gebruikt om apparatuur zoals pneumatische relais rechtstreeks aan te drijven, of voor communicatie met andere PLC systemen. Alle digitale uitgangen kunnen automatisch worden uitgeschakeld wanneer uitvoering van het programma is gestopt, zie meer in deel II. In deze modus is de uitgang altijd laag wanneer een programma niet draait. Voorbeelden staan in de volgende paragrafen. Deze voorbeelden gebruiken gewone digitale uitgangen maar alle configureerbare uitgangen hadden ook kunnen worden gebruikt als ze niet zijn geconfigureerd om een veiligheidsfunctie uit te voeren.

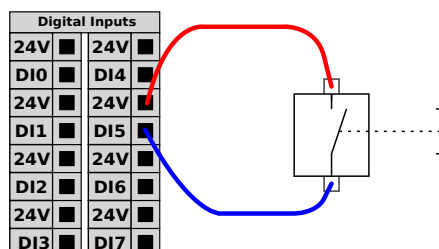
5.3.3.1 Belasting aangeduurd door digitale uitgang

In dit voorbeeld ziet u hoe u een belasting kunt aansluiten om te worden geregeld vanuit een digitale uitgang, zie hieronder.



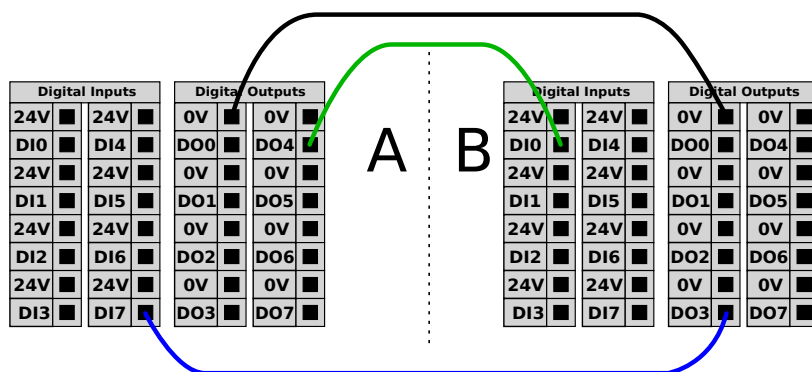
5.3.4 Digitale ingang vanaf een knop

Het voorbeeld hieronder laat zien hoe u een eenvoudige knop kunt aansluiten op een digitale ingang.



5.3.5 Communicatie met andere machines of PLC's

De digitale I/O kan worden gebruikt om te communiceren met andere apparaten als een gemeenschappelijke GND (0V) wordt vastgelegd en wanneer de machine PNP-technologie gebruikt, zie hieronder.



5.3.6 Analoge I/O voor algemene doelen

De analoge I/O interface is de groene klem. Die kan worden gebruikt om spanning (0-10V) of stroom (4-20mA) in te stellen of te meten van en naar andere apparatuur.

Het volgende wordt aanbevolen om de hoogste nauwkeurigheid te bereiken.

- Gebruik de AG-klem die het dichtst bij de I/O zit. Het paar deelt een gemeenschappelijke modusfilter.
- Gebruik dezelfde GND (0V) voor apparatuur en regelkast. De analoge I/O is niet galvanisch geïsoleerd van de regelkast.
- Gebruik een afgeschermd kabel of paarkabels met gedraaide aderen. Sluit de afscherming aan de "GND" klem op de klem genaamd "Power".
- Gebruik van apparatuur die werkt in stroommodus. Stroomsignalen zijn minder gevoelig voor storingen.

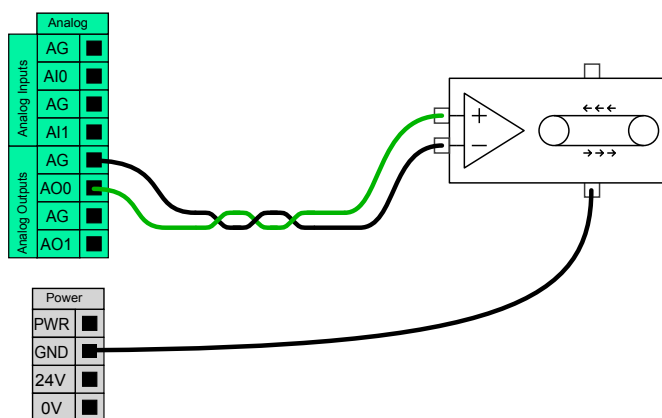
Ingangsmodi kunnen worden geselecteerd in de GUI, zie deel II. De elektrische specificaties worden hieronder weergegeven.

Eindklemmen	Parameter	Min.	Type	Max.	Eenheid
<i>Analoge ingang in stroommodus</i>					
[AIx - AG]	Huidig	4	-	20	mA
[AIx - AG]	Weerstand	-	20	-	ohm
[AIx - AG]	Resolutie	-	12	-	bit
<i>Analoge ingang in spanningsmodus</i>					
[AIx - AG]	Spanning	0	-	10	V
[AIx - AG]	Weerstand	-	10	-	Kohm
[AIx - AG]	Resolutie	-	12	-	bit
<i>Analoge uitgang in stroommodus</i>					
[AOx - AG]	Huidig	4	-	20	mA
[AOx - AG]	Spanning	0	-	10	V
[AOx - AG]	Resolutie	-	12	-	bit
<i>Analoge uitgang in spanningsmodus</i>					
[AOx - AG]	Spanning	0	-	10	V
[AOx - AG]	Huidig	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	Weerstand	-	1	-	ohm
[AOx - AG]	Resolutie	-	12	-	bit

De volgende voorbeelden laten zien hoe de analoge I/O te gebruiken.

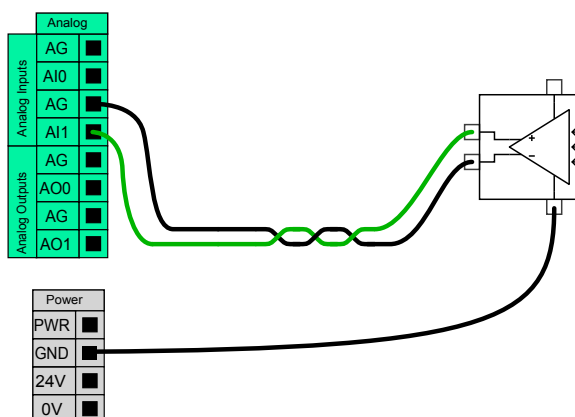
5.3.6.1 Een analoge uitgang gebruiken

Hieronder is een voorbeeld van hoe een transportband met een analoge snelheidsregelingsingang te controleren.



5.3.6.2 Een analoge ingang gebruiken

Hieronder is een voorbeeld van hoe een analoge sensor aan te sluiten.



5.3.7 Externe bediening AAN/UIT

Afstandsbediening AAN/UIT kan worden gebruikt om de regelkast aan en uit te schakelen zonder de programmeereenheid. Dit wordt meestal gebruikt in de volgende toepassingen:

- Als de programmeereenheid ontoegankelijk is.
- Wanneer een PLC-systeem volledige controle moet hebben.
- Wanneer meerdere robots tegelijk worden in- of uitgeschakeld.

De afstandsbediening AAN/UIT voorziet in een kleine extra 12V voeding, die actief wordt gehouden wanneer de regelkast is uitgeschakeld. De "on" - en "off" -ingangen zijn bedoeld voor activering tijdens een korte periode. De "Aan" werkt op dezelfde manier als de voedingsknop. Gebruik altijd de "off" -ingang voor de afstandsbediening "off", omdat dit signaal de regelkast toelaat om open bestanden op te slaan en correct uit te schakelen.

De elektrische specificaties worden hieronder weergegeven.

Eindklemmen	Parameter	Min.	Type	Max.	Eenheid
[12V - GND]	Spanning	10	12	13	V
[12V - GND]	Huidig	-	-	100	mA
[AAN / UIT]	Inactieve spanning	0	-	0,5	V
[AAN / UIT]	Actieve spanning	5	-	12	V
[AAN / UIT]	Ingangsstroom	-	1	-	mA
[AAN]	Activeringstijd	200	-	600	ms

De volgende voorbeelden laten zien hoe de externe AAN/UIT te gebruiken.



OPMERKING:

Een speciale functie in de software kan worden gebruikt om programma's automatisch te laden en te starten, zie deel II.

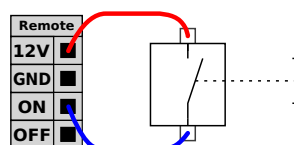


VOORZORGSMAAATREGEL:

1. Gebruik de "on" -ingang of de voedingsknop nooit om de regelkast uit te schakelen.

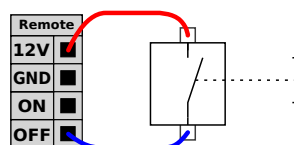
5.3.7.1 Externe AAN-knop

De onderstaande figuur bevat uitleg over het aansluiten van een externe UIT-knop.



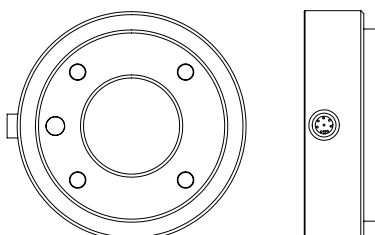
5.3.7.2 Externe UIT-knop

De onderstaande figuur toont hoe een externe UIT-knop aan te sluiten.



5.4 I/O's gereedschap

Bij het gereedschap van de robot zit een kleine connector met acht pennen, zie onderstaande figuur.



Deze connector levert vermogen en regelsignalen voor grippers en sensoren die worden gebruikt op een specifiek robotgereedschap. De volgende industriële kabels zijn geschikt:

- Lumberg RKMV 8-354.

De acht draden in de kabel hebben verschillende kleuren. De verschillende kleuren wijzen op verschillende functies, zie onderstaande tabel:

Kleur	Signaal
Rood	0 V (GND)
Grijs	0V/+12V/+24V (POWER)
Blauw	Digitale uitgang 8 (DO8)
Roze	Digitale uitgang 9 (DO9)
Geel	Digitale ingang 8 (DI8)
Groen	Digitale ingang 9 (DI9)
Wit	Analoge ingang 2 (AI2)
Bruin	Analoge ingang 3 (AI3)

De interen vermogenstoevoer kan worden ingesteld op 0V, 12V of 24V op het I/O-tabblad van de GUI, zie deel II. De elektrische specificaties worden hieronder weergegeven:

Parameter	Min.	Type	Max.	Eenheid
Voeding in modus 24V	-	24	-	V
Voeding in modus 12V	-	12	-	V
Voedingsstroom in beide modi	-	-	600	mA

In de volgende paragrafen worden de verschillende I/O's van het gereedschap beschreven.



GEVAAR:

1. Sluit gereedschappen en grippers zodanig aan dat een onderbreking van stroom geen gevaren veroorzaakt, bv. een werkstuk dat uit het gereedschap valt.
2. Wees voorzichtig bij het gebruik van 12V, omdat een fout van de programmeur kan leiden tot een verandering van de spanning in 24V, waardoor de apparatuur beschadigd kan raken en zelfs brand kan ontstaan.



OPMERKING:

De gereedschapsflens wordt aangesloten op GND (zelfde als de rode kabel).

5.4.1 Digitale tool-uitgangen

De digitale uitgangen zijn uitgevoerd als NPN. Bij het activeren van een digitale uitgang gaat de bijbehorende aansluiting naar GND en in gedeactiveerde toestand is de bijbehorende aansluiting open (open-collector/open-drain). De elektrische specificaties worden hieronder weergegeven:

Parameter	Min.	Type	Max.	Eenheid
Spanning indien open	-0,5	-	26	V
Spanning bij zinken 1 A	-	0,05	0,20	V
Stroom bij zinken	0	-	600	mA
Stroom door GND	0	-	600	mA

Enkele voorbeelden van hoe een digitale uitgang te gebruiken wordt in de volgende paragrafen getoond.

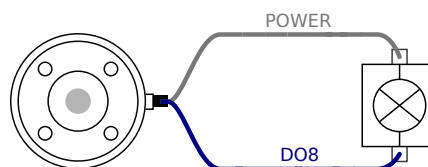


VOORZORGSMaatregel:

1. De digitale uitgangen in het gereedschap hebben geen stroombegrenzing en het overschrijden van de aangegeven waarden kan blijvende schade veroorzaken.

5.4.1.1 Het gereedschap Digitale uitgangen gebruiken

Het voorbeeld hieronder laat zien hoe een belasting moet worden ingeschakeld bij gebruik van de interne voeding van 12V of 24V. Vergeet niet dat u de uitgangsspanning moet aangeven op de I/O-tab. Vergeet niet dat er spanning staat tussen de POWER-aansluiting en de afscherming/massa, ook wanneer de belasting is uitgeschakeld.



5.4.2 Digitale tool-ingangen

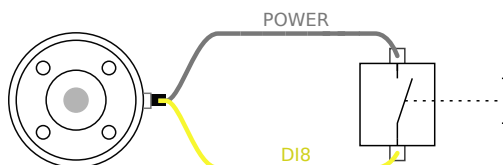
De digitale ingangen zijn geïmplementeerd als PNP met zwakke pull-downweerstand. Dat betekent dat een zwevende ingang altijd als laag wordt gezien. De elektrische specificaties worden hieronder weergegeven.

Parameter	Min.	Type	Max.	Eenheid
Ingangsspanning	-0,5	-	26	V
Logische lage spanning	-	-	2,0	V
Logische hoge spanning	5,5	-	-	V
Ingangsweerstand	-	47 k	-	Ω

Een voorbeeld van hoe een digitale ingang te gebruiken wordt in de volgende paragrafen getoond.

5.4.2.1 Het gereedschap Digitale ingangen gebruiken

Het onderstaande voorbeeld toont hoe een eenvoudige knop aan te sluiten.



5.4.3 Analoge tool-ingangen

De analoge tool-ingangen zijn niet-differentieel en kunnen worden ingesteld op spanning en stroom op het tabblad I/O, zie deel II. De elektrische specificaties worden hieronder weergegeven.

Parameter	Min.	Type	Max.	Eenheid
Ingangsspanning in spanningsmodus	-0,5	-	26	V
Ingangsweerstand bij bereik 0V - 10V	-	15	-	kΩ
Ingangsspanning in stroommodus	-0,5	-	5,0	V
Ingangsstroom in stroommodus	-2,5	-	25	mA
Ingangsweerstand bij bereik 4mA - 20mA	-	200	-	Ω

Twee voorbeelden hoe analoge ingangen te gebruiken worden in de volgende paragrafen getoond.

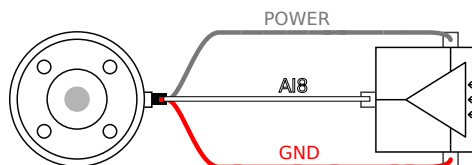


VOORZORGSMAAATREGEL:

1. Analoge ingangen zijn niet beschermd tegen overspanning in de stroommodus. Overschatten van de limiet in de elektrische specificatie kan permanente schade aan de ingang veroorzaken.

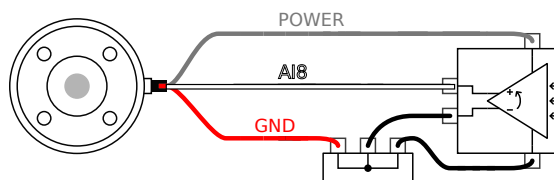
5.4.3.1 Het gereedschap Analoge ingangen gebruiken, niet-differentieel

Het onderstaande voorbeeld laat zien hoe een analoge sensor te verbinden met een niet-differentiële uitgang. De sensor kan een stroom- of spanningsuitgang hebben, zolang de ingangsmodus van die analoge ingang dezelfde instelling heeft op de I/O-tab. Controleer of een sensor met spanningsuitgang de interne weerstand van het gereedschap kan aandrijven, omdat anders de meting ongeldig kan zijn.



5.4.3.2 Het gereedschap Analoge ingangen gebruiken, differentieel

Het onderstaande voorbeeld laat zien hoe een analoge sensor te verbinden met een differentiële uitgang. Sluit het negatieve uitgangsdeel aan op GND (0V) en de werking is dezelfde als bij een niet-differentiële sensor.



5.5 Ethernet

Een Ethernet-verbinding is voorzien aan de onderkant van de regelkast, zie afbeelding hieronder.



De Ethernet-interface kan worden gebruikt voor:

- MODBUS I/O-uitbreidingsmodules. Bekijk meer in deel II.
- Externe toegang en controle.

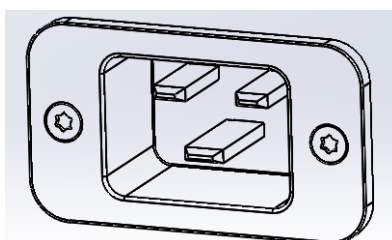
De elektrische specificaties worden hieronder weergegeven.

Parameter	Min.	Type	Max.	Eenheid
Communicatiesnelheid	10	-	100	Mb/s

5.6 Voedingsaansluiting

De netkabel vanaf de regelkast heeft standaard een IEC-stekker aan het uiteinde. Sluit een landspecifieke netstekker of -kabel aan op de IEC-stekker.

Om de robot onder stroom te zetten, moet de regelkast worden aangesloten op de netvoeding. Dit moet gebeuren via de standaard IEC C20-stekker aan de onderkant van de regelkast via een overeenkomstige IEC C19-snoer, zie afbeelding hieronder.



De netvoeding moet minimaal zijn voorzien van de volgende zaken:

- Massaverbinding.
- Netzekering.
- Reststroomapparaat.

Het wordt aanbevolen om een hoofdschakelaar te installeren om alle apparatuur in de robottoepassing uit te schakelen als een eenvoudig middel om alle stroomtoevoer te verbreken tijdens het onderhoud.

De elektrische specificaties worden in de tabel hieronder weergegeven.

Parameter	Min.	Type	Max.	Eenheid
Ingangsspanning	100	-	240	VAC
Externe zekering (@ 100-200V)	8	-	16	A
Externe zekering (@ 200-240V)	8	-	16	A
Ingangsfrequentie	47	-	63	Hz
Stand-byvermogen	-	-	0,5	W
Nominaal bedrijfsvermogen	90	150	325	W

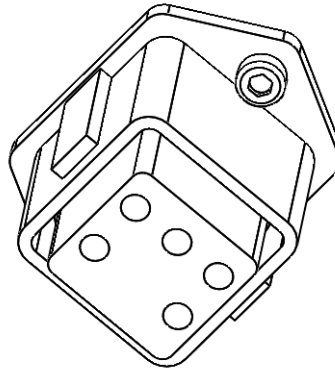


GEVAAR:

1. Controleer of de robot correct geaard is (elektrische verbinding met aarding). Gebruik de ongebruikte bouten met de aardingssymbolen in de regelkast voor gemeenschappelijke aarding van alle apparatuur in het systeem. De aardingsgeleider moet ten minste het nominale stroombereik van de hoogste stroomwaarde in het systeem hebben.
2. Zorg ervoor dat het ingaand vermogen naar de regelkast beschermd is met een aardlekschakelaar en de juiste zekering.
3. Verbreek alle stroomtoevoer naar de volledige robotinstallatie tijdens onderhoud. Er mogen geen andere apparaten stroom leveren aan de robot-I/O als het systeem vergrendeld is.
4. Zorg ervoor dat alle kabels zijn aangesloten voordat u de regelkast aanzet. Gebruik altijd een origineel en correct voedingsnoer.

5.7 Robotaansluiting

De kabel van de robot moet worden aangesloten op de connector aan de onderkant van de regelkast, zie afbeelding hieronder. Zorg ervoor dat de connector goed gesloten is voordat de robotarm wordt ingeschakeld. Het loskoppelen van de robotkabel mag alleen plaatsvinden wanneer de stroomvoorziening van de robot is uitgeschakeld.



VOORZORGSMaatregel:

1. Koppel de robotkabel niet los wanneer de robotarm is ingeschakeld.
2. Verleng of wijzig de originele kabel niet.

6 Onderhoud en reparatie

Het is voor zowel onderhouds- als reparatiewerkzaamheden belangrijk dat ze uitgevoerd worden in overeenstemming met alle veiligheidsinstructies in deze handleiding.

Onderhoud-, kalibratie- en reparatiewerkzaamheden moeten uitgevoerd worden met behulp van de nieuwste versies van de servicehandleidingen die u op de ondersteuningswebsite kunt vinden <http://www.universal-robots.com/support>.

Reparaties mogen alleen uitgevoerd worden door bevoegde systeemintegrators of door Universal Robots.

Alle naar Universal Robots geretourneerde onderdelen dienen geretourneerd te worden conform de servicehandleiding.

6.1 Veiligheidsinstructies

Na onderhouds- en reparatiewerkzaamheden, moeten controles uitgevoerd worden om te zorgen dat het juiste beveiligingsniveau behouden blijft. De geldende nationale of regionale veiligheidsregels dienen voor deze controle in acht genomen te worden. De juiste werking van alle veiligheidsfuncties dient ook getest te worden.

Het doel van onderhouds- en reparatiewerkzaamheden is zorgen dat het systeem operationeel blijft of, in het geval van een fout, het systeem terug te brengen naar een operationele staat. Reparatiewerkzaamheden omvatten het opsporen van problemen en de daadwerkelijke reparatie.

De volgende veiligheidsmaatregelen en waarschuwingen dienen te worden aangehouden als u werkt aan de robotarm of de regelkast.


GEVAAR:

1. Wijzig niets in de veiligheidsconfiguratie van de software (bijv. de krachtgrens). De veiligheidsconfiguratie wordt beschreven in de PolyScope-handleiding. Als een veiligheidsinstelling gewijzigd wordt, wordt het volledige robotsysteem beschouwd als nieuw, wat betekent dat de algemene veiligheidsgoedkeuringsprocessen, waaronder risicobeoordeling, dienovereenkomstig bijgewerkt dienen te worden.
2. Vervang defecte onderdelen met nieuwe onderdelen met dezelfde artikelnummers of vergelijkbare onderdelen die door Universal Robots zijn goedgekeurd voor dit doel.
3. Schakel alle gedeactiveerde veiligheidsmaatregelen direct nadat de werkzaamheden voltooid zijn, weer in.
4. Leg alle reparaties vast en bewaar deze documentatie in het technische bestand dat gekoppeld is aan het volledige robotsysteem.


GEVAAR:

1. Trek de stroomingangskabel uit de onderkant van de regelkast om te zorgen dat er helemaal geen stroom meer op staat. Schakel alle andere energiebronnen uit die zijn aangesloten op de robotarm of de regelkast. Tref de nodige voorzorgsmaatregelen om te voorkomen dat andere personen het systeem tijdens de reparatie onder stroom zetten.
2. Controleer de aardingsaansluiting voordat u het systeem weer inschakelt.
3. Houdt u aan ESD-regels als onderdelen van de robotarm of de regelkast uit elkaar gehaald worden.
4. Haal de stroombronnen in de regelkast niet uit elkaar. Hoogspanning (tot 600V) kan in deze stroombronnen gedurende enkele uren nadat de regelkast is uitgeschakeld, aanwezig zijn.
5. Voorkom dat water en stof in de robotarm of de regelkast komen.

7 Wegwerpen en het milieu

UR-robots dienen weggeworpen te worden conform toepasbare nationale wetten, regels en standaards.

UR-robots worden geproduceerd met beperkt gebruik van gevaarlijke substanties om het milieu te beschermen; als vastgelegd in de Europese RoHS-richtlijn 2011/65/EU. Onder deze substanties vallen kwik, cadmium, lood, chroom, VI, polybroombifenyl en polybroombifenylethers.

De kosten voor wegwerpen en verwerpen van elektronisch afval van UR-robots die verkocht worden op de Deense markt worden betaald aan het DPA-systeem door Universal Robots A/S. Importeurs in landen die gedekt zijn door de Europese WEEE-richtlijn 2012/19/EU moeten hun eigen registratie uitvoeren bij het nationale WEEE-register in hun land. De kosten zijn meestal minder dan 1€/robot. Hier vindt u een lijst met nationale registers: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

De volgende symbolen zijn bevestigd op de robot om conformiteit aan te tonen met bovenstaande wetten:



8 Certificeringen

Dit hoofdstuk bevat een aantal verschillende certificaten en verklaringen die voor dit product zijn opgesteld.

8.1 Certificaten van derden

Certificaten van derden zijn vrijwillig. Om echter de service te bieden aan robotintegrators heeft UR ervoor gekozen hun robots te certificeren bij de volgende erkende testinstituten:



TÜV NORD

UR-robots zijn op veiligheid getest bij TÜV NORD, een erkend instituut onder de machinerichtlijn 2006/42/EC in de EU. U vindt een exemplaar van het veiligheidsgoedkeuringscertificaat van TÜV NORD in bijlage B.



DELTA

UR-robots zijn op veiligheid en prestaties getest door DELTA. U vindt een elektromagnetisch compatibiliteitscertificaat (EMC) in bijlage B. U vindt een milieutestcertificaat in bijlage B.

8.2 Verklaringen conform EU-richtlijnen

EU-verklaringen zijn voornamelijk relevant voor Europese landen. Sommige landen buiten Europa erkennen of verplichten ze echter ook. Europese richtlijnen zijn in te zien op de officiële internetpagina: <http://eur-lex.europa.eu>.

UR-robots zijn gecertificeerd conform onderstaand vermelde richtlijnen.

2006/42/EC — Machinerichtlijn (MD)

UR-robots zijn gedeeltelijk voltooid machines conform Machinerichtlijn 2006/42/EC. Let erop dat er geen CE-keurmerk bevestigd is conform deze richtlijn voor gedeeltelijk voltooide machines. Als de UR-robot gebruikt wordt voor een toepassing met pesticiden, let dan op de aanwezigheid van richtlijn 2009/127/EC. De opnameverklaring conform 2006/42/EC annex II 1.B. is te zien in bijlage B.

2006/95/EC — Lage spanningsrichtlijn (LVD)

2004/108/EC — Elektromagnetische compatibiliteit (EMC)

2011/65/EU — Beperking van het gebruik van bepaalde gevaarlijke substanties (RoHS)

2012/19/EU – Afval van elektrische en elektronische apparatuur (WEEE)

Conformiteitsverklaringen met bovenstaande richtlijnen zijn opgenomen in de verklaring van opname in bijlage B.

Er is een CE-markering bevestigd conform de CE-markeringsrichtlijnen die hierboven vermeld zijn. Zie voor afval van elektrische en elektronische apparatuur hoofdstuk 7.

Zie voor informatie over standaards tijdens de ontwikkeling van de robot, bijlage C.

9 Garanties

9.1 Productgarantie

Zonder afbreuk te doen aan eventuele vorderingen van de gebruiker (klant) ten opzichte van de dealer of retailer krijgt de klant een fabrieksgarantie, en wel met inachtneming van de onderstaande voorwaarden:

Indien nieuwe apparaten en de onderdelen daarvan binnen 12 maanden na ingebruikname (uiterlijk 15 maanden na verzending) defecten vertonen die het gevolg zijn van fouten in productie en/of materialen, verstrekt Universal Robots de vereiste reserveonderdelen, terwijl de gebruiker (klant) werkuren beschikbaar dient te stellen voor het vervangen van de reserveonderdelen, waarbij het onderdeel wordt vervangen door een ander onderdeel dat een afspiegeling is van de huidige stand van de techniek dan wel het genoemde onderdeel wordt gerepareerd. Deze garantie komt te vervallen indien het defect aan het apparaat is toe te schrijven aan onjuiste behandeling en/of niet-naleving van de informatie in de gebruikershandleidingen. Deze garantie is niet van toepassing op servicewerkzaamheden die zijn uitgevoerd door de erkende dealer dan wel de klant zelf (bijv. installatie, configuratie,软件下载). Als bewijsmateriaal voor een beroep op de garantie is het aankoopbewijs vereist in combinatie met de datum van aankoop. Claims onder de garantie dienen te worden ingediend binnen twee maanden na het duidelijk worden van het onder de garantie vallende gebrek. Het eigendom van door Universal Robots vervangen en naar Universal Robots geretourneerde apparaten of onderdelen gaat over op Universal Robots. Alle overige claims voortvloeiend uit dan wel verband houdend met het apparaat worden uitgesloten van deze garantie. Niets in deze garantie beoogt wettelijk voorgeschreven rechten van een klant dan wel de aansprakelijkheid van de fabrikant voor overlijden of persoonlijk letsel door diens nalatigheid te beperken dan wel uit te sluiten. De looptijd van de garantie wordt niet verlengd door diensten die worden verleend onder de garantiebepalingen. Indien er geen sprake is van een onder de garantie vallend gebrek, behoudt Universal Robots zich het recht voor om de klant kosten in rekening te brengen voor vervangen of reparatie. De bovenstaande bepalingen behelzen geen verandering in de bewijslast ten nadeel van de klant. In het geval een apparaat defecten vertoont, is Universal Robots niet aansprakelijk voor indirecte, incidentele, bijzondere of gevolgschade, inclusief maar niet beperkt tot, winstderving, gebruiksderving, productieverlies of schade aan andere uitrustingen.

Indien een apparaat defecten vertoont, biedt Universal Robots geen dekking voor eventuele gevolgschade, zoals productieverlies of schade aan andere productieapparatuur.

9.2 Disclaimer

Universal Robots gaat door met het verbeteren van de betrouwbaarheid en prestaties van zijn producten en behoudt zich daarom het recht voor om het product aan te passen zonder kennisgeving vooraf. Universal Robots neemt grote zorgvuldigheid in acht om de inhoud van deze handleiding nauwkeurig en correct te krijgen, maar aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of ontbrekende informatie.

A Stoptijden en stopafstanden

De informatie over stoptijden en afstanden is beschikbaar voor Stop Categorie 0 en Stop Categorie¹ 1. Deze bijlage bevat de informatie met betrekking tot de Stop Categorie 0. Informatie over Stop Categorie 1 is beschikbaar op <http://universal-robots.com/support/>.

A.1 Stop Categorie 0 afstanden en tijden

Onderstaande tabel bevat de stopafstanden en -tijden gemeten wanneer een Stop Categorie 0 wordt veroorzaakt. Deze metingen stemmen overeen met de volgende configuratie van de robot:

- Uitstrekking: 100% (de robotarm is volledig horizontaal uitgestrekt).
- Snelheid: 100% (de algemene snelheid van de robot is ingesteld op 100% en de beweging wordt uitgevoerd met een gewrichtssnelheid van $183^\circ/\text{s}$).
- Belasting: maximale belasting van de robot, aan het TCP (5 kg) verbonden.

De test op het gewricht 0 werd uitgevoerd door het uitvoeren van een horizontale beweging, d.w.z. de rotatie-as stond loodrecht op de grond. Tijdens de tests voor Gewricht 1 en 2 volgde de robot een verticaal traject, d.w.z. de rotatie-assen stonden parallel aan de grond, en de stop werd uitgevoerd terwijl de robot neerwaarts bewoog.

	Stopafstand (rad)	Stoptijd (ms)
Gewricht 0 (BASIS)	0.31	244
Gewricht 1 (SCHOUDEK)	0.70	530
Gewricht 2 (ELLEBOOG)	0.22	164

¹conform IEC 60204-1, zie Verklarende woordenlijst voor meer informatie.

B Verklaringen en certificaten

B.1 CE/EU Declaration of Incorporation (original)

According to European Directive 2006/42/EC annex II 1.B.

The manufacturer Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

hereby declares that the product described below

Industrial robot UR5/CB3
Serial number _____

may not be put into service before the machinery in which it will be incorporated is declared in conformity with the provisions of Directive 2006/42/EC, as amended by Directive 2009/127/EC, and with the regulations transposing it into national law.

The safety features of the product are prepared for compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC under the correct incorporation conditions, see product manual. Compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC relies on the specific robot installation and the final risk assessment.

Relevant technical documentation is compiled according to Directive 2006/42/EC annex VII part B and available in electronic form to national authorities upon legitimate request. Undersigned is based on the manufacturer address and authorised to compile this documentation.

Additionally the product declares in conformity with the following directives, according to which the product is CE marked:

- 2014/35/EU — Low Voltage Directive (LVD)
- 2014/30/EU — Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)
- 2011/65/EU — Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)

A complete list of applied harmonized standards, including associated specifications, is provided in the product manual. This list is valid for the product manual with the same serial numbers as this document and the product.

Odense, April 20th, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.2 CE/EU-verklaring van Oprichting (vertaling van het origineel)

Conform Europese richtlijn 2006/42/EC annex II 1.B.

De producent Universal Robots A/S
 Energivej 25
 5260 Odense S
 Denemarken

verklaart hierbij dat onderstaand beschreven product

Industriële robot UR5

Serienummer

(Zie origineel)

niet in gebruik genomen mag worden voordat de machine waarin hij wordt opgenomen voldoet aan de voorzieningen in Richtlijn 2006/42/EC als aangepast door Richtlijn 2009/127/EC en de regels die het transponeren naar nationale wetgeving.

De veiligheidsfuncties van het product zijn opgesteld voor naleving van alle essentiële vereisten in Richtlijn 2006/42/EC onder de juiste inbouwomstandigheden, zie producthandleiding. Naleving van alle essentiële vereisten van Richtlijn 2006/42/EC is afhankelijk van specifieke robotinstallatie en de definitieve risicobeoordeling.

Relevante technische documentatie wordt samengesteld conform Richtlijn 2006/42/EC annex VII deel B en voor nationale autoriteiten bij wettig verzoek in elektronische vorm verkrijgbaar. Ondergetekende is gebaseerd op het adres van de fabrikant en bevoegd om deze documentatie samen te stellen.

Daarnaast is het product conform verklaard aan de volgende richtlijnen, aan de hand waarvan het product een CE-keurmerk heeft:

2014/35/EU — Lage spanningsrichtlijn (LVD)

2014/30/EU — Elektromagnetische compatibiliteitsrichtlijn (EMC)

2011/65/EU — Beperking van het gebruik van bepaalde gevaarlijke substanties (RoHS)

Een volledige lijst van toegepaste geharmoniseerde standaards, inclusief gekoppelde specificaties, vindt u in de producthandleiding. Deze lijst geldt voor de producthandleiding met dezelfde serienummers als dit document en product.

Odense, 20 april 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.3 Certificaat veiligheidssysteem



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

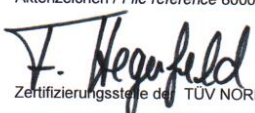
Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

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

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



B.4 Milieutestcertificaat



Climatic and mechanical assessment sheet no. 1275

DELTA client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	DELTA project no. T207415-1
Product identification UR5 robot arm: UR5 AE/CB3, 0A-series UR5 control box: AE/CB3, 0A-series UR5 teach pendant: AE/CB3, 0A-series UR10 robot arm: UR10 AE/CB3, 0A-series UR10 control box: UR10 AE/CB3, 0A-series UR10 teach pendant: AE/CB3, 0A-series	
DELTA report(s) DELTA project no. T207415-1, DANAK-19/13752 Revision 1	
Other document(s)	
Conclusion The two robot arms UR5 and UR10 including their control box and teach pendant have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the DELTA report listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests as specified in Annex 1 of the report were fulfilled. IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h IEC 60068-2-2, Test Be; +50 °C, 16 h IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 20 Hz: 0.05 g ² /Hz, 20 – 150 Hz: -3 dB/octave, 1.66 grms, 3 x 1½ h IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 160 g, 1 ms, 3 x 6 shocks	
Date Hørsholm, 14 March 2014	Assessor  Susanne Otto B.Sc.E.E., B.Com (Org)

20ass-sheet-j

B.5 EMC-testcertificaat



We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1351

From 29 June 2007 DELTA has been designated as Notified Body by the notified authority National Telecom Agency in Denmark to carry out tasks referred to in Annex III of the European Council EMC Directive 2004/108/EC. The attestation of conformity is in accordance with Article 5 and refers to the essential requirements set out in Annex I.

DELTA client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Product identification

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 1351dpa

Standards/Normative documents

EMC Directive 2004/108/EC, Article 5
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, 20 November 2014



Jakob Steensen
Principal Consultant

20aocass-uk-j

C Toegepaste standaarden

Deze sectie beschrijft de relevante standaards toegepast tijdens de ontwikkeling van de robotarm en regelkast. Wanneer een Europees richtlijnnummer tussen haakjes wordt opgemerkt, geeft dit aan dat de standaard is geharmoniseerd conform die richtlijn.

Een standaard is geen wet. Een standaard is een document ontwikkeld door belanghebbenden binnen een bepaalde bedrijfstak, waarin de normale veiligheids- en prestatievereisten voor een product of productgroep worden gedefinieerd.

Afkortingen hebben de volgende betekenis:

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

Conformiteit aan de volgende standaards wordt alleen gegarandeerd als alle montage-instructies, veiligheidsvoorschriften en richtlijnen in deze handleiding worden opgevolgd.

ISO 13849-1:2006 [PLd]

ISO 13849-1:2015 [PLd]

ISO 13849-2:2012

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

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

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

De veiligheidsbesturing is ontworpen als prestatieniveau d (PLd) volgens de vereisten van deze standaards.

ISO 13850:2006 [Stop Categorie 1]

ISO 13850:2015 [Stop Categorie 1]

EN ISO 13850:2008 (E) [Stop categorie 1 - 2006/42/EC]

EN ISO 13850:2015 [Stop categorie 1 - 2006/42/EC]

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

De noodstopfunctie is ontworpen als een Stop Categorie 1 volgens deze standaard. Stop Categorie 1 is een geregelde stop waarbij netvoeding naar de motoren beschikbaar blijft voor de stop. Als de robot gestopt is, wordt de netvoeding uitgeschakeld.

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

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

UR-robots worden geëvalueerd volgens de principes van deze standaard.

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

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

Deze standaard is bedoeld voor de robot fabrikant niet de integrator. Het tweede deel (ISO 10218-2) is bestemd voor de robot integrator, gezien het zich bezighoudt met de installatie en het ontwerp van de robottoeepassing.

De schrijvers van de standaard impliciet beoogden de traditionele industriële robots, die traditioneel worden beschermd door hekken en lichtschermen. UR-robots zijn ontworpen met kracht- en voedingslimieten die te allen tijde zijn ingeschakeld. Daarom worden hierna enkele begrippen verduidelijkt en toegelicht.

Als een UR-robot wordt gebruikt in een gevaarlijke toepassing, kunnen bijkomende veiligheidsmaatregelen vereist zijn, zie hoofdstuk 1 van deze handleiding.

Verduidelijking:

- “3.24.3 Beveiligde ruimte” wordt gedefinieerd door de perimeterbeveiliging. Meestal is de beveiligde ruimte een ruimte achter een hek, die mensen tegen de gevaarlijke traditionele robots beschermt. UR-robots zijn ontworpen om te werken zonder een hek met behulp van een ingebouwde voedings- en krachtlimiet samenwerkingsveiligheidsfunctie, waar er geen gevaarlijke beveiligde ruimte is bepaald door de omtrek van een hek.
- “5.4.2 Prestatievereiste”. Alle veiligheidsfuncties zijn gebouwd als PLd conform ISO 13849-1:2006. De robot is gebouwd met redundante encodersystemen in elk gewricht en de nominale veiligheid I/O's zijn gebouwd met een Ccategorie¹ 3 structuur te vormen. De nominale veiligheid I/O's moeten worden aangesloten volgens deze handleiding volgens Categorie 3 nominale veiligheidsapparatuur om een PLd structuur te vormen van de complete veiligheidsfunctie.
- “5.7 Werkingsmodi”. UR-robots hebben geen verschillende werkingsmodi en daarom hebben ze geen keuzeschakelaar.
- “5.8 Programmeercontroles”. Deze sectie definieert de beschermende functies voor de programmeerbaarheid, wanneer deze binnen een gevaarlijke beveiligde ruimte wordt gebruikt. Aangezien UR-robots bedoeld zijn voor samenwerking, is er geen gevaarlijke beveiligde ruimte zoals bij traditionele robots. UR-robots zijn veiliger om te programmeren dan de traditionele robots. In plaats van een drie-positie ingeschakeld apparaat te moeten ontkoppelen, kan de operator gewoon de robot

¹Conform ISO 13849-1, zie Verklarende Woordenlijst voor meer informatie.

stoppen met de hand. Als een UR-robot geïnstalleerd is in een gevaarlijke, afgeschermd toepassing, kan een drie-positie-apparaat aangesloten worden als beschreven in deze handleiding. Zie ook verduidelijking in ISO/TS 15066 clause 5.4.5.

- “5.10 Gecombineerde gebruiksvereisten”. De voeding en kracht samenwerkingsbeperkende functie van UR-robots is altijd actief. Het visueel ontwerp van de UR-robots geeft aan dat de robots geschikt zijn voor gecombineerd gebruikt. De voeding en kracht beperkende functies zijn ontworpen volgens clause 5.10.5. Zie ook verduidelijking in ISO/TS 15066 clause 5.5.4.
- “5.12.3 Beveiligde soft-as en ruimtebeperking”. Deze veiligheidsfunctie is een van de vele veiligheidsfuncties die configureerbaar is via software. Een hash-code wordt gegenereerd uit de instellingen van al deze veiligheidsfuncties en wordt voorgesteld als een veiligheidscontrole identicator in de GUI.

ISO/TS 15066:2016

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

Dit is een technische specificatie (TS), **geen** standaard. Het doel van een TS is een reeks voortijdige vereisten te presenteren om te zien of ze bruikbaar zijn voor een bepaalde sector. Per definitie is een TS niet volwassen genoeg om geharmoniseerd te zijn onder Europese Richtlijnen.

Deze TS is voor zowel de robotfabrikant als robotintegrator. UR-robots voldoen aan de onderdelen die relevant zijn voor de robots zelfs en de integrator kan ervoor kiezen de TS te gebruiken bij de integratie van de robots.

Deze TS bevat vrijwillige vereisten en richtlijnen die de ISO 10218-standaards aanvullen wat betreft samenwerkingsrobots. Naast de hoofdtekst omvat de TS een bijlage A met een tabel met daarin suggesties voor kracht- en druklimieten, die gebaseerd zijn op pijn en **niet** op verwondingen. Het is belangrijk de aantekeningen onder deze tabel te lezen en begrijpen, omdat veel van de limieten alleen gebaseerd zijn op conservatieve schattingen en literatuur. Alle getallen zijn onderhevig aan wijzigingen in de toekomst, omdat er nieuwe wetenschappelijke resultaten beschikbaar zijn. Bijlage A is een informeel en vrijwillig onderdeel van de TS en een integrator kan daarom naleving vermelden van de TS zonder de limietwaarden in Bijlage A te gebruiken.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

Deze Amerikaanse norm is de ISO-normen ISO 10218-1 (zie hierboven) en ISO 10218-2 gecombineerd in één document. De taal wordt gewijzigd van Brits Engels naar Amerikaans Engels, maar de inhoud is dezelfde.

Let op: deel twee (ISO 10218-2) van deze standaard is bedoeld voor de integrator van het robotsysteem, en niet voor Universal Robots.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

Deze Canadese norm is de ISO-normen ISO 10218-1 (zie hierboven) en ISO 10218-2 gecombineerd in één document. CSA heeft aanvullende eisen toegevoegd voor de gebruiker van het robotsysteem. Sommige van deze eisen moeten misschien door de robot integrator worden aangepakt.

Let op: deel twee (ISO 10218-2) van deze standaard is bedoeld voor de integrator van het robotsysteem, en niet voor Universal Robots.

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

Electromagnetic compatibility (EMC)

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

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

Deze standaards zijn vereisten voor de elektrische en elektromagnetische storingen. Voldoen aan deze standaards zorgt ervoor dat de UR-robots goed presteren in industriële omgevingen en dat zij andere apparatuur niet storen.

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

Deze standaard definieert uitgebreide EMC-immuniteitsvereisten voor veiligheidsrelevante functies. Voldoen aan deze standaard zorgt ervoor dat de veiligheidsfuncties van UR-robots veiligheid bieden, zelfs als andere apparatuur de EMC-emissiegrenswaarden gedefinieerd in de IEC 61000 standaards overschrijdt.

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

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

Zowel normale als de nominale veiligheid 24V I/O's zijn gebouwd volgens de eisen van deze standaard om betrouwbare communicatie met andere PLC-systemen te waarborgen.

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

Safety of machinery - Prevention of unexpected start-up

Deze twee standaards zijn zeer vergelijkbaar. Zij bepalen veiligheidsprincipes voor het vermijden van onverwacht opstarten, zowel als gevolg van onbedoeld opnieuw inschakelen tijdens onderhoud of reparatie, en als gevolg van onbedoelde opstartcommando's vanuit een controleperspectief.

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

Low-voltage switchgear and controlgear

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

De directe openingsactie en het veiligheids-vergrendelmechanisme van de noodstopknop voldoen aan de vereisten van deze standaard.

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

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

Deze standaard definieert behuizingstypen betreffende bescherming tegen stof en water. UR-robots zijn ontworpen en ingedeeld met een IP-code volgens deze standaard, zie robot sticker.

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

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

De netingangskabel voldoet aan deze standaard.

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

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

De gereedschapsflens op UR-robots voldoet aan type 50-4-M6 van deze standaard. Robotinstrumenten moeten worden geconstrueerd volgens deze standaard om een juiste montage te waarborgen.

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

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

Part 1: Hot surfaces

De UR-robots zijn danig ontworpen dat de oppervlaktemperatuur onder de ergonomische limieten bepaald in deze standaard worden gehouden.

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

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

UR robots zijn gebouwd in overeenstemming met deze standaard om bescherming te bieden tegen elektrische schokken. Een beschermende aarde/massa-aansluiting is verplicht, zoals gedefinieerd in de Hardware-installatiehandleiding.

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

UR-robots worden getest volgens de testmethoden uit deze standaards.

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

Industrial communication networks – Profiles

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

Deze standaards definiëren de vereisten voor de nominale veiligheid communicatiebussen.

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

Safety of machinery – Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

De algemene beginselen van deze standaard worden toegepast.

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

De elektrische circuits van UR-robots zijn ontworpen om te voldoen aan deze standaard.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

R-robots uitgerust met de E67 accessoiremodule naar de interface spuitgietmachines voldoen aan deze standaard.

D Technische specificaties

Robottype	UR5
Gewicht	18.4 kg / 40.6 lb
Maximumlading (zie paragraaf 4.4)	5 kg / 11 lb
Bereik	850 mm / 33.5 in
Gewrichtsbereiken	± 360 ° voor alle gewrichten
Snelheid	Gewrichten: Max 180 %s. Gereedschap: Ca. 1 m/s / Ca. 39.4 in/s.
Herhaalbaarheid	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
Voetspoor	Ø149 mm / 5.9 in
Vrijheidsgraden	6 roterende gewrichten
Afmeting regelkast (W × H × D)	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 in
Regelkast I/O-poorten	16 digitale in, 16 digitale uit, 2 analoge in, 2 analoge uit
I/O-poorten gereedschap	2 digitale in, 2 digitale uit, 2 analoge in
I/O-voeding	24 V2 A in regelkast en 12 V/24 V600 mA in gereedschap
Communicatie	TCP/IP 100 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-TX Ethernet-stekker, Modbus TCP & Ethernet/IP adapter
Programmeren	PolyScope grafische gebruikersinterface op 12" touchscreen
Ruis	Relatief geruisloos
IP-classificatie	IP54
Stroomverbruik	Ca. 200 W met een typisch programma
Collaboratieve exploitatie	15 geavanceerde veiligheidsfuncties. Conform: EN ISO 13849-1:2008, PLd en EN ISO 10218-1:2011, clause 5.10.5
Temperatuur	De robot kan werken in een temperatuurbereik van 0-50 °C
Voeding	100-240 VAC, 50-60 Hz
Berekende levensduur	35,000 hours
Bekabeling	Kabel tussen robot en regelkast (6 m / 236 in) Kabel tussen touchscreen en regelkast (4.5 m / 177 in)

Deel II

PolyScope-handleiding

10 Veiligheidsconfiguratie

10.1 Inleiding

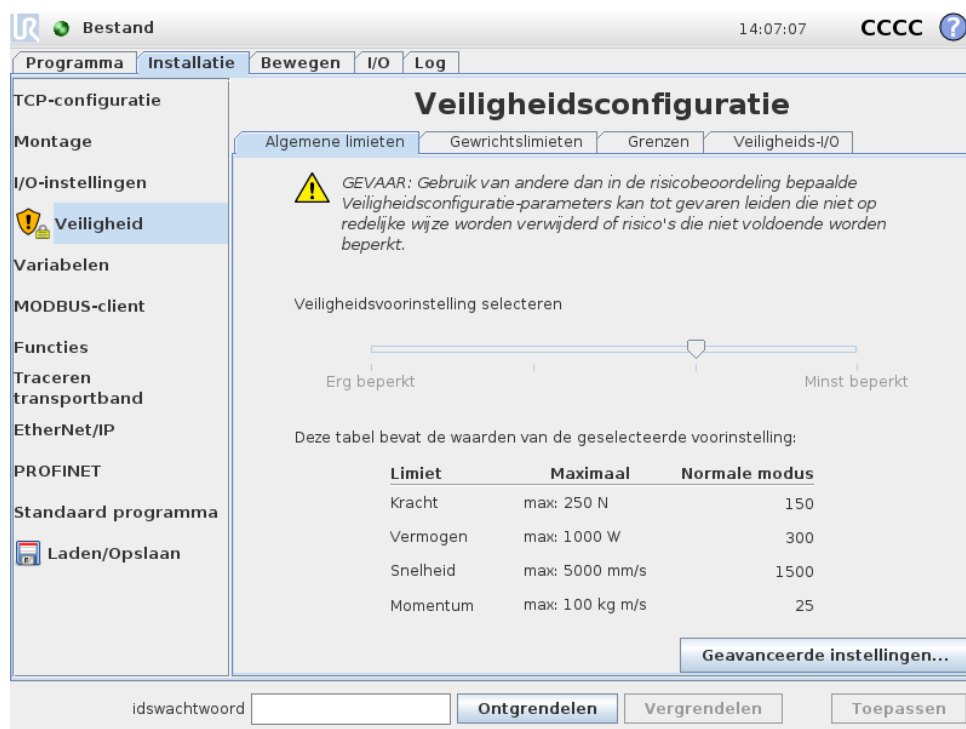
De robot is uitgerust met een geavanceerd veiligheidssysteem. Afhankelijk van de specifieke eigenschappen van het werkbereik van de robot, dienen de instellingen voor het veiligheidssysteem zo geconfigureerd worden dat ze de veiligheid van alle medewerkers en apparatuur rond de robot garanderen. De in de risicobeoordeling gedefinieerde instellingen toepassen is het eerste wat de integrator moet doen. Zie voor informatie over het veiligheidssysteem Hardware-installatiehandleiding.



GEVAAR:

1. Gebruik en configuratie van veiligheidsfuncties en interfaces moet worden gedaan volgens de risicobeoordeling die de integrator uitvoert voor een specifieke robottoepassing, zie Hardware-installatiehandleiding.
2. De instellingen voor veiligheidsconfiguratie voor instellen en leren moeten worden toegepast volgens de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling en voordat de arm de eerste keer wordt geactiveerd.
3. Alle instellingen voor veiligheidsconfiguratie die te openen zijn op dit scherm en de subtabs daarvan, moeten ingesteld worden op basis van de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling.
4. De integrator moet zorgen dat alle wijzigingen aan de instellingen voor veiligheidsconfiguratie geschieden in overeenstemming met de risicobeoordeling van de integrator zelf.
5. De integrator moet voorkomen dat onbevoegde personen de veiligheidsconfiguratie wijzigen, bv door gebruik van wachtwoordbescherming.

Het scherm **Veiligheidsconfiguratie** kan worden geopend vanuit het **Welkom** scherm (zie 11.4) door op de knop **Robot programmeren** te drukken, en vervolgens het tabblad **Installatie** te selecteren en te drukken op **Veiligheid**. De veiligheidsconfiguratie is beveiligd met een wachtwoord, zie 10.8.



De veiligheidsinstellingen bestaan uit een aantal limietwaarden die gebruikt worden om de bewegingen van de robotarm te beperken, en een veiligheidsfunctie-instelling voor de te configureren ingangen en uitgangen. Ze worden gedefinieerd in de volgende subtabs van het veiligheidsscherm:

- Op de subtab **Algemene limieten** staan de maximale *kracht*, *voeding*, *snelheid* en *momentum* van de robotarm. Als het risico op het raken van een persoon of het botsen met een object in de omgeving bijzonder hoog is, moeten deze instellingen ingesteld worden op een lage waarde. Als het risico laag is, kunt u door hogere algemene limieten de robot sneller laten bewegen en meer kracht laten uitoefenen op de omgeving. Zie voor meer informatie 10.10.
- De subtab **Gewrichtslijmieten** bevat de limieten voor *gewrichtssnelheid* en *gewrichtspositie*. De limiet voor *gewrichtssnelheid* bepaalt de maximale angulaire snelheid van individuele gewrichten en dient om de snelheid van de robotarm verder in te perken. De limiet voor *gewrichtspositie* bepaalt het toegestane positiebereik van individuele gewrichten (in gewrichtsruimte). Zie voor meer informatie 10.11.
- Op het subtab **Grenzen** worden veiligheidsvlakken (in cartesische ruimte) en een gereedschapsoriëntatiegrens voor de robot-TCP vastgesteld. De veiligheidsvlakken kunnen als harde limieten voor de positie van de robot-TCP of als triggers voor de activering van de veiligheidslimieten van de modus *Normaal* geconfigureerd worden (10.6). De gereedschapsgrens stelt een harde limiet aan de oriëntatie van de robot-TCP. Zie voor meer informatie 10.12.
- Op de subtab **Veiligheids-I/O** staan veiligheidsfuncties voor te configureren ingangen en uitgangen (zie 13.2). De *Noodstop* kan bijvoorbeeld geconfigureerd worden als een ingang. Zie voor meer informatie 10.13.

10.2 De Veiligheidsconfiguratie wijzigen

De instellingen voor veiligheidsconfiguratie mogen uitsluitend worden gewijzigd in overeenstemming met de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling.

De aanbevolen procedure om de veiligheidsconfiguratie te wijzigen is als volgt:

1. Zorg ervoor dat de wijzigingen in overeenstemming zijn met de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling.
2. Pas de veiligheidsinstellingen tot het juiste niveau aan in de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling.
3. Controleer dat de veiligheidsinstellingen zijn toegepast.
4. Zet de volgende tekst in de handleidingen van de operatoren: "Voor het werken in de buurt van de robot, zorg ervoor dat de veiligheidsconfiguratie is zoals verwacht. Dit kan worden geverifieerd bijv. door inspectie van de controlesom in de rechter bovenhoek van het PolyScope (zie 10.5 in de PolyScope-handleiding)."

10.3 Veiligheidssynchronisatie en fouten

De toestand van de toegepaste veiligheidsconfiguratie in vergelijking tot welke robotinstallatie de GUI is geladen, wordt weergegeven door het afschermingssymbool naast de tekst `Veiligheid` aan de linkerkant van het scherm. Deze pictogrammen geven een snelle indicator over de huidige toestand. Ze worden hieronder gedefinieerd:

 *Configuratie gesynchroniseerd*: Toont dat de GUI installatie identiek is aan de momenteel toegepaste veiligheidsconfiguratie. Er zijn geen wijzigingen aangebracht.

 *Configuratie gewijzigd*: Toont dat de GUI installatie anders is dan de momenteel toegepaste veiligheidsconfiguratie.

Bij het bewerken van de veiligheidsconfiguratie informeert het afschermingspictogram u of de huidige instellingen al dan niet zijn toegepast.

Als een van de tekstvelden in het tabblad `Veiligheid` ongeldige invoer bevatten, is de veiligheidsconfiguratie in een foutstatus. Dit wordt op verschillende manieren aangegeven:

1. Een rood foutpictogram naast de tekst `Veiligheid` op de linkerzijde van het scherm.
2. Het subtabblad(en) met fouten worden gemarkeerd met een rood foutpictogram bovenaan.
3. Tekstvelden die fouten bevatten, zijn gemarkeerd met een rode achtergrond.

Wanneer er fouten bestaan en u probeert weg te navigeren van het tabblad `Installatie`, verschijnt een dialoogvenster met de volgende opties:

1. Los de probleem(en) op zodat alle fouten zijn verwijderd. Dit is zichtbaar wanneer het rode foutpictogram niet langer wordt weergegeven naast de tekst *Veiligheid* aan de linkerkant van het scherm.
2. Herstel de vroeger toegepaste veiligheidsconfiguratie. Dit zal alle wijzigingen negeren en u toelaten om door te gaan naar de gewenste bestemming.

Als er geen fouten bestaan en u onderneemt een poging om weg te navigeren, verschijnt een ander venster met de volgende opties:

1. Pas de wijzigingen toe en herstart het systeem. Dit zal de wijzigingen van de veiligheidsconfiguratie toepassen in het systeem en herstarten. Let op: Dit betekent niet dat alle wijzigingen werden opgeslagen; uitschakelen van de robot op dit punt doet alle wijzigingen verloren gaan in de robotinstallatie, inclusief de veiligheidsconfiguratie.
2. Herstel de vroeger toegepaste veiligheidsconfiguratie. Dit zal alle wijzigingen negeren en u toelaten om door te gaan naar de gewenste geselecteerde bestemming.

10.4 Toleranties

De fysieke limieten zijn ingesteld in de *Veiligheidsconfiguratie*. De invoervelden voor deze limieten zijn exclusief de toleranties: waar van toepassing worden toleranties weergegeven naast het veld. Het *Veiligheidssysteem* ontvangt de waarden uit de invoervelden, en detecteert elke overtreding van deze waarden. De *Robotarm* doet pogingen om overtredingen van het veiligheidssysteem te voorkomen en geeft een beschermende stop door het stoppen van de programma-uitvoering wanneer de limiet minus de tolerantie wordt bereikt. Merk op dat dit betekent dat een programma mogelijk geen bewegingen zou kunnen uitvoeren dichtbij een limiet, bijv. de robot is mogelijk niet in staat om de exacte, door een gezamenlijke snelheidslimiet gespecificeerde, maximumsnelheid of de TCP- snelheidslimiet te bereiken.



WAARSCHUWING:

Een risicobeoordeling is altijd vereist met behulp van de limietwaarden zonder toleranties.



WAARSCHUWING:

Toleranties zijn specifiek voor de versie van de software. Updaten van de software kan de toleranties wijzigen. Raadpleeg de release notities voor wijzigingen tussen versies.

10.5 Veiligheidscontrolesom

De tekst in de rechterbovenhoek van het scherm bevat een korte beschrijving van de veiligheidsconfiguratie die op dit moment door de robot gebruikt wordt. Als

de tekst verandert, geeft dit aan dat de huidige veiligheidsconfiguratie ook veranderd is. Als u op de controlesom klikt, worden details over de huidige actieve veiligheidsconfiguratie weergegeven.

10.6 Veiligheidsmodi

Onder normale omstandigheden (dat wil zeggen wanneer geen beschermende stop actief is), werkt het veiligheidssysteem in een van de volgende *veiligheidsmodi*, elk met een bijbehorende set van veiligheidslimieten:

Normale modus: De veiligheidsmodus die standaard actief is;

Verminderde modus: Actief wanneer het robot TCP is gepositioneerd buiten een *Trigger verminderde modus* vlak (zie 10.12), of wanneer getriggerd met behulp van een configureerbare invoer (zie 10.13).

Herstelmodus: Wanneer de robotarm een van de andere modi overtreedt (dat wil zeggen de modus *Normaal* of *Verminderd*) en een Stop Categorie 0 heeft plaatsgevonden,¹ zal de robotarm opstarten in *Herstel* modus. In deze modus kan de robotarm handmatig worden aangepast totdat alle overtredingen zijn opgelost. Het is niet mogelijk om programma's voor de robot in deze modus uit te voeren.



WAARSCHUWING:

Merk op dat de limieten voor *gewrichtspositie*, *TCP positie* en *TCP oriëntatie* zijn uitgeschakeld in de *Herstel* modus, dus wees voorzichtig bij het verplaatsen van de robotarm binnen de limieten.

Met de subtabbladen van het scherm *Veiligheidsconfiguratie* kan de gebruiker afzonderlijke sets van veiligheidslimieten definiëren voor de modi *Normaal* en *Verminderd*. Voor het gereedschap en gewrichten, moeten de moduslimieten *Verminderd* met betrekking tot de snelheid en het momentum strikter zijn dan hun tegenhangers in de modus *Normaal*.

Wanneer een veiligheidslimiet van de actieve limietset wordt overtreden, voert de robotarm een Stop Categorie 0 uit. Als een actieve veiligheidslimiet, zoals een gewrichtspositielimiet of een veiligheidsgrens al wordt overschreden wanneer de robotarm wordt ingeschakeld, start deze in de *Herstel* modus. Dit maakt het mogelijk de robotarm weer binnen de veiligheidslimieten te bewegen. Nog in de *Herstel* modus wordt de beweging van de robotarm beperkt door een vaste limietset die niet aanpasbaar is door de gebruiker. Voor meer informatie over *Herstel* moduslimieten, zie de Hardware-installatiehandleiding.

10.7 Freedrive-modus

Als de robot in de modus *Freedrive* staat (zie 13.1.5) en de beweging van de robotarm te dicht bij bepaalde limieten komt, voelt de gebruiker een trekkende kracht.

¹According to IEC 60204-1, see Glossary for more details.

Deze kracht wordt gegenereerd voor limieten op de positie, oriëntatie en snelheid van de robot-TCP en de positie en snelheid van de gewrichten.

Met deze trekkende kracht wordt de gebruiker gewaarschuwd dat de huidige positie of snelheid een limiet nadert, zodat voorkomen kan worden dat de robot die limiet overschrijdt. Als de gebruiker echter voldoende kracht uitoefent op de robotarm, dan kan de limiet overtreden worden. De kracht wordt sterker als de robotarm de limiet dichtert nadert.

10.8 Vergrendeling met wachtwoord

Alle instellingen in dit scherm worden vergrendeld tot het juiste veiligheidswachtwoord (zie 15.3), wordt ingevoerd in het witte tekstveld onderin het scherm en op de knop *Ontgrendelen* gedrukt is. Het scherm kan weer vergrendeld worden door op de knop *Vergrendelen* te klikken. Het tabblad *Veiligheid* wordt automatisch vergrendeld wanneer u het scherm *Veiligheidsconfiguratie* verlaat. Wanneer de instellingen zijn vergrendeld, wordt een slotpictogram weergegeven naast de tekst *Veiligheid* op de linkerkant van het scherm. Een ontgrendelpictogram wordt weergegeven wanneer de instellingen zijn ontgrendeld.



OPMERKING:

Merk op dat de robotarm wordt uitgeschakeld wanneer het scherm *Veiligheidsconfiguratie* wordt ontgrendeld.

10.9 Toepassen

Bij het ontgrendelen van de veiligheidsconfiguratie, zal de robotarm worden uitgeschakeld terwijl wijzigingen worden gemaakt. De robotarm kan niet worden ingeschakeld totdat de wijzigingen zijn toegepast of hersteld, en handmatig wordt ingeschakeld vanaf het initialisatiescherm.

Eventuele wijzigingen in de veiligheidsconfiguratie moeten worden toegepast of hersteld, vooraleer weg te navigeren van het tabblad *Installatie*. Deze wijzigingen zijn *niet* van kracht tot de knop *Toepassen* wordt ingedrukt en de bevestiging wordt uitgevoerd. Bevestiging vereist visueel onderzoek van de wijzigingen aan de robotarm. Om veiligheidsredenen wordt de getoonde informatie gegeven in SI-eenheden. Een voorbeeld van de bevestigingsdialoog wordt weergegeven in onderstaande afbeelding.

Bevestiging van toegepaste veiligheidsconfiguratie

Grenzen

Veiligheids-I/O

Diversen

Algemene limieten

Gewrichtslijmieten

Limiet	Normale modus	Verminderde modus
Kracht	150,00	120,00 N
Vermogen	300,00	200,00 W
Snelheid	1,50	0,75 m/s
Momentum	25,00	10,00 kg m/s

Veiligheidsconfiguratie bevestigen

Weigeren

Bovendien, bij bevestiging worden de wijzigingen automatisch opgeslagen als onderdeel van de huidige robotinstallatie. Zie 13.5 voor meer informatie over het opslaan van de robotinstallatie.

10.10 Algemene limieten

Met de algemene veiligheidslimieten kunt u de lineaire snelheid van de robot-TCP beperken, en de kracht die hij op de omgeving kan uitoefenen. Ze bestaan uit de volgende waarden:

Kracht: Een limiet voor de maximale kracht die de robot-TCP op de omgeving uitoefent.

Voeding: Een limiet voor de maximale mechanische werkzaamheden die door de robot geproduceerd worden op de omgeving, in overweging nemend dat de belasting onderdeel is van de robot en niet van de omgeving.

Snelheid: Een limiet voor de maximale lineaire snelheid van de robot-TCP.

Momentum: Een limiet voor het maximale momentum van de robot-TCP.

Er zijn twee middelen beschikbaar voor het configureren van de algemene veiligheidslimieten binnen de installatie; *Basisinstellingen* en *Geavanceerde instellingen*, die hieronder gedetailleerder beschreven worden.

Bij het instellen van de algemene veiligheidslimieten dient duidelijk gemaakt te worden dat hiermee alleen een limiet voor het gereedschap vastgesteld wordt, en niet de algemene limiet voor de robotarm. Dit betekent dat hoewel er een snelheidslimiet is ingesteld, dit *niet* garandeert dat andere delen van de robotarm zich ook houden aan deze beperking.

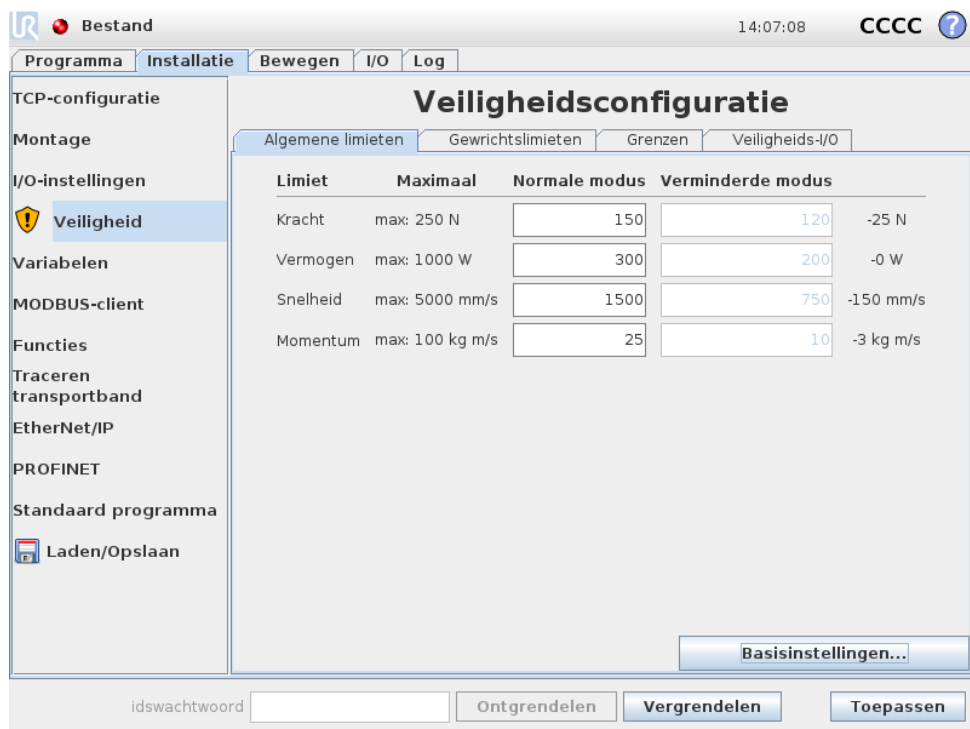
Als de robot in de modus *Freedrive* staat (zie 13.1.5), en de huidige snelheid van de robot-TCP de limiet voor *Snelheid* nadert, dan voelt de gebruiker een trekkende kracht die sterker wordt als de snelheid de limiet dichterbij komt. De kracht wordt gegenereerd als de huidige snelheid binnen ongeveer 250 mm/s van de limiet is.

Basisinstellingen Het eerste subscherm met algemene limieten, dat als standaard scherm wordt weergegeven, bevat een schuifbalk met vier vooraf ingestelde reeksen waarden voor de limieten kracht, voeding, snelheid en momentum voor de modi *Normaal* en *Verminderd*.

De specifieke reeksen waarden staan in de GUI. Van tevoren gedefinieerde reeksen waarden zijn slechts suggesties en mogen een eigen risicobeoordeling niet vervangen.

Schakelen naar geavanceerde instellingen Als *geen* van de vooraf ingestelde reeksen waarden goed is, dan kunt u op de knop *Geavanceerde instellingen...* drukken om het geavanceerde scherm met algemene limieten te openen.

Geavanceerde instellingen



Limiet	Maximaal	Normale modus	Verminderde modus	
Kracht	max: 250 N	150	120	-25 N
Vermogen	max: 1000 W	300	200	-0 W
Snelheid	max: 5000 mm/s	1500	750	-150 mm/s
Momentum	max: 100 kg m/s	25	10	-3 kg m/s

Hier kunt u alle algemene limieten, beschreven in 10.10, onafhankelijk van elkaar aanpassen. Dit kunt u doen door op het corresponderende tekstveld te tikken en

een nieuwe waarde in te voeren. De hoogst geaccepteerde waarde voor deze limieten wordt vermeld in de kolom met de titel *Maximum*. De krachtlimiet kan op een waarde worden ingesteld tussen 100 N en 250 N, en de krachtlimiet kan op een waarde worden ingesteld tussen 80 W en 1000 W.

Let erop dat de velden voor limieten in de modus *Verminderd* uitgeschakeld worden wanneer er geen veiligheidsvlak of te configureren ingang is ingesteld om ze te activeren (zie 10.12 en 10.13 voor meer informatie). Daarnaast mogen de limieten voor *Snelheid* en *Momentum* in *Verminderde* modus niet hoger zijn dan hun tegenhanger in *Normale* modus.

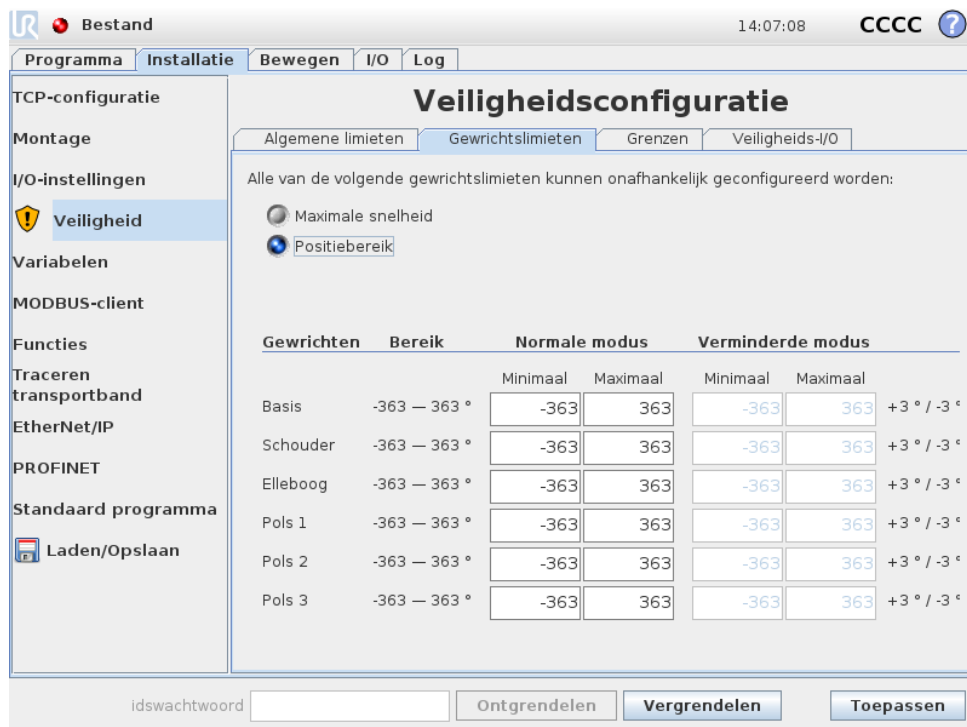
De tolerantie en eenheid voor elke limiet worden vermeld aan het einde van de regel die erbij hoort. Wanneer een programma draait, wordt de snelheid van de robotarm automatisch aangepast om geen van de ingevoerde waarden minus de tolerantie te overschrijden (zie 10.4). Merk op dat het minteken weergegeven bij de tolerantiewaarde slechts daar is om aan te geven dat de tolerantie wordt afgetrokken van de werkelijke ingevoerde waarde. Het veiligheidssysteem zal een Stop Categorie 0 uitvoeren indien de robotarm de limiet zou overschrijden (zonder tolerantie).

**WAARSCHUWING:**

De snelheidslimiet wordt alleen toegepast op de robot-TCP, dus andere delen van de robotarm kunnen sneller bewegen dan de ingestelde waarde.

Schakelen naar basisinstellingen Als u op de knop *Basisinstellingen...* drukt, schakelt u terug naar het scherm met de algemene basislimieten en worden alle algemene limieten hersteld naar de vooraf ingestelde *Standaard*. Mochten hierdoor aangepaste waarden verloren gaan, dan wordt een popupvenster getoond waarin u de actie moet bevestigen.

10.11 Gewrichtslijmieten



Bestand 14:07:08 CCCC ?

Programma Installatie Bewegen I/O Log

TCP-configuratie

Montage

I/O-instellingen

Veiligheid

Variabelen

MODBUS-client

Funcities

Traceren

transportband

EtherNet/IP

PROFINET

Standaard programma

Laden/Opslaan

Veiligheidsconfiguratie

Algemene limieten Gewrichtslijmieten Grenzen Veiligheids-I/O

Alle van de volgende gewrichtslijmieten kunnen onafhankelijk geconfigureerd worden:

☐ Maximale snelheid

☒ Positiebereik

Gewrichten	Bereik	Normale modus		Verminderde modus		
		Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	
Basis	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Schouder	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Elleboog	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Pols 1	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Pols 2	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Pols 3	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °

idswachtwoord Ontgrendelen Vergrendelen Toepassen

Gewrichtslijmieten beperken de beweging van individuele gewrichten in gewrichtsruimtes, dat wil zeggen dat ze niet verwijzen naar cartesische ruimte maar naar de interne (roterende) positie van de gewrichten en hun rotatiesnelheid. Met de keuzerondjes in het bovenste deel van het subscherm kunt u onafhankelijk van elkaar de *Maximale snelheid* en het *Positiebereik* voor de gewrichten invoeren.

Als de robot in de modus *Freedrive* staat (zie 13.1.5), en de huidige snelheid van een gewricht de limiet nadert, dan voelt de gebruiker een trekkende kracht die sterker wordt als het gewricht de limiet dichterbij nadert. De kracht wordt gegenereerd wanneer de gewrichtssnelheid binnen ongeveer 20°/s is van de snelheidslimiet of de gewrichtspositie binnen ongeveer 8° is van de positielimiet.

Maximale snelheid Deze optie bepaalt de maximale angulaire snelheid voor ieder gewricht. Dit kunt u doen door op het corresponderende tekstveld te tikken en een nieuwe waarde in te voeren. De hoogst geaccepteerde waarde wordt vermeld in de kolom met de titel *Maximum*. Geen van de waarden kan lager dan tolerantiewaarde ingesteld worden.

Let erop dat de velden voor limieten in de modus *Verminderd* uitgeschakeld worden wanneer er geen veiligheidsvlak of te configureren ingang is ingesteld om ze te activeren (zie 10.12 en 10.13 voor meer informatie). Daarnaast mogen de limieten in *Verminderde* modus niet hoger zijn dan hun tegenhanger in *Normale* modus.

De tolerantie en eenheid voor elke limiet worden vermeld aan het einde van de regel die erbij hoort. Wanneer een programma draait, wordt de snelheid van de robotarm automatisch aangepast om geen van de ingevoerde waarden minus de tolerantie te overschrijden (zie 10.4). Merk op dat het minteken weergegeven bij

elke tolerantiewaarde slechts daar is om aan te geven dat de tolerantie wordt afgetrokken van de werkelijke ingevoerde waarde. Maar indien de hoeksnelheid van een gewricht de ingevoerde waarde overschrijdt (zonder tolerantie), voert het veiligheidssysteem een Stop Categorie 0 uit.

Positiebereik In dit scherm bepaalt u het positiebereik van ieder gewricht. Dit kunt u doen door op de corresponderende tekstvelden te tikken en nieuwe waarden in te voeren voor de boven- en ondergrens van de gewrichtspositie. De ingevoerde waarde moet binnen de waarden vallen die zijn vastgelegd in de kolom *Bereik* en de ondergrens mag niet hoger zijn dan de bovengrens.

Let erop dat de velden voor limieten in de modus *Verminderd* uitgeschakeld worden wanneer er geen veiligheidsvlak of te configureren ingang is ingesteld om ze te activeren (zie 10.12 en 10.13 voor meer informatie).

De toleranties en eenheid voor elke limiet worden vermeld aan het einde van de regel die erbij hoort. De eerste tolerantiewaarde is van toepassing op de minimumwaarde en de tweede op de maximale waarde. Uitvoering van het programma wordt afgebroken wanneer de positie van een gewricht op het punt staat het bereik te overschrijden dat het resultaat is van het toevoegen van de eerste tolerantie aan de ingevoerde minimumwaarde en het aftrekken van de tweede tolerantie van de ingevoerde maximale waarde, als het doorgaat te bewegen langs het voorspelde traject. Merk op dat het minteken weergegeven bij de tolerantiewaarde slechts daar is om aan te geven dat de tolerantie wordt afgetrokken van de werkelijke ingevoerde waarde. Maar indien de gewrichtspositie de ingevoerde waarde overschrijdt, voert het veiligheidssysteem een Stop Categorie 0 uit.

10.12 Grenzen

Op deze tab kunt u grenzen instellen bestaande uit veiligheidsvlakken en een limiet op de maximaal toegestane afwijking van de robotgereedschapsoriëntatie. Het is ook mogelijk vlakken te definiëren die een overgang inschakelen naar de modus *Verminderd*.

Veiligheidsvlakken kunnen gebruikt worden gebruikt om het toegestane werkbe-reik van de robot te beperken door te forceren dat de robot-TCP aan de juiste zijde blijft van de vastgestelde vlakken en hier niet overheen gaat. Er kunnen maximaal acht veiligheidsvlakken geconfigureerd worden. De beperking op de oriëntatie van gereedschap kan gebruikt worden om te zorgen dat oriëntatie van het robotgereedschap niet meer dan een gespecificeerde waarde afwijkt van een gewenste oriëntatie.



WAARSCHUWING:

Het definiëren van veiligheidsvlakken beperkt alleen de TCP en niet de algemene limiet voor de robotarm. Dit betekent dat hoewel er een veiligheidsvlak is ingesteld, dit *niet* garandeert dat andere delen van de robotarm zich ook houden aan deze beperking.

De configuratie van iedere limiet is gebaseerd op een van de functies die zijn vastgesteld in de huidige robotinstallatie (zie 13.12).


OPMERKING:

Het is sterk aanbevolen, dat u alle functies die nodig zijn voor de configuratie van alle gewenste limieten maakt en ze passende namen geeft voordat u de veiligheidsconfiguratie bewerkt. Merk op dat aangezien de robotarm wordt uitgeschakeld zodra de tab *Veiligheid* is ontgrendeld, de functie *Gereedschap* (met de huidige positie en oriëntatie van de robot TCP) en evenmin de modus *Free-drive* (zie 13.1.5) beschikbaar zullen zijn.

Wanneer de robot in de modus *Freedrive* staat (zie 13.1.5), en de huidige positie van de robot-TCP nadert een veiligheidsvlak, of als de afwijking van de oriëntatie van het robotgereedschap van de gewenste oriëntatie de opgegeven maximale afwijking nader, voelt de gebruiker een trekkende kracht die sterker wordt als de TCP de limiet nadert. De kracht wordt gegenereerd wanneer de TCP binnen ongeveer 5 cm van een veiligheidsvlak is, of de afwijking van de oriëntatie van het gereedschap ongeveer 3° is vanaf de opgegeven maximale afwijking.

Als een vlak gedefinieerd is als een *Trigger verminderde modus* vlak en de TPC hier overheen gaat, schakelt het veiligheidssysteem naar de modus *Verminderd* waarin de veiligheidsinstellingen voor *Verminderde* modus worden toegepast. Triggervlakken volgen dezelfde regels als reguliere veiligheidsvlakken, alleen laten zij de robotarm wel passeren.

10.12.1 Selecteer een grens om te configureren

Het scherm *Veiligheidsgrenzen* aan de linkerzijde van de tab wordt gebruikt om een limiet te selecteren.

Om een veiligheidsvlak in te stellen, klikt u op een van de bovenste acht items in het scherm. Als het geselecteerde veiligheidsvlak reeds geconfigureerd is, wordt de overeenkomstige 3D-weergave van het vlak gemarkeerd in de 3D-weergave (zie 10.12.2) rechts van dit scherm. Het veiligheidsvlak kan ingesteld worden in de paragraaf *Eigenschappen veiligheidsvlak* (zie 10.12.3) onderin de tab.

Klik op het item *Gereedschapsgrens* om de oriëntatiegrens van het robotgereedschap te configureren. De configuratie van de limiet kan ingesteld worden in de paragraaf *Eigenschappen Gereedschapsgrens* (zie 10.12.4) onderin de tab.

Klik op de knop  /  om de 3D-visualisatie van de limiet in of uit te schakelen. Als een limiet actief is, wordt de *veiligheidsmodus* (zie 10.12.3 en 10.12.4) aangegeven door een van de volgende pictogrammen  /  /  / .

10.12.2 3D-visualisatie

De 3D-weergave bevat de geconfigureerde veiligheidsvlakken en de oriëntatielimiet voor het robotgereedschap, samen met de huidige positie van de robotarm. Alle geconfigureerde limieten waarvoor de zichtbaarheidsschakeling geselecteerd is (bij.

tonen van  pictogram) in het deel Veiligheidsgrenzen worden samen met de huidige geselecteerde grens weergegeven.

De (actieve) veiligheidsvlakken worden in geel en zwart weergegeven met een kleine pijl die de normale positie van de vlakken weergeeft, die staat voor de zijkant van het vlak waarop de robot-TCP gepositioneerd mag worden. Triggervlakken worden weergegeven in blauw en groen. Een pijltje geeft de zijde van het vlak aan dat *niet* de overgang triggert naar de modus *Verminderd*. Als een veiligheidsvlak geselecteerd is in het scherm aan de linkerkzijde van de tab, wordt de overeenkomstige 3D-weergave gemarkeerd.

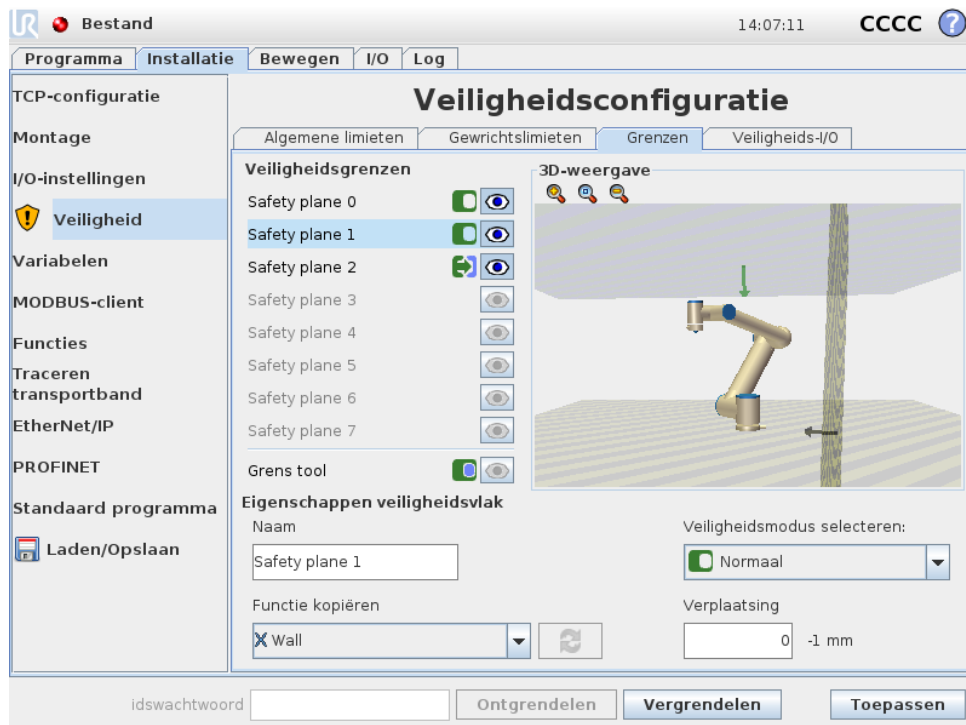
De gereedschapsoriëntatiegrens wordt gevisualiseerd met een sferische kegel samen met een vector die de huidige oriëntatie van het robotgereedschap weergeeft. De binnenkant van de kegel toont de toegestane ruimte voor gereedschapsoriëntatie (vector).

Als een vlak- of de gereedschapsgrenslimiet geconfigureerd maar niet actief is, is de visualisatie grijs.

Druk op de pictogrammen van het vergrootglas om in/uit te zoomen of sleep een vinger om de weergave te wijzigen.

10.12.3 Configuratie veiligheidsvlak

Het deel Eigenschappen veiligheidsvlakken onderin de tab bevat de configuratie van het geselecteerde veiligheidsvlak in het scherm Veiligheidsgrenzen in het deel linksboven in de tab.



Naam In het tekstveld *Naam* kan de gebruiker een naam geven aan het geselecteerde veiligheidsvlak. Deze naam kan aangepast worden door op het tekstveld te tikken en een nieuwe naam in te voeren.

Functie kopiëren De positie en normale staat van het veiligheidsvlak wordt gespecificeerd met behulp van een functie (zie 13.12) van de huidige robotinstallatie. Gebruik het vervolgkeuzemenu in het deel linksonder in de sectie *Eigenschappen veiligheidsvlak* om een functie te selecteren. Alleen de typefuncties *punt* en *vlak* zijn beschikbaar. Door te kiezen voor het item <Niet gedefinieerd> wist u de configuratie van het vlak.

De z-as van de geselecteerde functie wijst naar het gebied dat niet is toegestaan en het normale vlak wijst in tegenovergestelde richting, met uitzondering van waar de functie *Basis* geselecteerd is. In dit geval wijst het normale vlak in dezelfde richting. Als het vlak is geconfigureerd als een *Trigger verminderde modus* vlak (zie 10.12.3), geeft het vlak normaal de zijde aan van het vlak dat *niet* de overgang triggert naar *Verminderde* modus.

Er dient te worden opgemerkt dat wanneer het veiligheidsvlak geconfigureerd is door het selecteren van een functie, de positie van de informatie alleen maar *gekopieerd* wordt naar het veiligheidsvlak; het vlak wordt *niet* gekoppeld aan die functie. Dit betekent dat wanneer er wijzigingen optreden aan de positie of oriëntatie van een functie die gebruikt is voor het configureren van een veiligheidsvlak, het veiligheidsvlak niet automatisch bijgewerkt wordt. Als de functie gewijzigd is, wordt dit aangegeven door een pictogram  dat over de functiekiezer geplaatst wordt. Klik op de knop  naast de kiezer om het veiligheidsvlak bij te werken met de huidige positie en oriëntatie van de functie. Het  pictogram wordt ook weergegeven als de geselecteerde functie uit de installatie verwijderd is.

Veiligheidsmodus Gebruik het vervolgkeuzemenu rechts van het scherm *Eigenschappen veiligheidsvlak* om de *veiligheidsmodus* om het veiligheidsvlak te selecteren met de volgende modi beschikbaar:

Uitgeschakeld	Het veiligheidsvlak is <i>nooit actief</i> .
 Normaal	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Normaal</i> is, is een <i>Normaal</i> modusvlak <i>actief</i> en fungeert het als een <i>strikte limiet</i> voor de positie van de robot TCP.
 Verminderd	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Verminderd</i> is, is een <i>Verminderd</i> modusvlak <i>actief</i> en fungeert het als een <i>strikte limiet</i> voor de positie van de robot TCP.
 Normaal & Verminderd	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Normaal</i> of <i>Verminderd</i> is, is een <i>Normaal & Verminderd</i> modusvlak <i>actief</i> en fungeert het als een <i>strikte limiet</i> voor de positie van de robot TCP.
 Trigger verminderde modus	Wanneer het veiligheidssysteem hetzij in de modus <i>Normaal</i> of <i>Gereduceerd</i> is, is een vlak <i>Trigger verminderde modus</i> <i>actief</i> en doet het veiligheidssysteem schakelen naar de modus <i>Verminderd</i> zolang de robot TCP daarbuiten gepositioneerd is.

De geselecteerde *veiligheidsmodus* wordt door een pictogram weergegeven in de overeenkomstige weergave in het scherm *Veiligheidsgrenzen*. Als de *veiligheidsmodus* is ingesteld op *Uitgeschakeld* wordt er geen pictogram weergegeven.

Verplaatsing Als een functie geselecteerd is in het vervolgkeuzemenu linksonder in het scherm *Eigenschappen veiligheidsvlakken*, kan het veiligheidsvlak vertaald worden door te tikken op het tekstveld *Verplaatsing* rechtsonder in het scherm en daar een waarde in te vullen. Als u een positieve waarde invult, verhoogt u het toegestane werkbereik van de robot door het vlak in de tegengestelde richting te bewegen dan het normale vlak, en als u een negatieve waarde invult, verlaagt u het toegestane werkbereik door het vlak in de richting van het normale vlak te verplaatsen.

De eenheid en de tolerantie voor de verplaatsing van het grensvlak worden rechts van het tekstveld weergegeven.

Effect strikte limiet vlakken Uitvoering van het programma wordt afgebroken wanneer de TCP positie staat op het punt een actieve, strikte limiet veiligheidsvlak minus de tolerantie over te steken (zie 10.4), als het doorgaat te bewegen langs het voorspelde traject. Merk op dat het minteken weergegeven bij de tolerantiewaarde slechts daar is om aan te geven dat de tolerantie wordt afgetrokken van de werkelijke ingevoerde waarde. Het veiligheidssysteem zal een Stop Categorie 0 uitvoeren indien de TCP-positie het opgegeven limietveiligheidsvlak overschrijdt (zonder tolerantie).

Effect van Trigger verminderde modus vlakken Indien geen beschermende stop van kracht is en het veiligheidssysteem niet in de speciale *Herstelmodus* (zie 10.6), werkt deze ofwel in de modus *Normaal* of *Verminderd* en de bewegingen van de robotarm worden beperkt door de desbetreffende ingestelde limiet.

Standaard is het veiligheidssysteem in de modus *Normaal*. Het gaat over in de modus *Verminderd* wanneer een van de volgende situaties zich voordoet:

- a) De robot TCP is gepositioneerd buiten een *Trigger verminderde modus* vlak, dat wil zeggen hij is gelegen aan de zijde van het vlak dat *tegenover* de richting ligt van het pijltje in de visualisatie van het vliegtuig.
- b) De *Verminderde modus* veiligheidsingangsfunctie is geconfigureerd en de ingangssignalen zijn laag (zie 10.13 voor meer details).

Als geen van de bovenstaande niet langer het geval is, gaat het veiligheidssysteem terug over naar de modus *Normaal*.

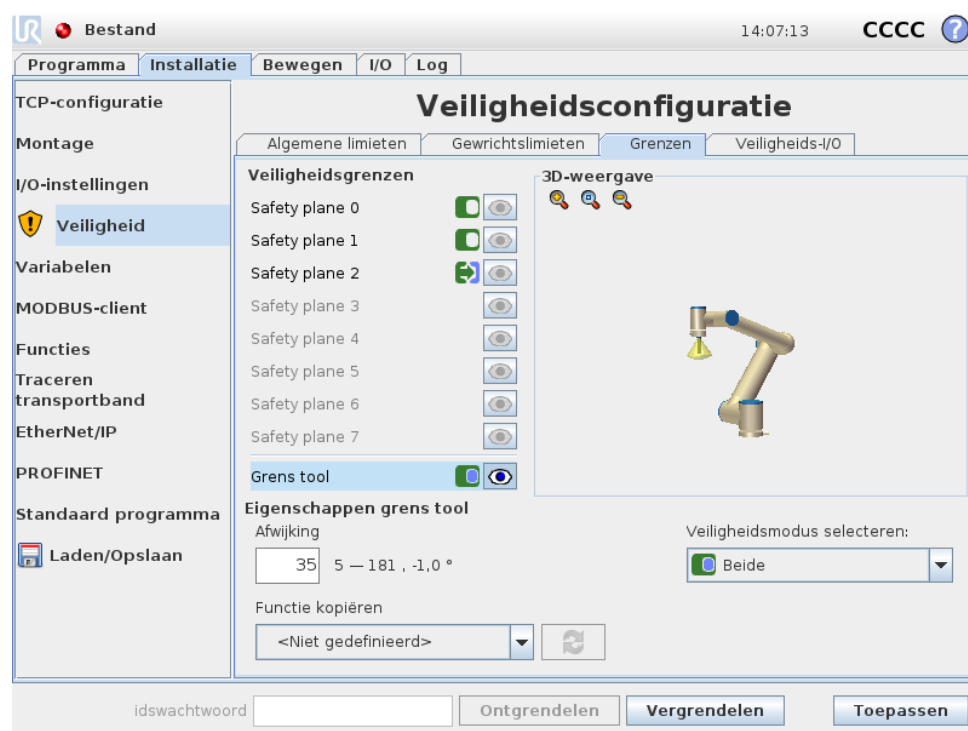
Wanneer de overgang van de modus *Normaal* naar *Verminderd* wordt veroorzaakt door het passeren door een vlak *Trigger verminderde modus*, vindt een overgang van de moduslimiet *Normaal* ingesteld op moduslimiet *Verminderd* plaats. Zodra de robot TCP is gepositioneerd op 20 mm of dichterbij het vlak *Trigger verminderde modus* (maar nog steeds op de moduszijde *Normaal*), hoe meer tolerante moduslimieten

Normaal en *Verminderd* worden toegepast voor elke grenswaarde. Eenmaal de robot TCP het vlak *Trigger verminderde modus* passeert, is de moduslimiet *Normaal* niet meer actief en de wordt de ingestelde moduslimiet *Verminderd* geforceerd.

Wanneer een overgang van de modus *Normaal* naar *Verminderd* wordt veroorzaakt door het passeren door een vlak *Trigger verminderde modus*, vindt een overgang van de moduslimiet *Verminderd* ingesteld op moduslimiet *Normaal* plaats. Zodra de robot TCP passeert door het vlak *Trigger verminderde modus*, wordt de meest tolerante van de moduslimieten *Normaal* en *Verminderd* toegepast voor elke grenswaarde. Eenmaal de robot TCP 20 mm of verder is gepositioneerd van het vlak *Trigger verminderde modus* (op de moduszijde *Normaal*), is de ingestelde moduslimiet *Verminderd* niet langer actief en de ingestelde moduslimiet *Normaal* wordt geforceerd.

Als het voorspelde traject robot TCP door een *Trigger verminderde modus* vlak neemt, begint de robotarm te vertragen, zelfs voordat deze door het vlak passeert als hij op het punt staat om de gewrichtssnelheid, gereedschapssnelheid of momentumlimiet in de nieuwe grensinstelling te overschrijden. Merk op dat gezien deze limieten meer beperkend moeten zijn in de modus grensinstelling *Verminderd*, kan dergelijke voortijdige vertraging alleen plaatsvinden bij overgang van de modus *Normaal* naar *Verminderd*.

10.12.4 Eigenschappen gereedschapsgrens



Het scherm *Eigenschappen gereedschapsgrens* onderin het tabblad bevat een limiet op de oriëntatie van het robotgereedschap en bestaat uit een gewenste gereedschapsoriëntatie en een waarde voor de maximaal toegestane afwijking van deze oriëntatie.

Afwijking Het tekstveld *Afwijking* bevat de waarde voor de maximaal toegestane afwijking van de oriëntatie van het robotgereedschap van de gewenste oriëntatie. U kunt deze waarde aanpassen door op het tekstveld te tikken en een nieuwe waarde in te voeren.

Het geaccepteerde waardebereik wordt samen met de tolerantie en eenheid van de afwijking naast het tekstveld weergegeven.

Functie kopiëren De gewenste oriëntatie van het robotgereedschap wordt gespecificeerd met behulp van een functie (zie 13.12) van de huidige robotinstallatie. De z-as van de geselecteerde functie wordt gebruikt als gewenste gereedschapsoriëntatievector voor deze limiet.

Gebruik het vervolgkeuzemenu in het deel linksonder van de *Eigenschappen gereedschapsgrens* om een functie te selecteren. Alleen de typefuncties *punt* en *vlak* zijn beschikbaar. Door te kiezen voor het item *<Niet gedefinieerd>* wist u de configuratie van het vlak.

Er dient te worden opgemerkt dat wanneer de limiet geconfigureerd is door het selecteren van een functie, de oriëntatie van de informatie alleen maar *gekopieerd* wordt naar de limiet; de limiet wordt *niet* gekoppeld aan die functie. Dit betekent dat wanneer er wijzigingen optreden aan de positie of oriëntatie van een functie die gebruikt is voor het configureren van een limiet, de limiet niet automatisch bijgewerkt wordt. Als de functie gewijzigd is, wordt dit aangegeven door een pictogram  dat over de functiekiezer geplaatst wordt. Klik op de knop  naast de kiezer om de limiet bij te werken met de huidige oriëntatie van de functie. Het pictogram  wordt ook weergegeven als de geselecteerde functie uit de installatie verwijderd is.

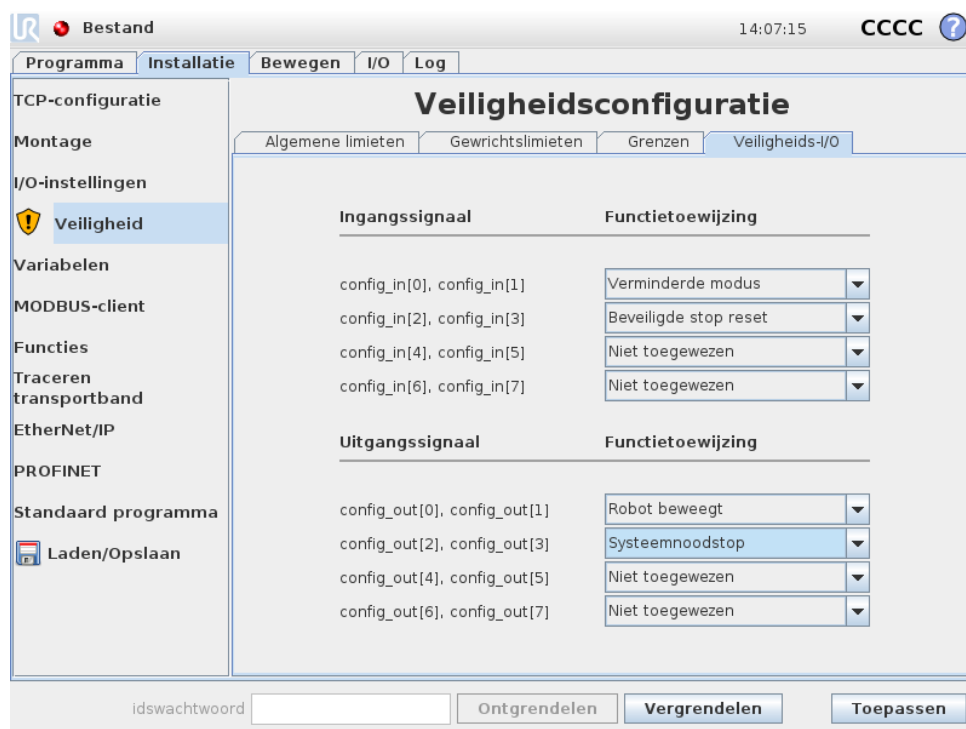
Veiligheidsmodus Gebruik het vervolgkeuzemenu rechts van het scherm *Eigenschappen gereedschapsgrens* om de *veiligheidsmodus* voor de gereedschapsoriëntatiegrens te selecteren. De beschikbare opties zijn:

 Uitgeschakeld	Gereedschapsgrens is nooit actief.
 Normaal	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Normaal</i> is, is de gereedschapsgrens actief.
 Verminderd	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Verminderd</i> is, is de gereedschapsgrens actief.
 Normaal & Verminderd	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Normaal</i> of <i>Verminderd</i> is, is de gereedschapsgrens actief.

De geselecteerde *veiligheidsmodus* wordt door een pictogram weergegeven in de overeenkomstige weergave in het scherm *Veiligheidsgrenzen*. Als de *veiligheidsmodus* is ingesteld op *Uitgeschakeld* wordt er geen pictogram weergegeven.

Effect Uitvoering van het programma wordt afgebroken wanneer de afwijking van de gereedschapsoriëntatie op het punt staat de ingevoerde maximum afwijking minus de tolerantie te overschrijden (zie 10.4), als het doorgaat te bewegen langs het voorspelde traject. Merk op dat het minteken weergegeven bij de tolerantiewaarde slechts daar is om aan te geven dat de tolerantie wordt afgetrokken van de werkelijke ingevoerde waarde. Het veiligheidssysteem zal een Stop Categorie 0 uitvoeren indien de afwijking van de gereedschapsoriëntatie de limiet overschrijdt (zonder tolerantie).

10.13 Veiligheids-I/O



Dit scherm bevat de *Veiligheidsfuncties* voor te configureren ingangen en uitgangen (I/O's). De I/O's zijn verdeeld tussen de ingangen en uitgangen en zijn gekoppeld zodat elke functie een Categorie vormt² 3 en PLd I/O.

Elke *Veiligheidsfunctie* kan slechts één paar I/O's regelen. Als u dezelfde functie een tweede keer wilt selecteren, wordt het eerste paar I/O's dat eerder ingesteld is, verwijderd. Er zijn 5 *Veiligheidsfuncties* voor ingangssignalen, en 4 voor uitgangssignalen.

10.13.1 Ingangssignalen

Voor ingangssignalen kunnen de volgende *Veiligheidsfuncties* geselecteerd worden: Noodstop, Verminderde Modus, Beveiligde Stop Reset, 3-positieschakelaar en Bedrijfsmodus.

Noodstop Als deze geselecteerd is hebt u de mogelijkheid een alternatieve Noodstop op te nemen naast de knop op de Programmeereenheid. Dit biedt dezelfde functi-

²Conform ISO 13849-1, zie Verklarende Woordenlijst voor meer informatie.

naliteit als de Noodstopknop op de Programmeereenheid biedt als een apparaat dat voldoet aan ISO 13850:2006 bevestigd is.

Verminderde Modus Alle veiligheidslimieten hebben twee modi om te worden toegepast: De modus *Normaal*, die de standaard veiligheidsconfiguratie bepaalt, en de modus *Verminderd* (zie 10.6 voor meer details). Wanneer deze veiligheidsingangsfunctie is geselecteerd, zorgt een laag signaal gegeven aan de ingangen ervoor dat het veiligheidssysteem overgaat in de modus *Verminderd*. Indien nodig vertraagt de robotarm dan om te voldoen aan de ingestelde moduslimiet *Verminderd*. Indien de robotarm toch een van de moduslimieten *Verminderde* modus overschrijdt, voert deze een Stop Categorie 0 uit. De terugkeer naar de modus *Normaal* gebeurt op dezelfde wijze. Merk op dat de veiligheidsvlakken ook een overgang kunnen veroorzaken naar de modus *Verminderd* (zie 10.12.3 voor meer details).

Beveiligde Stop Reset Als de Beveiligde stop is verbonden met de veiligheids-I/O's, dan wordt deze ingang gebruikt om te zorgen dat de status Beveiligde stop voortduurt tot een reset geactiveerd is. De robotarm beweegt niet in de status Beveiligde stop.



WAARSCHUWING:

Standaard is de invoerfunctie Beveiliging resetten geconfigureerd voor invoerpennen 0 en 1. Dit helemaal uitschakelen betekent dat de robotarm niet beveiligd kan worden gestopt zodra de invoer Beveiligde stop hoog wordt! Met andere woorden, zonder een invoer Beveiliging resetten, bepalen de ingangen SI0 en SI1 Beveiligde stop (zie de Hardware-installatiehandleiding) volledig of de status Beveiligde stop actief is of niet.

3-positieschakelaar en Bedrijfsmodus Hierbij de het gebruik van een inschakelapparaat voor 3 posities mogelijk als extra beschermingsmaatregel tijdens het installeren en programmeren van de robot. Wanneer de ingang van de 3-positieschakelaar geconfigureerd is, bevindt de robot zich in de "werkmodus" of "programmeermodus". Een pictogram verschijnt in de rechter bovenhoek en geeft de huidige bedrijfsmodus aan:



Werkmodus: Robot kan slechts van te voren gedefinieerde taken uitvoeren. Het tabblad Bewegen en de Freedrive modus zijn niet beschikbaar.



Programmeermodus: De beperkingen die in *Werkmodus* bestaan, zijn opgeheven. Wanneer de invoer van de 3-positieschakelaar te laag is, vindt een Beveiligde Stop voor de robot plaats. De snelheidschuifbalk wordt op een initiële waarde ingesteld die overeenkomt met 250 mm/s en kan stapsgewijs worden verhoogd om een hogere snelheid te bereiken. De snelheidschuifbalk wordt naar de lage waarde gereset wanneer de invoer van de 3-positieschakelaar van laag naar hoog gaat.

De selectie bedrijfsmodus kan op twee manieren worden geconfigureerd:

1. Om de bedrijfsmodus met een apparaat voor externe modus te kiezen, dient u de invoer van de *Bedrijfsmodus* te configureren. De configuratie verschijnt in de afrolmenu's nadat de invoer van de 3-positieschakelaar is geconfigureerd. De robot is in *Werkmodus* wanneer de invoer van de *Bedrijfsmodus* laag is en in *Programmeermodus* wanneer de invoer hoog is.
2. Om de bedrijfsmodus van Polyscope te kiezen moet alleen de invoer 3-positieschakelaar in de Veiligheidsconfiguratie zijn geconfigureerd en toegepast. In dit geval is de standaardmodus *Werk*. Om op *Programmeermodus* over te schakelen kiest u de knop "Robot Programmeren" op het welkomstscherf. Om terug te gaan naar *Werkmodus* verlaat u gewoon het scherm "Robot Programmeren".


OPMERKING:

Nadat de veiligheids-I/O-configuratie met ingeschakelde 3-positieschakelaar bevestigd is, wordt automatisch het welkomstscherf getoond. Het welkomstscherf wordt ook automatisch getoond wanneer de bedrijfsmodus van *Programmeren* naar *Werk* verandert.

10.13.2 Uitgangssignalen

Voor uitgangssignalen kunnen de volgende *Veiligheidsfuncties* geselecteerd worden. Alle signalen gaan terug naar laag als de status waardoor het hoge signaal geactiveerd is, beëindigd is:

Systeemnoodstop Er wordt een laag signaal afgegeven als het veiligheidssysteem geactiveerd is naar een status *Noodstop*. Anders staat hij in een status van hoog signaal.

Robot beweegt Er wordt een laag signaal afgegeven als de robotarm in de mobiele status staat. Als de robotarm in een vaste positie staat, wordt een hoog signaal afgegeven.

Robot stopt niet Als de robotarm een verzoek tot stoppen heeft ontvangen, duurt het enige tijd vanaf het verzoek tot de arm daadwerkelijk stopt. Gedurende deze periode is het signaal hoog. Als de robotarm beweegt en geen verzoek tot stoppen heeft ontvangen, of wanneer de robotarm in een gestopte positie staat, is het signaal laag.

Verminderde modus Stuurf een laag signaal wanneer de robotarm wordt geplaatst in de modus *Verminderd* of als de veiligheidsingang is geconfigureerd met een *Verminderde modus* ingang en het signaal momenteel laag is. Anders is het signaal hoog.

Niet Verminderde modus Dit is het omgekeerde van de Verminderde modus die hierboven beschreven is.

11 Beginnen met programmeren

11.1 Inleiding

De robotarm van Universal Robot bestaat uit buizen en gewrichten. De gewrichten met hun normaal gebruikte namen worden getoond in Figuur 11.1. De *Basis* is de plek waar de robot gemonteerd is. Aan het andere uiteinde (*Pols 3*) wordt het gereedschap van de robot aangebracht. Door de beweging van de gewrichten te coördineren, kan de robot zijn gereedschap vrij bewegen, met uitzondering van het gebied direct boven en direct onder de basis.

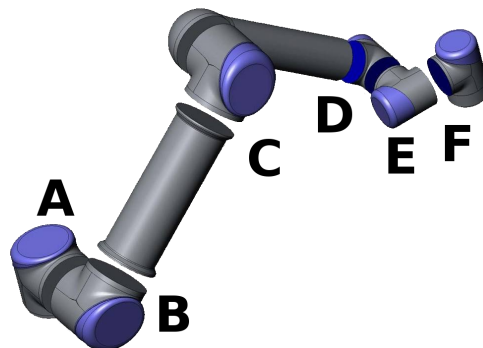
PolyScope is de grafische gebruikersinterface (GUI) waarmee u de robotarm en regelkast kunt bedienen, robotprogramma's kunt uitvoeren en eenvoudig nieuwe kunt creëren.

In de volgende paragraaf leert u hoe u kunt beginnen met werken met de robot. Daarna worden de schermen en werking van PolyScope gedetailleerd uitgelegd.



GEVAAR:

1. Dit Hardware-installatiehandleiding bevat belangrijke veiligheidsinformatie, die door de integrator van UR Robots gelezen en begrepen moet worden voordat de robot voor de eerste keer wordt ingeschakeld.
2. De integrator moet de in de risicobeoordeling gedefinieerde parameters voor veiligheidsconfiguratie instellen voordat de robotarm voor de eerste keer wordt ingeschakeld, zie hoofdstuk 10.



Figuur 11.1: Gewrichten van de robot. A: *Basis*, B: *Schouder*, C: *Elleboogen* D, E, F: *Pols 1, 2, 3*

11.2 Aan de slag

Voordat u PolyScope kunt gebruiken, moeten de robotarm en de regelkast geïnstalleerd zijn en de regelkast moet ingeschakeld zijn.

11.2.1 De robotarm en regelkast installeren

Om de robotarm en regelkast te installeren, doet u het volgende:

1. Haal de robot en de regelkast uit de verpakking.
2. Bevestig de robotarm op een stevige ondergrond die niet trilt.
3. Plaats de regelkast op het voetstuk.
4. Plug de robotkabel tussen de robot en de regelkast.
5. Steek de netstekker van de regelkast in het stopcontact.



WAARSCHUWING:

Gevaar op struikelen. Als de robot niet stevig op een vaste ondergrond geplaatst is, dan kan de robot vallen en verwondingen veroorzaken.

Gedetailleerde installatie-instructies vindt u in de Hardware-installatiehandleiding. Let erop dat er een risicobeoordeling uitgevoerd moet worden voordat u de robotarm werkzaamheden laat uitvoeren.

11.2.2 De regelkast in- en uitschakelen

De regelkast wordt ingeschakeld door te drukken op de "Aan/Uit"-knop op de voorkant van het scherm met het aanraakscherm. Dit scherm wordt meestal de *programmeereenheid* genoemd. Als de regelkast ingeschakeld is, verschijnt er een melding van het onderliggende besturingssysteem op het aanraakscherm. Na zo'n minuut verschijnen er enkele knoppen op het scherm en dwingt een pop-up de gebruiker om naar het initialisatiescherm te gaan (zie 11.5).

Sluit het systeem af met een druk op de groene aan/uit-knop op het scherm of met de knop **Uitschakelen** op het welkomstscherf (zie 11.4).



WAARSCHUWING:

Uitschakeling door de stekker uit het stopcontact te trekken, kan het bestandssysteem van de robot beschadigen, wat kan leiden tot een storing in de robot.

11.2.3 De robotarm in- en uitschakelen

De robotarm kan worden ingeschakeld als de regelkast is ingeschakeld en als geen van de noodstopknoppen geactiveerd is. De inschakeling van de robot vindt plaats op het initialisatiescherm (zie 11.5) door de knop **AAN** op het scherm aan te raken

en vervolgens op **Start** te drukken. Let erop dat de robot een geluid maakt en een beetje beweegt als de remmen losgelaten worden.

De stroom naar de robot kan worden uitgeschakeld door de knop **UIT** op het initialisatiescherm aan te raken. De robotarm wordt ook automatisch uitgeschakeld als de regelkast uitgeschakeld wordt.

11.2.4 Snel beginnen

Om de robot na de installatie snel op te starten, voert u de volgende stappen uit:

1. Druk op de noodstop op de voorkant van de programmeereenheid.
2. Druk op de aan/uit-knop op de programmeereenheid.
3. Wacht even tot het systeem is opgestart en er tekst op het aanraakscherm wordt weergegeven.
4. Als het systeem klaar is, verschijnt er een pop-upvenster op het aanraakscherm dat aangeeft dat de robot gestart moet worden.
5. Druk op de knop in het pop-upvenster. Het initialisatiescherm wordt weergegeven.
6. Wacht op de toestemming van de toegepaste veiligheidsconfiguratie dialoog en druk op de knop **Veiligheidsconfiguratie bevestigen**. Dit betreft een eerste serie veiligheidsparameters die op basis van een risico-beoordeling moeten worden aangepast.
7. Ontgrendel de noodstop. De status van de robot verandert dan van **Noodstop uitgevoerd** in **Uitgeschakeld**.
8. Stap uit het werkbereik van de robot.
9. Raak de knop **Aan** op het touchscreen aan. Wacht een paar seconden tot de status van de robot verandert in **Stationair**.
10. Controleer of de belastingsmassa en de geselecteerde montage correct zijn. U wordt gewaarschuwd als de montage die gedetecteerd is op basis van de sensorgegevens niet overeenkomt met de geselecteerde montage.
11. Raak de knop **Start** op het touchscreen aan. De robot maakt nu een geluid en beweegt iets tijdens het ontgrendelen van de remmen.
12. Raak de knop **OK** aan. U gaat dan naar het scherm **Welkom**.

11.2.5 Het eerste programma

Een programma is een lijst commando's die aangeven wat de robot moet doen. Met PolyScope, kunnen mensen met maar weinig programmeerervaring de robot programmeren. Voor de meeste taken vindt het programmeren volledig plaats via het touch screen zonder cryptische commando's te hoeven invoeren.

Aangezien de beweging van het gereedschap zo'n belangrijk onderdeel is van een robotprogramma, is een manier om de robot te leren hoe hij zich moet bewegen van essentieel belang. In PolyScope worden de bewegingen van het gereedschap aangegeven met een reeks *waypoints*, dat wil zeggen punten binnen het werkbereik van de robot. Een waypoint kan worden aangegeven door de robot naar een bepaalde positie te verplaatsen, maar kan ook worden berekend door software. Om

de robotarm naar een bepaalde positie te verplaatsen, gebruikt u de tab *Bewegen* (zie 13.1), of trekt u de robotarm gewoonweg naar de juiste plek terwijl u de knop *Freedrive* aan de achterkant van de programmeereenheid ingedrukt houdt.

Naast het bewegen langs waypoints kan het programma op bepaalde punten in het traject van de robot I/O-signalen sturen naar andere machines en commando's uitvoeren zoals *als...dan* en *lus*, op basis van variabelen en I/O-signalen.

Om een eenvoudig programma te maken op een robot die gestart is, doet u het volgende:

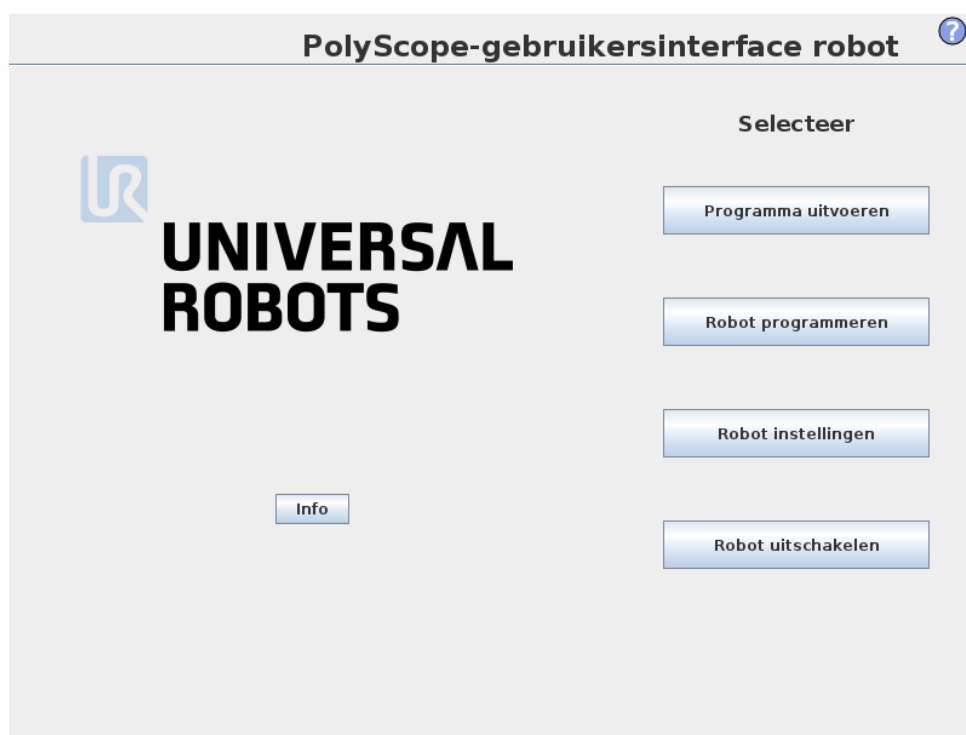
1. Raak de knop *Robot programmeren aan* en selecteer *Programma legen*.
2. Raak de knop *Volgende* (rechtsonder) aan, zodat de regel *<empty>* wordt geselecteerd in de structuur aan de linkerkant van het scherm.
3. Ga naar de tab *Structuur*.
4. Raak de knop *Bewegen aan*.
5. Ga naar de tab *Commando*.
6. Druk op de knop *Volgende* om naar de instellingen van het Waypoint te gaan.
7. Druk op de knop *Dit waypoint instellen* naast de afbeelding "?".
8. Op het scherm *Bewegen* verplaatst u de robot door te drukken op de diverse blauwe pijlen of beweegt u de robot door de knop *Freedrive*, op de achterkant van de programmeereenheid, ingedrukt te houden terwijl u aan de robotarm trekt.
9. Druk op *OK*.
10. Druk op *Waypoint toevoegen voor*.
11. Druk op de knop *Dit waypoint instellen* naast de afbeelding "?".
12. Op het scherm *Bewegen* verplaatst u de robot door te drukken op de diverse blauwe pijlen of beweegt u de robot door de knop *Freedrive*, op de achterkant van de programmeereenheid, ingedrukt te houden terwijl u aan de robotarm trekt.
13. Druk op *OK*.
14. Uw programma is klaar. De robot gaat tussen de twee punten bewegen als u op het symbool "Afspelen" drukt. Houd afstand, houd de noodstopknop bij de hand en druk op "Afspelen".
15. Gefeliciteerd! U hebt nu uw eerste robotprogramma gemaakt waarmee u de robot tussen de twee aangegeven waypoints laat bewegen.

**WAARSCHUWING:**

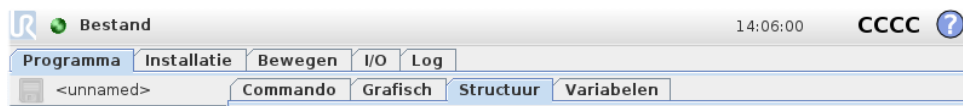
1. Drijf de robot zelf of iets anders niet aan, omdat dit schade aan de robot kan toebrengen.
2. Houd uw hoofd en torso buiten bereik (werkruimte) van de robot. Zet uw vingers niet op een plek waar ze vast kunnen komen te zitten.
3. Dit is slechts een snelstartgids om te laten zien hoe eenvoudig het is een robot van UR te gebruiken. Er wordt in deze hand-leiding uitgegaan van een omgeving waaraan geen schade toegebracht kan worden en een zeer zorgvuldige gebruiker. Verhoog de snelheid of versnelling niet boven de standaard-waarden. Voer altijd een risicobeoordeling uit voordat u de robot in gebruik neemt.

11.3 Programmeerinterface PolyScope

PolyScope draait op het touchscreen dat aan de regelkast is bevestigd.



Hierboven ziet u het Welkomstschermb. De blauwige delen van het scherm zijn knoppen die u kunt indrukken door met uw vinger of de achterkant van een pen tegen het scherm te drukken. PolyScope heeft een hiërarchische schermstructuur. In de programmeeromgeving zijn de schermen opgedeeld in *tabs* om de schermen eenvoudig toegankelijk te maken.



In dit voorbeeld is op het hoogste niveau de tab *Programma* geselecteerd en daarna de tab *Structuur*. De tab *Programma* bevat informatie m.b.t. het momenteel geladen programma. Als de tab *Bewegen* wordt geselecteerd, gaat u naar het scherm *Bewegen*, van waaruit de robot kan worden bewogen. Op dezelfde manier kan door het selecteren van de tab *I/O* de actuele status van de elektrische I/O's worden gecontroleerd en gewijzigd.

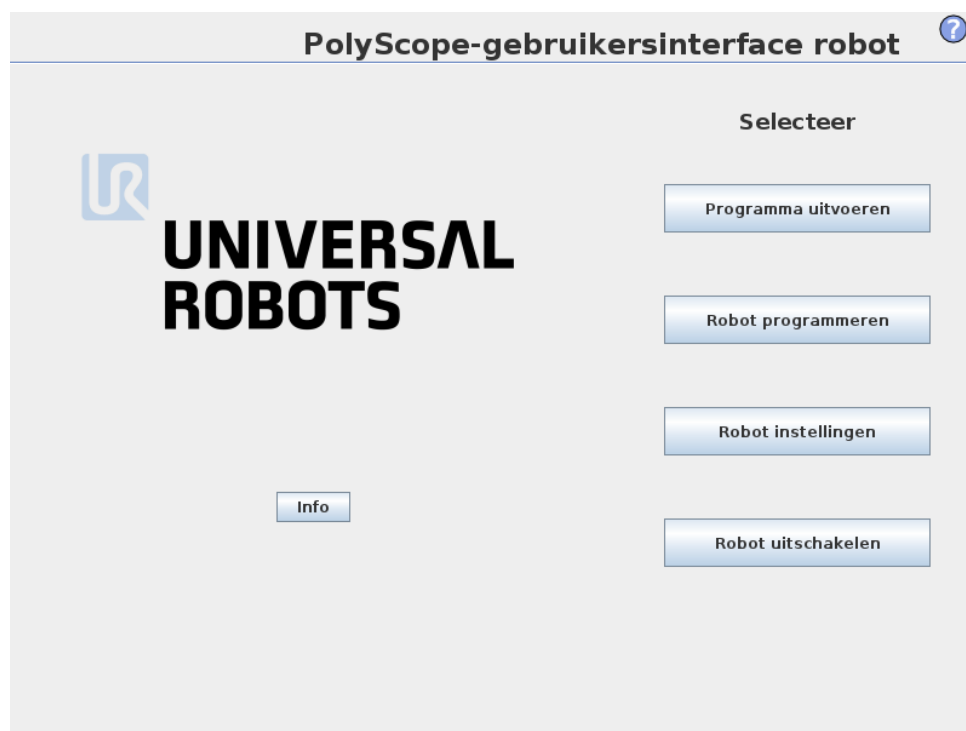
Het is mogelijk om een muis en een toetsenbord aan te sluiten op de regelkast of de programmeereenheid. Dit hoeft echter niet. Bijna alle tekstvelden hebben een aanraakfunctie, zodat er bij aanraken een toetsenblok of toetsenbord op het scherm verschijnt. Naast niet-aanraakbare tekstvelden ziet u een editor-pictogram waarmee de bijbehorende input-editor wordt gestart.



De pictogrammen van het toetsenblok, het toetsenbord en de expressie-editor op het scherm ziet u hierboven.

In de volgende hoofdstukken worden de diverse schermen van PolyScope beschreven.

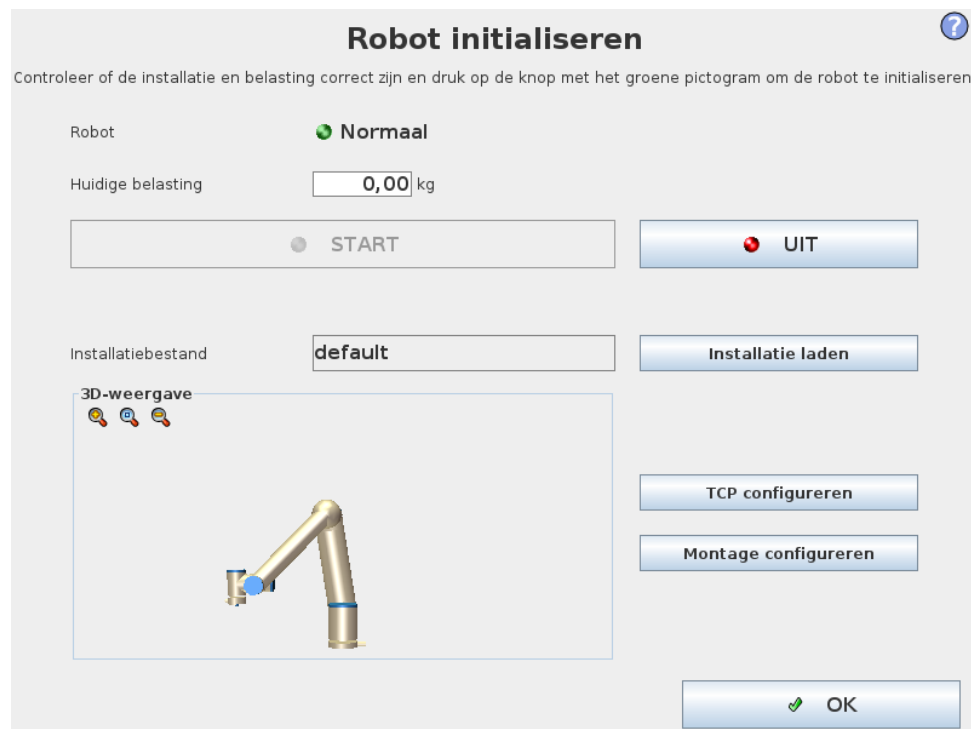
11.4 Welkomstscherm



Na opstarten van de regelaar-pc wordt het welkomstscherm weergegeven. Het scherm biedt u de volgende mogelijkheden:

- **Programma uitvoeren:** Kies een bestaand programma en voer het uit. Dit is de eenvoudigste manier om de robotarm en regelkast te bedienen.
- **Robot programmeren:** Wijzig een programma of maak een nieuw programma aan.
- **Robot instellen:** De taal wijzigen, wachtwoorden instellen, software upgraden etc.
- **Robot uitschakelen:** Schakelt de robotarm en de regelkast uit.
- **Over:** Biedt informatie over softwareversies, hostnaam, IP-adres, serienummer en juridische informatie.

11.5 Initialisatiescherm



Op dit scherm kunt u de initialisatie van de robotarm aansturen.

Statusindicatie robotarm

De status-LED geeft de bedrijfsstatus van de robotarm aan:

- Een fel rood LED-lampje geeft aan dat de robotarm op dit moment gestopt is, waarvoor verschillende redenen kunnen bestaan.
- Een fel geel LED-lampje geeft aan dat de robotarm ingeschakeld is, maar niet gereed is voor normaal gebruik.
- Ten slotte geeft een groen LED-lampje aan dat de robotarm ingeschakeld is, en gereed is voor normaal gebruik.

De tekst die naast het LED-lampje wordt weergegeven, geeft meer uitleg over de huidige status van de robotarm.

Actieve belasting en installatie

Wanneer de robotarm ingeschakeld is, wordt de belastingsmassa die door de regelkast gebruikt wordt wanneer de robotarm in gebruik is, in het kleine witte tekstveld weergegeven. Deze waarde kan aangepast worden door op het tekstveld te tikken en een nieuwe waarde in te voeren. Let erop dat het instellen van deze waarde de belasting in de robotinstallatie niet wijzigt (zie 13.6), alleen de belastingsmassa die door de regelkast gebruikt wordt, wordt ingesteld.

Op vergelijkbare wijze wordt de naam van het installatiebestand dat op dit moment geladen wordt, weergegeven in het grijze tekstveld. U kunt een andere installatie laden door op het tekstveld te tikken of door gebruik te maken van de knop **Laden** die ernaast staat. Anders kunt u de geladen installatie aanpassen met behulp van de knoppen naast de 3D-weergave in het onderste deel van het scherm.

Voordat u de robotarm start, is het heel belangrijk dat u controleert of de actieve belasting en de actieve installatie overeenkomt met de daadwerkelijke conditie van de robotarm.

Initialiseren van de robotarm



GEVAAR:

Controleer altijd of de daadwerkelijke belasting en installatie correct zijn voordat u de robotarm opstart. Als deze instellingen foutief zijn, werken de robotarm en regelkast niet correct en kan het gevaarlijk worden voor mensen of apparaat in de buurt van de robotarm.



VOORZORGSMATREGEL:

U moet heel voorzichtig zijn als de robotarm een obstakel of tafel raakt, omdat als de robotarm in een obstakel boort, dit schade kan toebrengen aan een tandwielkast van een gewricht.

De grote knop met het groene pictogram is voor het uitvoeren van de daadwerkelijke initialisatie van de robotarm. De tekst die erop staat, en de actie die hij uitvoert, wijzigt afhankelijk van de huidige status van de robotarm.

- Nadat de controller-computer is opgestart, moet u een keer op de knop tikken om de robotarm in te schakelen. De status van de robotarm verandert dan in *Aan* en vervolgens naar *Stationair*. Let erop dat wanneer er een noodstop is, de robotarm niet ingeschakeld kan worden, dus wordt de knop uitgeschakeld.
- Als de status van de robotarm *Stationair* is, moet u nog een keer op de knop tikken op de robotarm te starten. Op dit punt worden sensorgegevens gecontroleerd aan de hand van de geconfigureerde montage van de robotarm. Als er een fout gevonden wordt (met een tolerantie van 30°), wordt de knop uitgeschakeld en wordt daaronder een foutmelding weergegeven.

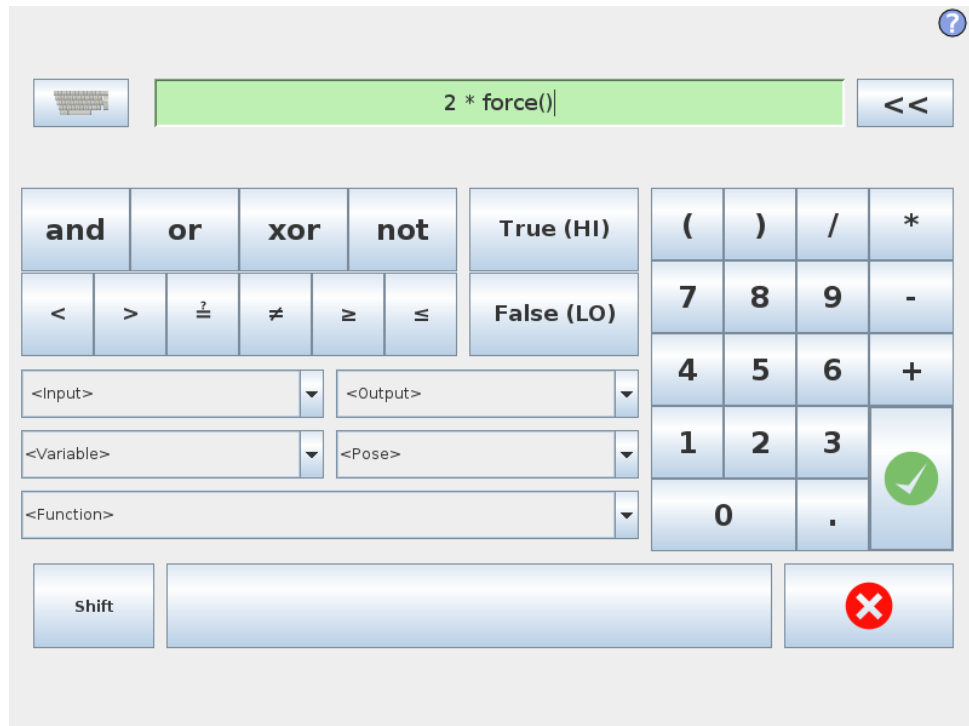
Als de montageverificatie succesvol is, kunt u door op de knop te tikken als gewrichtsremmen loslaten en is de robotarm gereed voor normaal gebruik. Let erop dat de robot een geluid maakt en een beetje beweegt als de remmen losgelaten worden.

- Als de robotarm een van de veiligheidsgrenzen overtreedt na opstarten, werkt hij in een speciale *Herstelmodus*. In deze modus schakelt u door op de knop te tikken naar een herstelbeweegscherm waar de robotarm terug bewogen kan worden binnen de veiligheidsgrenzen.
- Als er een fout optreedt, kan de regelkast opnieuw gestart worden met de knop.
- Als de regelkast niet draait, tikt u op de knop om hem te starten.

Ten slotte kunt u met de kleinere knop met het rode pictogram de robotarm uitschakelen.

12 Editors op het scherm

12.1 Expressie-editor op het scherm



Terwijl de expressie zelf als tekst wordt bewerkt, beschikt de expressie-editor over een aantal knoppen en functies voor het invoegen van de speciale expressiesymbolen, zoals * voor vermenigvuldiging en $\leq$ voor kleiner dan of gelijk aan. Met de toetsenbordknop linksboven op het scherm schakelt u over naar tekstbewerking van de expressie. Alle gedefinieerde variabelen kunt u vinden in de Variabele-selector, en de namen van de ingangs- en uitgangspoorten vindt u in de selectors Ingang en Uitgang. In Functie vindt u een aantal speciale functies.

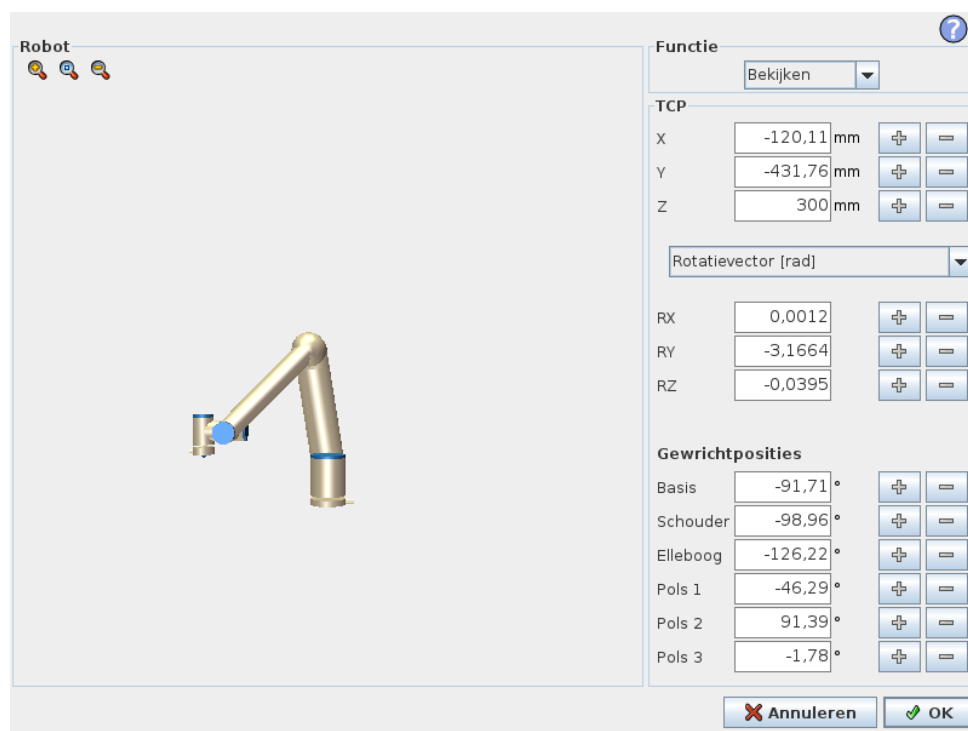
De expressie wordt gecontroleerd op grammaticale fouten als de knop Ok wordt ingedrukt. Door op de knop Annuleren te drukken verlaat u het scherm zonder de wijzigingen op te slaan.

Een expressie kan er als volgt uitzien:

`digitaal.in[1] ?=Waar en analoog.in[0]<0,5`

12.2 Scherm Positiebewerking

Op dit scherm kunt u doelgewrichtposities aangeven, of een doelpositie (positie en oriëntatie) van het robotgereedschap. Dit scherm is “offline” en regelt de fysieke robotarm niet direct.



Robot

De huidige positie van de robotarm en de opgegeven nieuwe doelpositie worden weergegeven in 3D-afbeeldingen. De 3D-tekening van de robotarm bevat de huidige positie van de robotarm, en de “schaduw” van de robotarm toont de doelpositie van de robotarm die geregeld wordt door de opgegeven waarden in de rechterzijde van het scherm. Druk op de pictogrammen van het vergrootglas om in/uit te zoomen of sleep een vinger om de weergave te wijzigen.

Als de opgegeven doelpositie van de robot-TCP in de buurt komt van een veiligheids- of triggervlak, of als de oriëntatie van robotgereedschap in de buurt is van de oriëntatiegrens van gereedschap (zie 10.12), wordt een 3D-weergave van het naderen van de grenzen weergegeven.

Veiligheidsvlakken worden gevisualiseerd in geel en zwart met een kleine pijl die de normale positie van de vlakken weergeeft, die staat voor de zijkant van het vlak waarop de robot-TCP gepositioneerd mag worden. Trigger-vlakken worden in blauw en groen weergegeven met een kleine pijl die naar de zijkant van het vlak wijst, waarbij de grenzen van de *Normale* modus (zie 10.6) actief zijn. De gereedschaporiëntatiegrens wordt gevisualiseerd met een sferische kegel samen met een vector die de huidige oriëntatie van het robotgereedschap weergeeft. De binnenkant van de kegel toont de toegestane ruimte voor gereedschaporiëntatie (vector).

Als de doel-TCP van de robot niet langer in de buurt van de limiet is, verdwijnt de 3D-representatie. Als de doel-TCP een grens overtreedt of bijna overtreedt, dan wordt de visualisatie van de limiet rood.

Positie van element en gereedschap

Rechtsboven in het scherm vindt u de keuzefunctie voor elementen. De keuzefunctie voor elementen bepaalt welk element de robotarm regelt ten opzichte van

Onder de keuzefunctie voor elementen wordt de naam van het op dit moment actieve Tool Center Point (TCP) weergegeven. Zie voor meer informatie over de configuratie van TCP's met meerdere namen 13.6. De tekstvelden tonen de volledige coördinaten van die TCP in verhouding tot het geselecteerde element. Met X, Y en Z wordt de positie van het gereedschap geregeld, en met RX, RY en RZ wordt de oriëntatie van het gereedschap geregeld.

Gebruik het vervolgkeuzemenu boven de velden RX, RY en RZ om de oriëntatie te kiezen. Beschikbare typen zijn:

- **Rotatievector [rad]** De oriëntatie wordt weergegeven als een *rotatievector*. De lengte van de as is de draaihoek in radialen en de vector zelf geeft de as aan waaromheen er wordt gedraaid. Dit is de standaardinstelling.
- **Rotatievector [°]** De oriëntatie wordt weergegeven als *rotatievector*, en de lengte van de vector is de hoek die in graden gedraaid moet worden.
- **RPY [rad]** *Rol, hel en slinger (RPY)* hoeken, waar de hoeken in radialen zijn. De RPY-rotatiematrix (X, Y', Z'' rotatie) wordt weergegeven door:

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

- **RPY [°]** *Rol, hel en slinger (RPY)* hoeken, waar de hoeken in graden zijn.

Waarden kunnen worden bewerkt door te klikken op de coördinaten. Door te klikken op de knop + of – rechts van het veld kunt u een getal toevoegen aan of aftrekken van de huidige waarde. Door een knop ingedrukt te houden, wordt de waarde direct verhoogd/verlaagd. Hoe langer de knop ingedrukt is, hoe groter de verhoging/verlaging is.

Gewrichtposities

Hiermee kunnen de afzonderlijke gewrichtposities rechtstreeks worden aangestuurd. Iedere gewrichtpositie kan een waarde hebben binnen het bereik -360° tot $+360^\circ$. Dit zijn de *gewrichtslimieten*. Waarden kunnen worden bewerkt door te klikken op de gewrichtspositie. Door te klikken op de knop + of – rechts van het veld kunt u een getal toevoegen aan of aftrekken van de huidige waarde. Door een knop ingedrukt te houden, wordt de waarde direct verhoogd/verlaagd. Hoe langer de knop ingedrukt is, hoe groter de verhoging/verlaging is.

Knop OK

Als dit scherm geactiveerd is vanaf het tab *Bewegen* (zie 13.1), keert u door te klikken op de knop OK terug naar de tab *Bewegen*, waar de robotarm beweegt naar het opgegeven doel. Als de laatste opgegeven waarde een gereedschapscoördinaat was, beweegt de robotarm naar de doelpositie met behulp van het bewegingstype *BewegenL*, en de robotarm beweegt naar de doelpositie met behulp van het bewegingstype *BewegenJ* indien als laatste een gewrichtspositie was opgegeven. De verschillende bewegingstypen worden beschreven in 14.5.

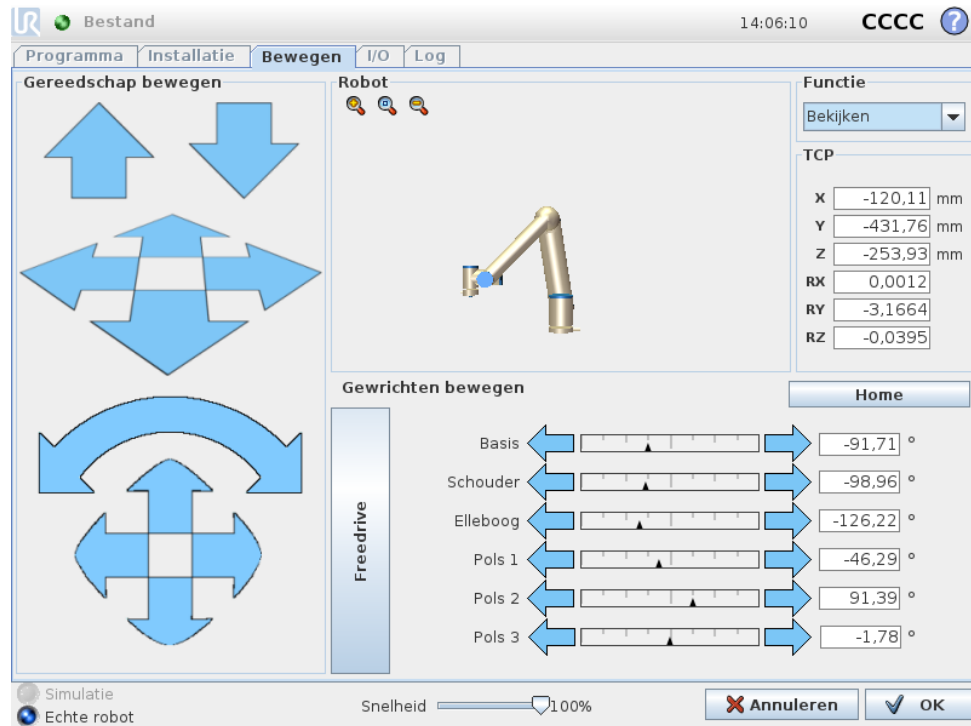
Knop Annuleren

Door op de knop **Annuleren** te drukken verlaat u het scherm zonder de wijzigingen op te slaan.

13 Robotbesturing

13.1 Tab Bewegen

Op dit scherm kunt u de robotarm altijd rechtstreeks bewegen (joggen) door translatie/rotatie van het robotgereedschap of door robotgewrichten afzonderlijk te bewegen.



13.1.1 Robot

De actuele positie van de robotarm wordt in 3D-grafieken weergegeven. Druk op de pictogrammen van het vergrootglas om in/uit te zoomen of sleep een vinger om de weergave te wijzigen. Voor de eenvoudigste regeling van de robotarm selecteert u de functie *Bekijken* en draait u de kijkhoek van de 3D-tekening zodat deze overeenkomt met uw zicht op de echte robot.

Als de huidige positie van de robot-TCP in de buurt komt van een veiligheids- of triggervlak, of als de oriëntatie van robotgereedschap in de buurt is van de oriëntatiegrens van gereedschap (zie 10.12), wordt een 3D-weergave van het naderen van de grenzen weergegeven. Merk op dat wanneer de robot een programma uitvoert, de visualisatie van de limieten zullen worden uitgeschakeld.

Veiligheidsvlakken worden gevisualiseerd in geel en zwart met een kleine pijl die de normale positie van de vlakken weergeeft, die staat voor de zijkant van het vlak waarop de robot-TCP gepositioneerd mag worden. Trigger-vlakken worden in blauw en groen weergegeven met een kleine pijl die naar de zijkant van het vlak wijst, waarbij de grenzen van de *Normale* modus (zie 10.6) actief zijn. De

gereedschapsoriëntatiegrens wordt gevisualiseerd met een sferische kegel samen met een vector die de huidige oriëntatie van het robotgereedschap weergeeft. De binnenkant van de kegel toont de toegestane ruimte voor gereedschapsoriëntatie (vector).

Als de TCP van de robot niet langer in de buurt van de limiet is, verdwijnt de 3D-representatie. Als de TCP een grens overtreedt of bijna overtreedt, dan wordt de visualisatie van de limiet rood.

13.1.2 Positie van element en gereedschap

Rechtsboven in het scherm vindt u de keuzefunctie voor elementen. Hij bepaalt ten opzichte van welk element de robotarm geregeld moet worden.

De naam van het op dit moment actieve Tool Center Point (TCP) wordt onder de keuzefunctie weergegeven. De tekstvelden tonen de volledige coördinaten van die TCP in verhouding tot het geselecteerde element. Zie voor meer informatie over de configuratie van Dc's met meerdere namen 13.6.

Waarden kunnen handmatig worden bewerkt door te klikken op de coördinaat of de gewrichtspositie. Hierdoor komt u in het positiebewerkingsscherm (zie 12.2) waar u een doelpositie kunt opgeven en een oriëntatie voor het gereedschap of de doelgewrichtsposities.

13.1.3 Gereedschap bewegen

- Door een `translatiepijl` (boven) ingedrukt te houden, verplaatst u de gereedschapspunt van de robot in de aangeduide richting.
- Door een `translatiepijl` (onderin) ingedrukt te houden, wijzigt u de oriëntatie van het robotgereedschap in de aangeduide richting. Het rotatiepunt is het Tool Center Point (TCP), dat wil zeggen het punt aan het uiteinde van de robotarm dat zorgt voor een kenmerkend punt op het gereedschap van de robot. De TCP wordt weergegeven als een blauw balletje.

Let op: U kunt de beweging op elk gewenst moment stopzetten door de knop los te laten!

13.1.4 Gewrichten bewegen

Hiermee kunnen de afzonderlijke gewrichten rechtstreeks worden aangestuurd. Ieder gewricht kan bewegen van -360° tot $+360^\circ$. Dit zijn de *gewrichtslimieten* die geïllustreerd worden door de horizontale balk voor ieder gewricht. Als een gewricht bij zijn grens komt, kan er niet verder worden bewogen. Als de limieten voor een gewricht geconfigureerd zijn met een ander positiebereik dan het standaardbereik (zie 10.11), dan wordt deze reeks in het rood in de horizontale balk weergegeven.

13.1.5 Freedrive

Als de knop *Freedrive* ingedrukt wordt gehouden, kunt u de robotarm fysiek vastpakken en naar de gewenste positie trekken. Als de zwaartekrachtsinstelling (zie 13.7) op de tab *Instellingen* onjuist is of als de robot een zware last draagt, kan de

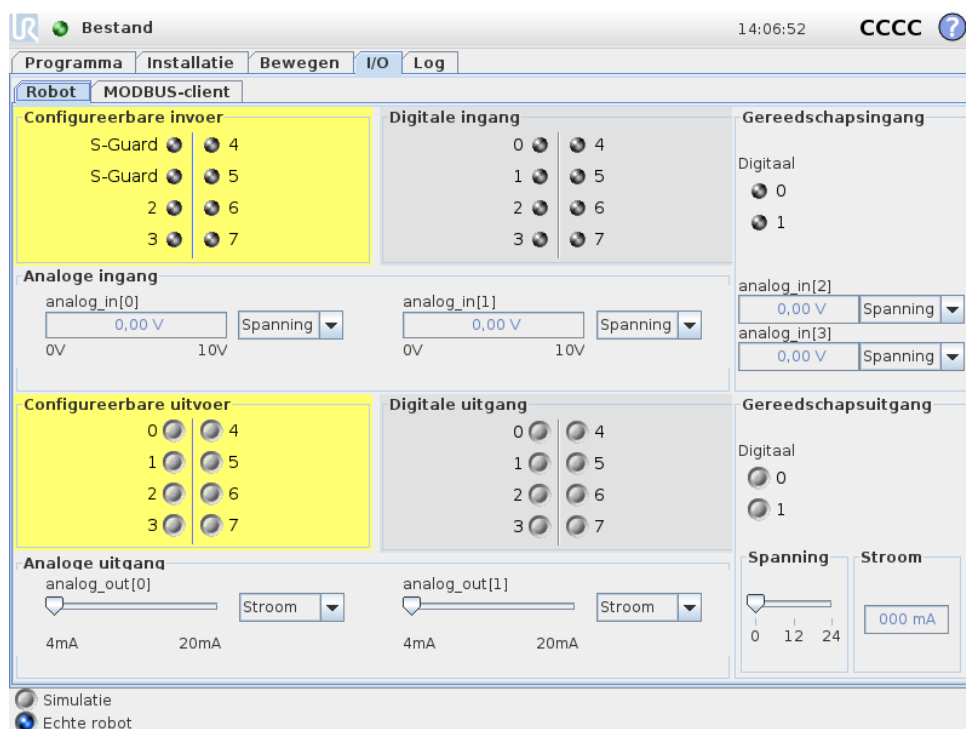
robot gaan bewegen (vallen) bij het indrukken van de knop *Freedrive*. In dat geval laat u de knop *Freedrive* gewoon weer los.



WAARSCHUWING:

1. Zorg dat u de juiste installatie-instellingen gebruikt (bijv. robotmontagehoek, gewicht in TCP, TCP offset). Sla de installatiebestanden op en laadt ze naast het programma.
2. Zorg ervoor dat de TCP-instellingen en de robotmontage-instellingen zijn juist voordat u de knop *Freedrive* gebruikt. Als deze instellingen niet juist zijn, beweegt de robotarm als de knop *Freedrive* wordt ingedrukt.
3. De functie *Freedrive* (impedantie/backdrive) mag alleen gebruikt worden in installaties waarvoor de risicobeoordeling het toelaat. Gereedschappen en obstakels mogen geen scherpe randen of uitsteeksels hebben. Zorg ervoor dat alle personeel buiten bereik van de robotarm blijft.

13.2 Tab I/O



Op dit scherm kunt u altijd de actieve I/O-signalen van en naar de regelkast van de robot in de gaten houden. Op het scherm wordt de actuele status van de I/O aangegeven, inclusief de programma-uitvoering. Als er tijdens de uitvoering van het programma iets verandert, stopt het programma. Bij een programmastop behouden alle uitgangssignalen hun statussen. Het scherm wordt met slechts 10 Hz bijgewerkt, dus een zeer snel signaal wordt mogelijk niet goed weergegeven.

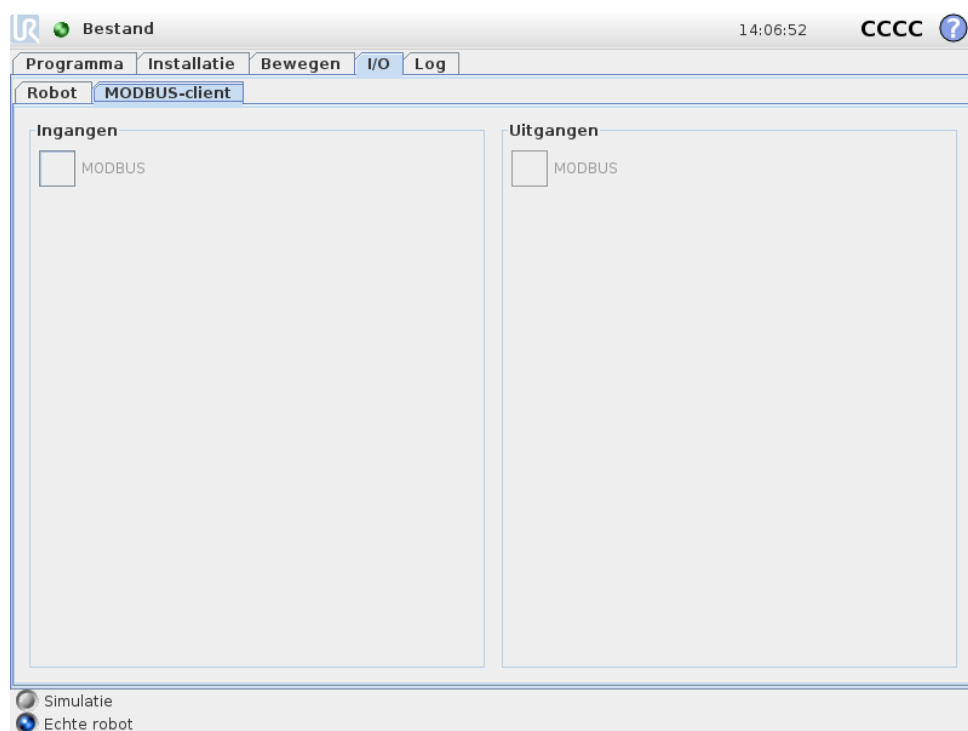
Te configureren I/O's kunnen gereserveerd worden voor speciale veiligheidsinstellingen die vastgelegd zijn in de configuratie van de veiligheids-I/O van de installatie (zie 10.13); de I/O's die gereserveerd zijn hebben de naam van de veiligheidsfunctie, in plaats van de standaard of door de gebruiker ingestelde naam. Te configureren uitgangen die gereserveerd zijn voor veiligheidsinstellingen kunnen niet gewisseld worden en worden alleen als LED-lampje getoond.

De elektrische details van de signalen worden beschreven in de gebruikershandleiding.

Instellingen analoog domein De analoge I/O's kunnen worden ingesteld op stroom [4-20 mA] of spanning [0-10 V]. De instellingen worden opgeslagen voor eventuele latere herstarts van de robotregelaar bij het opslaan van een programma.

13.3 MODBUS-client I/O

Hier worden de digitale MODBUS-client I/O-signalen weergegeven, zoals van toepassing in de installatie. Indien de signaalaansluiting wegvalt, wordt de bijbehorende ingang op dit scherm uitgeschakeld.



Ingangen

De status van digitale MODBUS-ingangen bekijken.

Uitgangen

De status van digitale MODBUS-uitgangen bekijken en in-/uitschakelen. Een signaal kan alleen worden in-/uitgeschakeld als de selectie voor regeling van de I/O-tab (beschreven in 13.8) dit toelaat.

13.4 Tab Automatisch bewegen

De tab Automatisch bewegen wordt gebruikt wanneer de robotarm naar een specifieke positie in de werkruimte. Voorbeelden zijn wanneer de robotarm naar de startpositie van een programma moet bewegen voordat het uitgevoerd kan worden, of wanneer hij moet bewegen naar een waypoint tijdens het aanpassen van een programma.



Animatie

De animatie laat zien welke beweging de robotarm gaat maken.



VOORZORGSMAAATREGEL:

Vergelijk de animatie met de positie van de echte robotarm en zorg dat de robotarm de beweging veilig kan uitvoeren zonder obstakels te raken.



VOORZORGSMAAATREGEL:

Via de functie automatisch bewegen beweegt de robot langs het schaduwtraject. Een botsing kan schade toebrengen aan de robot of andere apparatuur.

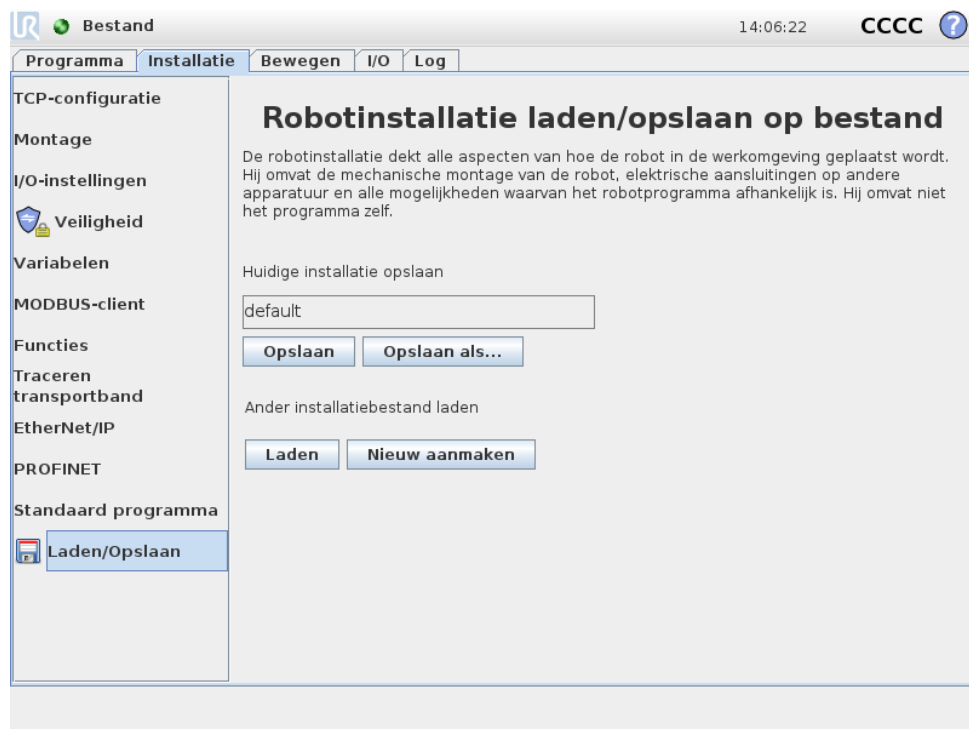
Auto

Houd de knop **Auto** ingedrukt om de robotarm volgens de animatie te laten bewegen. Let op: *U kunt de beweging op elk gewenst moment stopzetten door de knop los te laten!*

Handmatig

Door op de knop **Handmatig** te drukken komt u op de tab **Bewegen** waar de robotarm handmatig verplaatst kan worden. Dit is alleen nodig als de beweging in de animatie niet de voorkeur heeft.

13.5 Installatie → Laden/Opslaan



De robotinstallatie dekt alle aspecten van hoe de robotarm en de regelkast in de werkomgeving geplaatst worden. Hij omvat de mechanische montage van de robotarm, elektrische aansluitingen op andere apparatuur en alle mogelijkheden waarvan het robotprogramma afhankelijk is. Hij omvat niet het programma zelf.

Deze instellingen kunnen ingesteld worden via de verschillende schermen onder de tab **Installatie**, met uitzondering van de I/O-domeinen, deze worden ingesteld op de tab **I/O** (zie 13.2).

Meerdere installatiebestanden voor de robot zijn mogelijk. Aangemaakte programma's zullen de actieve installatie gebruiken en deze installatie bij gebruik automatisch laden.

Alle wijzigingen in een installatie moeten worden opgeslagen om ze na uitschakeling te bewaren. Als er niet opgeslagen wijzigingen in de installatie zijn, wordt een pictogram van een floppydisk weergegeven naast de tekst **Laden/Opslaan** in de linkerzijde van de tab **Installatie**.

U kunt een installatie opslaan door op de knop **Opslaan** of **Opslaan als...** te klikken. Door een programma op te slaan, slaat u de actieve installatie ook op. Gebruik om een ander installatiebestand te laden de knop **Laden**. Met de knop

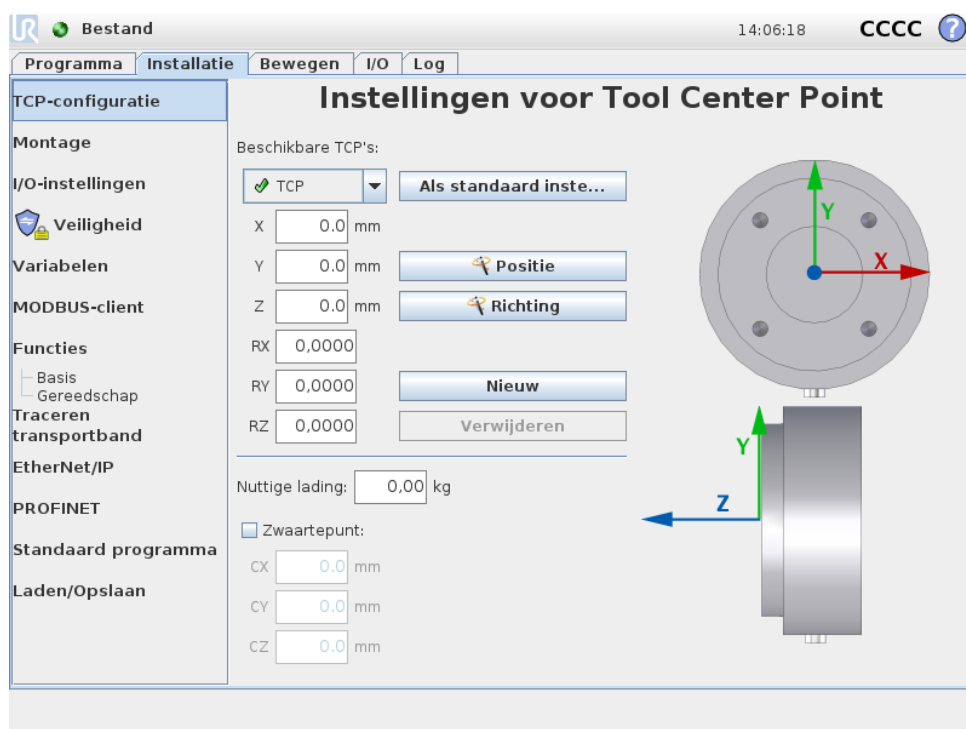
Nieuwe maken herstelt u alle instellingen in de robotinstallatie naar de standaard fabrieksinstellingen.



VOORZORGSMAATREGEL:

Het is niet aan te raden een robot te gebruiken met een installatie die wordt geladen vanaf een USB-station. Om een installatie te gebruiken die is opgeslagen op een USB-station, laadt u het eerst en slaat u het vervolgens op in de map met lokale programma's met behulp van de knopen Opslaan als...

13.6 Installatie → TCP-configuratie



Een *Tool Center Point* (TCP) is een kenmerkend punt op het gereedschap van de robot. TCP's met verschillende namen kunnen op dit scherm worden gedefinieerd. Elk TCP bevat een verschuiving en een rotatie ten opzichte van het middelpunt van de gereedschapsuitgangsfens, zoals grafisch weergegeven op het scherm. De positiecoördinaten X, Y en Z geven de positie van de TCP aan, terwijl RX, RY en RZ zijn oriëntatie aangeven. Wanneer alle gespecificeerde waarden nul zijn, komt het TCP overeen met het middelpunt op de gereedschapsuitgangsfens en neemt het coördinatensysteem aan de rechterzijde van het scherm over.

13.6.1 TCP's toevoegen, wijzigen en verwijderen

Om een nieuw TCP te definiëren drukt u op de knop **Nieuw**. Het gemaakte TCP ontvangt vervolgens automatisch een unieke naam en wordt in het afrolmenu geselecteerd.

De verschuiving en rotatie van het geselecteerde TCP kan worden gewijzigd door op de respectieve witte tekstvelden te tikken en nieuwe waarden in te vullen.

Om het geselecteerde TCP te verwijderen tikt u gewoon op de knop *Verwijderen*. Het laatst overgebleven TCP kan niet worden verwijderd.

13.6.2 Het standaard en het actieve TCP

Precies één van de geconfigureerde TCP's is het *standaard* TCP. Het standaard-TCP is met een groen pictogram gemarkeerd, links van zijn naam in het TCP-afrolmenu. Om het huidige geselecteerde TCP als standaard in te stellen, drukt u op de knop *Als standaard instellen*.

Eén TCP offset wordt altijd gebruikt als de *actieve* TCP om alle lineaire bewegingen in cartesische ruimte te bepalen. Het is ook de beweging van het actieve TCP die op de grafische tab wordt gevisualiseerd (zie 14.29). Voordat een programma wordt uitgevoerd en voor het starten van een programma, wordt het standaard-TCP als het actieve TCP ingesteld. Binnen een programma kunnen alle gespecificeerde TCP's voor een concrete beweging van de robot als het actieve TCP worden ingesteld (zie 14.5 en 14.10).

13.6.3 TCP-positie leren



TCP-positiecoördinaten kunnen als volgt automatisch worden berekend:

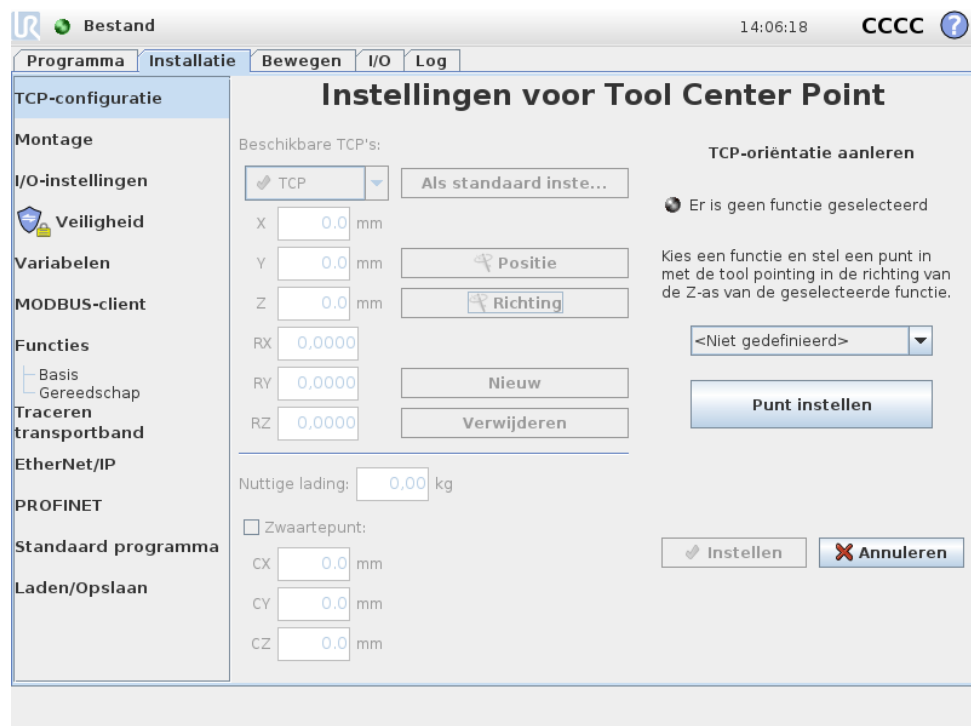
1. Tik op de knop  *Positie*.
2. Kies een vast punt in het werkbereik van de robot.
3. Gebruik de knoppen aan de rechterzijde van het scherm om het TCP naar het gekozen punt te bewegen vanuit ten minste drie verschillende hoeken en om de overeenkomende posities van de gereedschapsuitgangsfleus op te slaan.

- Controleer de berekende TCP-coördinaten en zet ze op het geselecteerde TCP met behulp van de knop *Instellen*.

Houd er rekening mee dat de posities voldoende divers moeten zijn opdat de berekening correct werkt. Als dat niet zo is, wordt het ledlampje boven de knoppen rood.

Ook al zijn drie posities gewoonlijk voldoende om het correcte TCP te bepalen, kan de vierde positie gebruikt worden om verder te controleren of de berekening correct is. De kwaliteit van elk opgeslagen punt ten opzichte van het berekende TCP wordt in een groene, gele of rode led op de respectieve knop weergegeven.

13.6.4 TCP-oriëntatie leren



TCP-oriëntatie kan als volgt automatisch worden berekend:

- Tik op de knop *Oriëntatie*.
- Selecteer een functie van de afrollijst. Zie voor extra informatie over hoe nieuwe functies gedefinieerd kunnen worden 13.12.
- Gebruik onderstaande knop om een positie te bewegen waarin de oriëntatie van het bij het TCP horende gereedschap met het coördinatensysteem van de geselecteerde functie overeenkomt.
- Controleer de berekende TCP-oriëntatie en zet deze op het geselecteerde TCP met behulp van de knop *Instellen*.

13.6.5 Nuttige lading

Het gewicht van het robotgereedschap wordt in het onderste deel van het scherm vermeld. Om deze instelling te wijzigen tikt u gewoon op het witte tekstveld en voert u een nieuw gewicht in. De instelling geldt voor alle gedefinieerde TCP's.

Zie voor informatie over de maximaal toegestane draaglast de Installatiehandleiding voor hardware.

13.6.6 Zwaartepunt

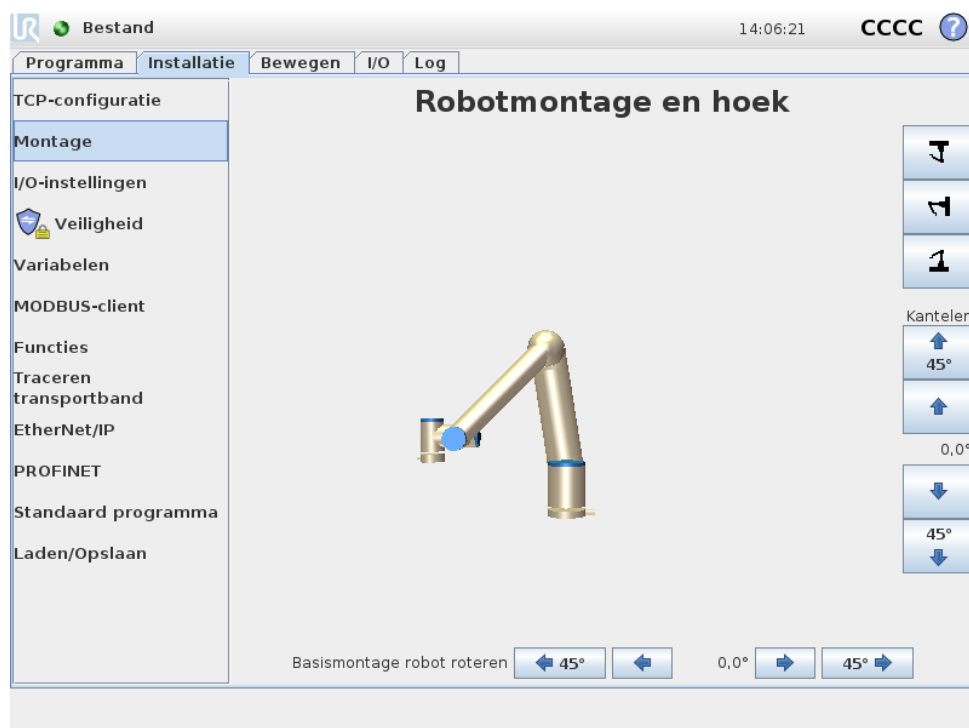
Optioneel kan het zwaartepunt van het gereedschap worden opgegeven via de velden CX, CY en CZ. Het tool center point wordt verondersteld het zwaartepunt van het gereedschap te zijn als niets anders is opgegeven. De instelling geldt voor alle gedefinieerde TCP's.



WAARSCHUWING:

Zorg dat u de juiste installatieparameters gebruikt. Sla de installatiebestanden op en laadt ze naast het programma.

13.7 Installatie → Montage



Hier kunnen specificaties worden gegeven voor de montage van de robotarm. Dit heeft twee doelen:

1. Zorgen dat de robotarm er op het scherm correct uitziet.
2. De regelaar laten weten wat de richting van de zwaartekracht is.

De regelaar gebruikt een geavanceerd dynamicamodel om te zorgen voor soepele en nauwkeurige robotbewegingen en om ervoor te zorgen dat de robot zijn positie behoudt bij gebruik van de *Freedrive*-modus. Daarom is het van belang dat de montage van de robotarm correct wordt ingesteld.

**WAARSCHUWING:**

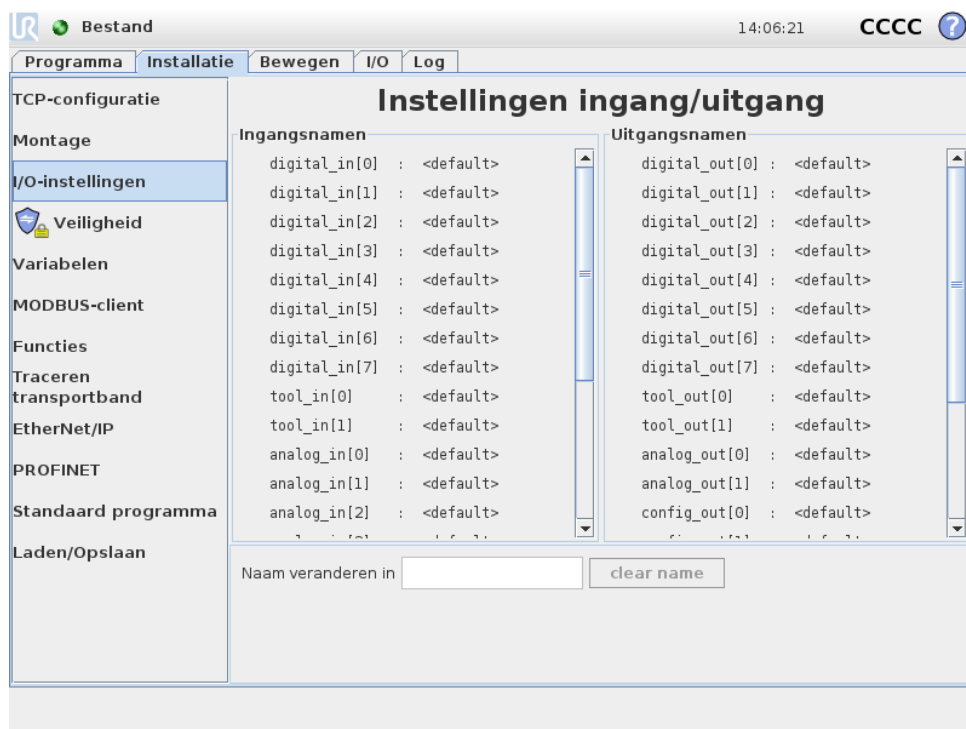
Het niet correct instellen van de robotarm kan leiden tot frequent beveiligingsstoppen, en/of de mogelijkheid dat de robotarm beweegt als de knop Freedrive ingedrukt wordt.

Standaard wordt de robotarm op een platte tafel of vloer gemonteerd. In dat geval zijn er geen wijzigingen nodig op dit scherm. Als de robotarm echter *aan het plafond*, *aan de wand* of in een hoek wordt gemonteerd, moet dit worden afgesteld met de drukknoppen. De knoppen rechts op het scherm zijn voor het instellen van de montagehoek van de robotarm. Met de drie knoppen aan de rechterkant wordt de hoek naar *plafond* (180°), *muur* (90°), *vloer* (0°) ingesteld. De knoppen *Kantelen* kunnen worden gebruikt om een willekeurige hoek in te stellen. De knoppen *onderaan* op het scherm worden gebruikt om de montage van de robotarm te laten roteren, zodat deze overeenkomt met de daadwerkelijke montage.

**WAARSCHUWING:**

Zorg dat u de juiste installatieparameters gebruikt. Sla de installatiebestanden op en laadt ze naast het programma.

13.8 Installatie → I/O-instellingen



Er kunnen namen worden toegekend aan ingangs- en uitgangssignalen. Hierdoor kan het eenvoudiger worden om te onthouden wat een signaal doet wanneer u

met de robot werkt. Selecteer een I/O door erop te klikken en stel de naam in met behulp van het toetsenbord op het scherm. U kunt de naam weer terugzetten door er alleen blanco tekens in te vullen.

De acht digitale standaardingangen en de twee gereedschapsingangen kunnen worden geconfigureerd om een actie te provoceren. Beschikbare acties zijn de mogelijkheid het huidige programma aan een stijgende kant te starten, het huidige programma aan een stijgende kant te stoppen, het huidige programma aan een stijgende kant te pauzeren en de *Freedrive* modus in te gaan/te verlaten wanneer de invoer hoog/laag is (zoals de knop *Freedrive* op de achterzijde van de Programmeereenheid).

Het standaardgedrag van uitgangen is dat waarden bewaarden worden nadat een programma stopt. Het is ook mogelijk een uitgang met een standaardwaarde te configureren die wordt toegepast wanneer een programma niet wordt uitgevoerd.

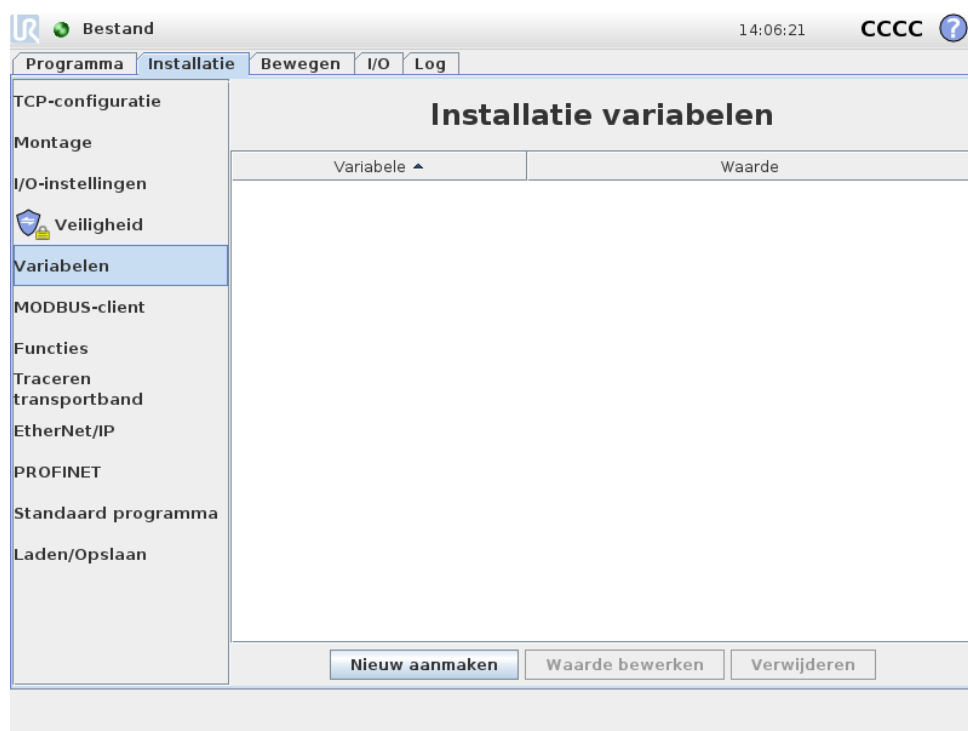
De acht digitale standaarduitgangen en de twee gereedschapsuitgangen kunnen verder geconfigureerd worden om te laten zien of een programma op dit moment wordt uitgevoerd, zodat de uitgang hoog is wanneer een programma wordt uitgevoerd en in andere gevallen laag is.

U kunt ook opgeven of een uitgang op de I/O-tab kan worden geregeld (door programmeurs of operators en programmeurs) of dat uitsluitend robotprogramma's de uitgangswaarde kunnen wijzigen.

13.9 Installatie → Veiligheid

Zie hoofdstuk 10.

13.10 Installatie → Variabelen



Variabelen die hier gecreëerd worden, worden installatievariabelen genoemd en kunnen gebruikt worden net als normale programmavariabelen. Installatievariabelen zijn speciaal omdat ze hun waarde behouden, zelfs als een programma gestopt en dan weer gestart wordt, en wanneer de robotarm en/of regelkast uitgeschakeld en dan weer ingeschakeld wordt. Hun namen en waarden worden opgeslagen tijdens de installatie, dus het is mogelijk dezelfde variabele te gebruiken in meerdere programma's.



Door op **Nieuw creëren** te drukken wordt een scherm weergegeven met een voorgestelde naam voor de nieuwe variabele. De naam kan gewijzigd worden en de waarde kan ingevoerd worden via het aanraken van het tekstveld. De knop **OK** kan alleen aangeklikt worden als de nieuwe naam nog niet gebruikt is in deze installatie.

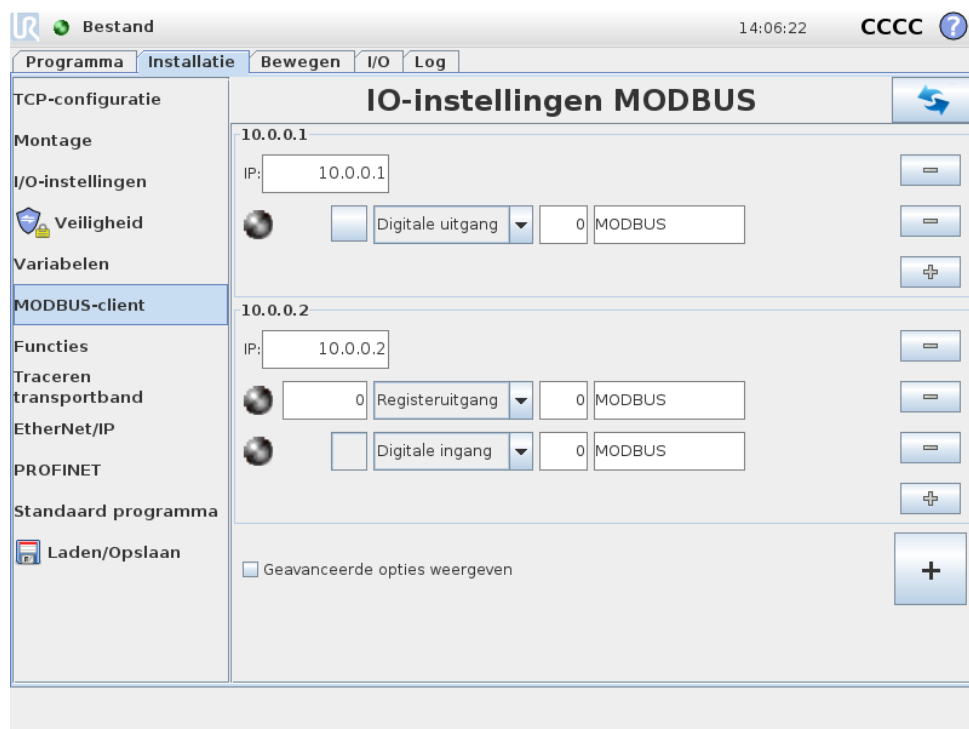
Het is mogelijk de waarde van een installatievariabele te wijzigen door de variabele in de lijst te markeren en te klikken op **Waarde bewerken**.

Selecteer, om een variabele te verwijderen, de variabele in de lijst en klik op **Verwijderen**.

Na het configureren van de installatievariabelen, moet de installatie zelf opgeslagen worden om deze configuratie te bewaren, zie 13.5. De installatievariabelen en hun waarden worden ook iedere 10 minuten automatisch opgeslagen.

Als een programma of installatie geladen is en een of meer van de programmavariabelen hebben dezelfde naam als de installatievariabelen, krijgt de gebruiker twee opties om het probleem op te lossen: gebruik de installatievariabelen van dezelfde naam in plaats van de programmavariabele of laat de conflicterende variabelen automatisch hernoemen.

13.11 Installatie → I/O-instellingen MODBUS-client



Hier kunnen de I/O-signalen van de MODBUS-client (master) worden ingesteld. Aansluitingen op MODBUS-servers (of slaves) op specifieke IP-adressen kunnen aangemaakt worden met ingangs-/uitgangssignalen (registers of digitaal). Ieder signaal heeft een unieke naam zodat hij gebruikt kan worden in programma's.

Vernieuwen

Druk op deze knop om alle MODBUS-verbindingen te vernieuwen.

Eenheid toevoegen

Druk op deze knop om een nieuwe MODBUS-eenheid toe te voegen.

Eenheid verwijderen

Druk op deze knop om een MODBUS-eenheid en alle aan de eenheid toegevoegde signalen te verwijderen

IP-eenheid instellen

Hier wordt het IP-adres van de MODBUS-eenheid weergegeven. Druk op de knop om het IP-adres te wijzigen.

Signaal toevoegen

Druk op deze knop om een signaal toe te voegen aan de corresponderende MODBUS-eenheid.

Signaal verwijderen

Druk op deze knop om een signaal van de corresponderende MODBUS-eenheid te verwijderen.

Signaaltype instellen

Kies het signaaltype met dit vervolgkeuzemenu. Beschikbare typen zijn:

- **Digitale ingang:** Een digitale ingang (spoel) is een één-bits eenheid die van de MODBUS-eenheid wordt afgelezen op de spoel gespecificeerd in het adresveld van het signaal. Functiecode 0x02 (discrete ingangen lezen) wordt gebruikt.
- **Digitale uitgang:** Een digitale uitgang (spoel) is een één-bits hoeveelheid die te hoog of te laag ingesteld kan worden. De waarde kan van de externe MODBUS-eenheid worden afgelezen totdat de waarde van de uitgang door de gebruiker is ingesteld. Dit betekent dat de functiecode 0x01 (spoelen lezen) wordt gebruikt. Als de uitgang is ingesteld door een robotprogramma of door op de knop "signaalwaarde instellen" te drukken, wordt vanaf dan de functiecode 0x05 (Enkele spoel schrijven) gebruikt.
- **Registeringang:** Een registeringang is een 16-bits eenheid die van het adres kan worden afgelezen dat is gespecificeerd in het adresveld. De functiecode 0x04 (registeringen lezen) wordt gebruikt.
- **Registeruitgang:** Een registeruitgang is een 16-bits eenheid die door de gebruiker kan worden ingesteld. Voordat de waarde van het register is ingesteld, wordt deze waarde afgelezen van de externe MODBUS-eenheid. Dit betekent dat de functiecode 0x03 (registeringen lezen) wordt gebruikt. Als de uitgang is ingesteld door een robotprogramma of door het specificeren van een signaalwaarde in het veld "signaalwaarde instellen", wordt de functiecode 0x06 (Enkel register schrijven) gebruikt voor het instellen van de waarde op de externe MODBUS-eenheid.

Signaaladres instellen

Dit veld bevat het adres op de externe MODBUS-server. Gebruik het toetsenblok op het scherm om een ander adres te kiezen. Geldige adressen verschillen per fabrikant en configuratie van de externe MODBUS-eenheid.

Signaalnaam instellen

De gebruiker kan met het toetsenblok op het scherm het signaal een naam geven. Deze naam wordt gebruikt als het signaal gebruikt wordt in programma's.

Signaalwaarde

Hier wordt de huidige waarde van het signaal weergegeven. Voor registersignalen wordt de waarde uitgedrukt als een positief geheel getal. Voor uitgangssignalen

kan de gewenste signaalwaarde worden ingesteld met de knop. Voor een register-uitgang moet de waarde voor de eenheid wederom een positief geheel getal zijn.

Connectiviteitsstatus signaal

Dit pictogram geeft aan of het signaal juist kan worden gelezen/geschreven (groen) of dat de eenheid onverwachts reageert of niet bereikbaar is (grijs). Als een MODBUS-uitzonderingsrespons ontvangen wordt, wordt de responscode weergegeven. De MODBUS-TCP-uitzonderingsresponses zijn:

- **E1 ILLEGALE FUNCTIE (0x01):** De ontvangen functiecode in de query is geen toegestane actie voor de server (of slave).
- **E2 ILLEGAAL GEGEVENSADRES (0x02):** De ontvangen functiecode in de query is geen toegestane actie voor de server (of slave), controleer of het ingevoerde signaaladres overeenkomt met de installatie van de externe MODBUS-server.
- **E3 ILLEGALE GEGEVENSWAARDE (0x03):** Een waarde in het query-gegevensveld is geen toegestane waarde voor de server (of slave), controleer of de ingevoerde signaalwaarde geldig is voor het specifieke adres op de externe MODBUS-server.
- **E4 FOUT SLAVE-APPARAAT (0x04):** Er is een onherstelbare fout opgetreden terwijl de server (of slave) de verzochte actie probeerde uit te voeren.
- **E5 ERKENNEN (0x05):** Speciaal gebruik in combinatie met programmacommando's verzonden naar de externe MODBUS-eenheid.
- **E6 SLAVE-APPARAAT IN GEBRUIK (0x06):** Speciaal gebruik in combinatie met programmacommando's die verzonden zijn aan de externe MODBUS-eenheid, de slave (server) kan nu niet reageren.

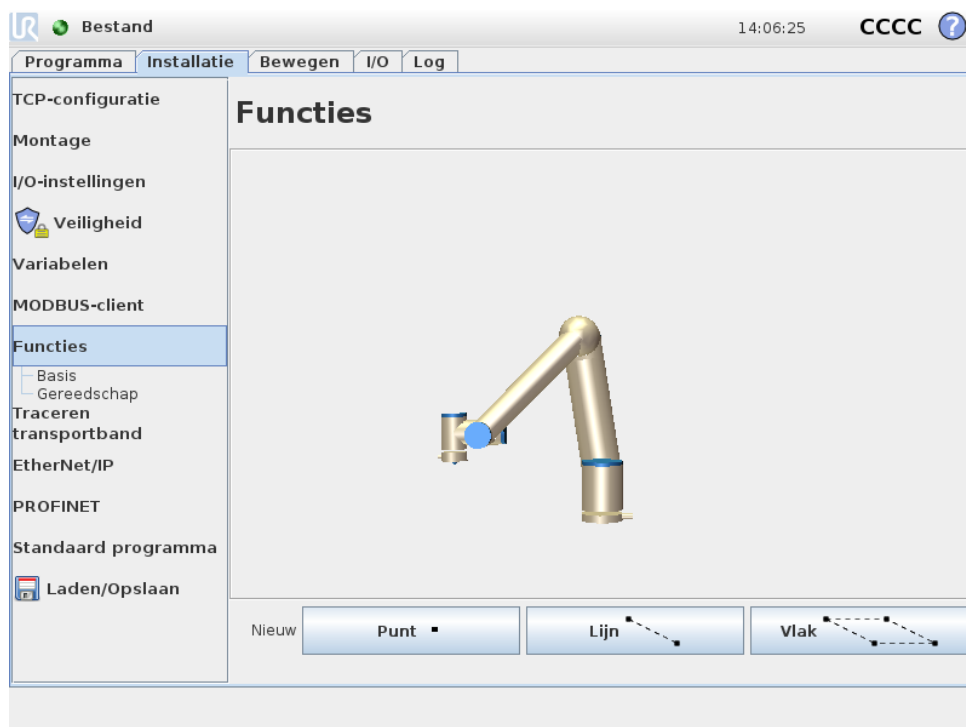
Geavanceerde opties weergeven

Dit vakje toont/verbergt de geavanceerde opties van elk signaal.

Geavanceerde opties

- **Update-frequentie:** met dit menu kunt u de update-frequentie van het signaal wijzigen. Dit is de frequentie waarmee verzoeken naar de MODBUS-eenheid worden verzonden om de signaalwaarde te lezen of te schrijven.
- **Slave-adres:** dit tekstveld kan worden gebruikt om een specifiek slave-adres in te stellen voor de verzoeken die bij een specifiek signaal horen. De waarde moet liggen in het bereik 0-255, en de standaard is 255. Als u deze waarde wijzigt, is het aan te raden de handleiding van het externe MODBUS-apparaat te raadplegen om de functionaliteit als slave-adres te controleren.

13.12 Installatie → Functies



Klanten die industriële robots kopen, willen vaak robotarmen besturen of manipuleren en programmeren ten opzichte van verschillende objecten en grenslijnen in de omgeving van de robotarm zoals machines, objecten of blancos, bevestigingen, transportbanden, pallets of camerasystemen. Dit wordt van oudsher gedaan door “kaders” (coördinatenstelsels) op te geven, die een verband leggen tussen het interne coördinatenstelsel van de robotarm (het basisstelsel) en het relevante coördinatenstelsel van het object. Zie “coördinaten gereedschap” en “basiscoördinaten” van de robot.

Een probleem van deze kaders is dat ze een bepaalde wiskundige kennis vereisen om dergelijke coördinatenstelsels te definiëren en ook dat het aanzienlijk veel tijd kost om dit te doen, zelfs voor een persoon met vaardigheden op het gebied van het programmeren en installeren van robots. Dit gaat vaak gemoeid met de berekening van 4x4 matrices. Vooral de weergave van de oriëntatie is ingewikkeld voor een persoon zonder de vereiste ervaring om dit probleem te doorgronden.

Veelgestelde vragen van klanten zijn bijvoorbeeld:

- Is het mogelijk de robot 4cm van de grijper van mijn gecomputeriseerde, numeriek gestuurde machine (CNC-machine) vandaan te bewegen?
- Is het mogelijk het gereedschap van de robot 45 graden te draaien ten opzichte van de tafel?
- Kunnen we de robotarm verticaal omlaag laten bewegen met het object, het object laten vallen en vervolgens de robotarm opnieuw omhoog laten bewegen?

De inhoud van dergelijke vragen is rechtlijnig in de ogen van een gemiddelde klant die de robotarm bijvoorbeeld op verschillende stations binnen een fabriek wil gebruiken. Het kan voor de klant vervelend en onbegrijpelijk zijn dat er niet een eenvoudig antwoord is op zulke *relevante* vragen. Er zijn echter meerdere gecompliceerde redenen waarom dit zo is en Universal Robots heeft om deze problemen aan te spreken unieke en eenvoudige manieren ontwikkeld waarmee een klant de locatie van verschillende objecten ten opzichte van de robotarm kan opgeven. Het is daarom met slechts enkele stappen mogelijk om exact te doen wat hierboven werd gevraagd.

Hernoemen

Met deze knop kunt u een element een andere naam geven.

Verwijderen

Met deze knop kunt u het geselecteerde element en alle aanwezige subelementen verwijderen.

Assen tonen

Selecteer of de coördinaatassen van het geselecteerde element zichtbaar zijn op de 3D-grafieken. De selectie is van toepassing op dit scherm en het scherm Bewegen.

Joggable

Kies of het mogelijk is het geselecteerde element te joggelen. Dit bepaalt of het element in het menu met elementen op het scherm Bewegen wordt weergegeven.

Variabele

Geef aan of het geselecteerde element kan worden gebruikt als variabele. Als deze optie wordt geselecteerd, is er een variabele met de naam van het element, voorafgegaan door “_var” beschikbaar bij het bewerken van robotprogramma's en kan deze variabele worden toegewezen aan een nieuwe waarde in een programma, die kan worden gebruikt om waypoints aan te sturen die afhankelijk zijn van de waarde van een element.

Positie instellen of wijzigen

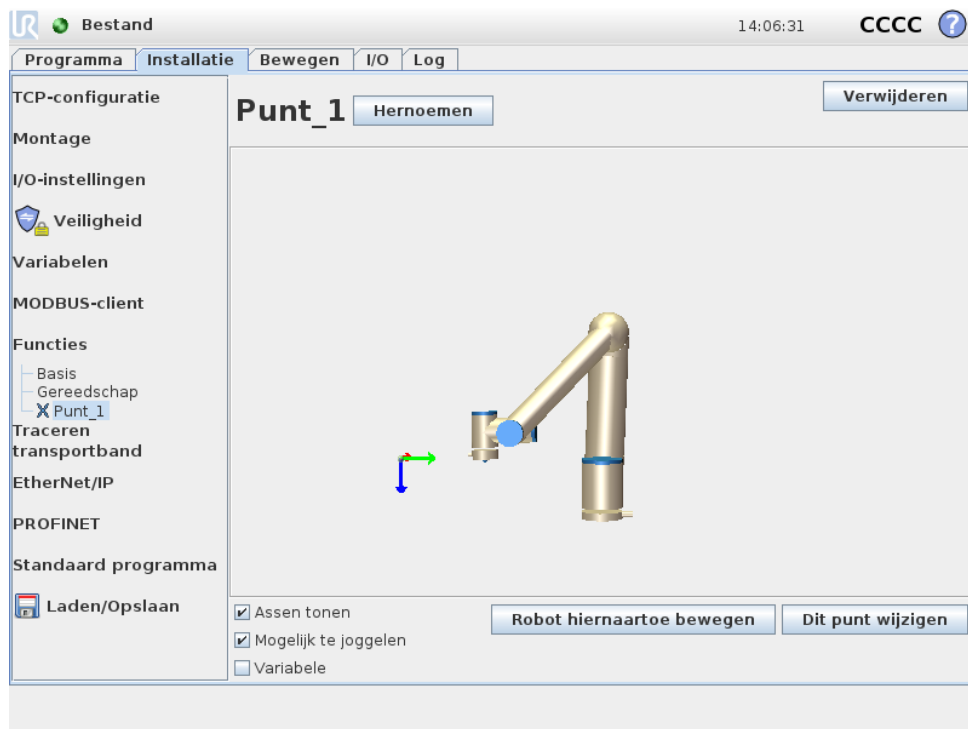
Met deze knop kunt u het geselecteerde element instellen of wijzigen. Het scherm Bewegen wordt weergegeven en er kan een nieuwe positie van het element worden ingesteld.

Robot naar element verplaatsen

Met een druk op deze knop wordt de robotarm richting het geselecteerde element bewogen. Aan het einde van deze beweging vallen de coördinatenstelsels van het element en de TCP samen, met uitzondering van een draai om de x-as van 180 graden.

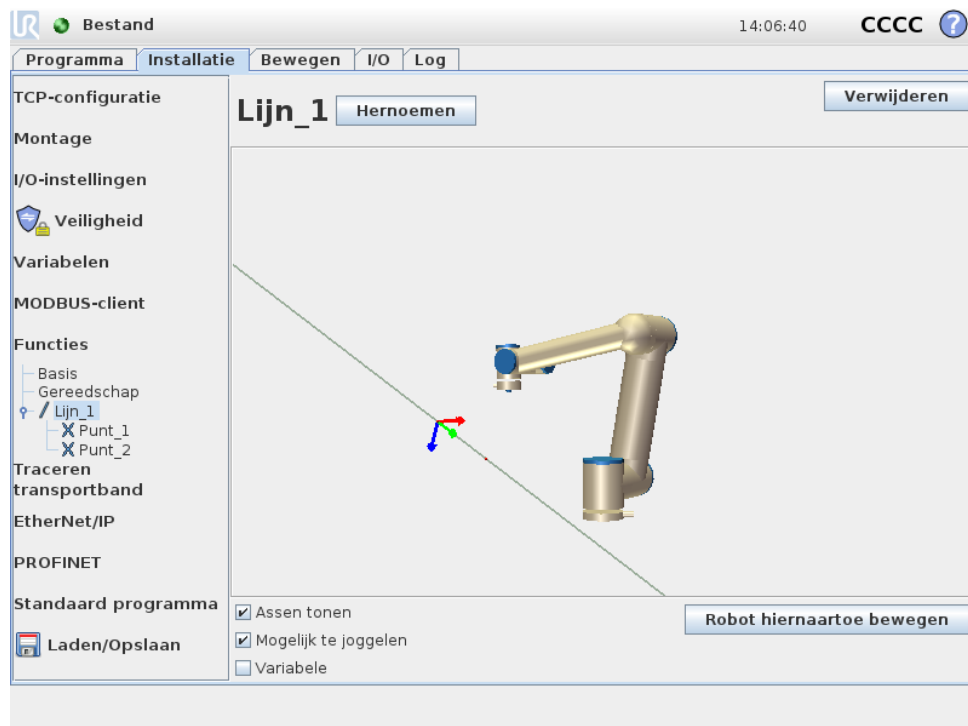
Punt toevoegen

Met een druk op deze knop wordt een puntvormig element aan de installatie toegevoegd. De positie van een puntvormig element wordt gezien als de positie van de TCP op dat punt. De oriëntatie van het puntvormige element is gelijk aan de oriëntatie van de TCP, maar alleen het coördinatenstelsel van het element wordt 180 graden om zijn x-as gedraaid. Hierdoor komt de z-as van het puntvormige element op dit punt recht tegenover die van de TCP te staan.



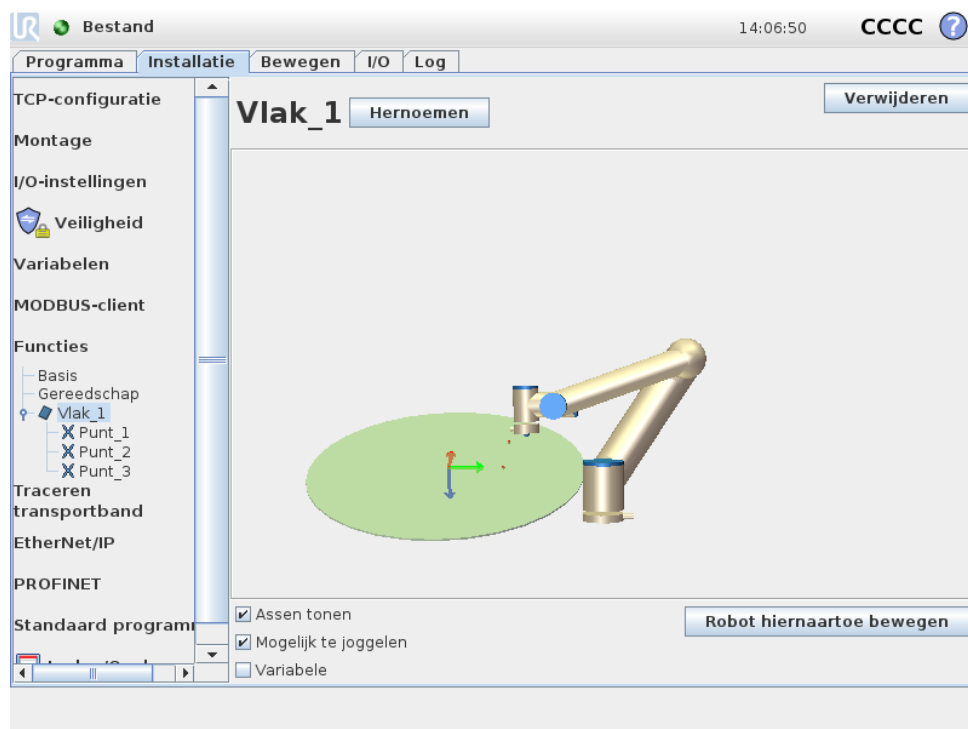
Lijn toevoegen

Met een druk op deze knop wordt een lijn aan de installatie toegevoegd. Een lijn wordt gedefinieerd als een as tussen twee puntvormige elementen. Deze as, die van het eerste punt naar het tweede punt wordt getrokken, vormt de y-as van het coördinatenstelsel van de lijn. De z-as wordt bepaald door de projectie van de z-as van het eerste subpunt op het vlak loodrecht aan de lijn. De positie van het coördinatenstelsel van de lijn is gelijk aan de positie van het eerste subpunt.



Vlak toevoegen

Met een druk op deze knop wordt een vlak aan de installatie toegevoegd. Een vlak wordt bepaald door drie subpuntvormige elementen. De positie van het coördinatenstelsel is gelijk aan de positie van het eerste subpunt. De z-as is de normaal van het vlak en de y-as loopt vanaf het eerste punt naar het tweede. De positieve richting van de z-as wordt zo ingesteld dat de hoek tussen de z-as van het vlak en de z-as van het eerste punt kleiner is dan 180 graden.



13.13 Instelling tracement transportband

Wanneer een transportband gebruikt wordt, kan de robot worden geconfigureerd om zijn bewegingen bij te houden. Instellen Tracement Transportband biedt opties om de robot te configureren zodat hij met absolute en incrementele encoders werkt, en met lineaire en circulaire transportbanden.

Parameters transportband

Incrementele encoders kunnen op digitale ingangen 0 tot 3 worden aangesloten. Decodering van digitale signalen loopt op 40kHz. Met behulp van een Quadrature encoder (waarvoor twee ingangen nodig zijn), kan de robot naast de richting ook de snelheid van de transportband bepalen. Als de richting van de transportband constant is, kan een enkele ingang worden gebruikt, waarbij Stijging, Daling of Stijgen en Dalen van de randen wordt gedetecteerd om de snelheid van de transportband te bepalen.

Absolute encoders kunnen gebruikt worden wanneer ze via een MODBUS-sigitaal zijn aangesloten. Hiervoor moet van tevoren een digitaal MODBUS-ingangsregister in de 13.11 zijn geconfigureerd.

Lineaire transportbanden

Wanneer een lineaire transportband is geselecteerd, moet een lijnfunctie worden geconfigureerd om de richting van de transportband te bepalen. De lijnfunctie moet parallel lopen met de richting van de transportband en er moet een grote afstand bestaan tussen beide punten die de lijnfunctie definiëren. Het wordt aanbevolen de lijnfunctie te configureren door het gereedschap stevig tegen de zijkant van de transportband te plaatsen tijdens het inleren van de twee punten.

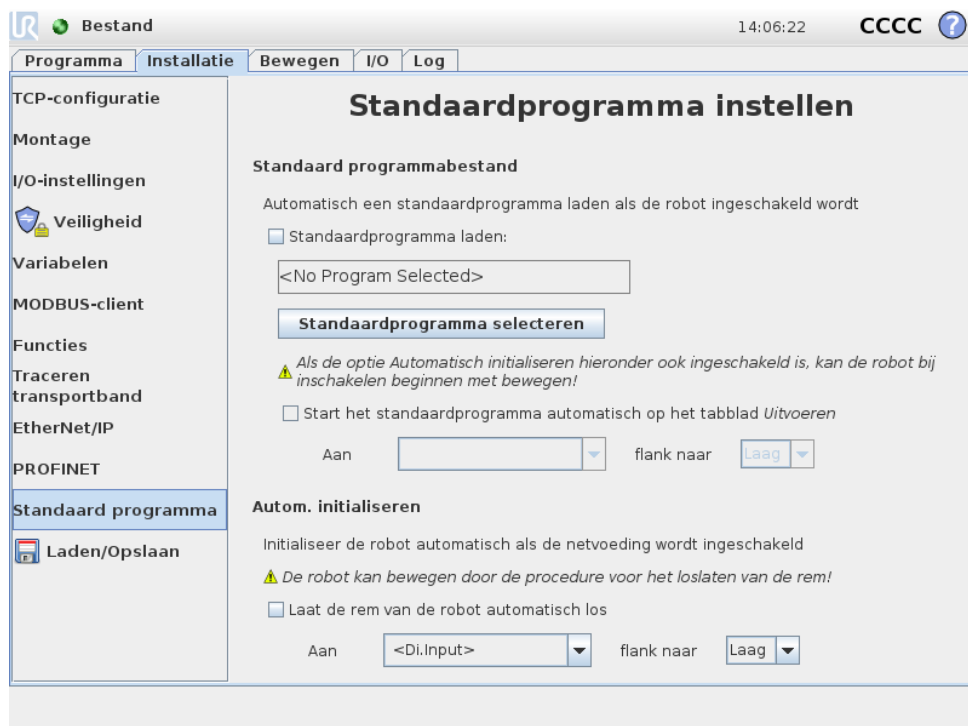
Het veld Ticks per meter wordt gebruikt voor het aantal ticks dat de encoder genereert wanneer de transportband één meter beweegt.

$$\text{Ticks per meter} = \frac{\text{ticks per omwenteling van encoder}}{2\pi \cdot \text{straal van encoderschijf[m]}} \quad (13.1)$$

Circulaire transportbanden

Tijdens tracement van een circulaire transportband moet het middelpunt van de transportband (cirkel) worden bepaald. De waarde van Ticks per omwenteling moet het aantal ticks zijn wanneer de encoder een volledige omwenteling maakt.

13.14 Installatie → Standaardprogramma



Dit scherm bevat instellingen voor het automatisch laden en starten van een standaardprogramma, en voor het automatisch initialiseren van de robotarm bij opstarten.



WAARSCHUWING:

Als automatisch laden, automatisch starten en automatisch initialiseren allemaal ingeschakeld zijn, gaat de robot het geselecteerde programma draaien zodra de regelkast aangezet wordt.

13.14.1 Een standaardprogramma laden

U kunt een standaardprogramma kiezen om te laden bij het inschakelen van de regelkast. Daarnaast wordt het standaardprogramma ook automatisch geladen wanneer het scherm *Programma uitvoeren* (zie 11.4) geopend wordt en er geen programma geladen is.

13.14.2 Een standaardprogramma starten

Het standaardprogramma kan automatisch gestart worden in het scherm *Programma uitvoeren*. Als het standaardprogramma geladen is en de opgegeven transitie van de externe ingang gedetecteerd wordt, wordt het programma automatisch gestart.

Let op! Bij het starten is het huidige ingangssignaalniveau niet gedefinieerd en door een transitie te kiezen die aansluit op het signaalniveau bij opstarten, start het programma direct. Als u daarnaast het scherm *Programma uitvoeren* verlaat of de stopknop indrukt op het scherm *Dashboard* word het automatisch starten uitgeschakeld tot de knop *Uitvoeren* opnieuw ingedrukt wordt.

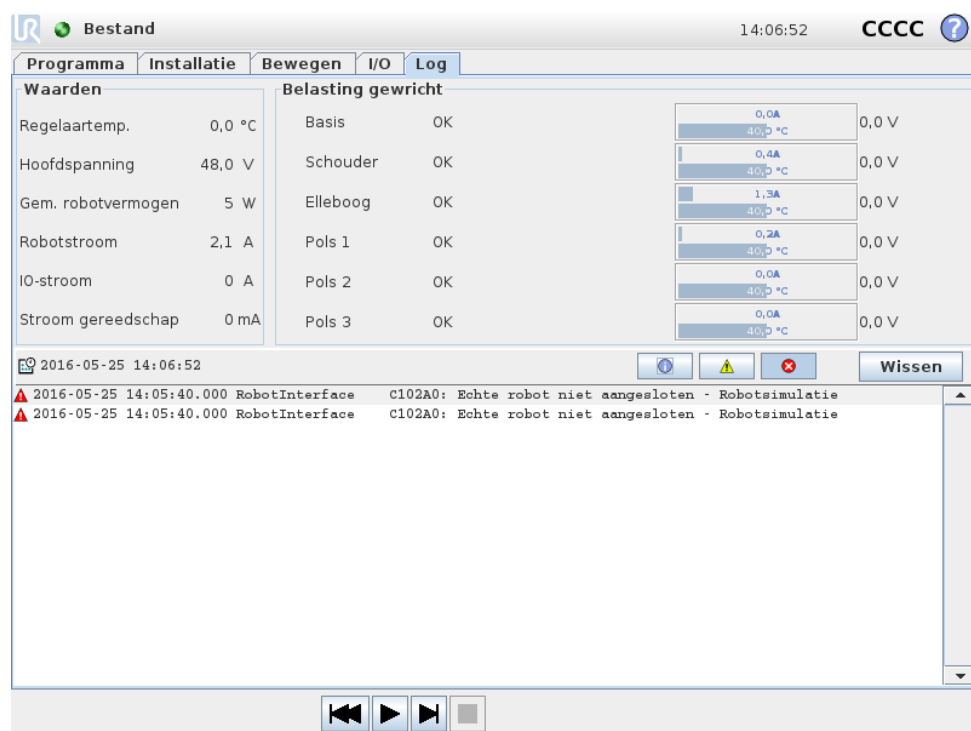
13.14.3 Automatisch opstarten

De robot kan automatisch opgestart worden, bijvoorbeeld wanneer de regelkast ingeschakeld wordt. Bij de opgegeven transitie van het externe ingangssignaal, wordt de robotarm volledig opgestart, ongeacht het scherm dat wordt weergegeven.

De laatste fase van het opstarten is *het loslaten van de remmen*. Als de robot de remmen loslaat, beweegt hij een beetje en maakt hij een geluid. Daarnaast kunnen de remmen niet automatisch losgelaten worden als de geconfigureerde montage niet overeenkomt met de montage die op basis van de sensorgegevens gedetecteerd wordt. In dit geval moet de robot handmatig gestart worden in het initialisatiescherm (zie 11.5).

Let op! Bij het starten is het huidige ingangssignaalniveau niet gedefinieerd en door een transitie te kiezen die aansluit op het signaalniveau bij opstarten, start de robotarm direct.

13.15 Tab Log



Gezondheid robot Op de bovenste helft van het scherm wordt de gezondheid van de robotarm en regelkast aangegeven. Het linkerdeel bevat informatie m.b.t. de regelkast van de robot, terwijl het rechterdeel informatie toont over ieder robotgewricht. Ieder robotgewricht geeft informatie over de temperatuur van de motor en elektronica, de belasting van het gewricht en de spanning bij het gewricht.

Robotlog Op de onderste helft van het scherm staan logmeldingen. De eerste kolom toont de categorie van ernst van de logmelding. De tweede kolom toont

de aankomsttijd van de melding. De volgende kolom toont de afzender van de melding. In de laatste kolom staat de melding zelf. Meldingen kunnen gefilterd worden door de schakelknoppen te selecteren die overeenkomen met de ernst. Bovenstaand figuur bevat nu de fouten die getoond worden als informatie- en waarschuwingmeldingen gefilterd worden. Sommige logmeldingen zijn bedoeld om meer informatie te verstrekken. Deze kunnen geopend worden door het logitem te openen.

13.16 Scherm Laden

Op dit scherm geeft u aan welk programma er geladen moet worden. Er zijn twee versies van dit scherm: een die moet worden gebruikt als u gewoon een programma wilt laden en uit voeren, en een die wordt gebruikt wanneer u een programma daadwerkelijk wilt bewerken.



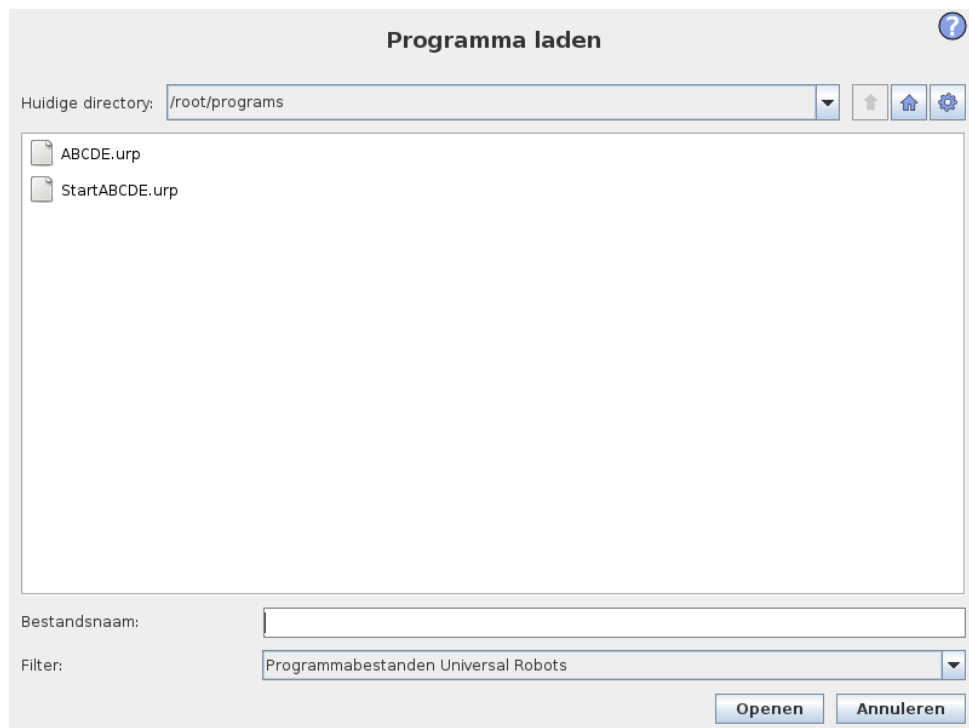
OPMERKING:

Het uitvoeren van een programma vanaf een USB-station wordt niet aangeraden. Om een programma uit te voeren dat is opgeslagen op een USB-station, laadt u het eerst en slaat u het vervolgens op in de map met lokale programma's met behulp van de optie *Opslaan als...* in het menu *Bestand*.

Het belangrijkste verschil zit hem in wat de gebruiker kan doen. In het basisscherm *Laden* kan de gebruiker alleen bestanden openen - maar ze niet wijzigen of verwijderen. Daarnaast mag de gebruiker de directorystructuur die onder de map *programma's* hangt, niet verlaten. De gebruiker kan wel naar een subdirectory gaan, maar kan niet hoger komen dan de map *programma's*.

Daarom moeten alle programma's in de map *programma's* en/of submappen onder de programmap geplaatst worden.

Opzet scherm



Deze afbeelding toont het scherm Laden. Dit bestaat uit de volgende belangrijke gebieden en knoppen:

Locatie-historie De locatie-historie toont een lijst met de locaties die naar de actuele locatie leidt. Dit houdt in dat alle bovenliggende directory's tot en met de root van de computer worden weergegeven. Hier ziet u dat u wellicht niet alle directories boven de programmamap kunt openen.

Door een mapnaam in de lijst te selecteren, wijzigt het laaddialoogvenster in die directory en wordt het weergegeven in de bestandsselectieruimte 13.16.

Bestandsselectiegebied In dit deel van het dialoogvenster staat de inhoud van het betreffende gebied. Dit biedt de gebruiker de mogelijkheid een bestand te selecteren door één keer op de naam te klikken om het bestand te openen of door te dubbelklikken op de naam.

Directory's kunnen geselecteerd te worden via het lang indrukken van ongeveer 0,5 s. Een map openen en de inhoud weergeven, wordt gedaan door er eenmaal op te klikken.

Bestandsfilter Met behulp van de filter kunt u de weergegeven bestanden beperken tot het soort bestanden dat u wenst. Als u kiest voor "Reservebestanden", worden in het bestandsselectiegebied de 10 meest recente opgeslagen versies van ieder programma weergegeven, waarbij .old0 de nieuwste is en .old9 de oudste.

Bestandsveld Hier wordt het actueel geselecteerde bestand aangegeven. De gebruiker kan de bestandsnaam handmatig invoeren door op het toetsenbordpictogram rechts van het veld te klikken. Hierdoor wordt een toetsenbord op het scherm weergegeven waarin de gebruiker de bestandsnaam direct op het scherm kan invoeren.

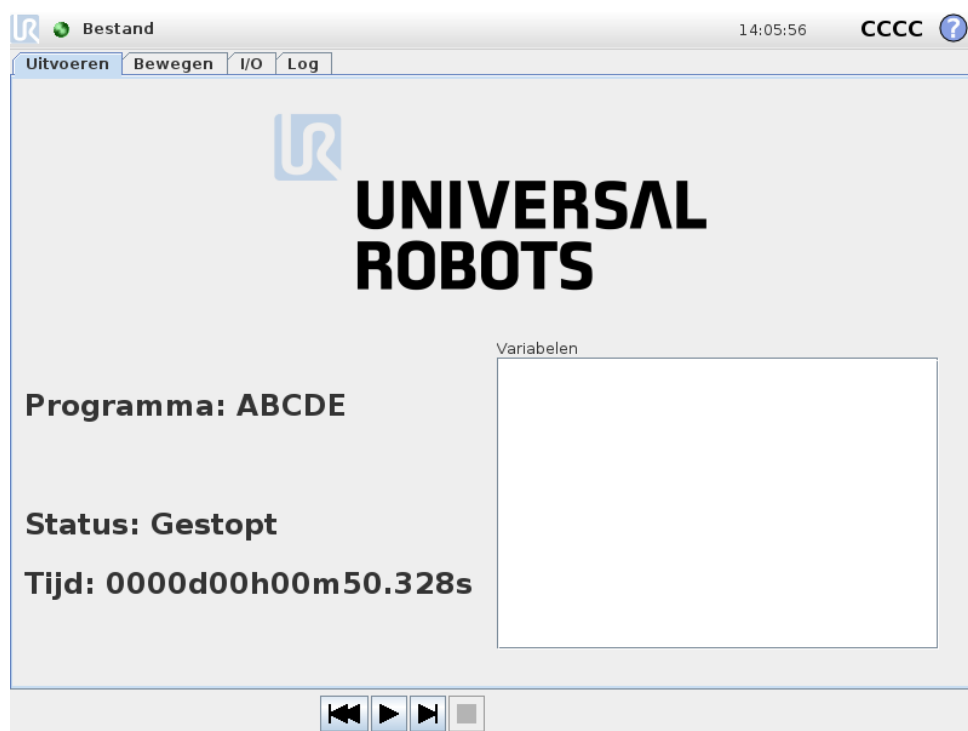
Knop Openen Als u klikt op de knop Openen wordt het momenteel geselecteerde bestand geopend en keert u terug naar het vorige scherm.

Knop Annuleren Door op de knop Annuleren te klikken stopt u het huidige laadproces en schakelt het scherm naar de vorige afbeelding.

Actieknoppen Een reeks knoppen biedt de gebruiker de mogelijkheid een aantal van de acties uit te voeren die normaal gesproken geopend worden door met de rechtermuisknop op een bestandsnaam in een conventioneel bestandsdialoogvenster te klikken. Daarnaast bestaat ook nog de mogelijkheid naar boven te bewegen in de directorystructuur en direct naar de programmamap te gaan.

- Omhoog: Ga naar de bovenliggende directory. De knop wordt in twee gevallen niet geactiveerd: wanneer de huidige directory de bovenste directory is of als het scherm in de beperkte modus staat en de huidige directory de programmamap is.
- Ga naar programmamap: Ga naar het beginscherf
- Acties: Acties als directory aanmaken, bestand verwijderen enz.

13.17 Tab Uitvoeren



Deze tab biedt een hele eenvoudige mogelijkheid om de robotarm en regelkast te bedienen met zo weinig mogelijk knoppen en opties. Dit kan handig zijn in combinatie met wachtwoordbescherming van het programmeergedeelte van PolyScope (zie 15.3). Zo maakt u van de robot een gereedschap dat uitsluitend vooraf geschreven programma's kan uitvoeren.

Daarnaast kan op deze tab een standaardprogramma automatisch geladen en gestart worden op basis van een randovergang met een extern ingangssignaal (zie 13.14). De combinatie van automatisch laden en starten van een standaardprogramma en automatisch initialiseren bij starten kan bijvoorbeeld gebruikt worden voor het integreren van de robotarm in andere machines.

14 Programmeren

14.1 Nieuw programma



Een nieuw robotprogramma kan beginnen met een *sjabloon* of met een bestaand (opgeslagen) robotprogramma. Een *sjabloon* kan de algehele programmastructuur leveren. U hoeft dan alleen de details van het programma in te vullen.

14.2 Tab Programma



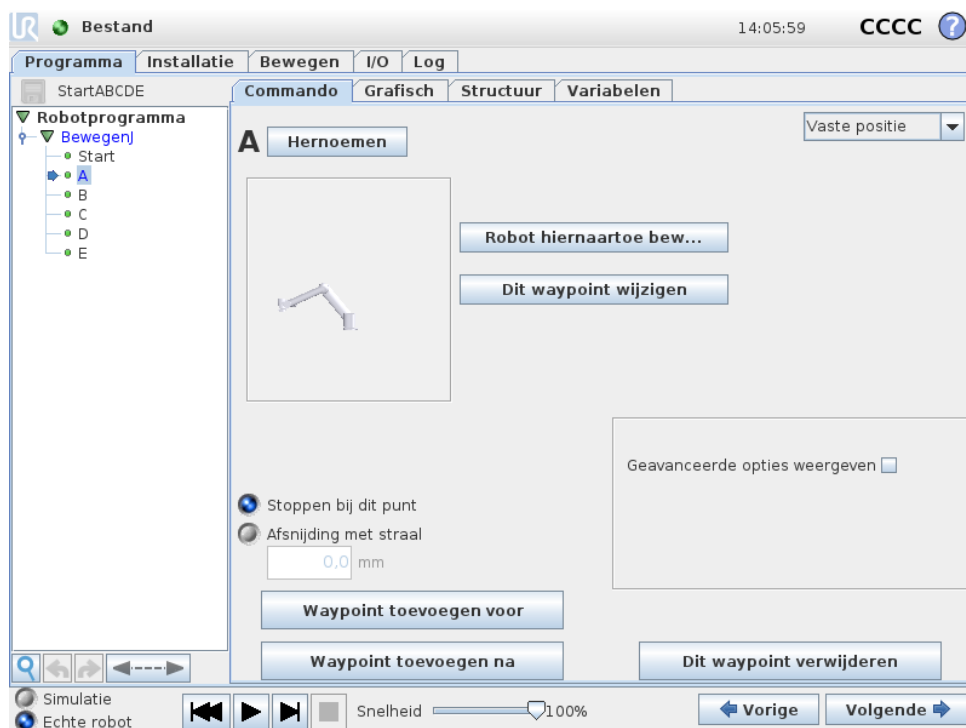
Het tabblad Programma toont het programma dat momenteel bewerkt wordt.

14.2.1 Programmastructuur

De *programmastructuur* links op het scherm geeft het programma weer als een lijst commando's, terwijl het gebied rechts op het scherm informatie weergeeft met betrekking tot het actuele commando. Het actuele commando wordt geselecteerd door te klikken in de commandolijst of door gebruik te maken van de knoppen *Vorige* en *Volgende* rechtsonder op het scherm. Commando's kunnen worden toegevoegd of verwijderd op de tab *Structuur*, dat wordt beschreven in 14.30. De programmanaam wordt meteen boven de commandolijst weergegeven, met een klein schijfpictogram waar u op kunt klikken om het programma snel op te slaan.

In de programmastructuur wordt het commando gemarkeerd dat op dit moment wordt uitgevoerd zoals beschreven in 14.2.2.

14.2.2 Indicatie programma-uitvoering



De programmastructuur bevat visuele hints die over het commando informeren dat op dit moment door de robotcontroller wordt uitgevoerd. Links van het commandopictogram wordt een klein  indicatiepictogram weergegeven en de naam van het uitvoerende commando en eventuele commando's die waarvan dit commando een subcommando is (normaal gesproken geïdentificeerd door de  /  commandopictogrammen) zijn in het blauw gemarkeerd. Zo kan de gebruiker het uitvoerende commando in de structuur gemakkelijker vinden.

Als de robotarm bijvoorbeeld naar een waypoint beweegt, wordt het overeenkomende subcommando met het  pictogram gemarkeerd en zijn naam samen met de naam van het Bewegen-commando (zie 14.5) waartoe het behoort, worden in het blauw getoond.

Als het programma gepauzeerd wordt, markeert de indicator van programma-uitvoering het laatste commando dat werd uitgevoerd.

Als u op de knop druk met het  pictogram onder de programmastructuur, wordt overgegaan op het huidige of laatst uitgevoerde commando in de structuur. Als op een commando geklikt wordt terwijl een programma wordt uitgevoerd, blijft het tabblad **Commando** de informatie tonen die op het geselecteerde commando betrekking heeft. Als u op de knop  drukt, toont het tabblad **Commando** voortdurende informatie over op dit moment uitgevoerde commando's.

14.2.3 Zoekknop

De knop met het pictogram  kan gebruikt worden om in de programmastructuur naar tekst te zoeken. Als u hierop klikt kan een zoektekst worden ingevoerd en pro-

grammaknooppunten die overeenkomen lichten geel op. Druk op het pictogram  om de zoekmodus te verlaten.

14.2.4 Knoppen Ongedaan maken/Opnieuw

De knoppen met de pictogrammen  en  onder de programmastructuur dienen voor het ongedaan maken of opnieuw doen van veranderingen in de programmastructuur en in de commando's die het bevat.

14.2.5 Programmadaashboard

Het onderste deel van het scherm is het *Dashboard*. Het *Dashboard* bevat een reeks knoppen zoals oude cassette recorders die kenden. Hiermee kunnen programma's worden gestart en gestopt, stapsgewijs worden doorlopen (single-stepping) en opnieuw worden gestart. Met de *snelheidsschuifbalk* kunt u de snelheid van het programma op elk gewenst moment aanpassen. Dit werkt direct door in de snelheid waarmee de robot beweegt. Daarnaast toont de *snelheidsschuifbalk* in real time de relatieve snelheid waarop de robotarm beweegt, rekening houdend met de veiligheidsinstellingen. Het aangegeven percentage is de maximaal haalbare snelheid voor het programma dat uitgevoerd wordt zonder dat het veiligheidslimieten worden overtreden.

Links van het *Dashboard* wisselt u met de knoppen *Simulatie* en *Echte robot* tussen het uitvoeren van het programma in een simulatie of het uitvoeren van het programma in de echte robot. Bij simulatie beweegt de robotarm niet. Zodoende kan deze zichzelf of apparatuur in de omgeving niet beschadigen door botsingen. Gebruik de simulatie om programma's te testen als u twijfelt over wat de robotarm zal gaan doen.

**GEVAAR:**

1. Zorg dat u buiten het werkbereik van de robot blijft wanneer de knop *Afspelen* ingedrukt wordt. De beweging die u het geprogrammeerd kan anders zijn dan verwacht.
2. Zorg dat u buiten het werkbereik van de robot blijft wanneer de knop *Stap* ingedrukt wordt. De werking van de knop *Stap* kan lastig te begrijpen zijn. Gebruik hem alleen als het absoluut noodzakelijk is.
3. Zorg dat u het programma altijd test door de snelheid te verlagen met de snelheidsschuifbalk. Logische programmafouten die gemaakt worden door de integrator kunnen onverwachte bewegingen van de robotarm tot gevolg hebben.
4. Wanneer een noodstop of beschermende stop heeft plaatsgevonden, stopt het robotprogramma. Het kan worden hervat zolang een gewricht zich niet meer dan 10° heeft verplaatst. Door op *Afspelen* te drukken, beweegt de robot langzaam terug op het traject en gaat verder met de uitvoering van het programma.

Tijdens het schrijven van het programma wordt de daaruit voortvloeiende beweging van de robotarm weergegeven met een 3D-tekening op de tab , omschreven in 14.29.

Naast ieder programmacommando ziet u een klein pictogram dat rood, geel en groen kan zijn. Een rood pictogram betekent dat er een fout in het commando zit, geel betekent dat het commando nog niet af is en groen betekent dat alles in orde is. Een programma kan alleen worden uitgevoerd als alle commando's groen zijn.

14.3 Variabelen

Een robotprogramma kan gebruik maken van variabelen voor het opslaan en bijwerken van verschillende waarden tijdens uitvoer. Er zijn twee soorten variabelen beschikbaar:

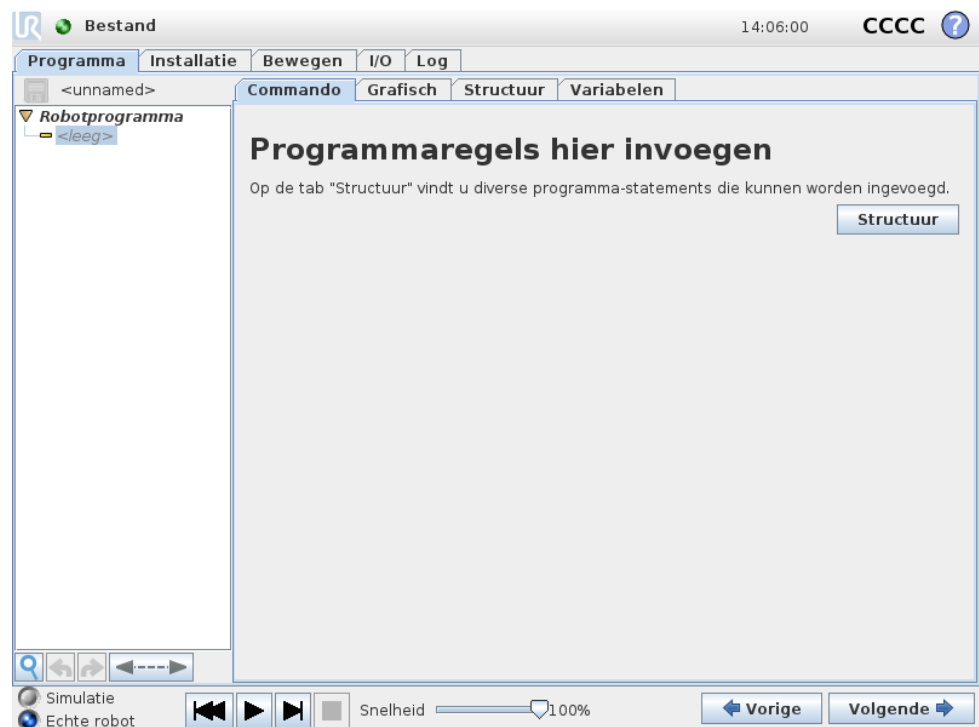
Installatievariabelen: Deze kunnen door meerdere programma's gebruikt worden en hun naam en waarden blijven bestaan tijdens de robotinstallatie (zie 13.10 voor meer informatie). Installatievariabelen behouden hun waarde nadat de robot en regelkast opnieuw zijn opgestart.

Reguliere programmaprogrammavariabelen: Deze zijn alleen beschikbaar voor het draaiende programma en de waarden gaan verloren zodra het programma gestopt wordt.

De volgende soorten variabelen zijn beschikbaar:

<i>bool</i>	Een boolean-variabele waarvan de waarde Juist of Onjuist is.
<i>int</i>	Een geheel getal binnen het bereik -2147483648 tot 2147483647 (32 bit).
<i>zweven</i>	Een zwevende puntgetal (decimaal) (32 bit).
<i>string</i>	Een reeks tekens
<i>pose</i>	Een vector die de locatie en oriëntatie beschrijft in Cartesiaanse ruimte. Dit is een combinatie van een positievector (x, y, z) en een rotatievector (rx, ry, rz) die de oriëntatie vertegenwoordigen, geschreven als $p[x, y, z, rx, ry, rz]$.
<i>lijst</i>	Een reeks variabelen.

14.4 Commando: Leeg



Hier moeten programmacommando's worden ingevoegd. Druk op de knop **Structuur** om naar de tab **Structuur** te gaan, waar u de diverse selecteerbare programmaregels kunt vinden. Een programma kan pas worden gedraaid wanneer alle regels zijn gespecificeerd en gedefinieerd.

14.5 Commando: Bewegen



Het commando Bewegen stuurt de beweging van de robot aan langs de onderliggende waypoints. Waypoints moeten onder een Bewegen-commando staan. Het Bewegen-commando legt de acceleratie en de snelheid vast waarmee de robotarm beweegt tussen die waypoints.

Bewegingstypen

Er kan worden gekozen uit drie typen bewegingen: *BewegenJ*, *BewegenL* en *BewegenP* worden hieronder uitgelegd.

- **bewegenJ** zorgt voor bewegingen die zijn berekend in de *joint space* van de robotarm. Elk gewricht wordt tegelijkertijd aangestuurd naar de gewenste eindlocatie. Dit type beweging leidt tot een curvetraject voor het gereedschap. De gedeelde parameters die op dit type beweging van toepassing zijn, zijn de maximale gewrichtssnelheid en gewrichtsacceleratie die worden gebruikt voor de bewegingsberekeningen, aangegeven in respectievelijk deg/s en deg/s^2 . Als de robotarm snel moet bewegen tussen waypoints zonder rekening te houden het traject van het gereedschap tussen die waypoints, kunt u het beste kiezen voor dit bewegingstype.
- **bewegenL** zorgt ervoor dat het gereedschap een lineaire beweging maakt tussen waypoints. Dat betekent dat ieder gewricht een gecompliceerdere beweging uitvoert om het gereedschap op een traject over een rechte lijn te houden. De gedeelde parameters die kunnen worden ingesteld voor dit bewegingstype zijn de gewenste snelheid en acceleratie voor het gereedschap, gespecificeerd in respectievelijk mm/s en mm/s^2 , en tevens een element. Het geselecteerde

element bepaalt in welke elementruimte de gereedschapsposities van de waypoints worden weergegeven. Als het om elementruimtes gaat, zijn variabele elementen en variabele waypoints van specifiek belang. Variabele elementen kunnen worden gebruikt als de gereedschapspositie van een waypoint moet worden bepaald door de feitelijke waarde van het variabele element tijdens het draaien van het robotprogramma.

- **bewegenP** zorgt voor een lineaire beweging van het gereedschap met een constante snelheid en met ronde afsnijdingen. Dit is nodig voor bepaalde procesbewerkingen, zoals lijm- of afgiftebewerkingen. De grootte van de afsnijstraal is standaard een gedeelde waarde voor alle waypoints. Bij een kleinere waarde maakt het traject een scherpere bocht, terwijl een hogere waarde het traject vloeiender maakt. Terwijl de robotarm op constante snelheid langs de waypoints beweegt, kan de regelkast van de robot niet wachten op een I/O-bewerking of een handeling van de operator. Als dat gebeurt, kan de beweging van de robotarm stoppen of kan er een beschermende stop optreden.

Er kan een **CirkelBeweging** worden toegevoegd aan een commando **bewegenP**, bestaande uit twee waypoints: de eerste geeft een via-punt aan op de cirkelboog en de tweede is het eindpunt van de beweging. De robot zal bij de cirkelbeweging beginnen op de huidige positie en vervolgens langs de twee aangegeven waypoints bewegen. De oriëntatieverandering van de tool door de cirkelbeweging wordt uitsluitend bepaald door de startoriëntatie en de oriëntatie bij het eindpunt. De oriëntatie van het via-punt is dus niet van invloed op de cirkelbeweging. CirkelBewegen moet altijd vooraf worden gedaan door een waypoint voor dezelfde BewegenP.

Gedeelde parameters

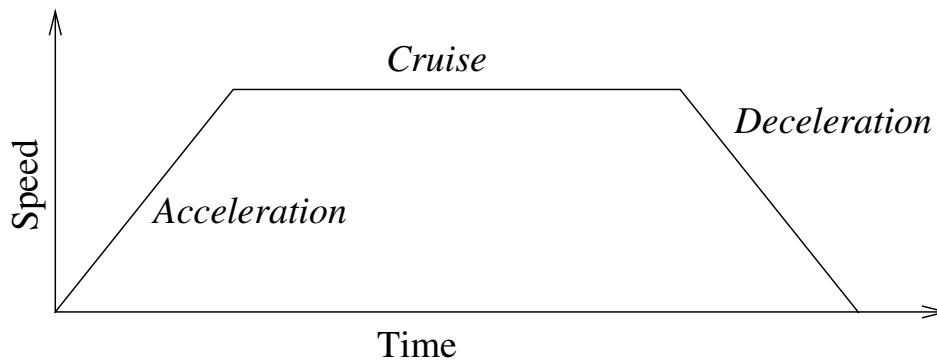
De gedeelde parameters rechtsonderin van het Bewegen-scherm gelden voor de beweging van de vorige positie van de robotarm naar het eerste waypoint onder het commando en van daaruit naar elk van de volgende waypoints. De instellingen voor een Bewegen-commando gelden niet voor het traject *vanaf* het laatste waypoint onder dat Bewegen-commando.

Bewegingen opnieuw berekenen

Vink dit vakje aan als de posities binnen dit Bewegen-commando op basis van het actieve TCP moeten worden aangepast.

TCP-selectie

Het voor de waypoints onder dit Bewegen-commando gebruikte TCP kan geselecteerd worden door het vakje aan te vinken en uit het afrolmenu een TCP te selecteren. Vervolgens wordt het geselecteerde TCP als actief ingesteld elke keer dat de robotarm onder dit Bewegen-commando naar een van de waypoints beweegt. Als het vakje niet is aangevinkt, dan wordt het actieve TCP op geen enkele manier gewijzigd. Als het actieve TCP voor deze beweging tijdens de runtime van het programma bepaald wordt, moet het dynamisch worden ingesteld m.b.v. het Set-commando (zie 14.10) of aan de hand van scriptopdrachten. Zie voor meer informatie over de configuratie van TCP's met namen 13.6.



Figuur 14.1: Snelheidsprofiel voor een beweging. De curve is onderverdeeld in drie segmenten: *acceleratie*, *cruise* en *deceleratie*. Het niveau van de *cruise*-fase wordt ingesteld door de snelheidsinstelling van de beweging, en de steilheid van de *acceleratie*- en *deceleratie*-fases wordt ingesteld door de acceleratieparameter.

Selectie van element

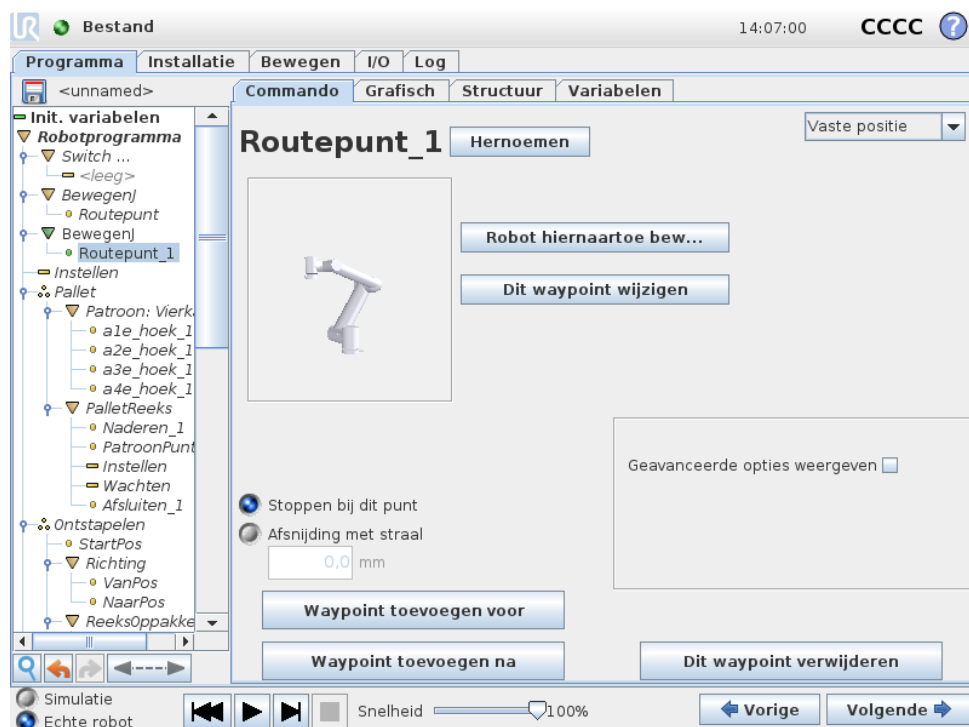
Voor *BewegenL* en *BewegenP* kan worden geselecteerd in welke elementruimte de waypoints voor het Bewegen-commando moeten worden weergegeven bij het specificeren van deze waypoints. Dat betekent dat het programma bij het instellen van een waypoint de gereedschapscoördinaten zal onthouden in de elementruimte voor het geselecteerde element. Er zijn enkele omstandigheden die nadere uitleg behoeven:

Relatieve waypoints: Het geselecteerde element heeft geen effect op relatieve waypoints. De relatieve beweging wordt altijd t.o.v. de oriëntatie van de *Bas* uitgevoerd.

Variabele waypoints: Als de robotarm naar een variabel waypoint beweegt, wordt de doelpositie voor het gereedschap altijd berekend als de coördinaten van de variabele in de ruimte van het geselecteerde element. Daarom verandert de robotarmbeweging voor een variabel waypoint als er een ander element wordt geselecteerd.

Variabel element: Als er in de momenteel geladen installatie sprake is van variabele elementen, kunnen de overeenkomstige variabelen ook worden geselecteerd in het menu Selectie van element. Als een elementvariabele (genoemd naar het element, met achtervoegsel “_var”) wordt geselecteerd, beweegt de robotarm (behalve de bewegingen naar *Relatieve* waypoints) in verhouding tot de feitelijke waarde van de variabele terwijl het programma draait. De initiële waarde van een elementvariabele is de waarde van het feitelijke element zoals deze in de installatie is geconfigureerd. Als deze waarde gewijzigd wordt, veranderen de bewegingen van de robot.

14.6 Commando: Vast waypoint



Een punt op het robottraject. Waypoints zijn de belangrijkste onderdelen van een robotprogramma. Zij geven aan waar de robotarm moet zijn. Een vaste waypoint wordt aangegeven door de robotarm fysiek te verplaatsen naar de positie.

Waypoint instellen

Druk op deze knop om naar het scherm Bewegen te gaan, waar u de robotarmpositie voor dit waypoint kunt specificeren. Als het waypoint onder een Bewegen-commando in lineaire ruimte staat (BewegenL of BewegenP), moet er een geldig element geselecteerd zijn bij dat Bewegen-commando om de knop te kunnen indrukken.

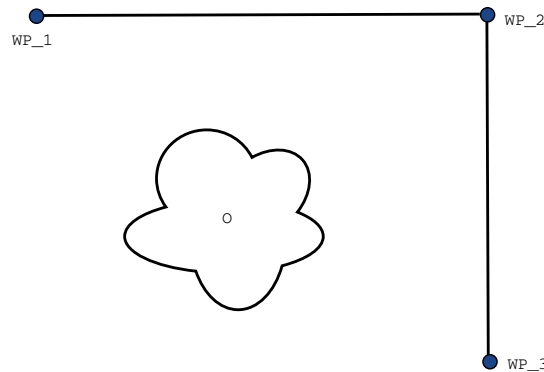
Namen van waypoints

Waypoints krijgen automatisch een unieke naam wanneer ze worden gedefinieerd. De naam kan door de gebruiker worden gewijzigd. Waypoints met dezelfde naam delen positie-informatie. Wijziging van de positie van een waypoint is dus van invloed op alle andere waypoints met dezelfde naam. Andere waypointinformatie zoals afsnijstraal, snelheid gereedschap/gewricht en acceleratie gereedschap/gewricht is geconfigureerd voor individuele waypoints, ook al hebben ze dezelfde naam.

Afsnijden

Aan de hand van afsnijden kan de robot de overgang tussen twee trajecten soepel laten verlopen, zonder noodzaak tot stoppen bij het waypoint ertussen.

Voorbeeld Denk aan een pak- en plaatstoepassing als voorbeeld (zie figuur 14.2), waarbij de robot zich momenteel bij Waypoint 1 (WP_1) bevindt en een voorwerp bij Waypoint 3 (WP_3) moet oppikken. Om botsingen met het voorwerp en andere obstakels te voorkomen (O) moet de robot WP_3 naderen in de richting vanuit Waypoint 2 (WP_2). Er worden dus drie waypoints geïntroduceerd om een pad te maken dat aan de eisen voldoet.



Figuur 14.2: WP_1: beginstand, WP_2: via-punt, WP_3: oppikpositie, O: obstakel.

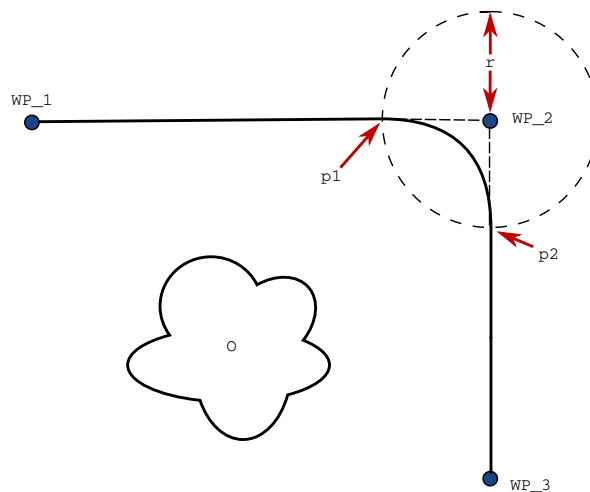
Zonder de overige instellingen te configureren, stopt de robot bij elk waypoint voordat de beweging verder gaat. Voor deze taak is een stop bij WP_2 niet optimaal, omdat een soepele draai minder tijd en energie vergt en dit nog steeds aan de eisen voldoet. Het is zelfs acceptabel dat de robot niet precies WP_2 bereikt, zolang de overgang van het eerste traject naar het tweede in de buurt van deze positie gebeurt.

De stop bij WP_2 kan worden vermeden door afsnijden voor het waypoint te configureren, zodat de robot een soepele overgang naar het volgende traject berekent. De primaire parameter voor afsnijden is een straal. Wanneer de robot binnen de afsnijstraal van het waypoint is, kan deze met afsnijden beginnen en van het originele pad afwijken. Dit maakt snellere en soepelere bewegingen mogelijk, omdat de robot niet hoeft te decelereren en opnieuw te accelereren.

Afsnijparameters Afgezien van de waypoints zijn meerdere parameters van invloed op het afsnijtraject (zie figuur 14.3):

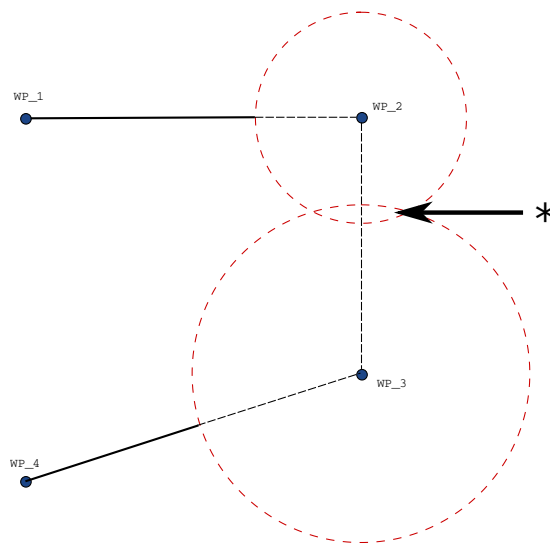
- de afsnijstraal (r)
- de begin- en eindsnelheid van de robot (op posities p_1 en p_2 respectievelijk)
- de bewegingstijd (bv. als een specifieke tijd voor een traject is ingesteld, is dit van invloed op de begin-/eindsnelheid van de robot)
- de trajecttypes waarnaartoe en waarvandaan moet worden afgesneden (MoveL, MoveJ)

Als er een afsnijstraal wordt ingesteld, loopt het robotarmtraject vloeiend rond het waypoint, zodat de robotarm niet bij het punt hoeft te stoppen.



Figuur 14.3: Afsnijden over WP_2 met straal r , eerste afsnijdpositie op $p1$ en laatste afsnijdpositie op $p2$. O is een obstakel.

Afsnijdingen mogen elkaar niet overlappen. Het is dus niet mogelijk om een afsnijstraal in te stellen die overlapt met een afsnijstraal voor een voorgaand of volgend waypoint zoals afgebeeld in figuur 14.4.

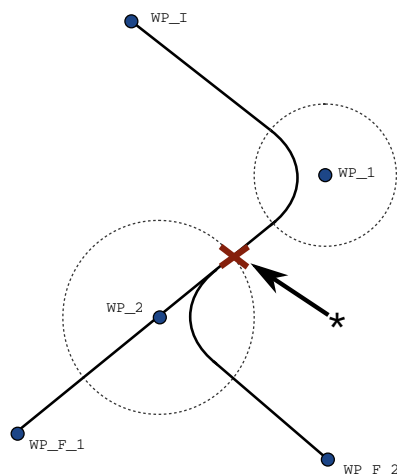


Figuur 14.4: Overlapping afsnijdstraal niet toegestaan (*).

Voorwaardelijke afsnijtrajecten Het afsnijtraject wordt beïnvloed door het waypoint waarop de afsnijstraal is ingesteld en de daarop volgende in de programmastructuur. Dat wil zeggen, in het programma in figuur 14.5 wordt het afsnijden rond WP_1 beïnvloed door WP_2. Het gevolg hiervan wordt duidelijker wanneer in dit voorbeeld rond WP_2 wordt afgesneden. Er zijn twee mogelijke eindposities en om te bepalen bij welk volgende waypoint moet worden afgesneden, moet de robot de huidige lezing van de `digitale_ingang[1]` al evalueren wanneer

deze de afsnijstraal betreedt. Dat betekent dat de `als...dan` expressie (of andere nodige instructies om het volgende waypoint te bepalen, bv variabele waypoints) geëvalueerd wordt voordat we WP_2 werkelijk bereiken. Dat lijkt enigszins af te wijken van wat we intuïtief zouden verwachten als we naar de programmasequentie kijken. Als het bij een waypoint gaat om een stoppunt en dit gevolgd wordt door voorwaardelijke expressies om de volgende waypoints te bepalen (bv. een I/O-commando) wordt het uitgevoerd wanneer de robotarm stopt bij het waypoint.

```
BewegenL
  WP_I
  WP_1 (afsnijden)
  WP_2 (afsnijden)
  als (digitale_ingang[1]) dan
    WP_F_1
  anders
    WP_F_2
```



Figuur 14.5: WP_I is het eerste waypoint en er zijn twee potentiële laatste waypoints WP_F_1 en WP_F_2, afhankelijk van een voorwaardelijke `als` expressie. De voorwaardelijke `als` expressie wordt geëvalueerd wanneer de robotarm de tweede afsnijding betreedt (*).

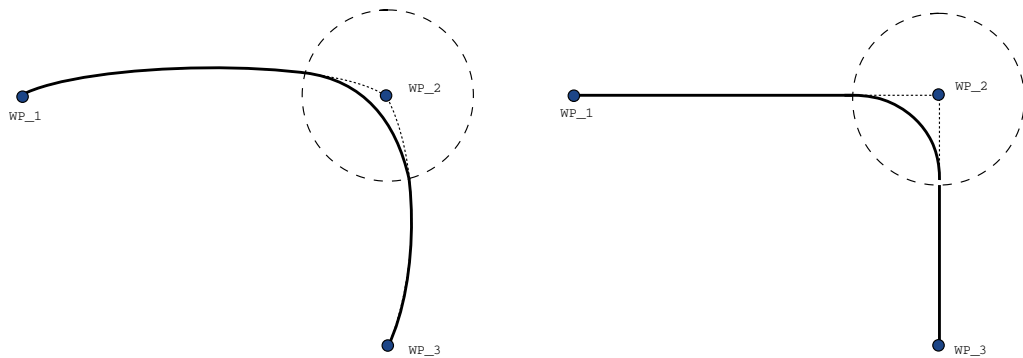
Combinaties trajecttypes Het is mogelijk om tussen alle vier combinaties van trajecttypes van MoveJ en MoveLaf te snijden, maar de specifieke combinatie is wel van invloed op het berekende afsnijtraject. Er zijn 4 mogelijke combinaties:

1. MoveJ naar MoveJ (Puur gewrichtsruimte afsnijden)
2. MoveJ naar MoveL
3. MoveJ naar MoveJ (Puur cartesische ruimte afsnijden)
4. MoveL naar MoveJ

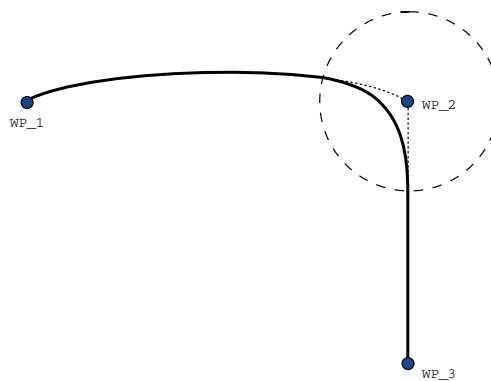
Puur gewrichtsruimte afsnijden (bullet 1) t.o.v. puur cartesische ruimte afsnijden (bullet 3) wordt vergeleken in figuur 14.6. Het toont twee potentiële paden van het gereedschap voor identieke reeksen waypoints.

Van de verschillende combinaties resulteren bullets 2, 3 en 4 in trajecten die binnen de grenzen van het originele traject in de cartesische ruimte liggen. Een voorbeeld van afsnijden tussen verschillende trajecttypes (bullet 2) ziet u in figuur 14.7.

Puur gewrichtsruimte afsnijden (bullet 1), kan zich echter op een manier gedragen die minder intuïtief is, omdat de robot zal proberen het soepelste traject in gewrichtssnelheid te bewerkstelligen, daarbij rekening houdend met de eisen voor

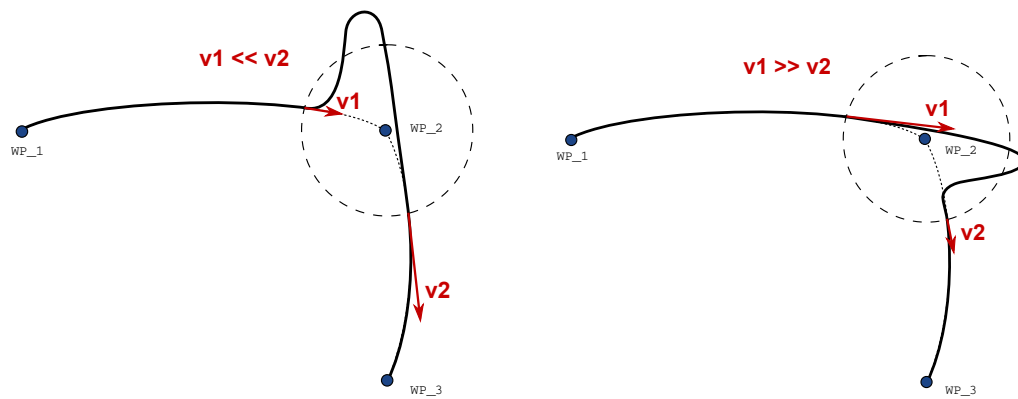


Figuur 14.6: Gewrichtsruimte (MoveJ) t.o.v. cartesiaanse ruimte (MoveL) beweging en afsnijding.



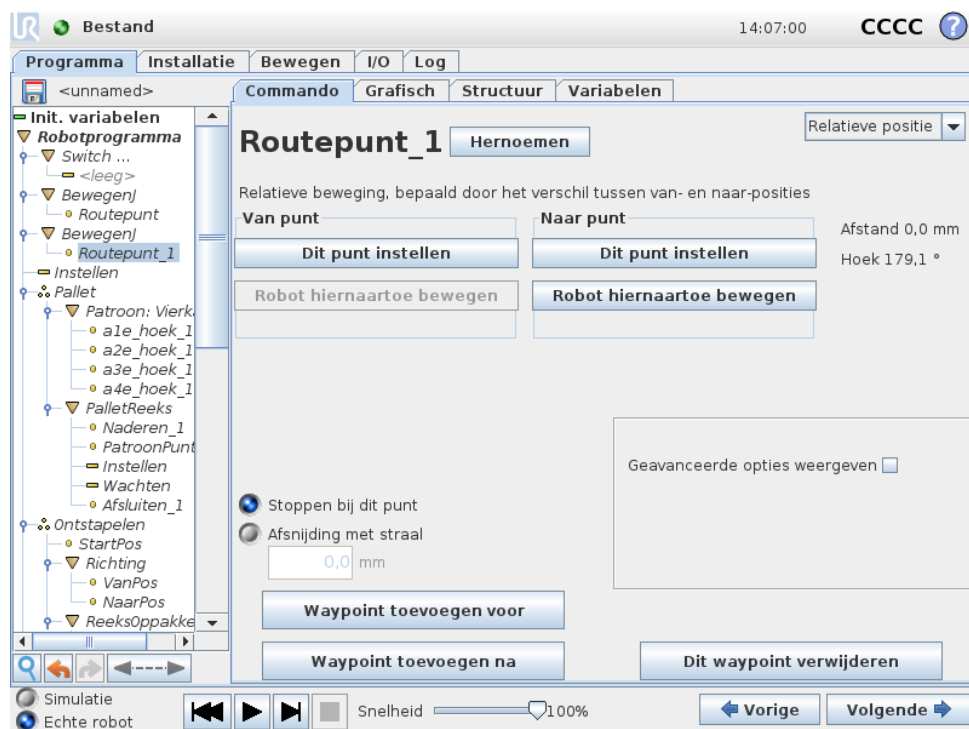
Figuur 14.7: Afsnijding van een beweging in gewrichtsruimte (MoveJ) tot lineaire gereedschapsbeweging (MoveL).

snelheden en tijd. Daarom kunnen deze van de door de waypoints aangegeven koers afwijken. Dit is met name het geval als er belangrijke verschillen bestaan in de snelheid van het gewricht tussen de twee trajecten. *Let op:* als de snelheden erg verschillen (bv. door geavanceerde instellingen op te geven - hetzij snelheid, hetzij tijd - voor een specifiek waypoint) kan dit in grote afwijkingen resulteren van het originele traject, zoals getoond in figuur 14.8. Als u tussen verschillende snelheden moet afsnijden en deze afwijking niet kunt accepteren, overweeg dan afsnijden in cartesiaanse ruimte met gebruik van MoveL.



Figuur 14.8: Afsnijding gewrichtsruimte wanneer eerste snelheid v_1 aanzienlijk lager is dan de laatste snelheid v_2 of het tegenovergestelde.

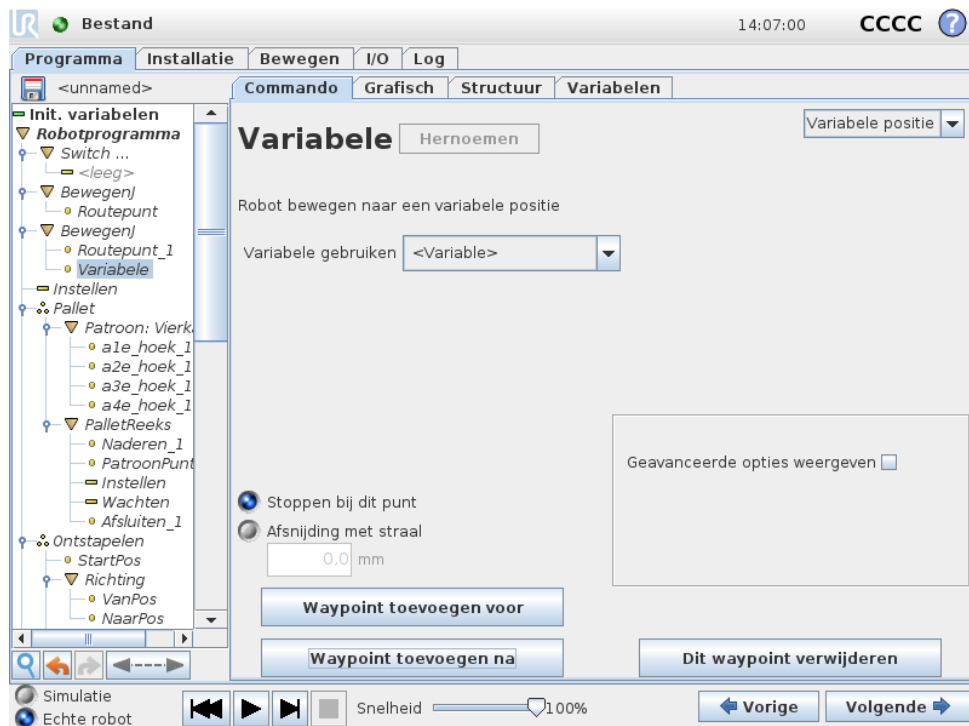
14.7 Commando: Relatief waypoint



Een waypoint waarvan de positie wordt aangegeven ten opzichte van de vorige positie van de robotarm, bijvoorbeeld "twee centimeter naar links". De relatieve positie wordt gedefinieerd als het verschil tussen de twee gegeven posities (van links naar rechts). Let op: door herhaaldelijke relatieve posities kan de robotarm buiten zijn werkbereik komen.

De afstand is hier de cartesische afstand tussen de TCP in de twee posities. De hoek geeft aan hoe sterk de TCP-oriëntatie verandert tussen de twee posities. Nauwkeuriger gezegd: de lengte van de rotatievector die de verandering van de oriëntatie aangeeft.

14.8 Commando: Variabel waypoint

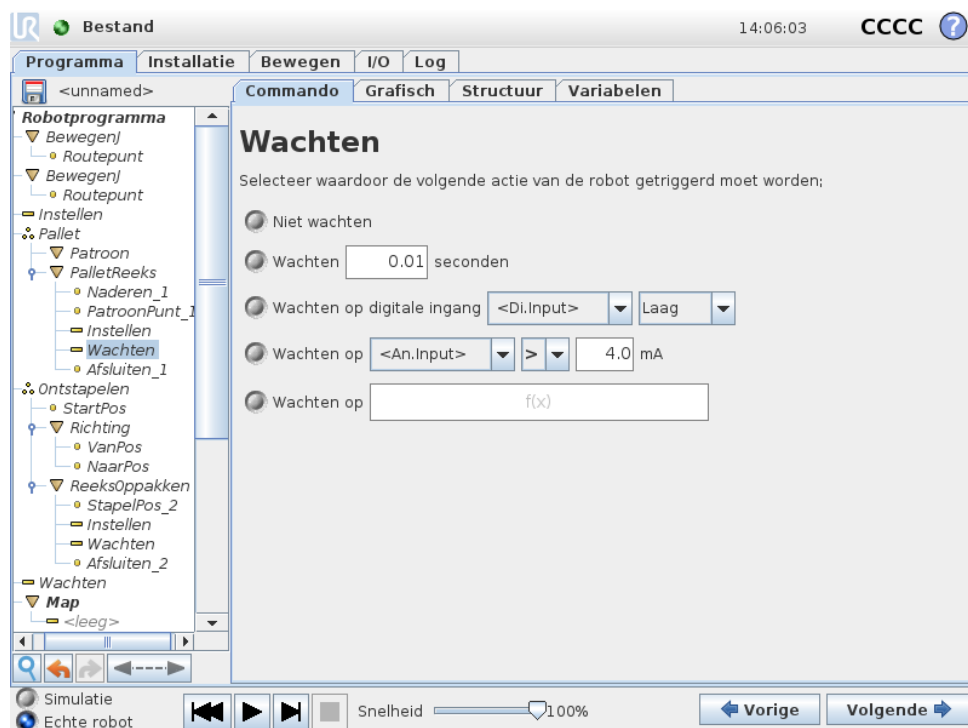


Een waypoint waarvan de positie wordt bepaald door een variabele, in dit geval `calculated_pos`. De variabele moet een *positie* zijn, zoals `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. De eerste drie zijn *x,y,z* en de laatste drie zijn de oriëntatie die wordt weergegeven als *rotatievector* gegeven door de vector *rx,ry,rz*. De lengte van de as is de draaihoek in radialen en de vector zelf geeft de as aan waaromheen er wordt gedraaid. De positie wordt altijd in verhouding tot een referentiekader of coördinatenstelsel gegeven die afhangt van het geselecteerde element. De robotarm beweegt altijd lineair aan een variabel waypoint. Als een afsnijstraal is ingesteld op een vast waypoint en de waypoints daarvoor en daarna zijn variabel of als het afsnijpunt is ingesteld op een variabel waypoint, dan wordt de afsnijstraal niet gecontroleerd op overlapping (zie 14.6). Wanneer de afsnijstraal bij het uitvoeren van een programma een punt overlapt, negeert de robot dit en gaat verder met het volgende.

U kunt de robot als volgt 20 mm langs de z-as van het gereedschap bewegen:

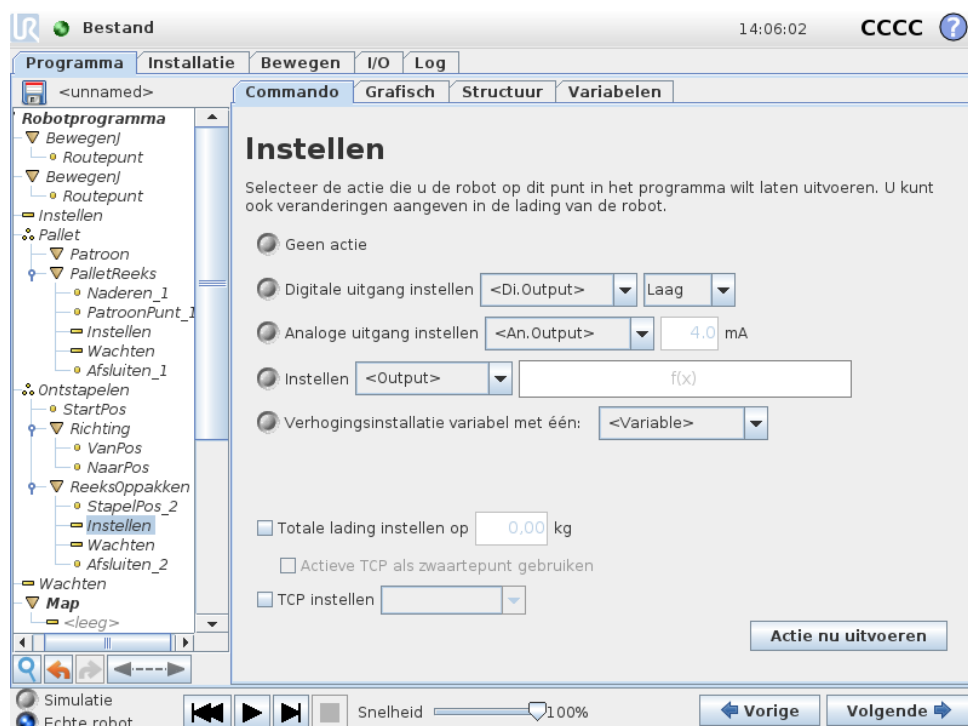
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Bewegen1
  Waypoint_1 (variabele positie):
    Gebruik variabele=var_1, Element=Gereedschap
```

14.9 Commando: Wachten



Wacht gedurende een bepaalde tijd of tot er een I/O-sigitaal komt.

14.10 Commando: Instellen

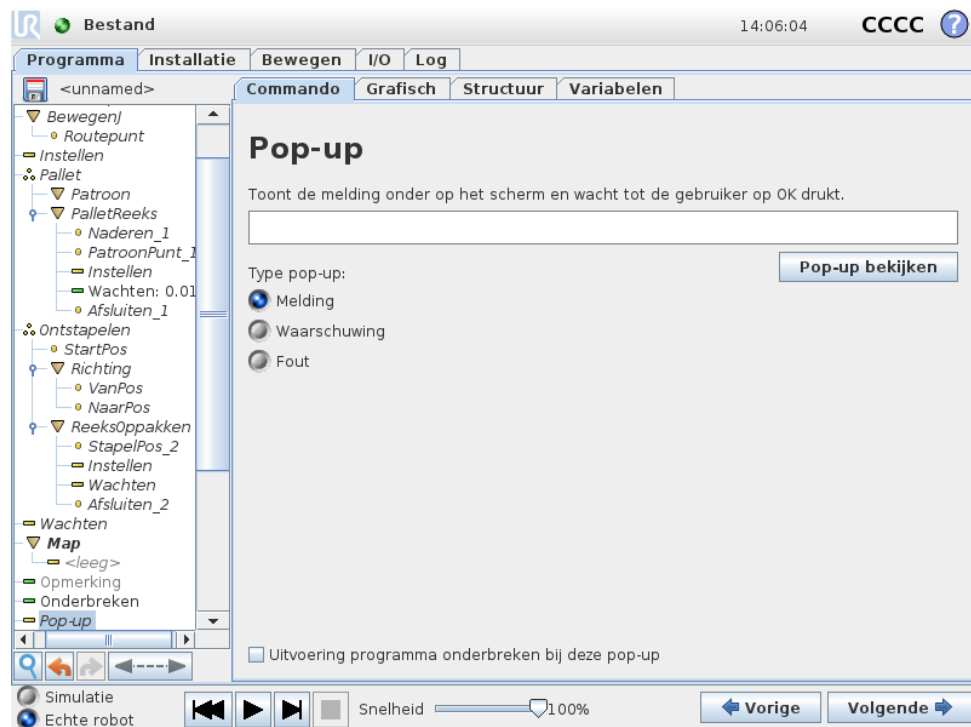


Hiermee stelt u digitale of analoge uitgangen in op een bepaalde waarde.

Het commando kan ook worden gebruikt om de nuttige lading van de robotarm in te stellen. Het aanpassen van het gewicht van de nuttige lading kan noodzakelijk zijn om een onverwachte, door de robot veroorzaakte veiligheidsstop te voorkomen wanneer het gewicht bij het gereedschap anders is dan de verwachte nuttige lading. De actieve TCP wordt daarnaast standaard als zwaartepunt gebruikt. Als de actieve TCP niet als zwaartepunt gebruikt moet worden, kan het vakje worden afgevinkt.

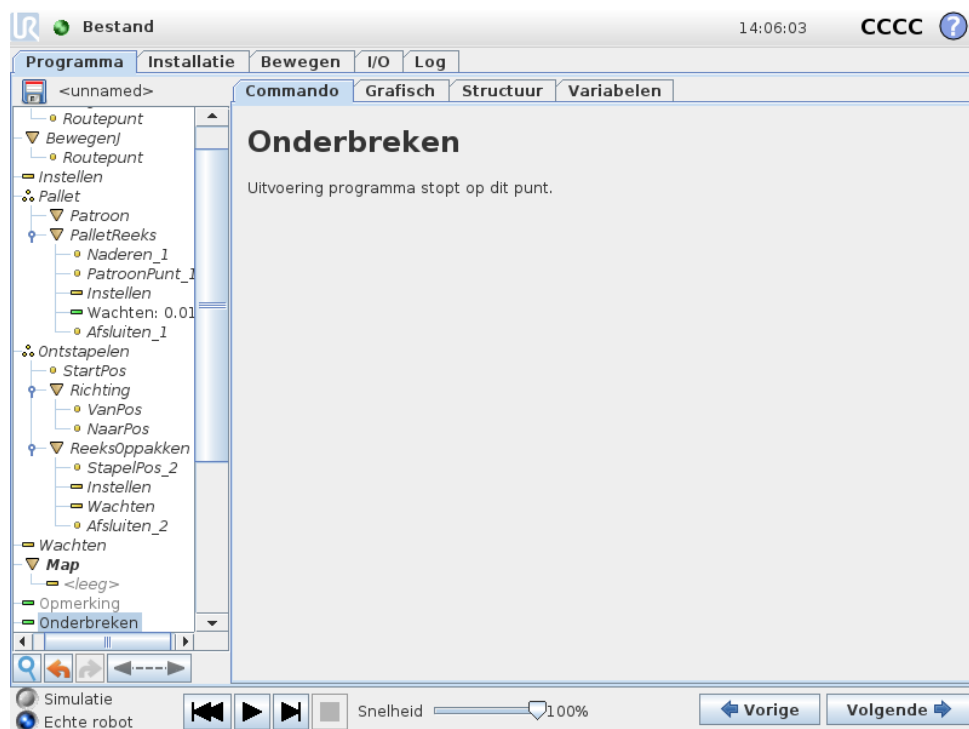
Het actieve TCP kan ook met een Set-opdracht worden aangepast. Vink het vakje aan en selecteer een van de TCP-offsets uit het menu. Als het actieve TCP voor een concrete beweging bekend is op het moment dat het programma geschreven wordt, zou u de TCP-selectie op de kaart Bewegen kunnen gebruiken (zie 14.5). Zie voor meer informatie over de configuratie van TCP's met namen 13.6.

14.11 Commando: Pop-up



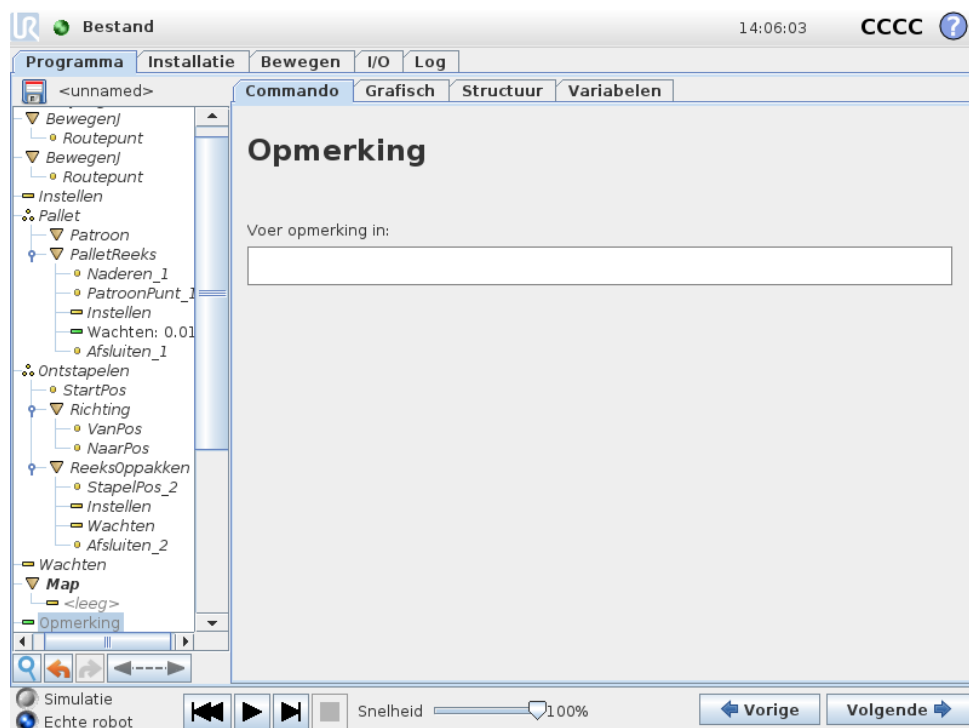
De pop-up is een melding die op het scherm verschijnt wanneer het programma bij dit commando aankomt. De stijl van de melding kan worden geselecteerd en de tekst zelf kan worden ingevoerd met het toetsenbord op het scherm. De robot wacht tot de gebruiker/operator de knop "OK" indrukt onder de pop-up en gaat daarna verder met het programma. Als "Uitvoering programma onderbreken" is geselecteerd, wordt het robotprogramma bij deze pop-up onderbroken.

14.12 Commando: Onderbreken



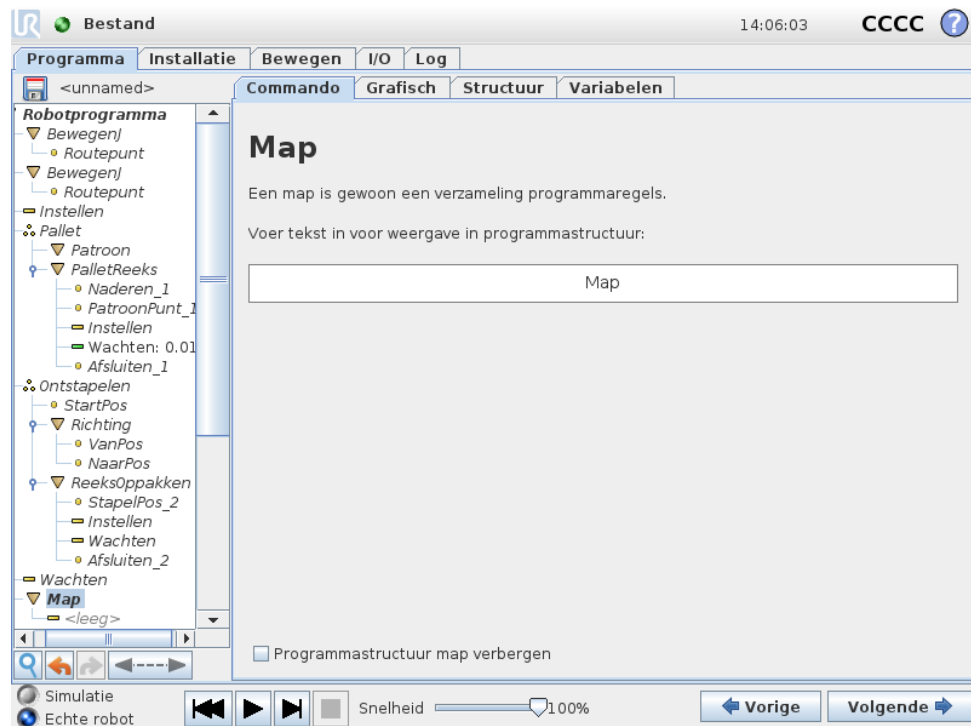
De uitvoering van het programma stopt op dit punt.

14.13 Commando: Opmerking



Biedt de programmeur de mogelijkheid om een regel tekst aan het programma toe te voegen. Deze regel tekst doet niets tijdens het uitvoeren van het programma.

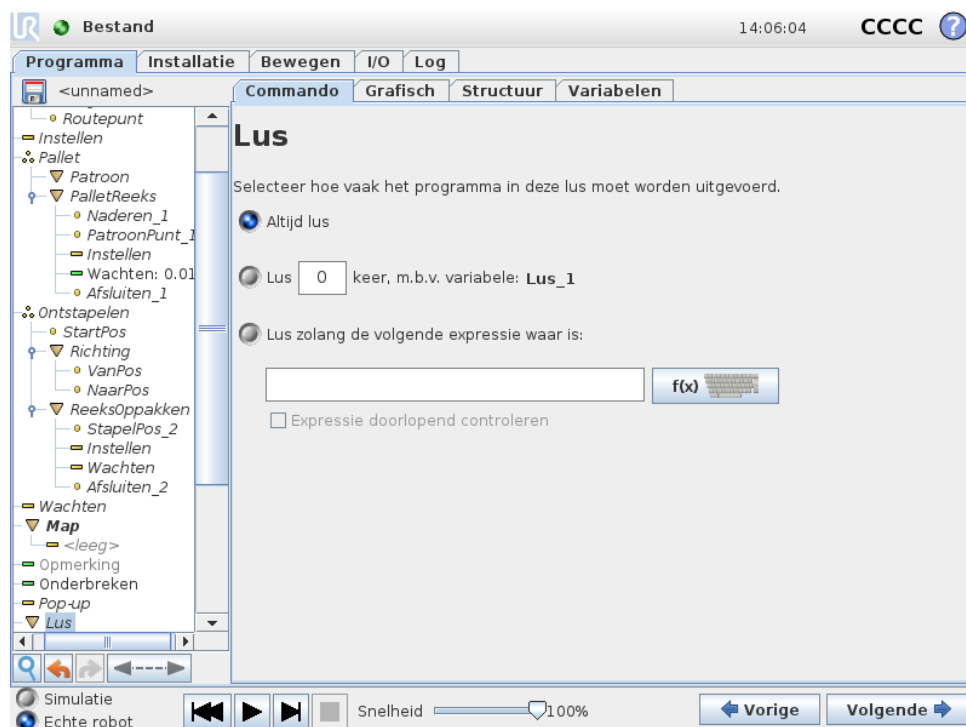
14.14 Commando: Map



Een map wordt gebruikt voor het organiseren en labelen van specifieke onderdelen van een programma, voor het opschonen van de programmastructuur en om het lezen en navigeren in het programma eenvoudiger te maken.

Een map doet op zich niets.

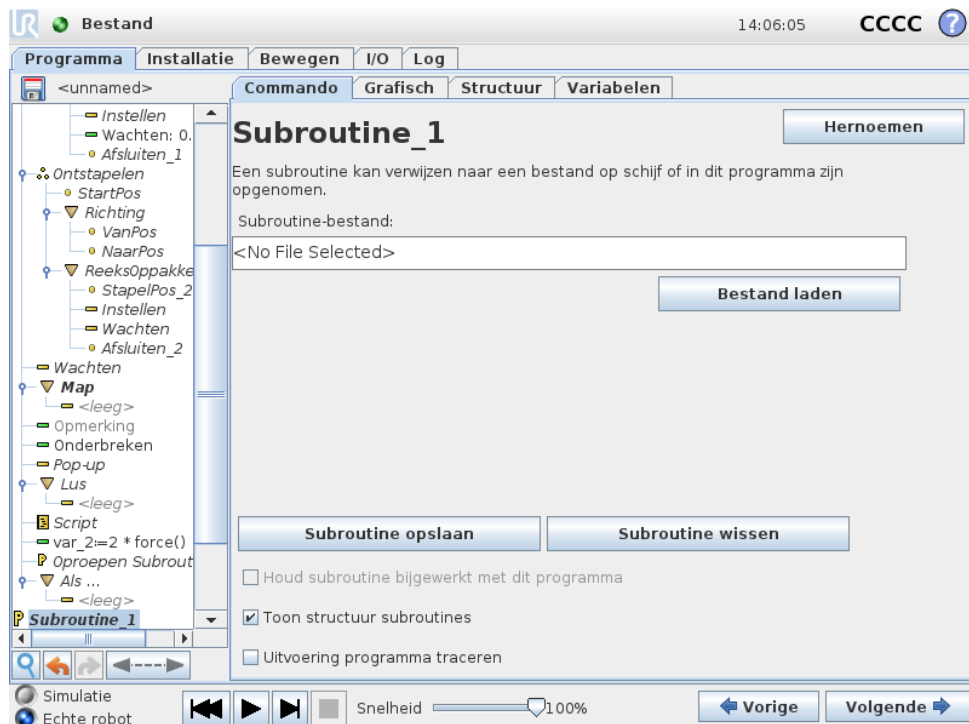
14.15 Commando: Lus



Laat de onderliggende programmacommando's in een lus uitvoeren. Afhankelijk van de selectie wordt het onderliggende programma oneindig, voor een bepaald aantal keren of zolang de gegeven voorwaarde "true" is in een lus uitgevoerd. Als er een bepaald aantal keren wordt herhaald, wordt er een speciale lusvariabele (met de naam `loop_1` op de schermprint hierboven) aangemaakt, die kan worden gebruikt in expressies binnen de lus. De lusvariabele telt van 0 tot $N - 1$.

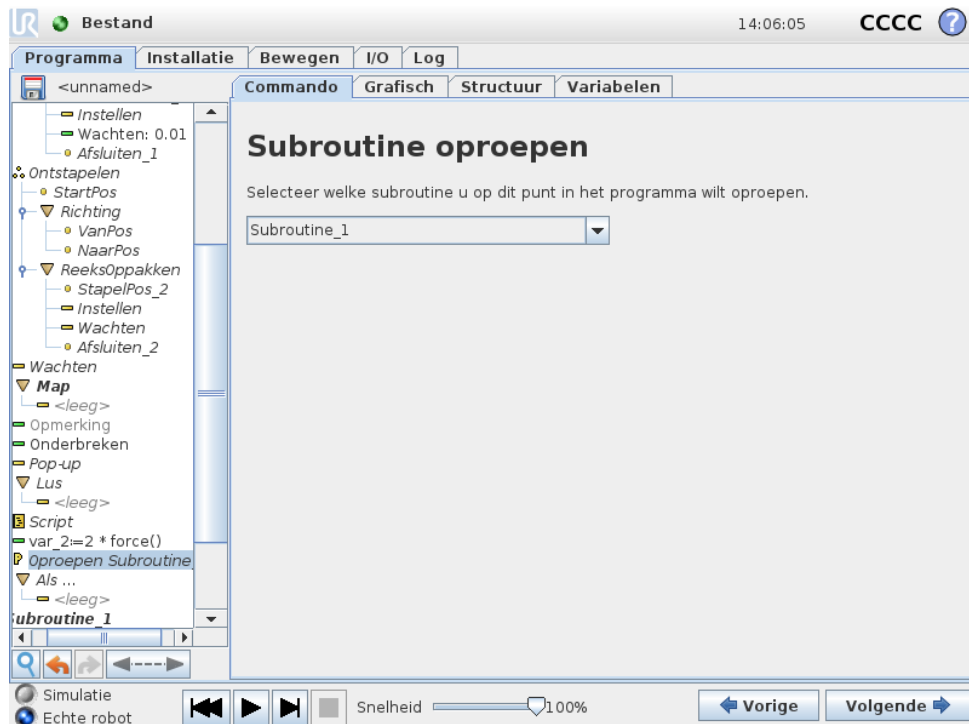
Bij het uitvoeren van een lus met een expressie als eindvoorwaarde, biedt Poly-SCOPE de mogelijkheid om die expressie doorlopend te beoordelen, zodat de "lus" tijdens de uitvoering op elk gewenst moment kan worden onderbroken en niet alleen na elke herhaling.

14.16 Commando: Subroutine



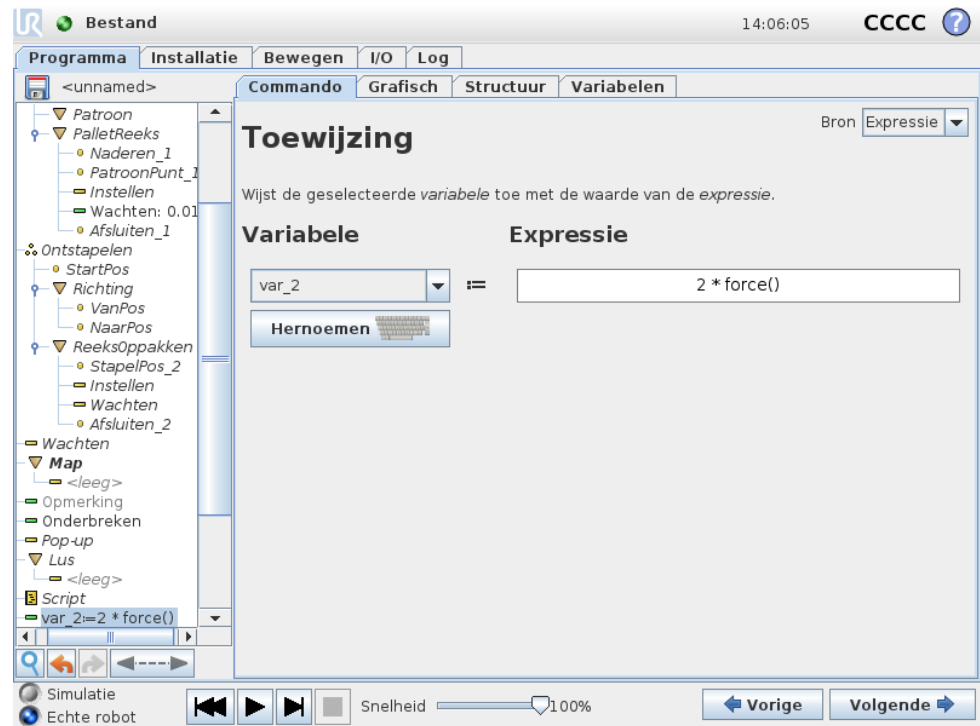
Een subroutine kan programmadelen bevatten die op meerdere plekken nodig zijn. Een subroutine kan een apart bestand zijn op de schijf en kan ook verborgen zijn om het te beschermen tegen onopzettelijke wijzigingen.

Commando: Subroutine oproepen



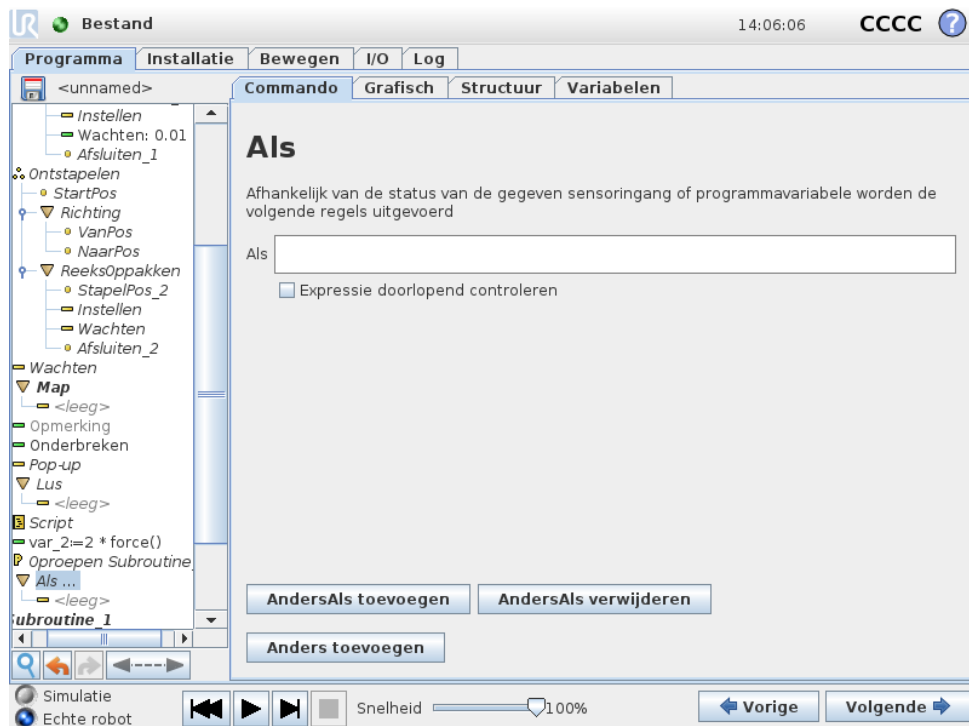
Bij het oproepen van een subroutine worden de programmaregels in de subroutine uitgevoerd om vervolgens terug te gaan naar de volgende regel.

14.17 Commando: Toewijzing



Hiermee worden waarden toegewezen aan variabelen. Een toewijzing brengt de berekende waarde rechts over naar de variabele links. Dit kan handig zijn in gecompliceerde programma's.

14.18 Commando: Als

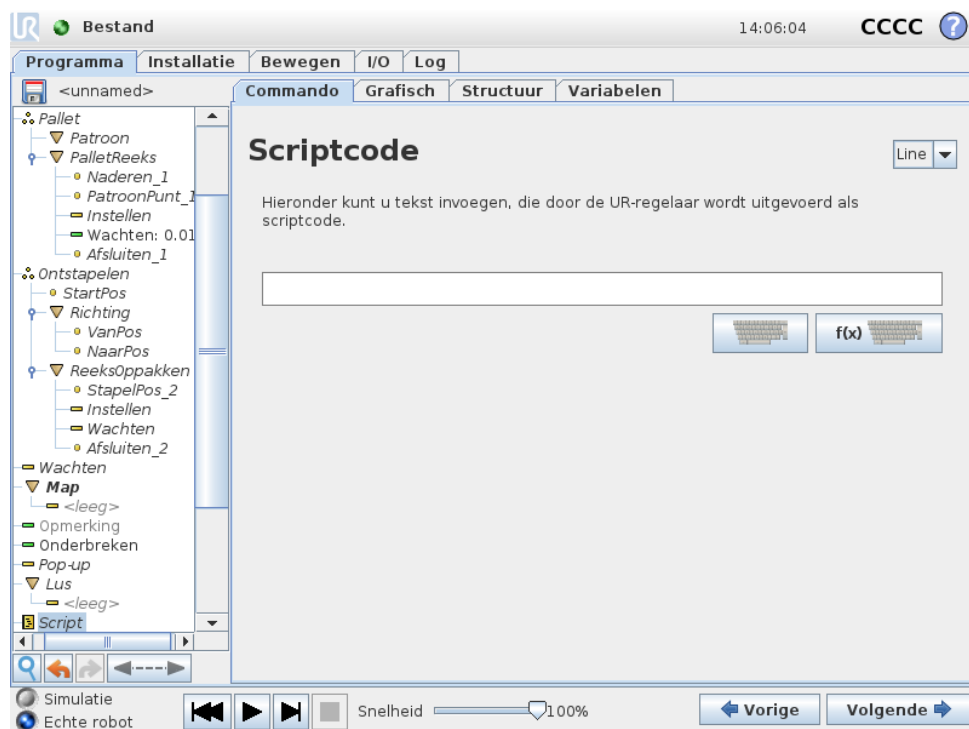


Met een “als...anders” constructie kan het gedrag van de robot worden gewijzigd op basis van sensoringen of variabele waarden. Gebruik de expressie-editor om de voorwaarde te omschrijven waaronder de robot verder moet gaan naar de sub-commando's van deze Als. Als de voorwaarde Waar is, worden de regels binnen deze Als uitgevoerd.

Iedere Als kan meerdere AndersAls- en één Anders-commando bevatten. Deze kunnen worden toegevoegd met behulp van de knoppen op het scherm. Een AndersAls-commando kan worden verwijderd op het scherm voor dat commando.

Met de open Expressie doorlopend controleren kunnen de voorwaarden van de Als- en AndersAls-statements worden beoordeeld terwijl de erin opgenomen regels worden uitgevoerd. Als een expressie wordt beschouwd als *Niet waar* binnen een Als-onderdeel, gaat het programma naar het volgende AndersAls- of Anders-statement.

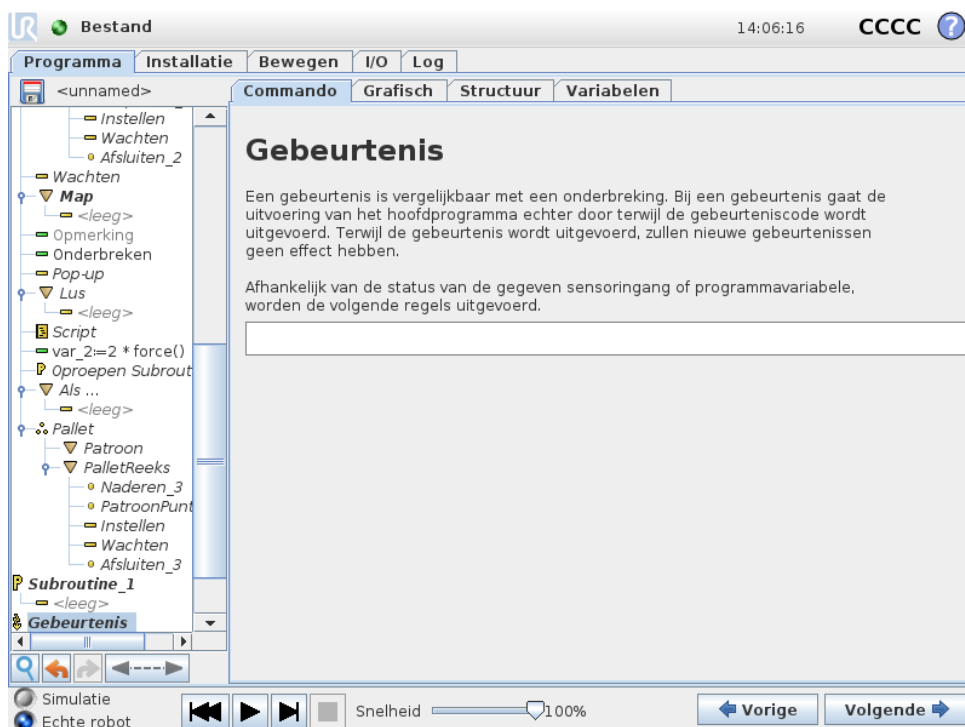
14.19 Commando: Script



Dit commando biedt toegang tot de onderliggende real-time scripttaal die wordt uitgevoerd door de robotregelaar. Het is alleen bedoeld voor geavanceerde gebruikers en instructies over het gebruik vindt in de Script-handleiding of op de ondersteuningswebsite (<http://www.universal-robots.com/support>).

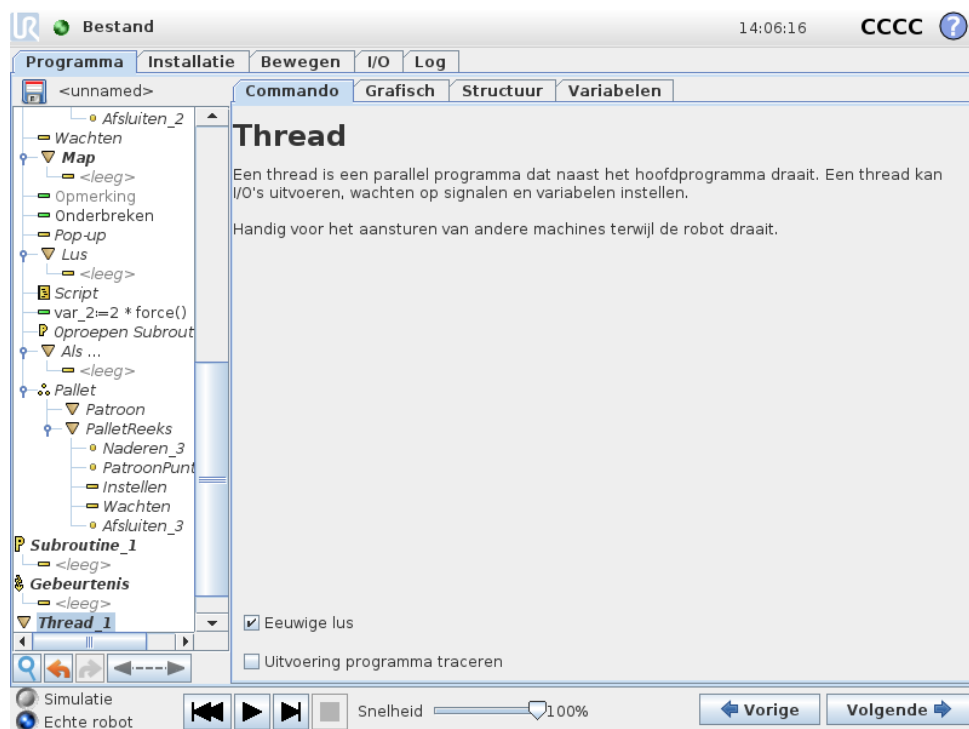
Indien u de optie "Bestand" in de linkerbovenhoek selecteert, kunt u scriptprogrammabestanden creëren en bewerken. Op die manier kunt u lange en complexe scriptprogramma's samen gebruiken met het gebruiksvriendelijke PolyScope.

14.20 Commando: Gebeurtenis



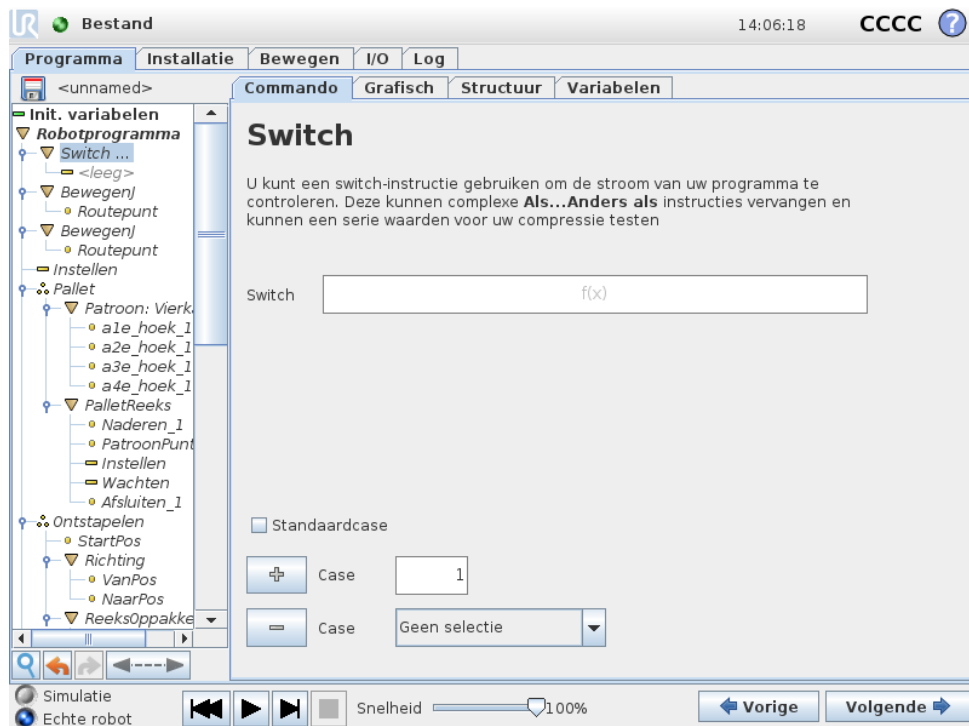
Een gebeurtenis kan worden gebruikt om een ingangssignaal in de gaten te houden en een bepaalde actie uit te voeren of een variabele in te stellen als dat ingangssignaal hoog wordt. Als bijvoorbeeld een uitgangssignaal hoog wordt, kan het gebeurtenisprogramma 200 ms wachten en het vervolgens weer op laag zetten. Hierdoor kan de hoofdprogrammacode aanzienlijk vereenvoudigd worden wanneer een externe machine wordt getriggerd door een stijgende flank in plaats van een hoog ingangsniveau. Gebeurtenissen worden per controlecyclus (8ms) één keer gecontroleerd.

14.21 Commando: Thread



Een thread is een proces dat parallel loopt aan het robotprogramma. Een thread kan worden gebruikt om een externe machine onafhankelijk van de robotarm aan te sturen. Een thread kan via variabelen en uitgangssignalen communiceren met het robotprogramma.

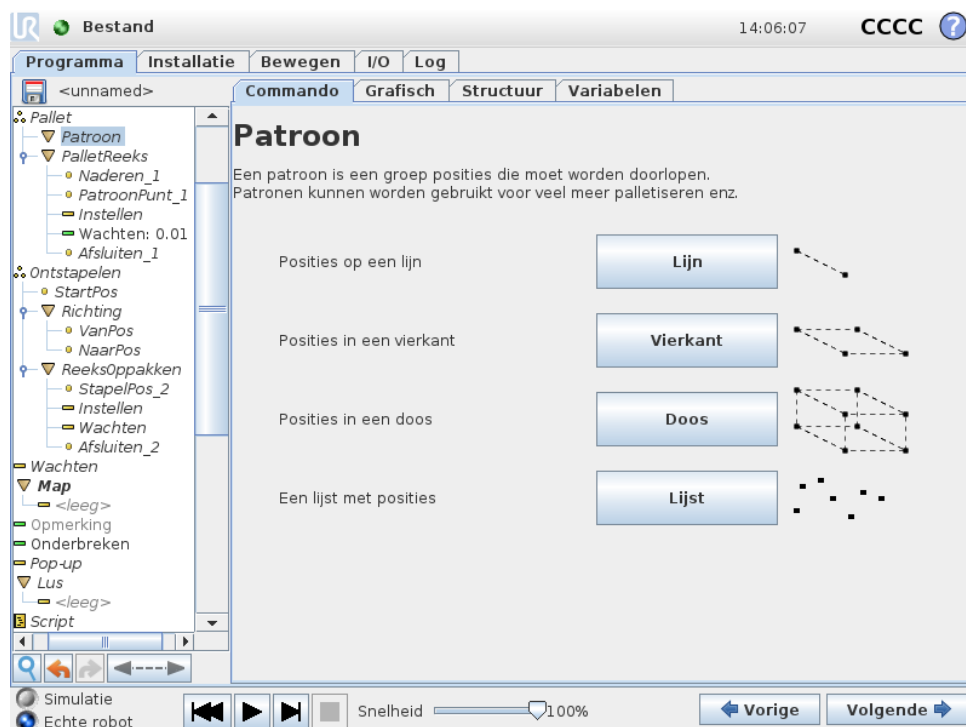
14.22 Commando: Switch



Met een “Switch Case” constructie kan het gedrag van de robot worden gewijzigd op basis van sensoringangen of variabele waarden. Gebruik de expressie-editor om de basisvoorwaarde te omschrijven en definieer de gevallen waaronder de robot verder moet gaan naar de subcommando’s van deze Switch. Als de voorwaarde met een van deze cases overeenkomt, worden de regels binnen deze Case uitgevoerd. Als een Standaardcase gespecificeerd is, worden de lijnen uitgevoerd alleen als er geen andere overeenkomende cases zijn gevonden.

Iedere Switch kan meerdere Cases en één Standaardcase bevatten. Switches kunnen slechts één exemplaar van Case waarden hebben gedefinieerd. Cases kunnen worden toegevoegd met behulp van de knoppen op het scherm. Een Case commando kan worden verwijderd op het scherm voor die switch.

14.23 Commando: Patroon



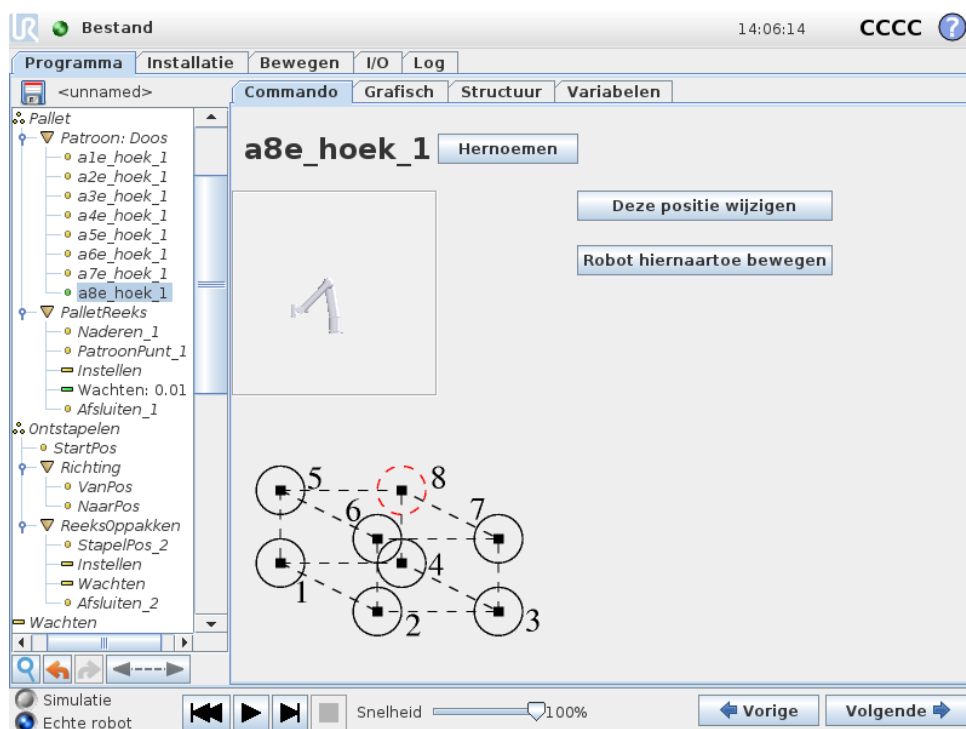
Het commando Patroon kan worden gebruikt om langs posities in het programma van de robotarm te bewegen. Het patrooncommando komt bij iedere uitvoering overeen met één positie.

Voor een patroon zijn vier typen mogelijk. De eerste drie “Lijn”, “Vierkant” of “Doos” kunnen worden gebruikt voor posities in een regelmatig patroon. De regelmatige patronen worden gedefinieerd aan de hand van een aantal kenmerkende punten, waarbij de punten de randen van het patroon aangeven. Voor “Lijn” gaat het hierbij om de twee eindpunten, voor “Vierkant” om drie van de vier hoekpunten en voor “Doos” om vier van de acht hoekpunten. De programmeur voert het aantal posities in en volgt daarbij alle randen van het patroon. De robotregelaar berekent vervolgens de afzonderlijke patroonposities door de randvectoren proportioneel samen te voegen.

Als de gewenste posities niet binnen een regelmatig patroon vallen, kan de optie “Lijst” worden gekozen, waarbij de programmeur een lijst invoert met alle posities. Op die manier kunnen de posities op elke gewenste wijze geregeld worden.

Definiëren van het patroon

Als het patroon “Doos” wordt geselecteerd, verschijnt het onderstaande scherm.



Bij een “Doos” patroon worden met drie vectoren de zijden van de doos gedefinieerd. Deze drie vectoren worden aangegeven als vier punten, waarbij de eerste vector van punt 1 naar punt 2 loopt, de tweede vector van punt 2 naar punt 3 en de derde vector van punt 3 naar punt 4. Iedere vector wordt gedeeld door het aantal punten in het gegeven interval. Een specifieke positie binnen het patroon wordt berekend door eenvoudigweg de intervalvectoren proportioneel bij elkaar op te tellen.

De patronen “Lijn” en “Vierkant” werken op vergelijkbare wijze.

Er wordt een teller-variabele gebruikt bij het doorlopen van de posities voor het patroon. De naam van de variabele is te zien op het commandoscherm `Patroon`. De variabele doorloopt de cijfers van 0 tot $X * Y * Z - 1$, het aantal punten in het patroon. Deze variabele kan worden gemanipuleerd met opdrachten en kan worden gebruikt in expressies.

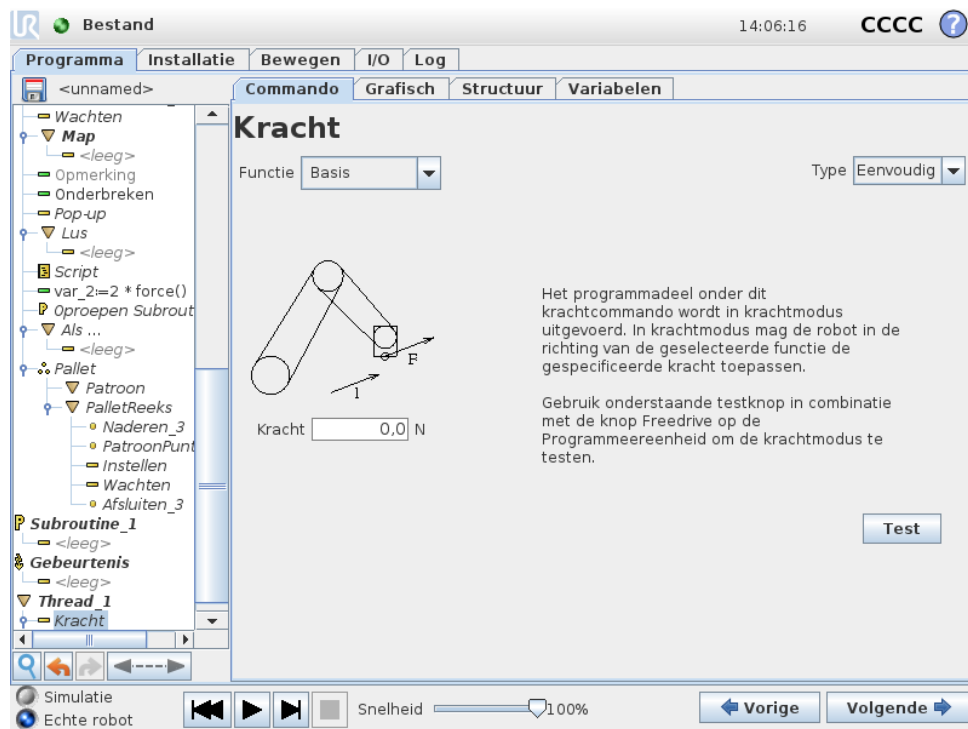
14.24 Commando: Kracht

De krachtmodus maakt meegaandheid en krachten mogelijk voor een selecteerbare as in het werkbereik van de robot. Alle robotarmbewegingen onder een Kracht-commando vinden plaats in de Kracht-modus. Als de robotarm beweegt in de krachtmodus, kunt u één of meer assen selecteren waarvoor de robot meegaand is. Langs/rondom assen waarvoor meegaandheid geldt, zal de robotarm zich laten beïnvloeden door de omgeving, wat betekent dat hij zijn positie automatisch zal aanpassen om de gewenste kracht te realiseren. Het is ook mogelijk om de robotarm zelf kracht te laten uitoefenen op zijn omgeving, bijv. een werkstuk.

De krachtmodus is geschikt voor toepassingen waarbij de actuele TCP-positie langs een vooraf bepaalde as niet van belang is, maar juist een gewenste kracht langs die as nodig is, bijvoorbeeld als de TCP van de robot langs een gebogen oppervlak moet

rollen of bij het duwen of trekken van een werkstuk. De krachtmodus biedt ook ondersteuning voor het toepassen van bepaalde momenten rond vooraf bepaalde assen. Let op: als hij geen obstakels tegenkomt op een as waar een kracht anders dan nul is ingesteld, zal de robotarm langs/rondom die as proberen te versnellen.

Ook als voor een as meegaandheid is geselecteerd, zal het robotprogramma toch proberen om de robot langs/rondom die as te laten bewegen. De krachtregeling zorgt er echter voor dat de robotarm nog wel de gespecificeerde kracht zal benaderen.



Selectie van element

Het menu Element wordt gebruikt om het coördinatenstelsel (assen) te selecteren dat de robot zal gebruiken als hij in de krachtmodus werkt. De elementen in het menu zijn de elementen die bij de installatie zijn gedefinieerd, zie 13.12.

Type krachtmodus

Er zijn vier verschillende typen krachtmodi, stuk voor stuk bepalend voor de manier waarop het geselecteerde element geïnterpreteerd wordt.

- **Eenvoudig:** In de krachtmodus geldt meegaandheid voor slechts één as. De kracht langs deze as is verstelbaar. De gewenste kracht zal altijd worden uitgeoefend langs de z-as van het geselecteerde element. Voor Lijn-elementen is dat echter de y-as.
- **Kader:** Bij het Kader-type is een geavanceerder gebruik mogelijk. Hier kunnen de meegaandheid en de krachten voor alle zes niveaus van bewegingsvrijheid afzonderlijk worden geselecteerd.
- **Punt:** Als Punt wordt geselecteerd, heeft het taakassenstelsel een y-as die vanaf de robot-TCP richting de origo van het geselecteerde element wijst. De

afstand tussen de robot-TCP en de origo van het geselecteerde element moet minimaal 10 mm bedragen. Let op: bij de uitvoering zal het taakframe veranderen omdat de positie van de robot-TCP verandert. De x- en z-assen van het taakassenstelsel zijn afhankelijk van de oorspronkelijke oriëntatie van het geselecteerde element.

- **Beweging:** Beweging houdt in dat het taakassenstelsel mee verandert met de richting van de TCP-beweging. De x-as van het taakassenstelsel is dan de projectie van de TCP-bewegingsrichting op het vlak dat wordt gevormd door de x- en y-assen van het geselecteerde element. De y-as staat loodrecht op de robotarmbeweging en in het x-y-vlak van het geselecteerde element. Dit kan handig zijn bij ontbramen over een gecompliceerd traject, waarbij een kracht loodrecht op de TCP-beweging nodig is. Let als de robotarm niet beweegt op het volgende: Als de krachtmodus wordt ingeschakeld terwijl de robotarm stilstaat, zijn er geen assen met meegaandheid tot de TCP-snelheid boven nul uitkomt. Als de robotarm later, nog steeds in de krachtmodus, weer stilstaat, heeft het taakassenstelsel dezelfde oriëntatie als bij de laatste keer dat de TCP-snelheid groter was dan nul.

Voor de laatste drie typen kan het huidige taakassenstelsel gedurende de looptijd worden bekeken op de grafische tab (14.29) terwijl de robot in de krachtmodus draait.

Selectie van krachtwaarde

Er kan een kracht worden ingesteld voor assen met én zonder meegaandheid. De effecten zijn echter wel verschillend.

- **Meegaand:** De robotarm zal zijn positie aanpassen om de geselecteerde kracht te realiseren.
- **Niet-meegaand:** De robotarm zal zijn door het programma ingestelde traject volgen en daarbij rekening houden met een externe kracht met de waarde die hier wordt ingesteld.

Voor translatieparameters wordt de kracht aangegeven in newton [N] en voor rotatieparameters wordt het moment aangegeven in newtonmeter [Nm].

Selectie van limieten

Voor alle assen kan een limiet worden ingesteld, maar de betekenis daarvan verschilt met het al dan niet meegaand zijn van de assen.

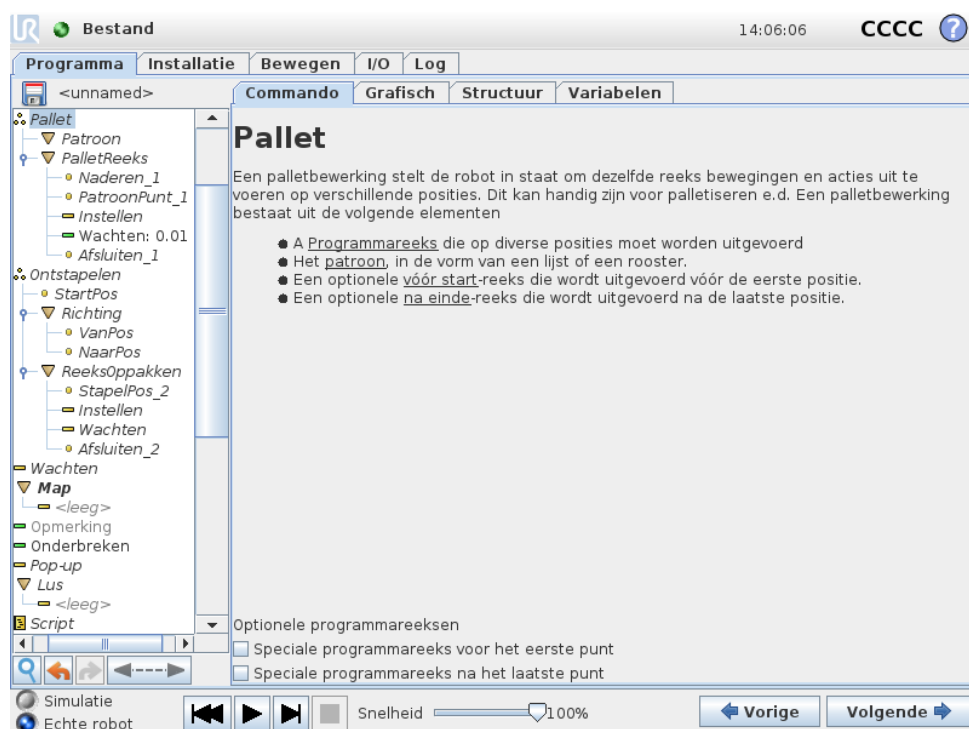
- **Meegaand:** De limiet is de maximale snelheid die de TCP mag bereiken langs/over de as. De eenheden zijn [mm/s] en [graden/s].
- **Niet-meegaand:** De limiet is de maximale afwijking van het geprogrammeerde traject die is toegestaan voordat de robotbeveiliging de zaak stopzet. De eenheden zijn [mm] en [graden].

Krachtinstellingen testen

Met de aan/uit-knop, genaamd “Test”, schakelt u voor het gedrag van de de knop Freedrive op de achterkant van de programmeereenheid over tussen de normale Freedrive modus en het testen van het krachtcommando.

Als de Test-knop aan is en de knop Freedrive op de achterkant van de programmeereenheid wordt ingedrukt, zal de robot doen alsof het programma dit krachtcommando heeft bereikt. Op die manier kunnen de instellingen worden gecontroleerd voordat u daadwerkelijk het volledige programma laat draaien. Deze mogelijkheid is met name handig als u wilt controleren of de assen met meegaandheid en de krachten correct zijn geselecteerd. Houd gewoon de robot-TCP vast met één hand en druk met de andere hand op de knop Freedrive en kijk in welke richtingen de robot wel en niet kan worden bewogen. Als u dit scherm sluit, wordt de Test-knop automatisch uitgeschakeld, wat betekent dat de knop Freedrive op de achterkant van de programmeereenheid weer wordt gebruikt voor de vrije programmeermodus. Let op: de knop Freedrive is alleen actief als er een geldig element is geselecteerd voor het Kracht-commando.

14.25 Commando: Pallet



Een palletbewerking kan een reeks bewegingen uitvoeren op een reeks plaatsen die als patroon zijn aangegeven volgens de beschrijving in 14.23. Op elke positie in het patroon zal de reeks bewegingen worden uitgevoerd ten opzichte van de patroonpositie.

Programmeren van een palletbewerking

Hiervoor moeten de volgende stappen worden doorlopen;

1. Definieer het patroon.
2. Maak een "Palletreeks" aan voor het oppakken/neerzetten op ieder afzonderlijk punt. De reeks geeft aan wat er op iedere positie in het patroon moet gebeuren.
3. Gebruik de kiezer op het reekscommandoscherm om aan te geven welke waypoints in de reeks moeten overeenkomen met de patroonposities.

Palletreeks/Verankerbare reeks

In een Palletreeks-node vinden de bewegingen van de robotarm plaats ten opzichte van de palletpositie. Bij een reeks is het gedrag zodanig dat de robotarm zich op de positie bevindt, die het patroon aangeeft bij Ankerpositie/Patroonpunt. De resterende posities worden allemaal verplaatst om dit te laten passen.

Gebruik het commando *Bewegen* niet binnen een reeks, omdat dit niet gerelateerd is aan de ankerpositie.

"VoorStart"

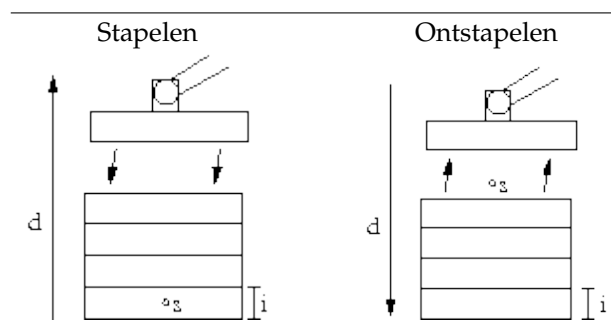
De optionele reeks *VoorStart* wordt net voor het starten van de bewerking uitgevoerd. Dit kan worden gebruikt om te wachten op gereedsignalen.

"NaEinde"

De optionele reeks *NaEinde* wordt uitgevoerd als de bewerking is afgerond. Dit kan worden gebruikt om aan te geven dat de bandbeweging moet starten als voorbereiding op de volgende pallet.

14.26 Commando: Zoeken

Een zoekfunctie gebruikt een sensor om te bepalen wanneer de juiste positie is bereikt voor het oppakken of neerzetten van een object. De sensor kan bestaan uit een drukknopschakelaar, een druksensor of een capacitieve sensor. Deze functie is bedoeld voor het werken met stapels objecten met variabele dikte of in toepassingen waarbij de exacte positie van de objecten niet bekend is of te lastig is om te programmeren.



Bij het programmeren van een zoekbewerking voor een stapel moet het volgende worden gedefinieerd: het startpunt s , de stapelrichting d en i , de dikte van de objecten in de stapel.

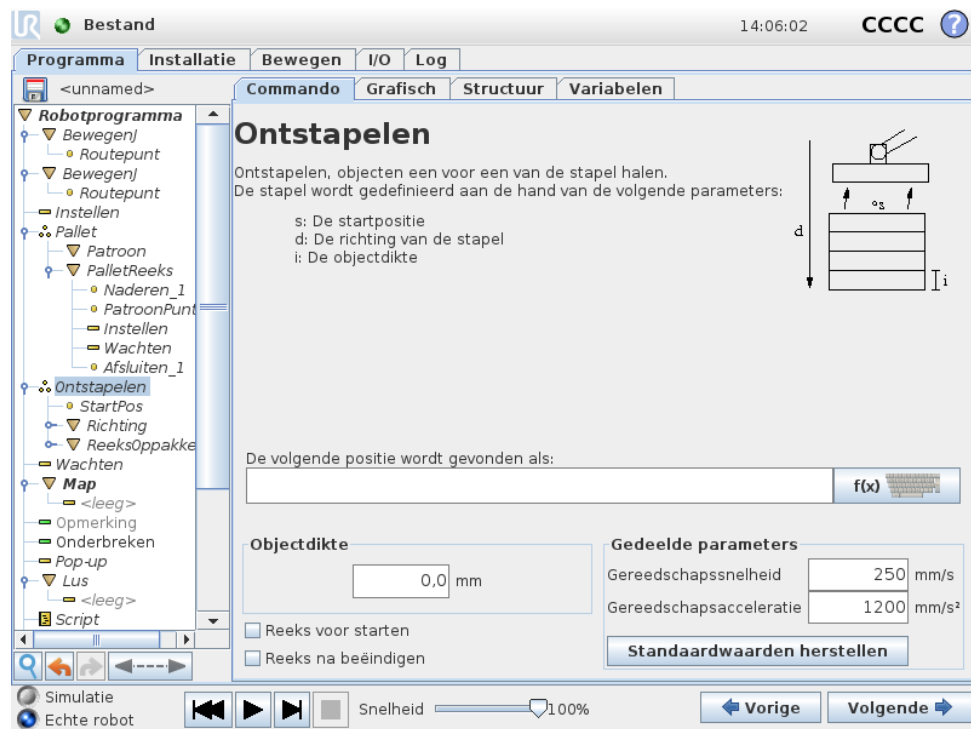
Bovendien moet de voorwaarde worden gedefinieerd die aangeeft wanneer de volgende stapelpositie is bereikt en een speciale programmareeks die wordt uitgevoerd bij iedere stapelpositie. Ook moeten snelheid en acceleraties worden aangegeven voor de beweging bij de stapelbewerking.

Stapelen



Bij stapelen verplaatst de robotarm zich naar de startpositie en vervolgens in *te-gengestelde* richting om de volgende stapelpositie te zoeken. Als dit is gevonden, onthoudt de robot de positie en voert hij de speciale reeks uit. De volgende keer begint de robot met zoeken bij de opgeslagen positie, verhoogd met de objectdikte in de betreffende richting. Het stapelen is klaar als de stapelhoogte boven een bepaald gedefinieerd aantal komt of wanneer een sensor een signaal afgeeft.

Ontstapelen

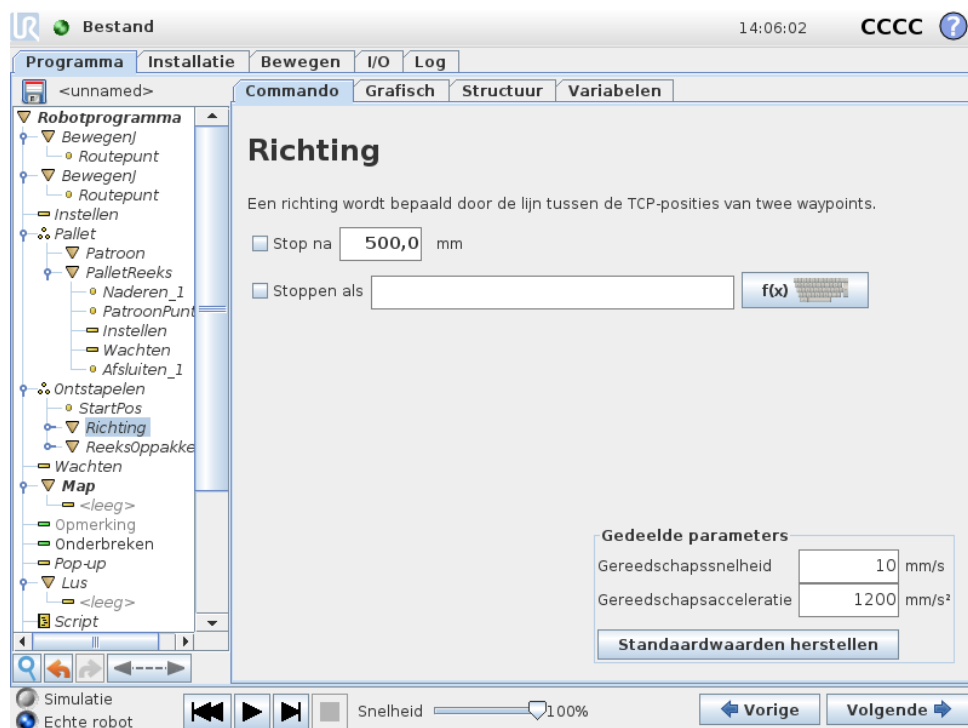


Bij ontstapelen verplaatst de robotarm zich vanuit de startpositie in de aangegeven richting om het volgende object te zoeken. De conditie op het scherm bepaalt wanneer het volgende item bereikt wordt. Als deze conditie voldoende is bevonden, onthoudt de robot de positie en voert hij de speciale reeks uit. De volgende keer begint de robot met zoeken bij de opgeslagen positie, verhoogd met de objectdikte in de betreffende richting.

Startpositie

De startpositie is de plaats waar de stapelbewerking begint. Als startpositie wordt weggelaten, begint de stapel bij de huidige positie van de robotarm.

Richting



De richting wordt bepaald door twee posities en wordt berekend als het positieverschil tussen het TCP voor de eerste positie en het TCP voor de tweede positie. Let op: Een richting houdt geen rekening met de oriëntatie van de punten.

Expressie volgende stapelpositie

De robotarm verplaatst zich over de richtingsvector terwijl doorlopend wordt beoordeeld of de volgende stapelpositie is bereikt. Wanneer de expressie wordt beschouwd als `Waar`, is de speciale reeks uitgevoerd.

“VoorStart”

De optionele reeks `VoorStart` wordt net voor het starten van de bewerking uitgevoerd. Dit kan worden gebruikt om te wachten op gereedsignalen.

“NaEinde”

De optionele reeks `NaEinde` wordt uitgevoerd als de bewerking is afgerond. Dit kan worden gebruikt om aan te geven dat de bandbeweging moet starten als voorbereiding op de volgende stapel.

Reeks Oppakken/Neerzetten

Net als bij de palletbewerking (14.25) wordt er een speciale programmareeks uitgevoerd bij iedere stapelpositie.

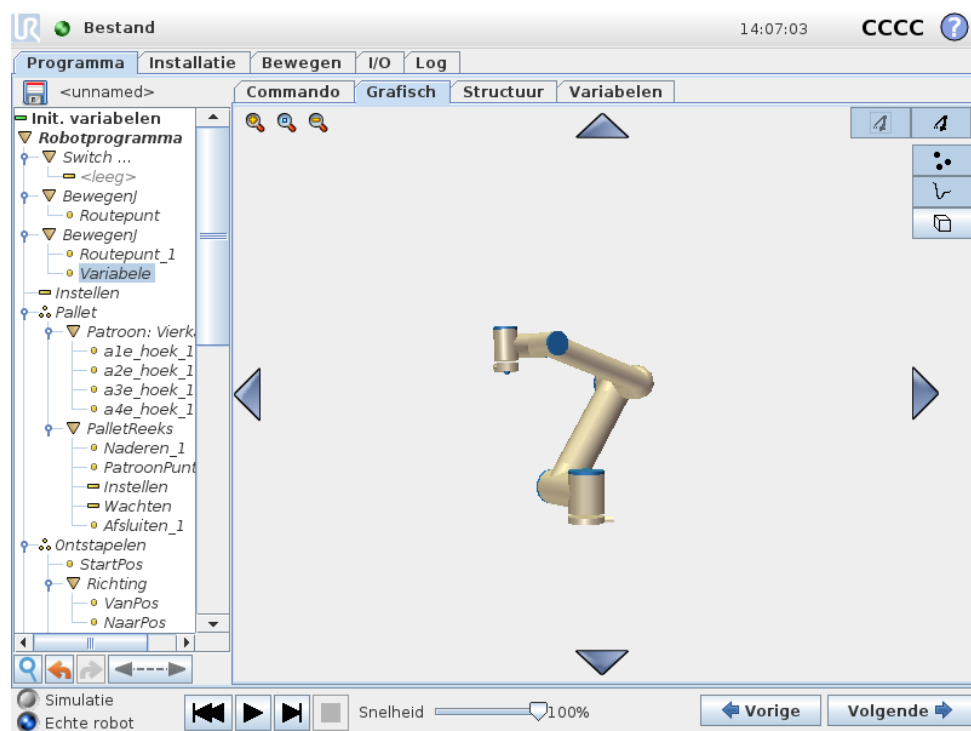
14.27 Commando: Traceren transportband

Wanneer een transportband gebruikt wordt, kan de robot worden geconfigureerd om zijn bewegingen bij te houden. Voor het traceren van een transportband is een programmaknooppunt beschikbaar, *Traceren Transportband*. Wanneer de in de installatie gedefinieerde *Traceren Transportband* goed geconfigureerd is, kan een lineaire of circulaire transportband worden nagelopen. Het knooppunt kan vanuit het knooppunt Wizardprogramma onder het tabblad *Structuur* worden toegevoegd. Terwijl het programma onder het knooppunt *Traceren Transportband* wordt uitgevoerd, past de robot zijn bewegingen aan om de transportband te volgen. Tijdens het traceren van de transportband zijn andere bewegingen toegestaan, maar gebeuren ten opzichte van de beweging van de transportband.

14.28 Commando: Onderdrukken

Onderdrukte programmaregels worden eenvoudigweg overgeslagen bij het uitvoeren van het programma. Het onderdrukken van een regel kan later op elk gewenst moment ongedaan worden gemaakt. Dit is een snelle manier om wijzigingen aan te brengen in een programma zonder de oorspronkelijke inhoud te vernielen.

14.29 Tab Grafisch



Grafische weergave van het actuele robotprogramma. Het traject van het TCP wordt getoond in 3D-weergave, met zwarte bewegingssegmenten en groene afsnijsegmenten (overgangen tussen bewegingssegmenten). De groene punten geven de posities aan van het TCP op ieder waypoint in het programma. De 3D-tekening van de robotarm toont de actuele positie van de robotarm, terwijl de "schaduw" van de

robotarm laat zien hoe de robotarm het waypoint wil bereiken dat geselecteerd is aan de linkerkant van het scherm.

Als de huidige positie van de robot-TCP in de buurt komt van een veiligheids- of triggervlak, of als de oriëntatie van robotgereedschap in de buurt is van de oriëntatiegrens van gereedschap (zie 10.12), wordt een 3D-weergave van het naderen van de grenzen weergegeven. Merk op dat wanneer de robot een programma uitvoert, de visualisatie van de limieten zullen worden uitgeschakeld.

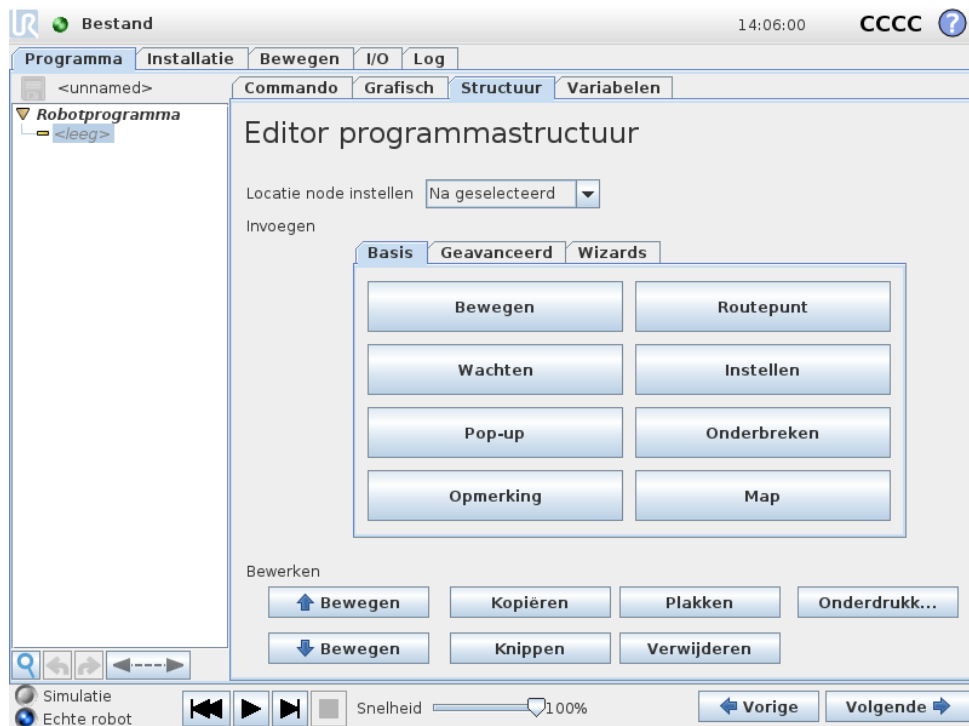
Veiligheidsvlakken worden gevisualiseerd in geel en zwart met een kleine pijl die de normale positie van de vlakken weergeeft, die staat voor de zijkant van het vlak waarop de robot-TCP gepositioneerd mag worden. Trigger-vlakken worden in blauw en groen weergegeven met een kleine pijl die naar de zijkant van het vlak wijst, waarbij de grenzen van de *Normale* modus (zie 10.6) actief zijn. De gereedschapsoriëntatiegrens wordt gevisualiseerd met een sferische kegel samen met een vector die de huidige oriëntatie van het robotgereedschap weergeeft. De binnenkant van de kegel toont de toegestane ruimte voor gereedschapsoriëntatie (vector).

Als de doel-TCP van de robot niet langer in de buurt van de limiet is, verdwijnt de 3D-representatie. Als de TCP een grens overtreedt of bijna overtreedt, dan wordt de visualisatie van de limiet rood.

De 3D-weergave kan worden in- en uitgezoomd en gedraaid voor een betere kijk op de robotarm. De knoppen rechtsboven op het scherm kunnen de verschillende grafische onderdelen van de 3D-weergave uitschakelen. Met de onderste schakelaar schakelt u de visualisatie van het naderen van grenzen uit.

De weergegeven bewegingssegmenten zijn afhankelijk van de geselecteerde programmanode. Als er een *Bewegen*-node geselecteerd is, bestaat het weergegeven traject uit de daardoor gedefinieerde beweging. Als een *Waypoint*-node geselecteerd is, worden op het scherm de volgende ~ 10 bewegingsstappen weergegeven.

14.30 Tab Structuur



De tab met de programmastructuur biedt mogelijkheden voor het invoegen, verplaatsen, kopiëren en verwijderen van de diverse commandotypes.

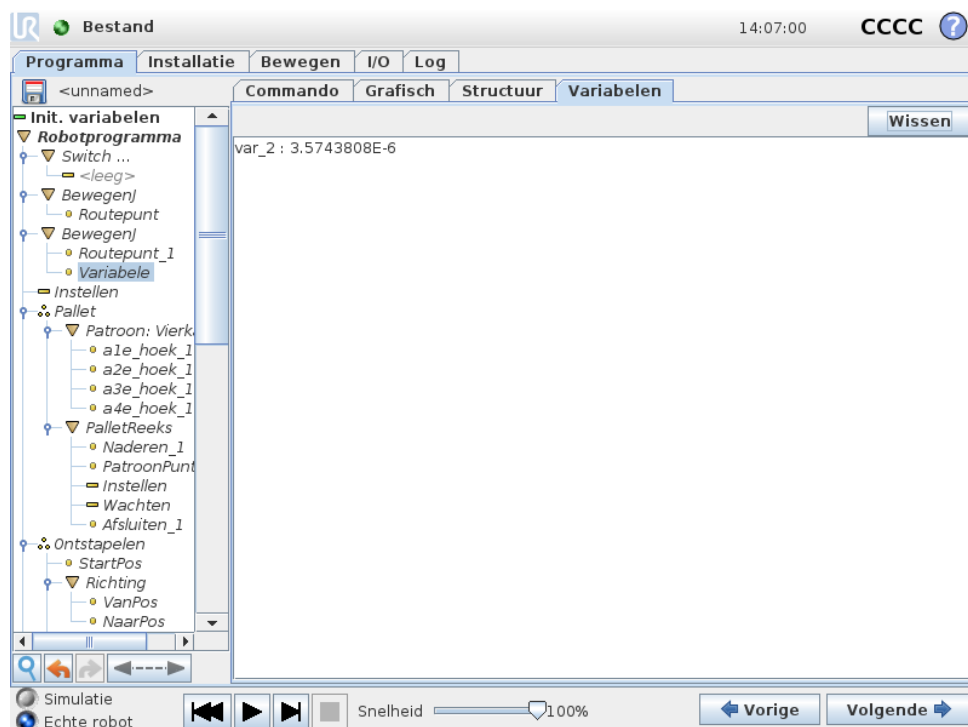
Doe het volgende om nieuwe commando's in te voegen:

- 1) Selecteer een bestaand programmacommando.
- 2) Selecteer of het nieuwe commando boven of onder het geselecteerde commando moet worden ingevoegd.
- 3) Druk op de knop voor het commandotype dat u wilt invoegen. Voor het aanpassen van de details voor het nieuwe commando gaat u naar de tab **Commando**.

Commando's kunnen worden verplaatst/gekloond/verwijderd met de knoppen in het bewerkingsframe. Als een commando subcommando's heeft (een driehoek naast het commando) worden ook alle subcommando's verplaatst/gekloond/verwijderd.

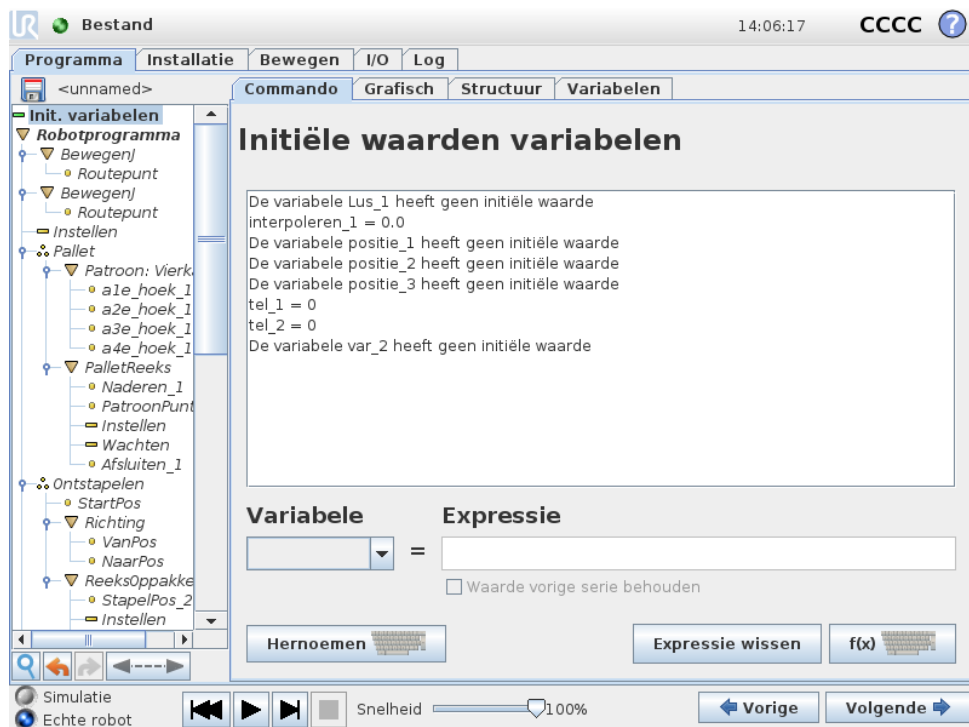
Niet alle commando's kunnen op alle plekken in een programma worden gezet. Waypoints moeten onder een Bewegen-commando staan (maar niet noodzakelijkerwijs direct eronder). De commando's **AndersAls** en **Anders** zijn verplicht na een **Als**. Het verplaatsen van **AndersAls**-commando's kan behoorlijk lastig zijn. Aan variabelen moeten vóór gebruik waarden worden toegekend.

14.31 Tabblad Variabelen



Het tabblad Variabelen toont de actuele waarden van de variabelen in het draaiende programma en bewaart tussen de uitvoeringen van programma's een lijst met variabelen en waarden. Dit verschijnt alleen als er informatie weer te geven is. De variabelen zijn op alfabetische volgorde op naam gesorteerd. De namen van variabelen op dit scherm worden weergegeven met maximaal 50 tekens en de waarden van de variabelen met maximaal 500 tekens.

14.32 Commando: Initialisatie variabelen



Op dit scherm kunnen variabele waarden worden ingesteld voordat het programma (en eventuele threads) worden uitgevoerd.

Selecteer een variabele uit de lijst met variabelen door erop te klikken of met behulp van het selectievak voor variabelen. Voor een geselecteerde variabele kan een expressie worden ingevoerd, die wordt gebruikt om de waarde van de variabele bij het starten van het programma in te stellen.

Als het vakje “Voorkeur voor behouden waarde laatste serie” is geselecteerd, wordt de variabele geïnitieerd met de waarde op de tab `Variabelen`, beschreven in 14.31. Zo kunnen variabelen hun waarden behouden tussen uitgevoerde programma's. De variabele haalt zijn waarde uit de expressie als het programma voor het eerst wordt gedraaid of als de waardetab is gewist.

Een variabele kan uit het programma worden verwijderd door de naam ervan blanco in te stellen (alleen spaties).

15 Scherm Instellingen



- **Robot initialiseren** Gaat naar het initialisatiescherm, zie 11.5.
- **Taal en eenheden** Configureer de taal en maateenheden voor de gebruikers-interface, zie 15.1.
- **Update Robot** Upgrades de robotsoftware naar een nieuwere versie, zie 15.2.
- **Wachtwoord instellen** Biedt de mogelijkheid om het programmeergedeelte van de robot te vergrendelen voor mensen zonder wachtwoord, zie 15.3.
- **Scherm kalibreren** Kalibreert de “touch” van het aanraakscherm, zie 15.4.
- **Netwerkinstellingen** Hiermee opent u de interface voor de instellingen van het ethernet-netwerk voor de regelkast van de robot, zie 15.5.
- **Tijd instellen** Stel de tijd en datum voor het systeem in en configureer de weergaveformaten voor de klok, zie 15.6.
- **URCaps installatie** Overzicht van geïnstalleerde URCaps en opties voor installatie en de-installatie, zie 15.7.
- **Terug** Gaat terug naar het welkomstscherf.

15.1 Taal en eenheden



De taal en de eenheden die in PolyScope gebruikt worden, kunnen in dit scherm geselecteerd worden. De geselecteerde taal wordt gebruikt voor de tekst die weergegeven wordt op de verschillende schermen van PolyScope en in de ingebouwde Help-functie. Vink “Engelse programmering” aan om de namen van de commando’s binnen de robotprogramma’s in het Engels te lezen. PolyScope opnieuw worden opgestart om de wijzigingen van kracht te laten worden.

15.2 Robot updaten



Software-updates kunnen worden geïnstalleerd vanaf een USB-flashgeheugen. Plaats een USB-geheugenstick en klik op **Zoeken** om de inhoud weer te geven. Om een update uit te voeren, selecteert u een bestand, klikt u op **Update** en volgt u de instructies.



WAARSCHUWING:

Controleer uw programma's altijd na een software-update. Door de upgrade kunnen trajecten in uw programma gewijzigd zijn. De bijgewerkte softwarespecificaties kunt u vinden door te drukken op de knop "?" rechts bovenin het GUI. Hardwarespecificaties blijven hetzelfde en deze kunt u vinden in de originele handleiding.

15.3 Wachtwoord instellen



Robot initialiseren

Taal en eenheden

Robot updaten

Wachtwoord instellen

Scherm kalibreren

Netwerk instellingen

Tijd instellen

Instellingen URCaps

Terug

Wijzig systeemwachtwoord

Wachtwoorden zorgen ervoor dat wijzigingen aan de functionaliteit en gedragingen van de robot beveiligd zijn. Alle gebieden waar aanpassingen gedaan kunnen worden, worden beveiligd.

Wachtwoord
Wachtwoord bevestigen

Toepassen

Veiligheidswachtwoord wijzigen

Om een wachtwoord in te stellen voor de veiligheidsconfiguratie, voert u een wachtwoord in en bevestigt u het, en klikt u vervolgens op de knop. Om het wachtwoord te wissen, voert u het huidige wachtwoord in en klikt u op de knop.

Huidig wachtwoord invoeren
Wachtwoord
Wachtwoord bevestigen

Toepassen

Twee wachtwoorden worden ondersteund. Het eerste is een *optioneel* systeemwachtwoord dat onbevoegde wijziging van de instellingen van de robot voorkomt. Als het systeemwachtwoord ingesteld is, kunnen programma's zonder wachtwoord worden geladen en uitgevoerd, maar is een juist wachtwoord vereist voor het aanmaken of wijzigen van programma's.

Het tweede is een *vereist* veiligheidswachtwoord dat juist moet worden ingevoerd om de veiligheidsconfiguratie te wijzigen.



OPMERKING:

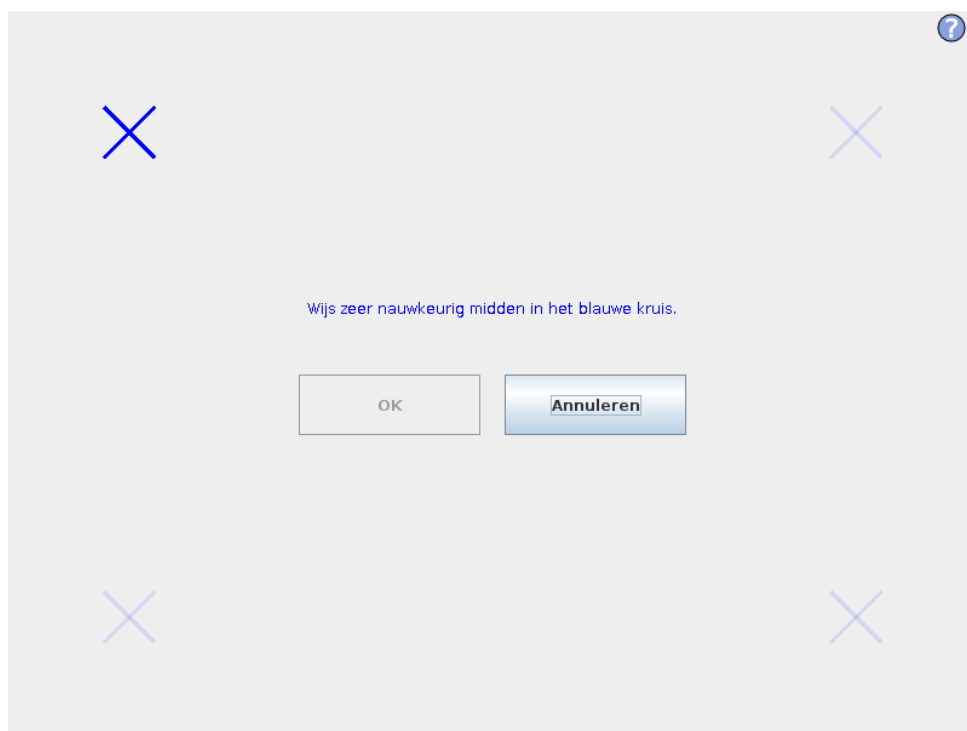
Om de veiligheidsconfiguratie te wijzigen, moet het veiligheidswachtwoord zijn ingesteld.



WAARSCHUWING:

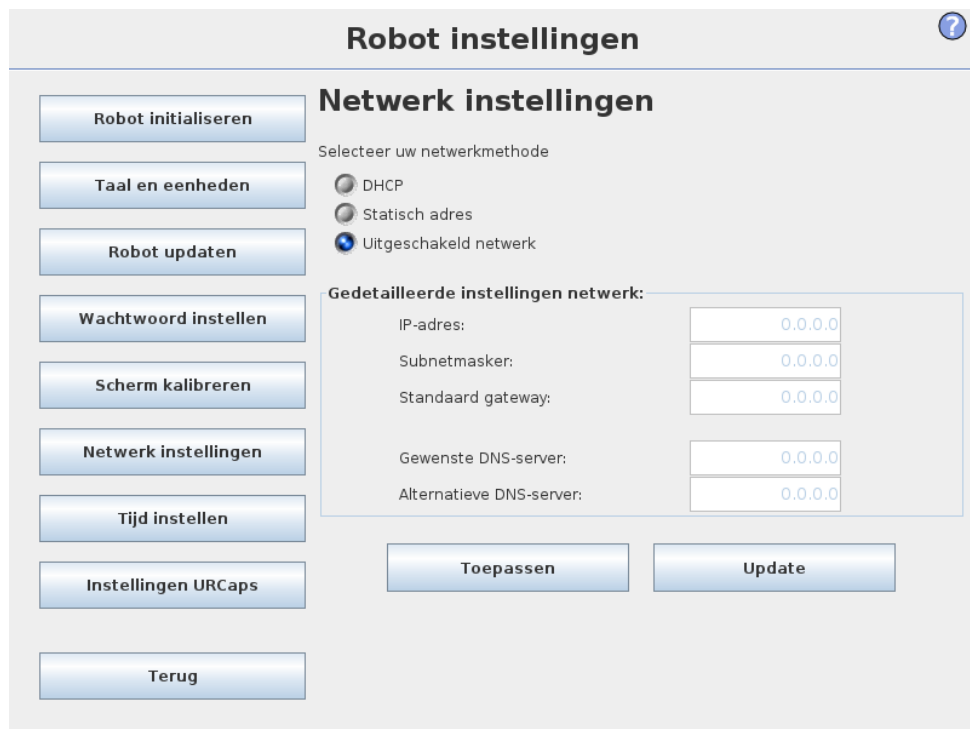
Voeg een wachtwoord toe om te voorkomen dat niet-bevoegd personeel de robotinstallatie wijzigt.

15.4 Scherm kalibreren



Kalibreren van het touch screen. Volg de instructies op het scherm voor de kalibratie van het touch screen. Gebruik bij voorkeur een puntig voorwerp dat niet van metaal is, zoals een dichte pen. Geduld en zorgvuldigheid dragen bij aan een beter resultaat.

15.5 Netwerk instellen



Paneel voor het instellen van het ethernet-netwerk. Een ethernetverbinding is niet nodig voor de basisfuncties van de robot en is standaard uitgeschakeld.

15.6 Tijd instellen



Stel de tijd en datum voor het systeem in en configureer de weergaveformaten voor de klok. De klok wordt weergegeven bovenin de schermen *Programma UITVOEREN* en *Robot programmeren*. Als u erop klikt, wordt kort de datum weergegeven. De GUI moet opnieuw worden opgestart om de wijzigingen van kracht te laten worden.

15.7 Instellingen URCaps



In de bovenste lijst staat een overzicht van alle geïnstalleerde *URCaps*. Als u op een URCap klikt, wordt de meta-informatie (inclusief de naam van de URCap, de versie, licentie, enz.) weergegeven in de ruimte URCap-informatie onder de lijst.

Klik op de knop + onderin het scherm om een nieuwe URCap te installeren. Er wordt een bestandskiezer weergegeven waar een .urcap-bestand geselecteerd kan worden. Door te klikken op Open en PolyScope keert u terug naar het installatiescherm. De geselecteerde URCap wordt geïnstalleerd en een overeenkomstig item wordt kort daarin in de lijst weergegeven. Net geïnstalleerde of verwijderde URCaps hebben PolyScope nodig om opnieuw gestart te kunnen worden en de knop Restart wordt ingeschakeld.

Om een URCap te verwijderen, selecteert u de URCap in de lijst en klikt u op de knop -. De URCap verdwijnt uit de lijst, maar er moet opnieuw gestart worden.

In de lijst geeft het pictogram naast een item de status van de URCap weer. De verschillende staten worden hieronder uitgelegd:

-  **URCap ok:** De URCap is geïnstalleerd en draait normaal.
-  **URCap fout.:** De URCap is geïnstalleerd maar kan niet gestart worden. Neem contact op met de URCap-ontwikkelaar.

-  *URCap moet opnieuw gestart worden:* De URCap is net geïnstalleerd en moet opnieuw gestart worden

Verklarende woordenlijst

Stop Categorie 0: Robotbeweging wordt gestopt door directe uitschakeling van de netvoeding naar de robot. Dit is een ongeregelde stop, waarbij de robot kan afwijken van het programma, omdat ieder gewricht zo snel mogelijk remt. Deze beveiligde stop wordt gebruikt als een veiligheidslimiet overtreden wordt of in het geval van een fout in de veiligheidsonderdelen van het bedieningssysteem. Zie voor meer informatie ISO 13850 of IEC 60204-1.

Stop Categorie 1: De robotbeweging wordt gestopt waarbij netvoeding naar de robot beschikbaar blijft voor de stop. Als de robot gestopt is, wordt de netvoeding uitgeschakeld. Dit is een geregelde stop, waarbij de robot het programma blijft volgen. De netvoeding wordt zodra de robot stil staat. Zie voor meer informatie ISO 13850 of IEC 60204-1.

Stop Categorie 2: Een geregelde stop waarbij de netvoeding naar de robot ingeschakeld blijft. Het veiligheidsbedieningssysteem controleert of de robot in de stoppositie blijft. Zie voor meer informatie IEC 60204-1.

Categorie 3: De term “Categorie” moet niet verward worden met de term “Stop Categorie”. “Categorie” verwijst naar het type architectuur dat gebruikt wordt voor een bepaald “Prestatieniveau”. Een belangrijke eigenschap van een “Categorie 3” architectuur is dat een enkele fout niet tot verlies van een veiligheidsfunctie kan leiden. Zie voor meer informatie ISO 13849-1.

Prestatieniveau: Een prestatieniveau (PL) is een discreet niveau dat gebruikt wordt voor het specificeren van de mogelijkheid van veiligheidsonderdelen van bedieningssystemen tot het uitvoeren van veiligheidsfuncties onder voorziene omstandigheden. PLd is de op één na hoogste betrouwbaarheidsclassificatie, wat betekent dat de veiligheidsfunctie extreem betrouwbaar is. Zie voor meer informatie ISO 13849-1.

Diagnostische dekking (DC): is een meting van de effectiviteit van de diagnostiek die geïmplementeerd is om het nominale prestatieniveau te bereiken. Zie voor meer informatie ISO 13849-1.

MTTFd: Mean time to dangerous failure (MTTFd) (Gemiddelde tijd tot gevaarlijke fout) is een waarde gebaseerd op berekeningen en testen die gebruikt worden om het nominale prestatieniveau te bereiken. Zie voor meer informatie ISO 13849-1.

Integrator: De integrator is de entiteit die de laatste robotinstallatie ontwerpt. De integrator is verantwoordelijk voor het maken van de definitieve risicobeoordeling en moet ervoor zorgen dat de uiteindelijke installatie voldoet aan de lokale wet- en regelgeving.

Risicobeoordeling: Een risicobeoordeling is het algemene proces van het identificeren van alle risico's en ze te verminderen tot op een geschikt niveau. Een risicobeoordeling dient te worden gedocumenteerd. Raadpleeg ISO 12100 voor meer informatie.

Gecombineerde robottoepassing: De term “gecombineerd” verwijst naar samenwerking tussen operator en robot in een robottoepassing. Zie exacte definitie en beschrijvingen in ISO 10218-1 en ISO 10218-2.

Veiligheidsconfiguratie: Veiligheidsfuncties en interfaces kunnen aan de hand van parameters voor veiligheidsconfiguratie worden geconfigureerd. Deze worden via het software-interface gedefinieerd, zie onderdeel II.

Index