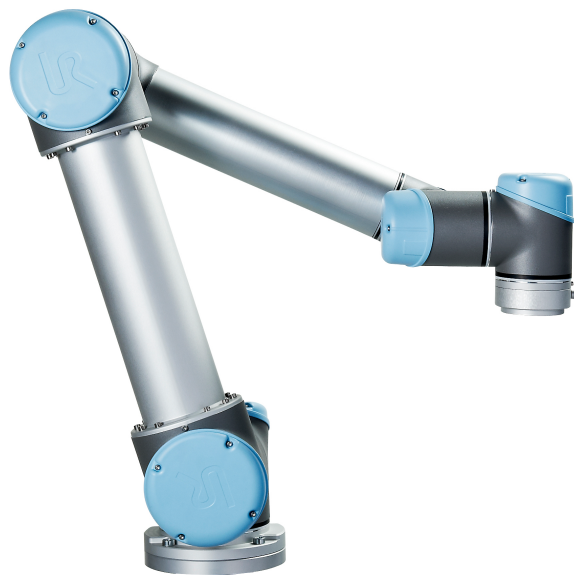




UNIVERSAL ROBOTS

Bruksanvisning



UR5 / CB3

Översättning av originalinstruktionerna (sv)



UNIVERSAL ROBOTS

Bruksanvisning

UR5/CB3

Version 3.5.5

Översättning av originalinstruktionerna (sv)

Den information som ingår häri tillhör Universal Robots A/S och får inte återges, i sin helhet eller delvis, utan i förväg inhämtat skriftligt tillstånd från Universal Robots A/S. Den information som ingår häri kan komma att ändras utan föregående meddelande och skall inte anses vara en utfästelse från Universal Robots A/S. Den här handboken omarbetas och revideras med jämna mellanrum.

Universal Robots A/S påtar sig inget ansvar för eventuella fel eller utelämnad information i det här dokumentet.

Copyright © 2009–2018 av Universal Robots A/S

Universal Robots-logotypen är ett registrerat varumärke som tillhör Universal Robots A/S.

Innehåll

Förord	ix
Kartongernas innehåll	ix
Viktig säkerhetsinformation	x
Hur du läser den här manualen	x
Var du kan hitta mer information	x
 I Bruksanvisning för installation av maskinvara	 I-1
1 Säkerhet	I-3
1.1 Inledning	I-3
1.2 Giltighet och ansvar	I-3
1.3 Ansvarsfriskrivning	I-4
1.4 Varningssymboler i den här bruksanvisningen	I-4
1.5 Allmänna varningar	I-5
1.6 Avsedd användning	I-8
1.7 Riskutvärdering	I-8
1.8 Nödstopp	I-10
1.9 Rörelse med och utan drivkraft	I-10
 2 Säkerhetsrelaterade funktioner och gränssnitt	 I-13
2.1 Inledning	I-13
2.2 Säkerhetssystemets stopptider	I-14
2.3 Begränsande säkerhetsrelaterade funktioner	I-14
2.4 Säkerhetslägen	I-15
2.5 Säkerhetsrelaterade elektriska gränssnitt	I-17
2.5.1 Säkerhetsrelaterade elektriska ingångar	I-17
2.5.2 Säkerhetsrelaterade elektriska utgångar	I-18
 3 Transport	 I-21
 4 Mekaniskt gränssnitt	 I-23
4.1 Inledning	I-23
4.2 Robotens arbetsutrymme	I-23
4.3 Montering	I-23
4.4 Maximal nyttolast	I-27
 5 Elektriskt gränssnitt	 I-29
5.1 Inledning	I-29
5.2 Elektriska varningar	I-29
5.3 I/O för manöverenhet	I-31
5.3.1 Gemensamma specifikationer för alla digitala in- och utgångar	I-31
5.3.2 Säkerhets-I/O	I-33

5.3.3	Allmän digital I/O	I-36
5.3.4	Digital insignal från en knapp	I-37
5.3.5	Kommunikation med andra maskiner eller PLC-enheter	I-37
5.3.6	Allmän analog I/O	I-37
5.3.7	Fjärrströmbrytare	I-39
5.4	Verktogs-I/O	I-40
5.4.1	Verktygets digitala utgångar	I-41
5.4.2	Verktygets digitala ingångar	I-42
5.4.3	Verktygets analoga ingångar	I-43
5.5	Ethernet	I-44
5.6	Nätspänningsanslutning	I-44
5.7	Robotanslutning	I-45
6	Underhåll och reparationer	I-47
6.1	Säkerhetsinstruktioner	I-47
7	Kassering och miljö	I-49
8	Certifieringar	I-51
8.1	Certifieringar från tredje part	I-51
8.2	Leverantörcertifieringar från tredje part	I-51
8.3	Tillverkarens testcertifiering	I-52
8.4	Deklaration enligt EU-direktiv	I-52
9	Garantier	I-53
9.1	Produktgaranti	I-53
9.2	Friskrivning	I-53
A	Stopptid och stoppträcka	I-55
A.1	Stoppträckor och stopptider för Stoppkategori 0	I-55
B	Deklaration och certifieringar	I-57
B.1	CE/EU Declaration of Incorporation (original)	I-57
B.2	CE/EU-försäkran om inbyggnad (översättning av originalet)	I-58
B.3	Säkerhetssystemscertifikat	I-59
B.4	Miljötestcertifikat	I-60
B.5	EMC-testcertifikat	I-61
B.6	Renrumscertifikat	I-62
C	Gällande standarder	I-65
D	Tekniska specifikationer	I-73
II	Bruksanvisning för PolyScope	II-1
10	Säkerhetskfiguration	II-3
10.1	Inledning	II-3
10.2	Ändra säkerhetskfigurationen	II-5
10.3	Säkerhetssynkronisering och fel	II-5

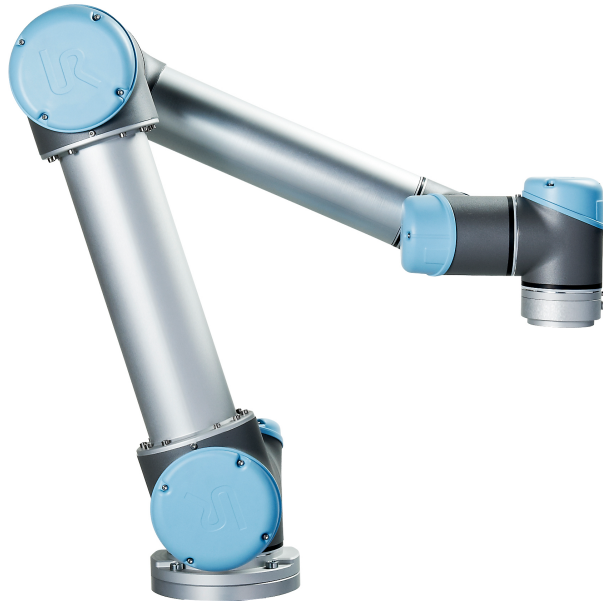
10.4	Toleranser	II-6
10.5	Säkerhets-checksum	II-6
10.6	Säkerhetslägen	II-7
10.7	Frikörningsläge	II-7
10.7.1	Backdrivning	II-8
10.8	Lösenordslås	II-8
10.9	Använd	II-8
10.10	Allmänna gränser	II-9
10.11	Ledbegränsning	II-11
10.12	Gränser	II-12
10.12.1	Välja en gräns att konfigurera	II-13
10.12.2	3D-visualisering	II-14
10.12.3	Konfiguration av säkerhetsplan	II-14
10.12.4	Konfiguration av verktygsgräns	II-17
10.13	Säkerhets-I/O	II-19
10.13.1	Ingångssignaler	II-19
10.13.2	Utgångssignaler	II-21
11	Börja programmeringen	II-23
11.1	Inledning	II-23
11.2	Komma igång	II-24
11.2.1	Installera robotarmen och manöverskåpet	II-24
11.2.2	Sätta på och stänga av manöverskåpet	II-24
11.2.3	Sätta på och stänga av robotarmen	II-24
11.2.4	Snabbstart	II-25
11.2.5	Det första programmet	II-25
11.3	Programmeringsgränssnittet i PolyScope	II-26
11.4	Välkomstskrämbilden	II-28
11.5	Initieringsskrämbild	II-29
12	Redigeringsprogram på skärmen	II-31
12.1	Redigeringsprogram för uttryck	II-31
12.2	Skärmbilden Poseredigering	II-31
13	Robotstyrning	II-35
13.1	Fliken Flytta	II-35
13.1.1	Robot	II-35
13.1.2	Funktioner och verktygsposition	II-36
13.1.3	Verktyget Flytta	II-36
13.1.4	Flytta leder	II-36
13.1.5	Frikörning	II-36
13.2	Fliken I/O	II-37
13.3	I/O för MODBUS-klient	II-38
13.4	Fliken AutoFlytta	II-39
13.5	Installation → Ladda/spara	II-40
13.6	Installation → TCP-konfiguration	II-41
13.6.1	Lägga till, ändra och ta bort TCP	II-41

13.6.2	Standard-TCP och aktiv TCP	II-42
13.6.3	Lära ut TCP-position	II-42
13.6.4	Lära ut TCP-orientering	II-43
13.6.5	Nyttolast	II-43
13.6.6	Masscentrum	II-43
13.7	Installation → Montering	II-44
13.8	Installation → I/O-inställning	II-45
13.8.1	I/O-signaltyp	II-46
13.8.2	Använda användaredefinierade namn	II-46
13.8.3	I/O-åtgärder och I/O-flikkontroll	II-46
13.9	Installation → Säkerhet	II-46
13.10	Installation → Variabler	II-47
13.11	Installation → I/O-inställningar för MODBUS-klient	II-48
13.12	Installation → Funktioner	II-51
13.12.1	Använda en funktion	II-52
13.12.2	Ny punkt	II-54
13.12.3	Ny linje	II-54
13.12.4	Nytt plan	II-55
13.12.5	Exempel: Manuell uppdatering av en funktion för att justera ett program	II-56
13.12.6	Exempel: Dynamisk uppdatering av en funktions pose	II-57
13.13	Inställning av transportbandsspårning	II-57
13.14	Installation → Standardprogram	II-59
13.15	Fliken Logg	II-61
13.16	Skärmbilden Ladda	II-61
13.17	Fliken Kör	II-64
14	Programmering	II-65
14.1	Nytt program	II-65
14.2	Fliken Program	II-66
14.2.1	Programträd	II-66
14.2.2	Markering av programkörning	II-67
14.2.3	Söknapp	II-67
14.2.4	Knapparna Ångra/Gör om	II-68
14.2.5	Programinstrumentbrädan	II-68
14.3	Variabler	II-69
14.4	Kommando: Tom	II-69
14.5	Kommando: Flytta	II-70
14.6	Kommando: Fast vägpunkt	II-73
14.7	Kommando: Relativ vägpunkt	II-79
14.8	Kommando: Variabel vägpunkt	II-80
14.9	Kommando: Vänta	II-81
14.10	Kommando: Ställ in	II-81
14.11	Kommando: Popup	II-82
14.12	Kommando: Stopp	II-83
14.13	Kommando: Kommentar	II-83
14.14	Kommando: Mapp	II-84
14.15	Kommando: Loop	II-85

14.16 Kommando: SubProgram	II-86
14.17 Kommando: Tilldelning	II-87
14.18 Kommando: Om	II-88
14.19 Kommando: Skript	II-89
14.20 Kommando: Händelse	II-90
14.21 Kommando: Tråd	II-91
14.22 Kommando: Switch	II-91
14.23 Kommando: Mönster	II-92
14.24 Kommando: Kraft	II-93
14.25 Kommando: Pall	II-97
14.26 Kommando: Sök	II-98
14.27 Kommando: Transportbandsspårning	II-101
14.28 Kommando: Undertryck	II-102
14.29 Grafik, flik	II-102
14.30 Struktur, flik	II-103
14.31 Variabler, flik	II-104
14.32 Kommando: Initiera variabler	II-105
15 Skärmbilden Inställning	II-107
15.1 Språk och enheter	II-108
15.2 Uppdatera robot	II-109
15.3 Ange lösenord	II-110
15.4 Kalibrera skärm	II-111
15.5 Ställ in nätverk	II-111
15.6 Ange tid	II-112
15.7 Installationsprogram för URCaps	II-113
Ordlista	II-115
Register	II-117

Förord

Grattis till köpet av en ny robot från Universal Robots, UR5.



Roboten kan programmeras för att flytta ett verktyg och kommunicera med andra maskiner genom elektriska signaler. Det är en arm som består av rör och leder i formpressat aluminium. Det är lätt att programmera roboten med vårt patenterade programmeringsgränssnitt PolyScope, så att roboten kan förflytta ett verktyg längs en önskad rörelsebana.

Kartongernas innehåll

När du beställer en fullständig robot får du två kartonger. Den ena innehåller robotarmen och den andra innehåller:

- Manöverskåp med manöverenhet
- Fästbeslag för manöverskåpet
- Fästbeslag för manöverenheten
- Nyckel till manöverskåpet
- Strömkabel anpassad för den lokala nätspänningen
- Ljuspenna
- Den här handboken

Viktig säkerhetsinformation

Roboten är en **delvis sammansatt maskin** (se 8.4) och därför krävs en riskutvärdering för varje robotinstallation.

Obs: Alla säkerhetsanvisningar i kapitel 1 måste följas.

Hur du läser den här manualen

Den här manualen innehåller instruktioner för att installera och använda roboten. Den består av följande delar:

Bruksanvisning för installation av maskinvara: Mekanisk och elektrisk installation av roboten.

Bruksanvisning för PolyScope: Programmering av roboten.

Den här manualen är avsedd för integratören, som måste ha grundkunskaper i mekanik och elektronik. Integratören kan också känna till grundläggande programmeringskoncept. Det krävs inga specialkunskaper om robotar i allmänhet eller Universal Robots i synnerhet.

Var du kan hitta mer information

Supportwebbplatsen (<http://www.universal-robots.com/support>), som är tillgänglig för alla UR:s distributörer, innehåller ytterligare information, t.ex.:

- Andra språkversioner av den här handboken
- Handboken för **PolyScope** uppdateras efter uppgradering av PolyScope till en ny version
- **Servicehandboken** med anvisningar för felsökning, underhåll och reparation av roboten
- **Skripthandboken** för avancerade användare
- URCAPS där tillbehör kan köpas

Del I

**Bruksanvisning för installation av
maskinvara**

1 Säkerhet

1.1 Inledning

Det här kapitlet innehåller viktig säkerhetsinformation, som måste läsas och förstås av den som integrerar UR-robotar **innan** roboten startas för första gången.

I detta kapitel är de första underavsnitten allmänna. De senare underavsnitten innehåller specifika ingenjördata som är relevanta för att kunna konfigurera och programmera roboten. Kapitlet 2 beskriver och definierar säkerhetsrelaterade funktioner som är extra relevanta för samverkande tillämpningar.

Instruktionerna och vägledning i kapitel 2 samt avsnitt 1.7 är särskilt viktiga.

Det är viktigt att alltid observera och följa alla monteringsanvisningar och vägledning från andra kapitel och delar av den här bruksanvisningen.

Var speciellt observant gällande text som hör till varningssymboler.



OBS:

Universal Robots friskriver sig från ansvar om roboten (armens manöverskåp och/eller teach pendant) skadas, ändras eller modifieras på något sätt. Universal Robots påtar sig inget som helst ansvar för skador som uppkommer på roboten eller på annan utrustning på grund av programmeringsfel eller felfunktioner hos roboten.

1.2 Giltighet och ansvar

Informationen i den här handboken täcker inte konstruktion, installation och drift av en fullständig robottillämpning, och inte heller all kringutrustning som kan påverka säkerheten för det fullständiga systemet. Det fullständiga systemet måste designas och installeras enligt de säkerhetskrav som ställs upp i standarder och regler i det land där roboten installeras.

Den som integrerar UR-robotar är ansvarig för att säkerställa att tillämpliga säkerhetslagar och regler i aktuellt land efterlevs, och att alla realistiska faror i den fullständiga robottillämpningen elimineras.

Detta innefattar, men är inte begränsat till, följande:

- Göra en riskbedömning för hela robotsystemet
- Gränssnitt till andra maskiner och ytterligare säkerhetsanordningar, om dessa definieras av riskbedömningen.
- Göra lämpliga säkerhetsinställningar i programvaran.
- Se till att användaren inte ändrar några säkerhetsåtgärder

- Validera att hela robotsystemet designats och installerats korrekt
- Framställa användningsinstruktioner
- Märka robotinstallationen med relevanta skyltar och integratörens kontaktinformation
- Samla all dokumentation i en teknisk mapp, inklusive riskbedömningen och den här bruksanvisningen

Vägledning om var du kan hitta och läsa tillämpliga standarder och regler finns på <http://universal-robots.com/support/>

1.3 Ansvarsfriskrivning

Ingen information i den här bruksanvisningen ska tolkas som en att UR garanterar att industriroboten inte kan orsaka personskada eller annan skada även om industriroboten följer alla säkerhetsinstruktioner.

1.4 Varningssymboler i den här bruksanvisningen

Symbolerna nedan definierar de rubriker som anger de nivåer för fara som används i hela bruksanvisningen. Samma varningssymboler används på produkten.

**FARA:**

Detta anger en omedelbar elektrisk fara som, om den inte undviks, kan orsaka dödsfall eller allvarlig personskada.

**FARA:**

Detta anger en omedelbar fara som, om den inte undviks, kan orsaka dödsfall eller allvarlig personskada.

**VARNING:**

Detta anger en potentiell elektrisk fara som, om den inte undviks, kan orsaka personskada eller stora skador på utrustningen.

**VARNING:**

Detta anger en potentiell fara som, om den inte undviks, kan orsaka personskada eller stora skador på utrustningen.

**VARNING:**

Detta anger en potentiellt farlig het yta som, om den vidrörs, kan orsaka personskada.

**FÖRSIKTIGT:**

Detta anger en situation som, om den inte undviks, kan orsaka skador på utrustningen.

1.5 Allmänna varningar

Det här avsnittet innehåller några allmänna varningar och försiktighetsuppmaningar som kan upprepas eller förklaras i olika delar av handboken. Andra varningar och försiktighetsuppmaningar förekommer i hela bruksanvisningen.

**FARA:**

Se till att installera roboten och all elektrisk utrustning enligt specifikationerna och varningarna i kapitlen 4 och 5.


VARNING:

1. Se till att robotarmen och verktyget/ändeffektorn är ordentligt fastmonterade.
2. Se till att robotarmen har gott om utrymme så att den kan röra sig fritt.
3. Kontrollera att säkerhetsåtgärderna och/eller parametrarna för robotens säkerhetskfiguration har ställts in för att skydda både programmerare, operatörer och kringstående, enligt definitionen i riskbedömningen.
4. Bär inte löst sittande kläder eller smycken när du arbetar med roboten. Se till att långt hår är uppbundet när du arbetar med roboten.
5. Använd aldrig roboten om den är skadad.
6. Om programvaran anger ett fel ska nödstoppet aktiveras omedelbart. Skriv ner de omständigheter som ledde till felet, leta upp motsvarande felkoder på loggskärmen och kontakta leverantören.
7. Anslut ingen säkerhetsutrustning till normala in- och utgångar. Använd endast säkerhetsrelaterade ingångar/utgångar.
8. Se till att använda korrekt installationsinställningar (t.ex. Robotmonteringsvinkel, vikt i TCP, TCP-förskjutning, säkerhetskfiguration). Spara och ladda installationsfilerna tillsammans med programmet.
9. Frikörningsfunktion (impedans/backdrivning) ska endast användas i installationer där riskbedömningen tillåter det. Verktyg/ändeffektorer och hinder ska inte ha skarpa kanter eller klämpunkter.
10. Se till att varna människor att hålla sitt huvud och ansikten borta från roboten som kör eller roboten som ska starta.
11. Var uppmärksam på robotens rörelse när du använder manöverenheten.
12. Om det fastställs vid riskbedömning, gå inte in i robotens säkerhetsområde och rör inte vid roboten när systemet är i drift.

11. Kollisioner kan utlösa hög kinetisk energi – betydligt mer vid höga hastigheter och tunga nyttolaster. (Kinetisk energi = $\frac{1}{2} \text{massa} \cdot \text{hastighet}^2$)
12. Om olika maskiner kombineras kan detta öka risker eller skapa nya risker. Gör alltid en övergripande riskutvärdering för hela installationen. Beroende av den bedömda risken, kan olika nivåer av funktionell säkerhet tillämpas; därför, när olika prestandanivåer för säkerhet och nödstopp behövs, välj alltid den högsta prestandanivån. Alla instruktioner för all utrustning som används i installationen måste alltid läsas och förstås.
13. Ändra aldrig roboten. En ändring kan skapa faror som inte förutsetts av integratören. All auktoriserad återmontering ska utföras enligt den senaste versionen av alla relevanta servicehandböcker.
14. Om roboten köps med en extra modul (t.ex. Euromap 67-gränssnitt) ska modulen slås upp i respektive bruksanvisning.

**VARNING:**

1. Roboten och dess manöverskåp genererar värme vid drift. Hantera inte roboten och rör inte vid den när den är i drift eller omedelbart efter att den stannat, eftersom en längre kontakt kan orsaka obehag. Låt roboten svalna genom att stänga av den och vänta en timme.
2. Stoppa aldrig in fingrar bakom manöverskåpets interna kåpa.

**FÖRSIKTIGT:**

1. När roboten är kombinerad med eller arbetar med maskiner som kan skada roboten rekommenderar vi starkt att alla funktioner och robotprogrammet testas separat. Vi rekommenderar också att robotprogrammet testas med tillfälliga vägpunkter utanför andra maskiners arbetsområde.
2. Utsätt inte roboten för permanenta magnetfält. Mycket starka magnetfält kan skada roboten.

1.6 Avsedd användning

UR-robotar är industrirobotar avsedda för att hantera verktyg/ändeffektorer och installationer, eller för att bearbeta eller förflytta komponenter eller produkter. Information om de miljöomständigheter under vilka roboten ska användas finns i bilagor B och D.

Robotar från UR är utrustade med speciella säkerhetsrelaterade funktioner som specifikt utformats för samarbetsdrift, där roboten körs utan staket och/eller tillsammans med en människa.

Samarbetsdrift är endast avsedd för riskfria tillämpningar, där hela tillämpningen, inklusive verktyg, arbetsstycke, hinder och andra maskiner, saknar signifikanta risker enligt riskutvärderingen för den specifika tillämpningen.

All användning eller tillämpning som avviker från det avsedda ändamålet ska anses vara otillåtet missbruk. Detta innefattar, men är inte begränsat till, följande:

- Användning i potentiellt explosiva miljöer
- Användning i medicinska och livskritiska tillämpningar
- Användning innan en riskutvärdering genomförts
- Användning utanför angivna specifikationer
- Användning som klätterredskap
- Användning utanför tillåtna driftsparametrar

1.7 Riskutvärdering

En av de viktigaste uppgifterna för integratören är att göra en riskutvärdering. Detta är ett lagstadgat krav i många länder. Själva roboten är en delvis fullbordad maskin, eftersom robotinstallationens säkerhet beror på hur roboten integreras (t.ex. verktyg/ändeffektor, hinder och andra maskiner).

Vi rekommenderar att integratören använder ISO 12100 och ISO 10218-2 för att genomföra riskutvärderingen. Dessutom kan integratören välja att använda den tekniska specifikationen ISO/TS 15066 som ytterligare vägledning.

Riskutvärderingen som integratören utför ska ta hänsyn till alla arbetsrutiner genom robottillämpningens livstid, inklusive men inte begränsat till:

- Robotinlärning under uppsättning och utveckling av robotinstallationen
- Felsökning och underhåll
- Normal drift av robotinstallationen

En riskutvärdering måste utföras **innan** robotarmen startas för första gången. En del av riskutvärderingen som utförs av integratören är att identifiera rätt inställningar under säkerhetskfigurationen. Integratören ska även bedöma behovet av extra stoppknappar och/eller andra skyddsåtgärder som krävs för den specifika robottillämpningen.

Identifiering av rätt inställningar för säkerhetskfigurationen är extra viktigt vid utveckling av samverkande robottillämpningar. Se kapitel 2 och avsnitt II för mer information.

Vissa säkerhetsrelaterade funktioner har konstruerats specifikt för samverkande robottillämpningar. Dessa funktioner är konfigurerbara via inställningarna för säkerhetskfiguration och de är extra viktiga vid hantering av risker i den riskutvärdering som utförs av integratören:

- **Kraft- och effektbegränsning:** Används för att reducera klämkrafter och tryck som roboten utövar i rörelseriktningen vid kollisioner mellan roboten och operatören.
- **Momentbegränsning:** Används för att reducera hög transientenergi och stötkrafter vid kollisioner mellan roboten och operatören, genom att reducera robotens hastighet.
- **Positions begränsning för TCP och verktyg/ändeffektor:** Används i synnerhet för att reducera risker som associeras med vissa kroppsdelar. T.ex. för att undvika rörelse mot huvudet och nacken.
- **Begränsning av TCP- och verktygs/ändeffektorsorientering:** Används i synnerhet för att reducera risker som associeras med vissa områden och funktioner hos verktyg/ändeffektor och arbetsstycke. Ett exempel kan vara att undvika att vassa kanter riktas mot operatören.
- **Hastighetsbegränsning:** Används i synnerhet för att säkerställa låg hastighet hos robotarmen.

Integratören måste förhindra obehöriga personer från att komma åt säkerhetskfigurationen t.ex. genom att använda lösenordsskydd.

En samverkande riskutvärdering av robottillämpning efter kontakter som är avsedda och/eller behövs på grund av förutsägbart missbruk och måste adresseras:

- Allvarlighetsgraden hos enskilda potentiella kollisioner
- Sannolikheten att enskilda potentiella kollisioner ska inträffa
- Möjligheten att undvika enskilda potentiella kollisioner

Om roboten installeras i en icke samverkande robottillämpning där riskerna inte kan elimineras eller minskas på rimligt sätt genom de inbyggda säkerhetsfunktionerna (t.ex. vid användning av ett farligt verktyg/ändeffektor), måste integratörens riskutvärdering fastslå att integratören måste lägga till ytterligare skyddsutrustning (t.ex. en aktiveringsenhet som skyddar användaren under uppsättning och programmering).

Universal Robots har identifierat nedanstående risker som särskilt viktiga, och integratören måste ta hänsyn till dessa.

Obs: Det även kan finnas andra betydande risker i en specifik robotinstallation.

1. Skärskador på grund av vassa kanter och vassa punkter på verktyget/ändeffektorn.
2. Skärskador på grund av vassa kanter och vassa punkter på föremål nära robotens rörelsebana.

3. Risk för blåmärken på grund av kontakt med roboten.
4. Vrickning eller benfrakturer på grund av slag mellan en tung nyttolast och en hård yta.
5. Skador som kan orsakas av lösa skruvar som ska hålla fast robotens arm eller verktyg.
6. Föremål faller ut ur verktyget/ändeffektorn, t.ex. beroende på dåligt grepp eller strömavbrott.
7. Misstag som beror på olika nödstoppsknappar för olika maskiner.
8. Misstag orsakade av obehöriga ändringar av parametrar för säkerhetskfigurationen.

Information om stopptider och stoppavstånd finns i kapitel 2 och bilaga A.

1.8 Nödstopp

Aktivera nödstoppsknappen för att stoppa all robotrörelse omedelbart.

Obs: Enligt IEC 60204-1 och ISO 13850 är nödanordningar inga skydd. Det är kompletterande skyddsåtgärder och är inte avsedda till att förhindra skador.

Robottillämpningens riskutvärdering ska avslutas om fler nödstoppsknappar måste anslutas. Nödstoppsknappar ska uppfylla IEC 60947-5-5 (se avsnitt 5.3.2).

1.9 Rörelse med och utan drivkraft

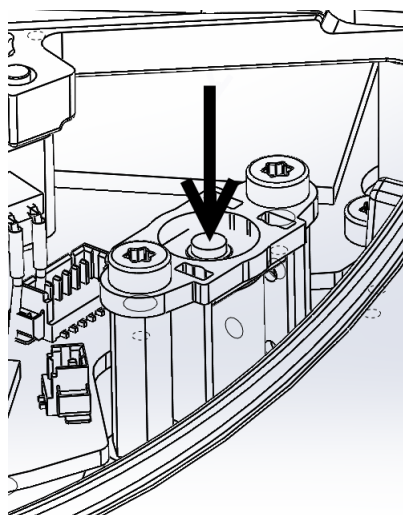
Om det osannolika skulle inträffa att en nödsituation uppstår där en eller flera robotleder måste flyttas och det inte är möjligt eller önskvärt att strömsätta roboten, finns det två olika sätt att framtvinga rörelser i robotens leder:

1. Framtvingad bakåtdrivning: Tvinga en led att röra sig genom att dra eller trycka hårt i robotarmen. Varje ledbroms har en friktionskoppling som möjliggör rörelse vid högt påtvingat vridmoment.
2. Manuell bromslossning: Ta bort ledkåpan genom att skruva ur de M3-skruvar som fäster kåpan på plats. Lossa bromsen genom att trycka på tryckkompparen på den lilla elektromagneten enligt figuren nedan.



VARNING:

1. Möjligheten att flytta robotarmen manuellt är endast avsedd för allvarliga nödsituationer, och kan skada lederna.
2. Om bromsen lossas manuellt kan robotarmen falla av sin egen tyngd. Se till att alltid ha stöd för robotarmen, verktyget/ändeffektorn och arbetsstycket när bromsen lossas.



2 Säkerhetsrelaterade funktioner och gränssnitt

2.1 Inledning

Robotar från UR är utrustade med flera inbyggda säkerhetsrelaterade funktioner samt säkerhetsklassade elektriska gränssnitt för att ansluta till andra maskiner och ytterligare skyddsanordningar. Varje säkerhetsfunktion och gränssnitt är kontrollerad enligt EN ISO13849-1 (se kapitel 8 för certifieringar) med prestandanivå d (PLd).



FARA:

Om andra parametrar används under säkerhetskfigurationen än de som har definierats av integratören vid riskbedömningen kanske befintliga faror inte elimineras eller reduceras tillräckligt.

Se kapitlet 10 avsnitt II för uppgift om konfiguration av säkerhetsrelaterade funktioner, ingångar och utgångar. I kapitlet 5 finns beskrivningar om anslutning av säkerhetsanordningar till det elektriska gränssnittet.



OBS:

1. Användning och konfiguration av säkerhetsrelaterade funktioner och gränssnitt måste uppfylla villkoren för den riskbedömning som integratören utför för en specifik robottillämpning, se avsnittet 1.7 i kapitlet 1.
2. Om roboten upptäcker ett fel eller en överträdelse i säkerhetssystemet, t.ex. om någon av kablarna i en nödstoppkrets har gått av, eller ett gränsvärde för en säkerhetsfunktion har överskridits, initieras ett stopp enligt kategori 0. Tiden för värsta fall, från att ett fel inträffar tills det upptäcks och roboten stannar anges i slutet av det här kapitlet. Den här tiden ska utgöra en del av riskbedömningen som utförs av integratören.

Roboten har ett antal säkerhetsklassade funktioner som kan användas för att begränsa rörelserna för lederna och robotens *Tool Center Point* (TCP). TCP är mittpunkten på utgångsflänsen plus TCP-förskjutningen.

De begränsande säkerhetsrelaterade funktionerna är:

Begränsande säkerhetsfunktion	Beskrivning
Ledposition	Minimum och maximum för vinkelledposition
Ledhastighet	Maximal vinkelledhastighet
TCP-position	Plan i kartesisk rymd som begränsar robotens TCP-position
TCP-hastighet	Högsta hastighet för robotens TCP
TCP-kraft	Högsta tryckkraft för robotens TCP
Rörelsemoment	Högsta rörelsemoment för robotarmen
Effekt	Högsta använda robotarmstyrka

2.2 Säkerhetssystemets stopptider

Säkerhetssystemets stopptid är tiden från det att ett fel eller en säkerhetsöverträdelse inträffar tills att roboten har stannat helt och de mekaniska bromsarna har aktiverats.

De maximala stopptiderna i tabellen måste beaktas om säkerheten för tillämpningen är beroende av robotens stopptid. T.ex. om ett fel i en robot leder till ett stopp av en hel tillverkningslinje, där vissa åtgärder måste göras omedelbart efter ett stopp, så måste den maximala stopptiden beaktas.

Mätningarna utförs med följande konfiguration för roboten:

- Utsträckning: 100 % (robotarmen är fullt utsträckt horisontellt).
- Hastighet: TCP-hastighetsgränsen i säkerhetssystemet har ställts in på det beskrivna gränsvärdet.
- Nyttolast: maximal nyttolast som hanteras av roboten kopplad till TCP (5 kg).

Värsta fall vad gäller stopptid enligt stoppkategori¹ 0 vid överträdelse av ett säkerhetsgränsvärde eller gränssnitt visas i efterföljande tabell.

TCP-hastighetsgräns	Maximal stopptid
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 Begränsande säkerhetsrelaterade funktioner

Avancerad programvara för kontroll av rörelsebanan minskar hastigheten eller utfärdar ett programkörningsstopp om robotarmen närmar sig en säkerhetsrelaterad gräns. Brott mot gränserna kommer alltså bara att inträffa i exceptionella fall. Om en gräns bryts kommer säkerhetssystemet ändå att utfärda en stoppkategori 0.

¹Stoppkategorier följer IEC 60204-1, se ordlista för mer information.

Begränsande säkerhetsfunktion	Värsta fall			
	Konfidens	Avkänningstid	Strömlöshetstid	Reaktionstid
Ledposition	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Ledhastighet	1.15 °/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
TCP-position	20 mm	100 ms	1000 ms	1100 ms
TCP-orientering	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
TCP-hastighet	50 mm/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
TCP-kraft	25 N	250 ms	1000 ms	1250 ms
Rörelsemoment	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Effekt	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

Systemet anses vara *strömlöst* när 48 V-bussspänningen når en elektrisk potential under 7,3 V. Strömlöshetstiden är den tid som går mellan att en händelse upptäcks tills systemet har blivit strömlöst.

**WARNING:**

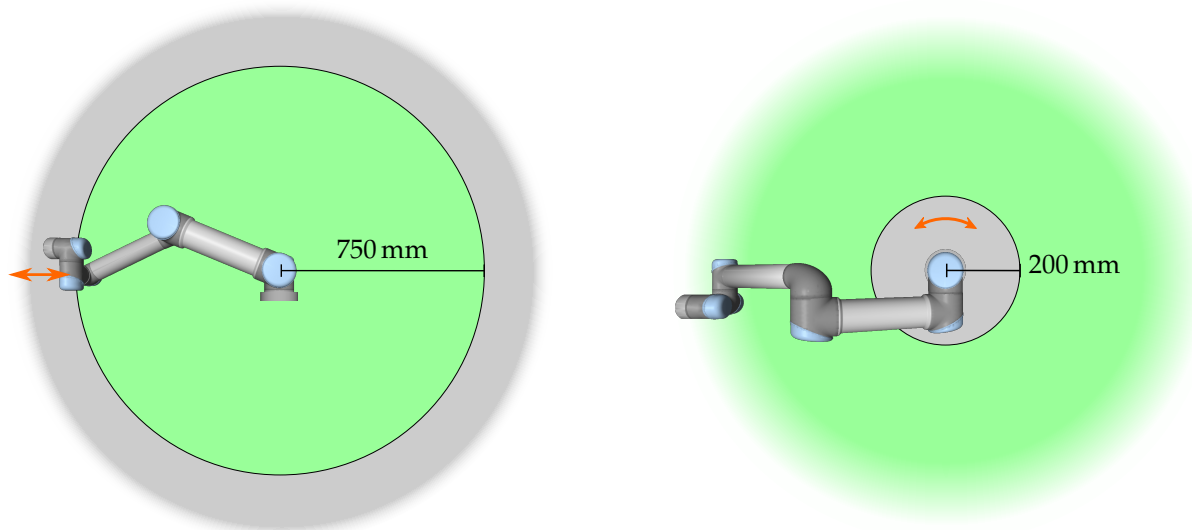
Det finns två undantag till kraftbegränsningsfunktionen som är viktiga att lägga märke till när robotens arbetscell designas. Dessa illustreras i figur 2.1. När roboten sträcker ut sig kan knäledseffekten ge starka krafter i radiell riktning (ut från basen), men samtidigt låga hastigheter. På liknande sätt kan den korta hävarmen, när verktyget är nära basen och rör sig tangentiellt (runt) mot basen, orsaka starka krafter, även detta vid låga hastigheter. Klämrisk kan undvikas genom att t.ex. ta bort hinder i dessa områden, placera roboten annorlunda eller använda en kombination av säkerhetsplan och ledbegränsningar för att eliminera faran genom att hindra roboten från att flytta sig in i den här delen av arbetsområdet.

**WARNING:**

Om roboten används i manuella handledstillämpningar med linjära rörelser, måste den sammanlagda hastighetsgränsen ställas in till maximalt 40 grader per sekund för bas- och axelleder såvida inte en riskbedömning visar att hastigheter över 40 grader per sekund är acceptabla. Detta förhindrar snabba armbågsrörelser hos roboten nära singulariteter.

2.4 Säkerhetslägen

Normalt och reducerat läge Säkerhetssystemet har två konfigurerbara säkerhetslägen: *Normal* och *Reducerat*. Det går att konfigurera säkerhetsgränser för båda dessa lägen. Reducerat läge är aktivt när robotens TCP finns bortom ett plan som angetts som *Utlös Reducerat läge* eller när det utlöstes med en säkerhetsingång.



Figur 2.1: Vissa områden av arbetsområdet ska särskilt uppmärksammas beträffande klämrisk på grund av robotarmens fysiska egenskaper. Ett område har definierats för radiella rörelser, när handled 1 är på ett avstånd av minst 750 mm från robotens bas. Det andra området är inom 200 mm från robotens bas, när den rör sig i tangentiell riktning.

På den sida av plan som angetts som *Utlös Reducerat läge* där gränsuppsättningen för normalt läge definierats, finns det ett område på 20 mm där gränsuppsättningen för reducerat läge accepteras. När läget Reducerat utlöses av en säkerhetsingång accepteras båda gränsuppsättningarna under 500 ms.

Återställningsläge När en säkerhetsgräns överskrids måste säkerhetssystemet startas om. Om systemet ligger utanför en säkerhetsgräns vid start (t.ex. utanför en gräns för ledposition), aktiveras specialläget *Återställning*. I läget Återställning går det inte att köra program för roboten, men robotarmen kan manuellt flyttas tillbaka inom gränserna antingen med läget *Frikörning* eller på fliken Flytta i PolyScope (se II "Bruksanvisning för PolyScope"). Säkerhetsgränserna för läget *Återställning* är:

Begränsande säkerhetsfunktion	Gräns
Ledhastighet	30 °/s
TCP-hastighet	250 mm/s
TCP-kraft	100 N
Rörelsemoment	10 kg m/s
Effekt	80 W

Säkerhetssystemet utfärdar ett stopp i kategori 0 vid brott mot dessa gränser.



VARNING:

Observera att gränserna för *ledposition*, *TCP-position* och *TCP-orientering* är inaktiverade i läget Återställning. Var försiktig när robotarmen förs tillbaka inom gränserna.

2.5 Säkerhetsrelaterade elektriska gränssnitt

Roboten är utrustad med flera säkerhetsrelaterade elektriska in- och utgångar. Alla säkerhetsrelaterade elektriska in- och utgångar är tvåkanaliga. De är i säkert läge vid låg signal, t.ex. nödstoppet är inte aktivt när signalerna är höga (+24 V).

2.5.1 Säkerhetsrelaterade elektriska ingångar

I tabellen nedan visas en översikt över de säkerhetsrelaterade elektriska ingångarna.

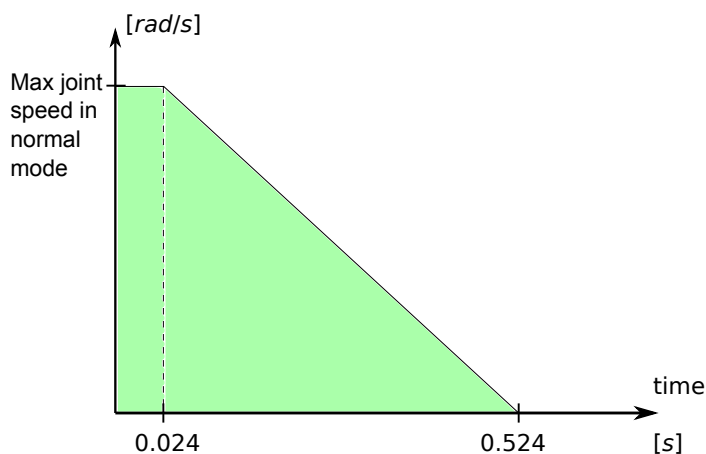
Säkerhetsingång	Beskrivning
Robotnödstopp	(Dedicerad ingång). Utför ett stopp enligt Kategori 1. Detta kan vidarebefordras till andra maskiner med utgången <i>Systemnödstopp</i> när denna har konfigurerats.
Nödstoppsknapp	(Knappen Manöverenhet/Teach Pendant). Utför ett stopp enligt Kategori 1. Detta kan vidarebefordras till andra maskiner med utgången <i>Systemnödstopp</i> när denna har konfigurerats.
Systemnödstopp	(Konfigurerbar ingång). Utför ett stopp enligt Kategori 1. För att undvika låsningar kommer den här signalen inte att vidarebefordras till andra maskiner via utgången <i>Systemnödstopp</i> .
Skyddsstopp	(Dedicerad ingång). Utför ett stopp enligt Kategori 2.
Återställ skyddsstopp	(Konfigurerbar ingång). Låter roboten återgå från läget <i>Skyddsstoppad</i> , när en kant tas emot på ingången <i>Indata</i> för återställning av skyddsstopp.
Reducerat läge	(Konfigurerbar ingång). Säkerhetssystemet går över till gränsvärdena för läget <i>Reducerat</i> .
Aktiveringsenhet för 3-position	(Konfigurerbar ingång). Fungerar som skyddsstopp-singång när driftlägesingången är hög.
Driftläge	(Konfigurerbar ingång). Driftläget ska användas när en 3-lägesenhet har konfigurerats.

Stopp i kategori 1 och kategori 2 bromsar roboten med drivkraften på, så att roboten kan stanna utan att avvika från sin aktuella bana.

Övervakning av säkerhetsingångarna Stopp i kategori 1 och kategori 2 övervakas av säkerhetssystemet på följande sätt:

1. Säkerhetssystemet övervakar att inbromsningen startas inom 24 ms. Se figur 2.2.
2. Om en led är i rörelse övervakas dess hastighet så att den aldrig är högre än den hastighet som fås vid konstant inbromsning från gränsvärdet för maximal ledhastighet för läget *Normal* till 0 rad/s på 500 ms.
3. Om leden är i vila (ledhastigheten är mindre än 0,2 rad/s), kontrolleras det att den inte rör sig mer än 0,05 rad från den position den hade när hastigheten uppmättes till under 0,2 rad/s.

För ett stopp i kategori 1 övervakar säkerhetssystemet att strömlösheten inträder inom 600 ms efter att robotarmen slutat röra sig. Efter en insignal från ett skyddsstopp tillåts dessutom bara robotarmen att röra sig igen efter att en positiv kant



Figur 2.2: Det gröna området under kurvan är tillåtna hastigheter för en led under inbromsning. Vid tiden 0 upptäcks en händelse (nödstopp eller skyddsstopp) vid säkerhetsprocessorn. Inbromsningen börjar efter 24 ms.

kommit in till skyddsstoppsingången. Om något av ovanstående inte uppfylls utfärdar säkerhetssystemet ett stopp i kategori 0.

En övergång till läget *Reducerad* som utlöses av insignal för reducerat läge övervakas enligt följande:

1. Säkerhetssystemet accepterar både gränsuppsättningen för lägena *Normal* och *Reducerad* under 500 ms efter att ingången för reducerat läge utlösts.
2. Efter 500 ms gäller endast gränserna för läget *Reducerad*.

Om något av ovanstående inte uppfylls utfärdar säkerhetssystemet ett stopp i kategori 0.

Stopp i kategori 0 genomförs av säkerhetssystemet med de prestanda som beskrivs i efterföljande tabell. Reaktionstiden för värsta fall är den tid det tar att stanna och att *ladda ur* (till en elektrisk potential under 7,3 V) en robot som körs med högsta hastighet och nyttolast.

Säkerhetsingångsfunktion	Värsta fall		
	Avkänningstid	Strömlöshetstid	Reaktionstid
Robotnödstopp	250 ms	1000 ms	1250 ms
Nödstoppsknapp	250 ms	1000 ms	1250 ms
Systemnödstopp	250 ms	1000 ms	1250 ms
Skyddsstopp	250 ms	1000 ms	1250 ms

2.5.2 Säkerhetsrelaterade elektriska utgångar

I tabellen nedan visas en översikt över de säkerhetsrelaterade elektriska utgångarna.

2.5 Säkerhetsrelaterade elektriska gränssnitt

Säkerhetsutgång	Beskrivning
Systemnödstopp	Logiskt låg när ingången <i>Robotnödstopp</i> är logiskt låg eller när nödstoppknappen har intryckts.
Roboten är i rörelse	När den här signalen är logiskt hög rör sig ingen enskild led på robotarmen mer än 0,1 rad.
Roboten stoppar inte	Logiskt hög när roboten har stannat eller håller på att stanna efter ett nödstopp eller skyddsstopp. I annat fall är den logiskt låg.
Reducerat läge	Logiskt låg när säkerhetssystemet är i <i>Reducerat</i> läge.
Ej reducerat läge	Inversen av utgången <i>Reducerat läge</i> .

Om en säkerhetsutgång inte har ställts in korrekt utfärdar säkerhetssystemet ett stopp i kategori 0, med följande reaktionstider i värsta fall:

Säkerhetsutgång	Reaktionstid i värsta fall
Systemnödstopp	1100 ms
Roboten är i rörelse	1100 ms
Roboten stoppar inte	1100 ms
Reducerat läge	1100 ms
Ej reducerat läge	1100 ms

3 Transport

Transportera roboten i originalförpackningen. Förvara förpackningsmaterialet torrt. Du kan behöva packa och flytta roboten vid en senare tidpunkt.

Lyft robotarmens båda rör samtidigt när du flyttar den från förpackningen till installationsplatsen. Håll roboten på plats tills alla monteringsbultar vid robotens bas har dragits åt ordentligt.

Manöverskåpet ska lyftas i handtaget.



WARNING:

1. Överbelasta inte din rygg eller andra kroppsdelar när utrustningen lyfts. Använd lämplig lyftutrustning. Alla regionala och nationella riktlinjer för lyft ska följas. Universal Robots påtar sig inget ansvar för skador som orsakas av att utrustningen transporteras.
2. Se till att roboten monteras enligt monteringsinstruktionerna i kapitel 4.

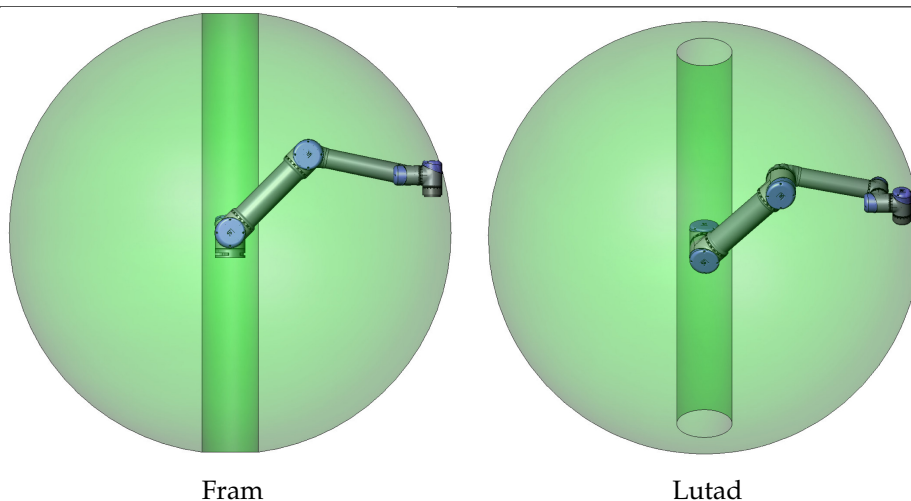
4 Mekaniskt gränssnitt

4.1 Inledning

Det här kapitlet beskriver grunderna i monteringen av robotsystemets olika delar. Instruktionerna för elektrisk installation i kapitel 5 måste följas.

4.2 Robotens arbetsutrymme

Arbetsutrymmet för roboten UR5 sträcker sig 850 mm från basleden. Det är viktigt att ta hänsyn till den cylinderformade volymen direkt ovanför och direkt nedanför robotbasen när du väljer en plats för att montera roboten. Flytta inte verktyget i närheten av den cylinderformade volymen eftersom detta kan få robotlederna att röra sig snabbt även om verktyget rör sig långsamt. Roboten kan då inte arbeta effektivt och att det är svårt att genomföra en riskbedömning.



4.3 Montering

Robotarm Robotarmen monteras med hjälp av fyra M8skruvar i de fyra 8.5 mm-hålen på robotens bas. Vi rekommenderar att dra åt skruvarna till ett vridmoment på 20 N m Nm. Om robotarmen behöver mycket noggrann ompositionering finns två Ø8-hål som är avsedda att användas med ett stift. Det går även att köpa ett passande basmotstycke som tillhör. Figur 4.1 visar var hål ska borraras och skruvar monteras.

Montera roboten på en stabil yta som är tillräckligt kraftig för att tåla minst tio gånger basledens fulla vridmoment och minst fem gånger robotarmens vikt. Dessutom måste ytan vara vibrationsfri.

Om roboten monteras på en linjärxel eller en rörlig plattform måste den rörliga monteringsbasens acceleration vara mycket låg. En hög acceleration kan få roboten att stanna, eftersom den kan uppfatta detta som att den stött i ett hinder.


FARA:

Se till att robotarmen är ordentligt fastmonterad. Monteringsytan måste vara kraftig.


FÖRSIKTIGT:

Om roboten är nedsänkt i vatten under en längre tid kan den skadas. Roboten ska inte monteras i vatten eller en våt miljö.

Verktyg Robotens verktygsfläns har fyra gängade M6-hål för montering av ett verktyg på roboten. M6-skruvarna ska dras åt till 9 Nm. Om verktyget behöver mycket noggrann ompositionering finns ett Ø 6-hål som är avsett att användas med ett stift. Figur 4.2 visar var hål ska borraras och skruvar monteras.


FARA:

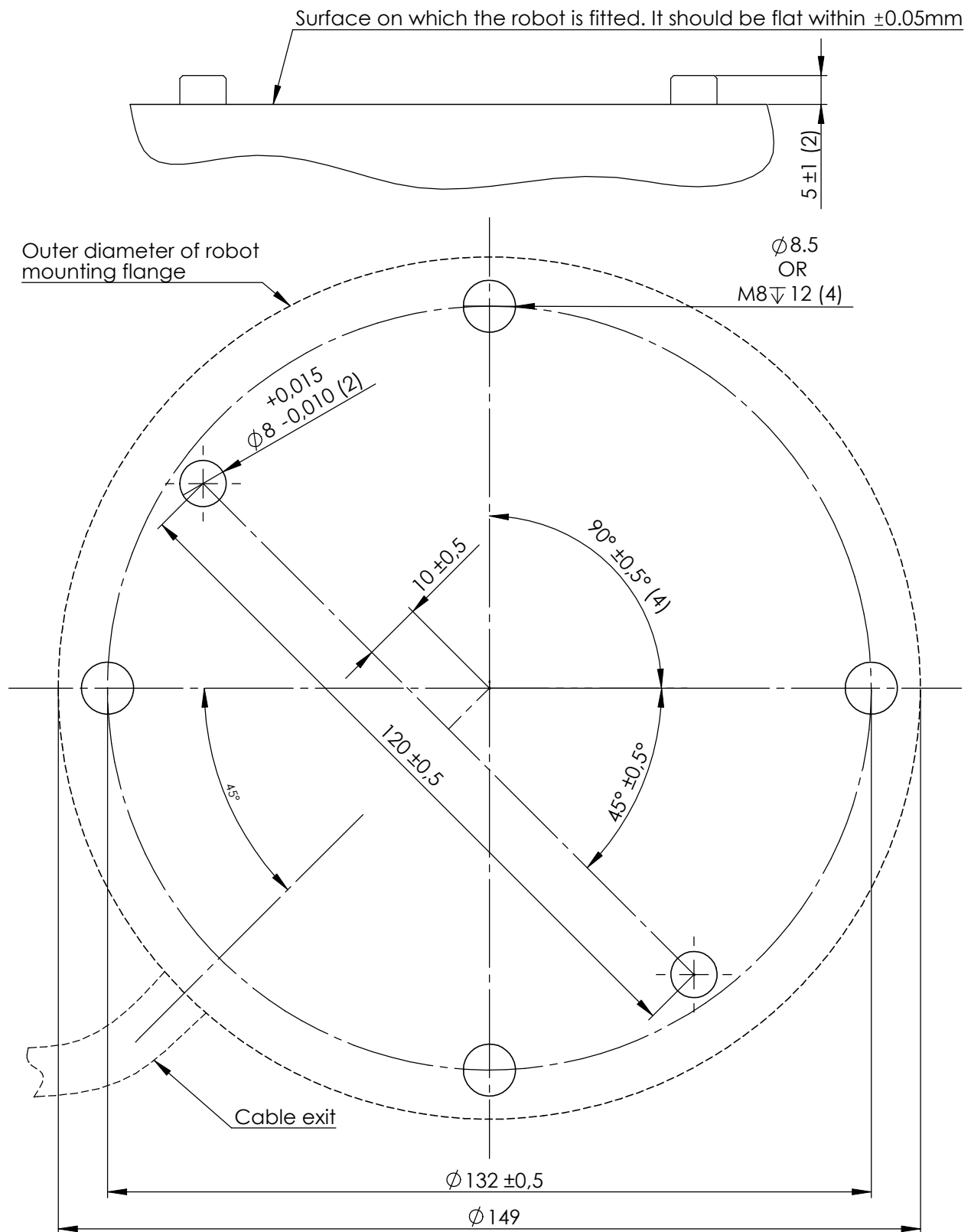
1. Se till att verktyget är ordentligt fastmonterat.
2. Kontrollera att verktyget konstruerats på ett sådant sätt att det inte kan skapa en farlig situation genom att oväntat tappa en del.

Manöverskåp Manöverskåpet kan hängas upp på en vägg eller placeras på marken. 50 mm fritt utrymme på var sida krävs för tillräckligt luftflöde. Det går att köpa extra fästen för montering.

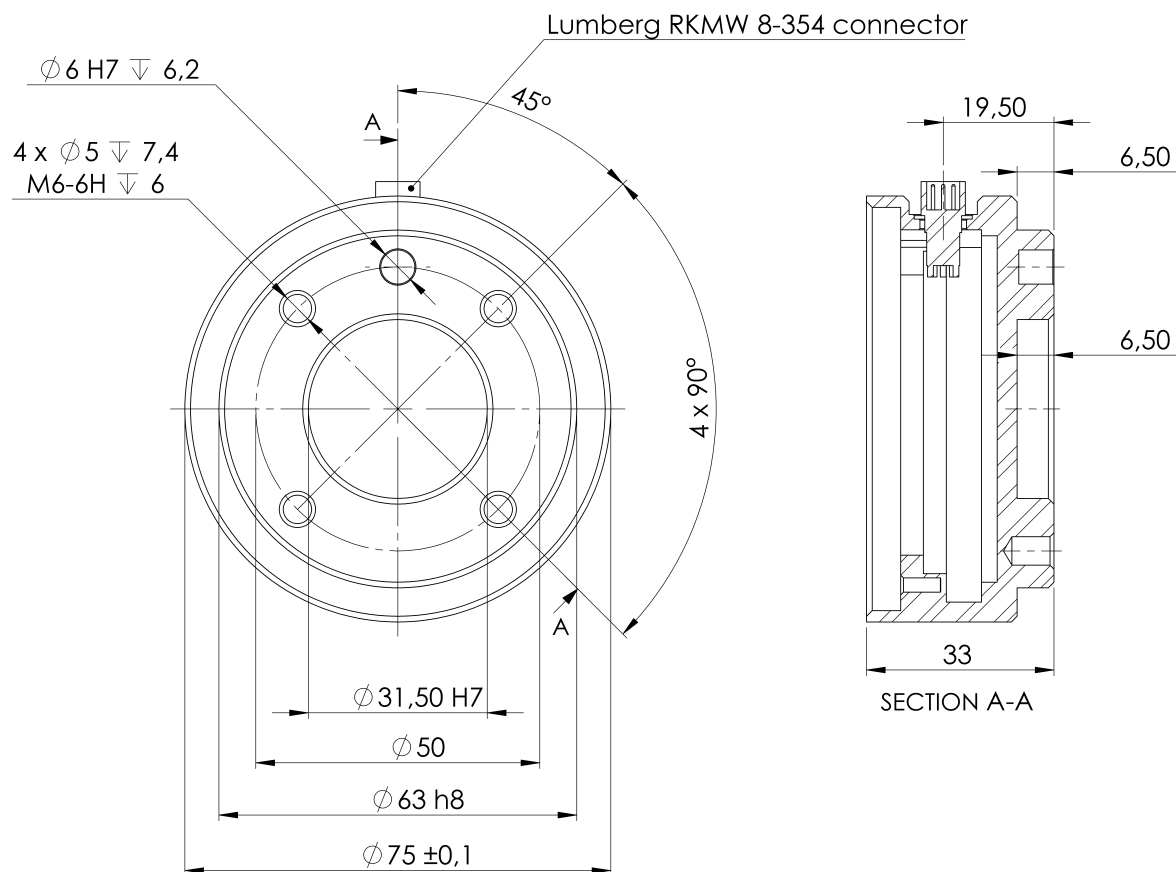
Manöverenhet Manöverenheten (Teach Pendant) kan hängas på en vägg eller på manöverskåpet. Det går att köpa extra fästen för montering av manöverenheten. Se till att ingen kan snubbla på kabeln.


FARA:

1. Se till att manöverskåpet, manöverenheten och kablarna inte kommer i kontakt med vätskor. Ett vått manöverskåp kan orsaka dödsfall.
2. Manöverskåpet och manöverenheten får inte utsättas för dammiga eller fuktiga miljöer som överskrider IP20-klassning. Var speciellt försiktig med miljöer med elektriskt ledande damm.



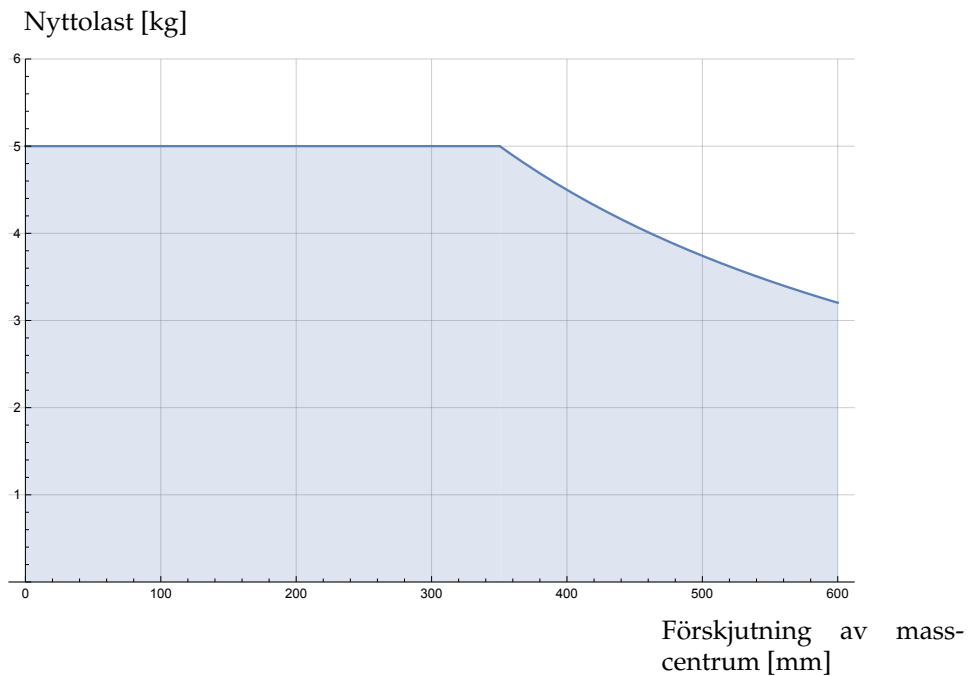
Figur 4.1: Hål för montering av roboten. Använd fyra M8skruvar. Alla mått anges i mm.



Figur 4.2: Verktygets utgångsfläns, ISO 9409-1-50-4-M6. Här ska verktyget monteras på robotens spets. Alla mått anges i mm.

4.4 Maximal nyttolast

Den maximalt tillåtna nyttolasten för robotarmen beror på *förskjutningen av masscentrum*, se figur 4.3. Förskjutningen av masscentrum definieras som avståndet mellan centrum för verktygets utgångsfläns och masscentrum.



Figur 4.3: Förhållandet mellan maximal tillåten nyttolast och förskjutningen av masscentrum.

5 Elektriskt gränssnitt

5.1 Inledning

Det här kapitlet beskriver alla de elektriska gränssnitten för robotarmen och manöverskåpet. De olika gränssnitten är uppdelade i fem grupper med olika syfte och egenskaper:

- I/O för manöverenhet
- I/O för verktyget
- Ethernet
- Nätspänningsanslutning
- Robotanslutning

Termen **I/O** refererar till både digitala och analoga styrsignaler som går från eller till ett gränssnitt.

Dessa fem grupper beskrivs i följande avsnitt. Exempel ges för de flesta typer av in- och utgångar.

Varningarna i följande avsnitt är relevanta för alla fem grupperna och måste följas.

5.2 Elektriska varningar

Följande varningar måste följas när en robottillämpning designas och installeras. Varningarna gäller även för servicearbete.



FARA:

1. Anslut aldrig säkerhetssignaler till en PLC som inte är en säkerhets-PLC med korrekt säkerhetsnivå. Om denna varning inte följs kan resultatet bli allvarlig personskada eller dödsfall, eftersom det kan gå att åsidosätta skyddsfunktioner. Det är viktigt att hålla signaler för säkerhetsgränssnittet separerade från de normala I/O-gränssnittssignalerna.
2. Alla säkerhetsrelaterade signaler är konstruerade med redundans (två oberoende kanaler). Håll de två kanalerna separata, så att ett enda fel inte kan leda till att säkerhetsfunktionen går förlorad.
3. Vissa in- och utgångar inuti manöverskåpet kan konfigureras för antingen normal eller säkerhetsrelaterad in- och utsignal. Läs och förstå hela avsnittet 5.3.


FARA:

1. Kontrollera att all utrustning som inte godkänts för att utsättas vatten hålls torr. Om vatten har kommit in i produkten ska all ström processbrytas och varningsmärkas. Kontakta sedan leverantören.
2. Använd endast de originalkablar som levereras med roboten. Använd inte roboten i tillämpningar där kablarna utsätts för böjning. Kontakta leverantören om du behöver längre eller böjbara sladdar.
3. Negativa anslutningar betecknas som **GND** (jord), och ansluts till robotens och manöverskåpets skärmning. Alla nämnda **GND**-anslutningar är endast avsedda för drift- och signalspänning. För skyddsjord (PE, Protective Earth) använder du de M6-skruvanslutningar som är märkta med jordsymboler inuti manöverskåpet. Jordledaren ska tåla minst den starkaste strömmen i systemet.
4. Var noggrann när gränssnittskablar installeras till robotens I/O. Metallplattan i botten är avsedd för gränssnittskablar och anslutningar. Ta bort plattan innan du borrar hålen. Kontrollera att alla spån avlägsnats innan du monterar tillbaka plattan. Kom ihåg att använda packningsringar av rätt storlek.


FÖRSIKTIGT:

1. Roboten har testats enligt internationell IEC-standard för elektromagnetisk kompatibilitet (ElectroMagnetic Compatibility, EMC). Störande signaler av högre nivåer än de som definierats i den specifika IEC-standarderna kan orsaka att roboten uppträder på ett oväntat sätt. Mycket höga signalnivåer eller långvarig exponering kan skada roboten permanent. EMC-problem inträffar erfarenhetsmässigt oftast vid svetsningsprocesser, och aviseras vanligen genom felmeddelanden i loggen. Universal Robots påtar sig inget ansvar för skador som orsakas av EMC-problem.
2. I/O-kablar som går från manöverskåpet till annan maskinutrustning och fabriksutrustning inte vara längre än 30 m såvida inte utökade tester utförts.

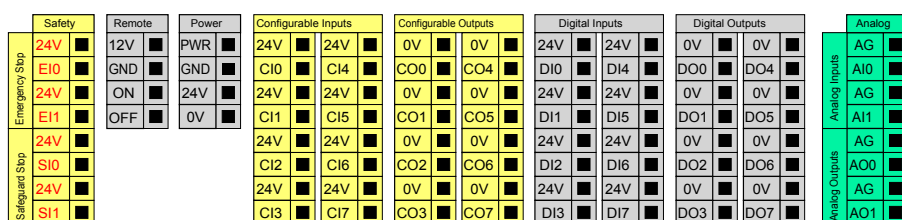
**OBS:**

Alla spänningar och strömmar är likström (DC, Direct Current) om inget annat anges.

5.3 I/O för manöverenhet

I det här kapitlet förklaras hur man ansluter utrustning till I/O inuti manöverskåp. Dessa in- och utgångar är mycket flexibla och kan användas till ett brett spektrum utrustning, inklusive pneumatiska relän, PLC och nödstoppssknappar.

Illustrationen nedan visar layouten för det elektriska gränssnittet inuti manöverskåpet.



De olika färgernas betydelse måste följas. Se nedan.

Gul med röd text	Avdelade säkerhetssignaler
Gul med svart text	Kan konfigureras för säkerhet
Grå med svart text	Allmän digital I/O
Grön med svart text	Allmän analog I/O

Konfigurerbar I/O kan konfigureras antingen som säkerhetsrelaterad I/O eller som allmän I/O i det grafiska användargränssnittet. Mer information finns i del II.

Hur du använder de digitala in- och utgångarna beskrivs i följande avsnitt. Det avsnitt som beskriver de gemensamma specifikationerna måste följas.

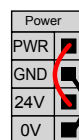
5.3.1 Gemensamma specifikationer för alla digitala in- och utgångar

Det här avsnittet definierar elektriska specifikationer för följande 24 V digital I/O i manöverskåpet.

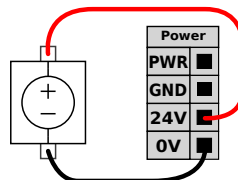
- Säkerhets-I/O.
- Konfigurerbar I/O.
- Allmän I/O.

Det är mycket viktigt att robotar från UR installeras enligt de elektriska specifikationerna, som är samma för de tre olika typerna av ingångar.

Det går att driva de digitala in- och utgångarna från en intern 24 V strömkälla eller en extern strömkälla genom att konfigurera det polblock som kallas **Ström**. Blocket består av fyra poler. De två övre (PWR och GND) är 24 V och jord från den interna 24 V-källan. De två nedre polerna (24 V och 0 V) i blocket är den 24 V-ingång som försörjer in- och utgången. Standardkonfigurationen är att använda den interna strömkällan. Se nedan.



Om högre strömstyrka krävs kan en extern strömkälla anslutas enligt nedan.



De elektriska specifikationerna för både den interna strömkällan och en extern strömkälla visas nedan.

Poler	Parameter	Min	Typ	Max	Enhet
<i>Intern 24 V strömkälla</i>					
[PWR - GND]	Spänning	23	24	25	V
[PWR - GND]	Ström	0	-	2	A
<i>Extern 24 V inspänning, krav</i>					
[24V - 0V]	Spänning	20	24	29	V
[24V - 0V]	Ström	0	-	6	A

De digitala in- och utgångarna har konstruerats enligt IEC 61131-2. De elektriska specifikationerna visas nedan:

Poler	Parameter	Min	Typ	Max	Enhet
<i>Digitala utgångar</i>					
[COx / DOx]	Nuvarande*	0	-	1	A
[COx / DOx]	Spänningsfall	0	-	0,5	V
[COx / DOx]	Läckström	0	-	0,1	mA
[COx / DOx]	Funktion	-	PNP	-	Typ
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1 A	-	Typ
<i>Digitala ingångar</i>					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Spänning	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	OFF-område	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	ON-område	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Ström (11-30 V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Funktion	-	PNP	-	Typ
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Typ

Obs: *För resistiva eller induktiva belastningar på max. 1H


OBS:

Beteckningen **konfigurerbar** används för I/O som kan konfigureras antingen som säkerhetsrelaterad I/O eller normal I/O. Detta är de gula polerna med svart text.

5.3.2 Säkerhets-I/O

Det här avsnittet beskriver de dedikerade säkerhetsingångarna (gul pol med röd text) och de konfigurerbara in- och utgångarna (gula poler med svart text) när dessa konfigurerats som säkerhets-I/O. De gemensamma specifikationerna i avsnitt 5.3.1 måste följas.

Säkerhetsanordningar och utrustning måste installeras enligt säkerhetsinstruktionerna och riskutvärderingen (se kapitel 1).

Alla säkerhets-I/O fungerar parvis (redundanta) och måste hållas som två olika kretsar. Ett enskilt fel får inte orsaka att säkerhetsfunktionen slutar fungera.

De två permanenta säkerhetsingångarna är Robotnödstopp och Skyddsstopp. Ingången Robotnödstopp är endast för nödstoppsutrustning. Ingången Skyddsstopp är för alla typer av säkerhetsrelaterad skyddsutrustning. Funktionsskillnaderna beskrivs nedan.

	Nödstopp	Skyddsstopp
Roboten slutar röra sig	Ja	Ja
Programkörning	Stoppas	Pausas
Robotström	Av	På
Återställning	Manuell	Automatisk eller manuell
Hur ofta den används	Sällan	En gång per cykel till sällan
Kräver oinitiering	Endast bromslossning	Nej
Stoppkategori (IEC 60204-1)	1	2
Prestandanivå hos övervakningsfunktionen (ISO 13849-1)	PLd	PLd

Det går att använda de konfigurerbara in- och utgångarna till att lägga upp in- och utgångar för ytterligare säkerhetsfunktioner, t.ex. nödstoppsutgång. Konfigurering av en uppsättning konfigurerbara in- och utgångar för säkerhetsfunktioner görs med det grafiska användargränssnittet. Se avsnitt II.

Några exempel på hur säkerhets-I/O används finns i följande underavsnitt.

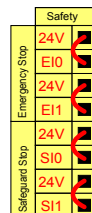


FARA:

1. Anslut aldrig säkerhetssignaler till en PLC som inte är en säkerhets-PLC med korrekt säkerhetsnivå. Om denna varning inte följs kan resultatet bli allvarlig personskada eller dödsfall, eftersom det kan gå att åsidosätta skyddsfunktioner. Det är viktigt att hålla signaler för säkerhetsgränssnittet separerade från de normala I/O-gränssnittssignalerna.
2. Alla säkerhetsrelaterade in- och utgångar är konstruerade med redundans (två oberoende kanaler). Håll de två kanalerna separata, så att ett enda fel inte kan leda till att säkerhetsfunktionen går förlorad.
3. Säkerhetsfunktionerna måste verifieras innan roboten tas i drift. Säkerhetsfunktionerna måste testas regelbundet.
4. Robotinstallationen ska uppfylla dessa specifikationer. Annars kan resultatet bli allvarlig personskada eller dödsfall, eftersom det kan gå att åsidosätta skyddsfunktionen.

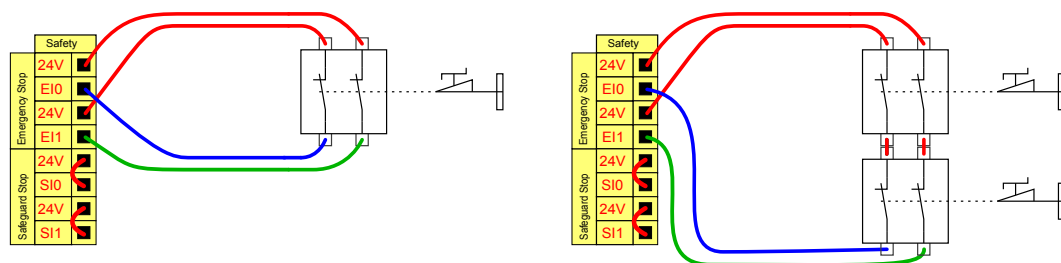
5.3.2.1 Standardsäkerhetskfiguration

Roboten levereras med en standardkonfiguration som möjliggör drift utan ytterligare skyddsutrustning. Se illustrationen nedan.



5.3.2.2 Ansluta nödstoppsknappar

Nästan alla tillämpningar kräver användning av en eller flera extra nödstoppsknappar. Illustrationen nedan visar hur en eller flera nödstoppsknappar kan anslutas.



5.3.2.3 Dela nödstopp med andra maskiner

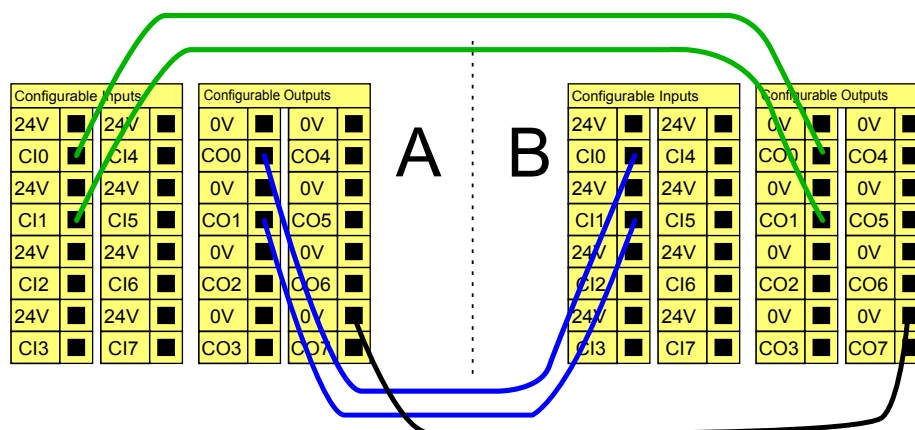
Man vill ofta lägga upp en gemensam nödstoppskrets när roboten används tillsammans med andra maskiner. På så sätt behöver inte operatören tänka på vilka nödstoppsknappar som ska användas.

Ingången Robotnödstopp kan inte användas för startändamål, eftersom båda maskinerna kommer att vänta på att den andra ska gå ur nödstoppet.

För att kunna dela nödstoppsfunktionen med annan utrustning måste följande konfigurerbara I/O-funktioner konfigureras med det grafiska användargränssnittet.

- Konfigurerbart ingångspar: Externt nödstopp.
- Konfigurerbart utgångspar: Systemnödstopp.

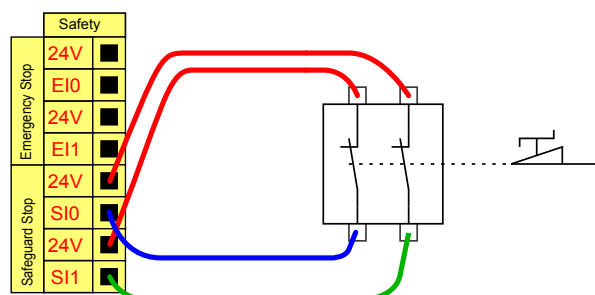
Illustrationen nedan visar hur två robotar från UR delar nödstoppsfunktioner. I det här exemplet används de konfigurerbara i- och utgångarna "CI0-CI1" och "CO0-CO1".



Om fler än två UR-robotar eller andra maskiner måste anslutas krävs en säkerhets-PCL för att styra nödstoppssignalerna.

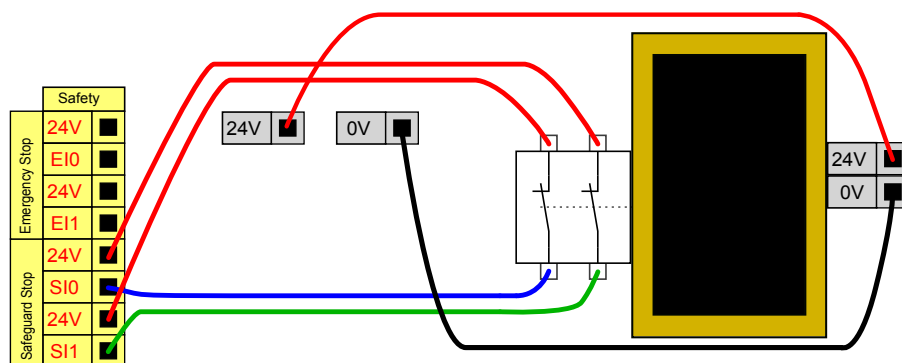
5.3.2.4 Skyddsstopp med automatisk återstart

Ett exempel på en grundläggande skyddsstoppsanordning är en dörrbrytare som stoppar roboten när en dörr öppnas. Se illustrationen nedan.



Den här konfigurationen är endast avsedd att användas när operatören inte kan gå igenom dörren och stänga den bakom sig. Den konfigurerbara in- och utgången kan användas för att lägga upp en återställningsknapp utanför dörren som återaktiverar robotrörelsen.

Ett annat exempel där automatisk återstart kan vara lämplig är vid användning av en skyddsmatta eller en säkerhetsrelaterad laserskanner. Se nedan.

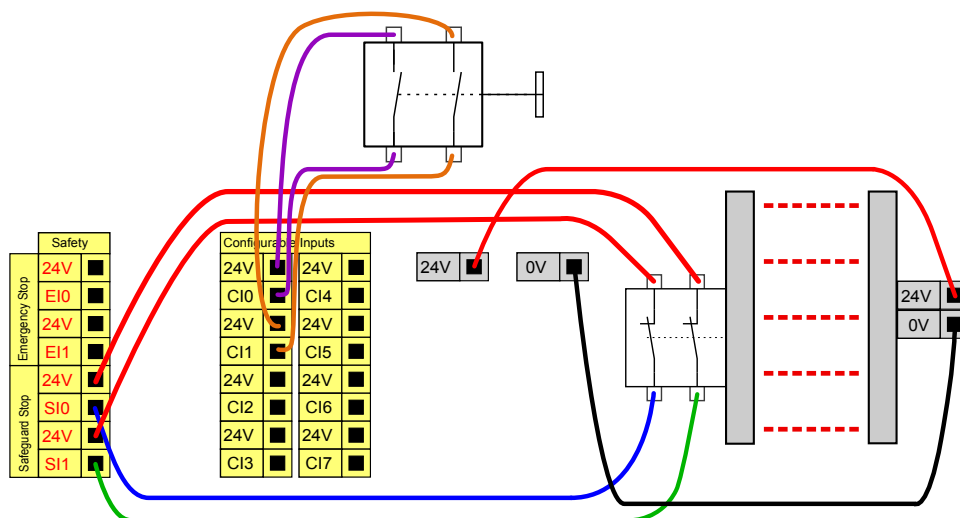


FARA:

1. Roboten återtar sin rörelse automatiskt när skyddssignalen återupprättas. Använd inte den här konfigurationen om signalen kan återupprättas inifrån skyddsområdet.

5.3.2.5 Skyddsstopp med återställningsknapp

Om skyddsgränssnittet används som gränssnitt till en ljusridå, krävs en återställningsanordning utanför säkerhetsgränsen. Återställningsknappen måste vara av tvåkanalstyp. I det här exemplet är den in- och utgång som konfigurerats för återställningen "CI0-CI1". Se nedan.



5.3.3 Allmän digital I/O

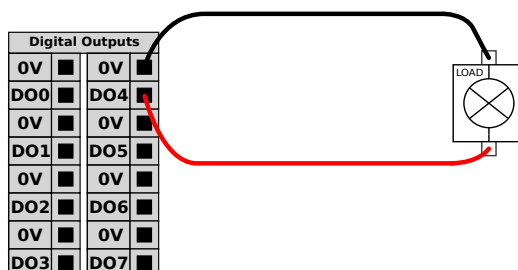
Det här avsnittet beskriver de allmänna 24 V in- och utgången (grå poler) och de konfigurerbara in- och utgångarna (gula poler med svart text) när dessa inte konfigurerats som säkerhets-I/O. De gemensamma specifikationerna i avsnittet 5.3.1 måste följas.

De allmänna in- och utgångarna kan användas för att driva utrustning som pneumatiska reläer direkt eller förkommunikation med andra PLC-system. Alla digitala utgångar kan inaktiveras automatiskt när programkörningen stoppas. Mer information finns i avsnittet II. I detta läge är utgången alltid låg när inget program

körs. Exempel visas i följande underavsnitt. Dessa exempel använder normala digitala utgångar, men det hade gått lika bra med valfria konfigurerbara utgångar så länge de inte konfigurerats för att utföra en säkerhetsfunktion.

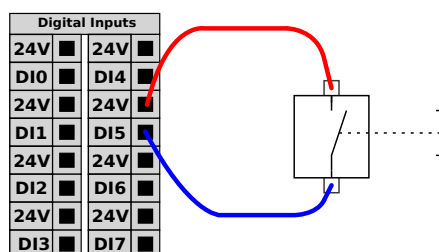
5.3.3.1 Last som manövreras med digital utsignal

Detta exempel visar hur du ansluter en last som ska manövreras med en digital utgång. Se nedan.



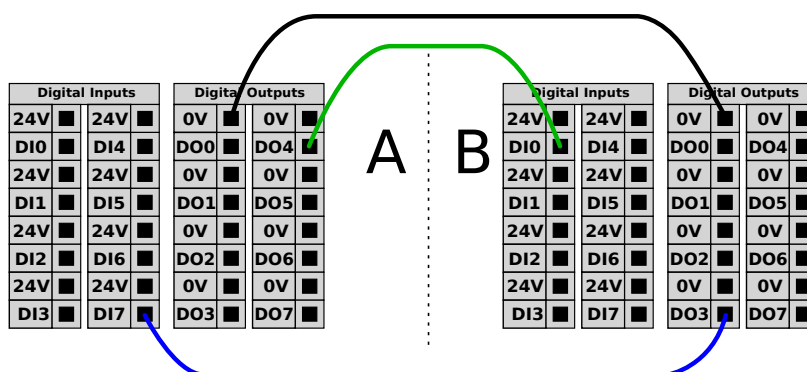
5.3.4 Digital insignal från en knapp

Exemplet nedan visar hur du ansluter en enkel knapp till en digital ingång.



5.3.5 Kommunikation med andra maskiner eller PLC-enheter

Digital I/O kan användas för att kommunicera med annan utrustning om en gemensam jord (0 V) upprättats och om maskinen använder PNP-teknik. Se nedan.



5.3.6 Allmän analog I/O

Gränssnittet för analog I/O är den gröna polen. Den kan användas för att ställa in eller mäta spänning (0-10 V) eller ström (4-20 mA) från och till annan utrustning.

Följande rekommenderas för att nå högsta noggrannhet.

- Använd AG-polen närmast in- och utgången. Paret har gemensamt lägesfilter.

- Använd samma jord (0 V) för utrustningen och manöverskåpet. Den analoga in- och utgången är inte galvaniskt isolerad från manöverskåpet.
- Använd en skärmad kabel eller tvinnade par. Anslut skärmningen till polen märkt "GND" (jord) vid polen märkt "Power" (ström).
- Använd utrustning som fungerar i strömläge. Strömsignaler är mindre störningskänsliga.

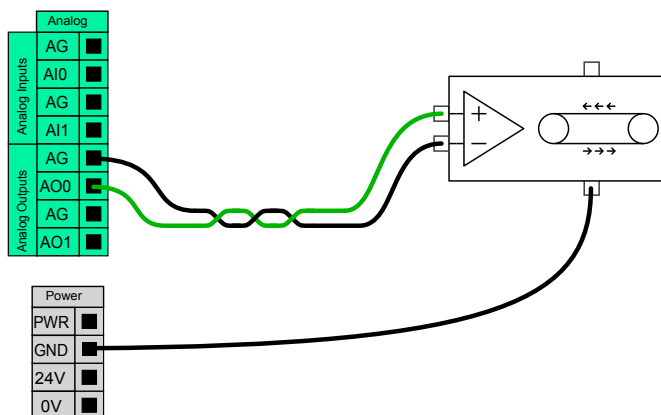
Ingångslägen klan väljas i det grafiska användargränssnittet. Se II. De elektriska specifikationerna visas nedan:

Poler	Parameter	Min	Typ	Max	Enhet
<i>Analog ingång i strömläge</i>					
[AIx - AG]	Ström	4	-	20	mA
[AIx - AG]	Motstånd	-	20	-	ohm
[AIx - AG]	Upplösning	-	12	-	bitar
<i>Analog ingång i spänningsläge</i>					
[AIx - AG]	Spänning	0	-	10	V
[AIx - AG]	Motstånd	-	10	-	kohm
[AIx - AG]	Upplösning	-	12	-	bitar
<i>Analog utgång i strömläge</i>					
[AIx - AG]	Ström	4	-	20	mA
[AIx - AG]	Spänning	0	-	10	V
[AIx - AG]	Upplösning	-	12	-	bitar
<i>Analog utgång i spänningsläge</i>					
[AIx - AG]	Spänning	0	-	10	V
[AIx - AG]	Ström	-20	-	20	mA
[AIx - AG]	Motstånd	-	1	-	ohm
[AIx - AG]	Upplösning	-	12	-	bitar

Följande exempel visar hur analog I/O används.

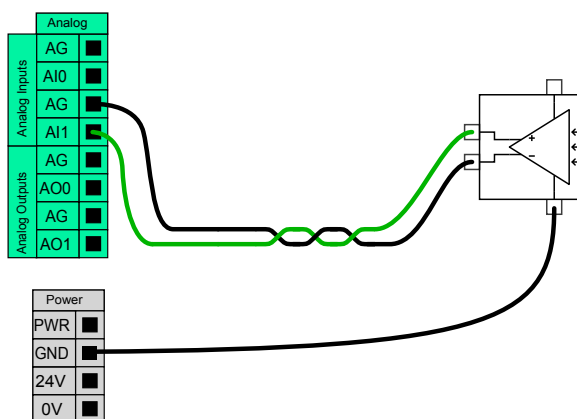
5.3.6.1 Använda en analog utgång

Nedan visas ett exempel på hur du styr ett transportband med en analog utgång för hastighetskontroll.



5.3.6.2 Använda en analog ingång

Nedan visas ett exempel på hur du ansluter en analog sensor.



5.3.7 Fjärrströmbrytare

Strömbrytare med fjärrkontroll kan användas för att sätta på och stänga av manöverskåpet utan att använda manöverenheten. Det används normalt i följande tillämpningar:

- När manöverenheten inte är tillgänglig.
- När ett PLC-system måste ha fullständig kontroll.
- När flera robotar måste sättas på eller stängas av samtidigt.

Strömbrytaren med fjärrkontroll tillhandahåller en liten extra 12 V spänningskälla, som fortfarande är aktiv när manöverskåpet stängs av. Ingångarna "på" och "av" är endast avsedda för kortvarig aktivering. Ingången "på" fungerar på samma sätt som strömbrytaren. Använd alltid "av"-ingången för fjärrmanövrering av "av"-funktionen (fjärravstängning), eftersom signalen tillåter att manöverskåpet sparar öppna filer och stänga ned under ordnade former.

De elektriska specifikationerna visas nedan:

Poler	Parameter	Min	Typ	Max	Enhet
[12 V - GND]	Spänning	10	12	13	V
[12 V - GND]	Ström	-	-	100	mA
[ON / OFF]	Inaktiv spänning	0	-	0,5	V
[ON / OFF]	Aktiv spänning	5	-	12	V
[ON / OFF]	Ingångsström	-	1	-	mA
[ON]	Aktiveringstid	200	-	600	ms

Följande exempel visar hur fjärrströmbrytare används.



OBS:

En specialfunktion i programvaran kan användas för att ladda och starta program automatiskt. Se II

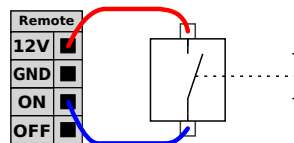


FÖRSIKTIGT:

1. Använd aldrig ingången "på" eller strömbrytaren för att stänga av manöverskåpet.

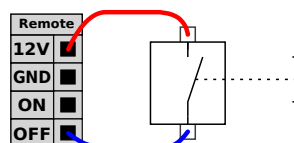
5.3.7.1 Fjärrknapp, PÅ

Figuren nedan visar hur en fjärrknapp för PÅ ansluts.



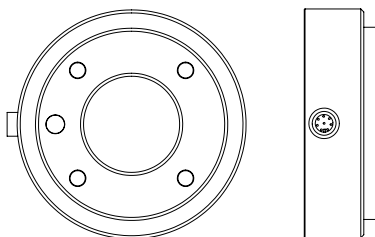
5.3.7.2 Fjärrknapp, AV

Figuren nedan visar hur en fjärrknapp för AV ansluts.



5.4 Verktögs-I/O

I robotens verktygsände finns en liten kontakt med åtta stift. Se illustration nedan.



Den här kontakten ger effekt- och styrsignaler för gripdon och sensorer som används på ett visst robotverktyg. Följande kablar för industribruk är lämpliga:

- Lumberg RKMV 8-354.

De åtta ledarna inuti kabeln har olika färger. De olika färgerna anger olika funktioner. Se tabellen nedan.

Färg	Signal
Röd	0 V (GND)
Grå	0 V / +12 V / +24 V (SPÄNNING)
Blå	Verktögsutgång 0 (TO0)
Rosa	Verktögsutgång 1 (TO1)
Gul	Verktögsingång 0 (TI0)
Grön	Verktögsingång 1 (TI1)
Vit	Analog ingång 2 (AI2)
Brun	Analog ingång 3 (AI3)

Den interna spänningsmatningen kan ställas in på antingen 0 V, 12 V eller 24 V på fliken I/O i det grafiska användargränssnittet. Se II. De elektriska specifikationerna visas nedan:

Parameter	Min	Typ	Max	Enhet
Matningsspänning i 24V-läge	-	24	-	V
Matningsspänning i 12 V-läge	-	12	-	V
Matningsström i båda lägena*	-	-	600	mA

Obs: *Det rekommenderas starkt att använda en skyddsdiod för induktiva belastningar

Följande avsnitt beskriver verktygets olika in- och utgångar.



FARA:

1. Anslut verktyg och gripdon så att strömavbrott inte orsakar några faror, t.ex. arbetsstycken som faller ut ur verktyget.
2. Var försiktig när du använder 12 V, eftersom ett programmeringsfel kan orsaka att spänningen ändras till 24 V, vilket kan skada utrustningen och även orsaka brand.



OBS:

Verktygsflänsen är ansluten till jord (GND) (samma som den röda kabeln).

5.4.1 Verktygets digitala utgångar

De digitala utgångarna har implementerats som NPN. När en digital utgång aktiveras drivs motsvarande anslutning till jord (GND), och när den inaktiveras kommer motsvarande anslutning att vara öppen (öppen kollektor/öppen drain). De elektriska specifikationerna visas nedan:

Parameter	Min	Typ	Max	Enhet
Spänning vid avbrott	-0,5	-	26	V
Spänning vid sink-läge 1A	-	0,05	0,20	V
Ström vid sink-läge	0	-	600	mA
Ström genom jord (GND)	0	-	600	mA

Ett exempel på hur en digital utgång används finns i följande underavsnitt.

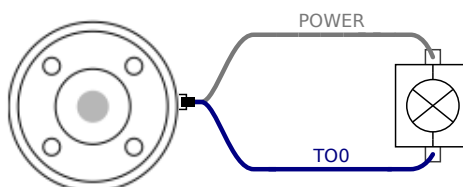


FÖRSIKTIGT:

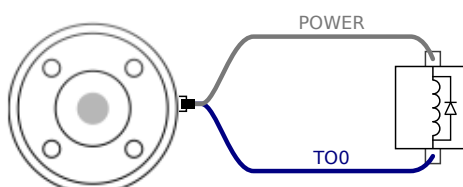
1. De digitala utgångarna på verktyget är inte strömbegränsade och forcering av angivna data kan orsaka permanenta skador.

5.4.1.1 Använda verktygets digitala utgångar

Exemplet nedan illustrerar hur du slår på en belastning när du använder den interna spänningsmatningen på 12 V eller 24 V. Kom ihåg att du måste definiera utgångsspänningen på I/O-fliken. Kom ihåg att det ligger en spänning mellan POWER-anslutningen och skärmen/jord, även när belastningen är avstängd.



Obs: Det rekommenderas starkt att använda en skyddsdiod för induktiva belastningar, så som visas nedan.



5.4.2 Verktügets digitala ingångar

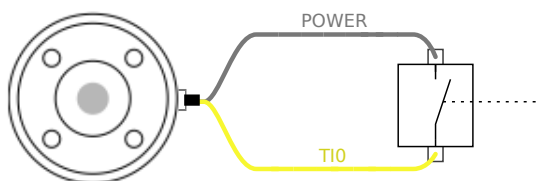
De digitala ingångarna är konstruerade som PNP med svaga pull down-resistorer. Detta betyder att en flytande insignal alltid kommer att avläsas som ett lågt värde. De elektriska specifikationerna visas nedan:

Parameter	Min	Typ	Max	Enhet
Inspänning	-0,5	-	26	V
Logisk låg spänning	-	-	2,0	V
Logisk hög spänning	5,5	-	-	V
Ingångsresistans	-	47 k	-	Ω

Ett exempel på hur en digital ingång används finns i följande underavsnitt.

5.4.2.1 Använda verktygets digitala ingångar

Exemplet nedan visar hur du ansluter en enkel knapp.



5.4.3 Verktygets analoga ingångar

Verktygets analoga ingångar är icke-differentiella och kan anges till antingen spänning eller ström på fliken I/O. Se II. De elektriska specifikationerna visas nedan:

Parameter	Min	Typ	Max	Enhet
Inspänning i spänningsläge	-0,5	-	26	V
Ingångsresistans i området 0V till 10V	-	10,7	-	k Ω
Upplösning	-	12	-	bit
Inspänning i strömläge	-0,5	-	5,0	V
Inström i strömläge	-2,5	-	25	mA
Ingångsresistans i området 4 mA till 20 mA	-	182	188	Ω
Upplösning	-	12	-	bitar

Två exempel på hur analoga ingångar används finns i följande underavsnitt.

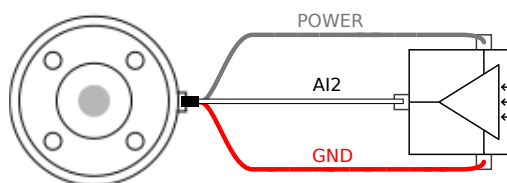


FÖRSIKTIGT:

1. Analoga ingångar är inte skyddade mot överspänning i strömläge. Om gränsen i den elektriska specifikationen överskrids kan ingången skadas permanent.

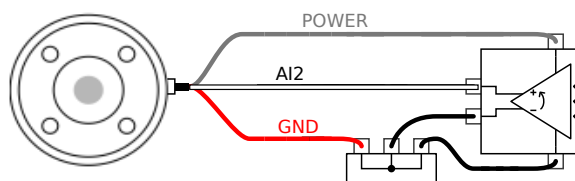
5.4.3.1 Använda verktygets analoga ingångar, icke-differentiella

Exemplet nedan visar hur du ansluter en analog sensor till en icke-differentiell utgång. Utsignalen från sensorn kan vara antingen ström eller spänning, så länge som ingångsläget för den analoga ingången är inställt på samma värde på fliken I/O. Kom ihåg att kontrollera att en sensor med spänningsutgång kan driva verktygets interna resistans, annars kan mätningen bli ogiltig.



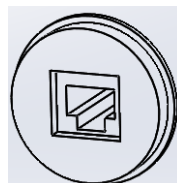
5.4.3.2 Använda verktygets analoga ingångar, differentiella

Exemplet nedan visar hur du ansluter en analog sensor till en differentiell utgång. Anslut utgångens minusdel till jord (GND) (0 V) så fungerar den på samma sätt som en icke-differentiell sensor.



5.5 Ethernet

Det finns en Ethernet-anslutning nedtill på manöverskåpet. Se illustrationen nedan.



Ethernet-gränssnittet kan användas till följande:

- MODBUS I/O-expansionsmoduler. Mer information finns i del II.
- Fjärråtkomst och fjärrstyrning.

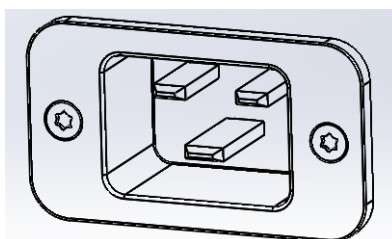
De elektriska specifikationerna visas nedan:

Parameter	Min	Typ	Max	Enhet
Kommunikationshastighet	10	-	1000	Mb/s

5.6 Nätspänningsanslutning

Nätkabeln från manöverskåpet har en IEC-kontakt av standardtyp i änden. Anslut en elkontakt eller elkabel för det aktuella landet till IEC-kontakten.

För att strömsätta roboten måste manöverskåpet anslutas till nätspänning. Detta måste göras med standard-IEC C20-kontakten nedtill på manöverskåpet genom en motsvarande IEC C19-sladd. Se illustrationen nedan.



Nätspänningen ska uppfylla minst följande krav:

- Jordanslutning.
- Huvudsäkring.
- Enhet för restström.

En huvudbrytare som kan stänga av all utrustning i robottillämpningen bör installeras. Detta är ett enkelt sätt att åstadkomma processbrytning och varningsmärkning vid service.

De elektriska specifikationerna visas i tabellen nedan:

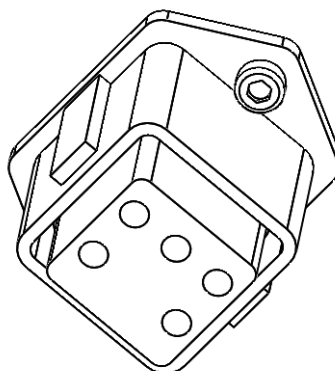
Parameter	Min	Typ	Max	Enhet
Inspänning	100	-	265	V AC
Extern huvudsäkring (@ 100-200 V)	8	-	16	A
Extern huvudsäkring (@ 200-265V)	8	-	16	A
Ingångsfrekvens	47	-	63	Hz
Vilolägeseffekt	-	-	0,5	W
Nominell drifteffekt	90	150	325	W

**FARA:**

1. Se till att roboten är korrekt jordad (elektrisk anslutning till jord). Använd de oanvända bultarna med jordsymboler i manöverskåpet för att skapa gemensam jordning för all utrustning i systemet. Jordledaren ska tåla minst den starkaste strömmen i systemet.
2. Se till att den ingående strömmen till manöverskåpet skyddas med en restströmsanordning (Residual Current Device, RCD) och korrekt säkring.
3. All ström i hela robotinstallationen ska processbrytas och varningsmärkas vid service. Ingen annan utrustning ska ge ström till robotens in- och utgångar när systemet är processbrutet.
4. Kontrollera att alla kablar är korrekt anslutna innan manöverskåpet strömsätts. Använd alltid en oskadad originalströmsladd.

5.7 Robotanslutning

Kabeln från roboten måste anslutas till kontakten nederst på manöverskåpet. Se illustrationen nedan. Se till att kopplingen är ordentligt låst innan du aktiverar robotarmen. Robotkabeln kan bara kopplas ur när strömmen till roboten är avstängd.



**FÖRSIKTIGT:**

1. Koppla inte ur robotkabeln när robotarmen är aktiverad.
2. Originalsladden får inte förlängas eller ändras.

6 Underhåll och reparationer

Allt underhålls- och reparationsarbete i måste utföras i överensstämmelse med alla säkerhetsanvisningar i denna handbok.

Allt underhålls-, kalibrerings- och reparationsarbete måste utföras i enlighet med den senaste versionen av servicehandboken på webbplatsen <http://www.universal-robots.com/support>.

Endast auktoriserade systemintegratörer eller Universal Robots får utföra reparationer.

Alla delar som returneras till Universal Robots måste returneras enligt informationen i servicemanualen.

6.1 Säkerhetsinstruktioner

Efter underhålls- och reparationsarbete måste kontroller utföras för att säkerställa att rätt säkerhetsnivå uppnås. Kontrollerna måste uppfylla gällande nationella eller regionala säkerhetsregelverk. Det måste även testas att alla säkerhetsfunktioner fungerar korrekt.

Syftet med underhålls- och reparationsarbete är att garantera att systemet är i funktionsdugligt skick eller, om en defekt uppstått, att återställa systemet i funktionsdugligt skick. Reparationsarbete innefattar, förutom själva reparationen, även felsökning.

Vid arbete på robotarmen eller manöverskåpet måste nedanstående varningar och procedure följas.



FARA:

1. Ändra inte något i programvarans säkerhetskfiguration (t.ex. kraftgränsen). Säkerhetskfigurationen beskrivs i bruksanvisningen för PolyScope. Om någon säkerhetsparameter ändras ska hela robotsystemet anses vara nytt, vilket betyder att hela processen för säkerhetsgodkännande, inklusive riskutvärderingen, måste uppdateras i enlighet med detta.
2. Byt defekta komponenter mot nya komponenter med samma serienummer eller ekvivalenta komponenter som godkänts av Universal Robots för detta ändamål.
3. Återaktivera eventuellt inaktiverade säkerhetsåtgärder omedelbart efter att arbetet slutförts.
4. Dokumentera alla reparationer och spara denna dokumentation i det tekniska arkiv som hör till hela robotsystemet.



FARA:

1. Dra ur nätspänningssladden från manöverskåpets undersida för att säkerställa att den är helt strömfri. Stäng av alla andra energikällor som är anslutna till robotarmen eller manöverskåpet. Vidta de försiktighetsåtgärder som krävs för att förhindra andra att strömsätta systemet under reparationen.
2. Kontrollera jordningen innan systemet strömsätts igen.
3. Iaktta ESD-reglerna när delar av robotarmen eller manöverskåpet monteras isär.
4. Undvik att montera isär strömkällorna inuti manöverskåpet. Det kan finnas hög spänning (upp till 600 V) inuti dessa strömkällor under flera timmar efter att manöverskåpet har stängts av.
5. Se till att vatten och damm inte kan komma in i robotarmen och manöverskåpet.

7 Kassering och miljö

UR-robotar måste kasseras enligt tillämpliga lagar, förordningar och standarder.

UR-robotar tillverkas med begränsad användning av farliga ämnen för att skydda miljön, enligt definitionen i EU-direktivet RoHS 2011/65/EU. Dessa ämnen innefattar kvicksilver, kadmium, bly, fyrvärt krom, polybromerade bifenyler och polybromerade difenyletrar.

Avgifter för kassering och hantering av elektroniskt avfall från UR-robotar som säljs på den danska marknaden är förbetald till DPA-systemet av Universal Robots A/S. Importörer i länder som täcks av WEEE-direktivet 2012/19/EU måste själva registrera sig i det lokala WEEE-registret. Avgiften är normalt mindre än 1€/robot. En lista med register i olika länder finns här: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

Följande symboler har fästs på roboten för att ange att den uppfyller ovanstående lagstiftning:



8 Certifieringar

I det här kapitlet behandlas certifikat och deklARATIONER för produkten.

8.1 Certifieringar från tredje part

Certifiering från tredje part är frivillig. Men för att ge bästa möjliga service till robotintegratörer har UR valt att certifiera sina robotar vid följande erkända testinstitut:



TÜV NORD UR-robotar är säkerhetsgodkända av TÜV NORD, ett anmält organ under EU-maskindirektivet 2006/42/EC. En kopia av TÜV NORD säkerhetscertifikat finns i bilaga B.



DELTA Alla robotar från UR prestandatestas av DELTA. Testcertifikat avseende elektromagnetisk kompatibilitet och miljörelaterade testcertifikat finns i bilaga B.



TÜV SÜD UR-robotar har testats i renrum av TÜV SÜD. Ett renrumscertifikat finns i bilaga B.



CHINA RoHS Alla UR-robotar överensstämmer med CHINA RoHS metoder för föroreningshantering avseende elektroniska informationsprodukter. En kopia av produktdeklarationstabellen finns i bilaga B.

8.2 Leverantörs-certifieringar från tredje part



Miljö Så som tillhandahålls av våra leverantörer, uppfyller alla fraktpallar för robotar från UR de danska kraven i ISMPM-15 avseende förpackningsmaterial i trä och är märkta i enlighet med detta program.

8.3 Tillverkarens testcertifiering



UR

Robotar från UR genomgår kontinuerlig intern testning och slutlig leveranstestning. UR:s test-procedurer granskas och förbättras kontinuerligt.

8.4 Deklarationer enligt EU-direktiv

Även om de primärt är relevanta för Europa erkänner och/eller kräver vissa länder utanför Europa **EU-deklarationer**. EU-direktiv finns tillgängliga på den officiella hemsidan: <http://eur-lex.europa.eu>.

UR-robotar är certifierade enligt de direktiv som anges nedan.

2006/42/EC — Maskindirektivet (MD)

Enligt maskindirektiv 2006/42/EC, är robotar från UR **delvis sammansatta maskiner** och har därmed inte någon **CE-märkning**.

Obs: Om UR-roboten används för tillämpningar med bekämpningsmedel gäller direktiv 2009/127/EC. Försäkran om inbyggnad enligt 2006/42/EC bilaga II 1.B. finns i bilaga B.

2006/95/EC — Lågspänningsdirektivet (LVD)

2004/108/EC — Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)

2011/65/EU — Begränsning av användningen av vissa farliga ämnen (RoHS)

2012/19/EU — Avfall som utgörs av eller innehåller elektrisk och elektronisk utrustning (WEEE)

I försäkran om inbyggnad i bilaga B listas försäkran om överensstämmelse med ovanstående direktiv.

Produkten är **CE-märkt** enligt direktiven om **CE-märkning** ovan. Information om både elektriskt och elektroniskt avfall finns i kapitel 7.

Information om de standarder som används vid utveckling av roboten finns i bilaga C.

9 Garantier

9.1 Produktgaranti

Utan hänsyn till något krav som användaren (kunden) kan ha i förhållande till återförsäljaren eller handlaren ska kunden tilldelas en tillverkargaranti enligt de villkor som anges nedan:

För nya enheter och komponenter som uppvisar fel som orsakats av tillverknings- och/eller materialfel inom 12 månader från driftsstart (högst 15 månader från leverans) ska Universal Robots tillhandahålla nödvändiga reservdelar, medan användaren (kunden) själv ska tillhandahålla de arbetstimmar som krävs för att byta ut reservdelarna, antingen genom att byta ut den aktuella delen mot en annan del som speglar aktuell teknisk nivå eller reparera nämnda del. Den här garantin upphör att gälla om felet på enheten kan hänföras till felaktig hantering och/eller underlåtenhet att följa den information som finns i bruksanvisningarna. Den här garantin ska inte gälla eller utökas till tjänster som utförs av auktoriserad återförsäljare eller av kunden själv (t.ex. installation, konfiguration, nedladdning av programvara). Inköpskvittot med uppgift om inköpsdatum krävs som bevis för att garantin ska gälla. Begäran som faller under garantin måste skickas in inom två månader från det att garantifelet upptäckts. Ägandeskapet för enheter eller komponenter som ersatts och återsänts till Universal Robots övergår till Universal Robots. Alla andra krav som berör eller har samband med enheten är uteslutna från den här garantin. Ingenting i den här garantin ska innebära något försök att begränsa eller utesluta en kunds lagstadgade rättigheter eller tillverkarens ansvar för dödsfall eller personskador som uppstår på grund av dennas vårdslöshet. Garantins varaktighet ska inte utökas med tjänster som redan omfattas av garantivillkoren. Om ingen garanti föreligger förbehåller sig Universal Robots rätten att debitera kunden för byte eller reparation. Ovanstående villkor innebär inte någon förändring av bevisbördan till kundens nackdel. Om en enhet uppvisar fel ska Universal Robots inte ha något ansvar för eventuella indirekta, tillfälliga, speciella eller efterföljande skador, inklusive, men inte begränsat till, förlorade intäkter, förlorad användning, produktionsförlust eller skada på annan produktionsutrustning.

Om en enhet uppvisar fel ska Universal Robots inte ha något ansvar för eventuella följdskador eller förluster såsom produktionsförlust eller skada på annan produktionsutrustning.

9.2 Friskrivning

Universal Robots fortsätter att förbättra sina produkters tillförlitlighet och prestanda och förbehåller sig därför rätten att uppgradera produkten utan föregående meddelande. Universal Robots vidtar alla rimliga åtgärder för att säkerställa att innehållet i den här bruksanvisningen är exakt och korrekt, men tar inget ansvar för eventuella fel eller för information som saknas.

A Stopptid och stoppträcka

Informationen om stopptider och sträckor finns för Stoppkategori 0 och Stoppkategori¹ 1. Denna bilaga innehåller information om Stoppkategori 0. Information om Stoppkategori 1 finns på <http://universal-robots.com/support/>.

A.1 Stoppträckor och stopptider för Stoppkategori 0

Tabellen nedan anger de stoppträckor och stopptider som uppmätts när ett kategori 0-stoppar har utlöst. Måtten svarar mot följande konfiguration för roboten:

- Utsträckning: 100 % (robotarmen är fullt utsträckt horisontellt).
- Hastighet: 100 % (robotens allmänna hastighet har angetts till 100 % och rörelsen utförs med en ledhastighet av 183 °/s).
- Nyttolast: maximal nyttolast som hanteras av roboten kopplad till TCP (5 kg).

Testet på led 0 utfördes genom att genomföra en horisontell rörelse, dvs. rotationsaxeln var vinkelrät mot marken. Vid testerna för led 1 och 2 följde roboten en vertikal bana, dvs. rotationsaxlarna var parallella med marken, och stoppet utfördes medan roboten rörde sig nedåt.

	Stoppavstånd (rad)	Stopptid (ms)
Led 0 (BAS)	0.31	244
Led 1 (SKULDRA)	0.70	530
Led 2 (ARMBÅGE)	0.22	164

¹Enligt IEC 60204-1, se ordlista för mer information.

B Deklaration och certifieringar

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

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.

Odense, April 20th, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.2 CE/EU-försäkran om inbyggnad (översättning av originalet)

Enligt EU-direktiv 2006/42/EC bilaga II 1.B.

Tillverkaren Universal Robots A/S
 Energivej 25
 5260 Odense S
 Danmark

förklarar härmed att den produkt som beskrivs nedan

Industrirobot UR5/CB3

får inte tas i drift innan den utrustning där den ska ingå har förklarats uppfylla kraven i direktiv 2006/42/EC, enligt tilläggen i direktiv 2009/127/EC, samt med de regler som införlivar det med nationell lagstiftning.

Säkerhetsfunktionerna i produkten är förberedda för uppfyllelse av alla nödvändiga krav i direktiv 2006/42/EC under korrekta inbyggnadsvillkor. Se produktens manual. Uppfyllelse av alla nödvändiga krav i direktiv 2006/42/EC beror på den specifika robotinstallationen och den slutgiltiga riskutvärderingen.

Relevant teknisk dokumentation har sammanställts enligt direktiv 2006/42/EC bilaga VII del B och kan göras tillgänglig för myndigheter i elektronisk form efter legitim begäran. Undertecknaren är baserad på tillverkarens adress och har behörighet att sammanställa denna dokumentation.

Produkten försäkras dessutom vara i överensstämmelse med följande direktiv, enligt vilka produkten är CE-märkt:

2014/35/EU — Lågspänningsdirektivet (LVD)

2014/30/EU — Direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)

2011/65/EU — Begränsning av användningen av vissa farliga ämnen (RoHS)

En fullständig lista över de harmoniserade standarder som använts, inklusive tillhörande specifikationer, finns i produktens manual.

Odense, 20 april 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.3 Säkerhetssystemscertifikat



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

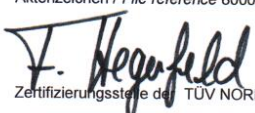
Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

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 Miljötestcertifikat



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-testcertifikat



We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1549

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

DELTA client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)

UR robot generation 3, G3, including CB3/AE for models UR3, UR5 and UR10

Manufacturer

Universal Robots A/S

Technical report(s)

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

Standards/Normative documents

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

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

DELTA

Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

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

Hørsholm, 08 August 2016



Knud A. Baltsen
Senior Consultant

20aocass-uk-j

B.6 Renrumscertifikat



Industrie Service

CERTIFICATE

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

Roboter, Model: UR5 / Typ INDUSTRIAL

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

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

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

Certificate Nr.: 2589737-02

Report-Nr.: 203195-2

Valid till: August 2018

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

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT



Industrie Service

CERTIFICATE

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

Controller for UR 3 & UR 5 & UR 10

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

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

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

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



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

C Gällande standarder

Det här avsnittet beskriver relevanta standarder som har använts vid utvecklingen av robotarmen och manöverskåpet. När ett EU-direktivnummer anges inom parentes innebär det att standarden är harmoniserats enligt detta direktiv.

En standard utgör inte en lag. En standard är ett dokument som utvecklats av intressenter inom en specifik bransch, och som definierar normala säkerhets- och prestandakrav för en produkt eller produktgrupp.

Förkortningarna har följande betydelser:

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

Uppfyllelse av följande standarder garanteras endast om alla monteringsinstruktioner, säkerhetsinstruktioner och övriga instruktioner i denna manual följs.

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

Säkerhetskontrollsystemet har designats som Prestandanivå d (Performance Level d, PLd) enligt kraven i dessa standarder.

ISO 13850:2006 [Stoppkategori 1]

ISO 13850:2015 [Stoppkategori 1]

EN ISO 13850:2008 (E) [Stoppkategori 1 – 2006/42/EC]

EN ISO 13850:2015 [Stoppkategori 1 – 2006/42/EC]

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

Nödstoppsfunktionen är konstruerad som stoppkategori 1 enligt denna standard. Stoppkategori 1 är ett kontrollerat stopp med kraft till motorerna för att åstadkomma stoppet. Strömmen stängs av när roboten har stannat.

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

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

Robotar från UR utvärderas enligt principerna i den här standarden.

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

Den här standarden är avsedd för robottillverkaren, inte för integratören. Den andra delen (ISO 10218-2) är avsedd för robotintegratören, eftersom den handlar om installation och design av robottillämpningen.

Författarna av standarden har implicit utgått från traditionella industrirobotar, som normalt skyddas av staket och ljusridåer. Robotar från UR designas med kraft- och effektbegränsning som alltid är aktiv. Därför förtydligas och förklaras vissa begrepp nedan.

Om en UR-robot används i en farlig tillämpning kan ytterligare säkerhetsåtgärder krävas. Se kapitel 1 i den här handboken.

Förtydligande:

- “3.24.3 Skyddat område” definieras av gränsskydd. Normalt är det skyddade området ett utrymme bakom ett staket, som skyddar människor från farliga traditionella robotar. Robotar från UR har designats för att arbeta utan staket, med en inbyggd säkerhetsfunktion som begränsar kraft och effekt där det inte finns något farligt skyddat område som definieras av ett avgränsande staket.
- “5.4.2 Prestandakrav”. Alla säkerhetsfunktioner har konstruerats som PLd enligt ISO 13849-1:2006. Roboten är konstruerad med redundanta kodningssystem i varje led, och de säkerhetsklassade in- och utgångarna är konstruerade med en kategori¹ 3 struktur. De säkerhetsklassade in- och utgångarna måste anslutas i överensstämmelse med instruktionerna i den här manualen för kategori 3-säkerhetsklassad utrustning så att de utgör en PLd-struktur i den fullständiga säkerhetsfunktionen.
- “5.7 Driftslägen”. Robotar från UR har inte olika driftslägen, och därför har de ingen lägesväljare.
- “5.8 Manöverenhetskontroller”. Det här avsnittet definierar skyddsfunktioner för manöverenheten, när den ska användas inom ett farligt skyddat område. Eftersom robotar från UR är utformade för samverkande drift finns det inget farligt skyddat område, som det finns för traditionella robotar. Robotar från UR är säkrare att lära upp än traditionella robotar. Istället för att behöva frisläppa en trelägesfrisoal kan operatören helt enkelt stoppa roboten med handen. Om en UR-robot installeras för en farlig och skyddad tillämpning kan en treläges aktiveringsenhet anslutas enligt anvisningarna i denna handbok. Se ytterligare förtydliganden i paragraf 5.4.5 av ISO/TS 15066.
- “5.10 Krav för samverkande drift”. Kraft- och effektbegränsningen för samverkande drift är alltid aktiv på robotar från UR. UR-robotarnas visuella design visar att robotarna kan användas i

¹Enligt ISO 13849-1, se ordlistan för mer information.

samverkande drift. Funktionen för kraft- och effektbegränsning beräknas enligt paragraf 5.10.5. Se ytterligare förtydliganden i paragraf 5.5.4 av ISO/TS 15066.

- “5.12.3 Säkerhetsklassad mjuk axel och utrymmesbegränsning”. Detta är en av de säkerhetsfunktioner som kan konfigureras med programvara. En hash-kod skapas från säkerhetsfunktionernas inställningar och representeras av ett säkerhetskontroll-ID i det grafiska användargränssnittet.

ISO/TS 15066:2016

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

Detta är en teknisk specifikation (TS) och **inte** en standard. Syftet med en TS är att visa ett antal obearbetade krav för att se om de är till nytta inom en viss bransch. Per definition är en TS inte tillräckligt mogen för att harmoniseras enligt EU-direktiven.

Denna TS gäller både robottillverkare och robotintegratör. UR-robotar uppfyller de delar som är relevanta för själva robotarna och integratören kan sedan välja att använda denna TS vid integration av robotarna.

Denna TS ger frivilliga krav och riktlinjer som kompletterar standarden ISO 10218 inom området för samverkande robotar. Förutom huvudtexten innehåller denna TS en bilaga A med en tabell som presenterar förslag på kraft och tryckgränser, vilka är baserade på smärta och **inte** på skada. Det är viktigt att läsa och förstå anmärkningarna under denna tabell, eftersom många av begränsningarna endast bygger på försiktiga uppskattningar och litteraturstudier. Alla uppgifter kan komma att ändras i framtiden, allt eftersom nya resultat från den vetenskapliga forskningen blir klara. Bilaga A är en informell och frivillig del av TS och en integratör kan därför uppges en överensstämmelse med TS utan att använda gränsvärdena i bilaga A.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

Denna amerikanska standard är ISO-standarden ISO 10218-1 (se ovan) och ISO 10218-2 kombinerade i ett dokument. Språket har ändrats från brittisk engelska till amerikansk engelska, men innehållet är oförändrat.

Observera att del två (ISO 10218-2) i denna standard är avsedd för robotsystemets integratör, inte för Universal Robots.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

Denna kanadensiska standard är ISO-standarden ISO 10218-1 (se ovan) och -2 kombinerade i ett dokument. CSA har lagt till ytterligare krav för robotsystemets användare. Vissa av dessa krav kanske måste hanteras av robotintegratören.

Observera att del två (ISO 10218-2) i denna standard är avsedd för robotsystemets integratör, inte för 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

Dessa standarder definierar krav för de elektriska och elektromagnetiska störningarna. Uppfyllelse av dessa standarder garanterar att robotar från UR fungerar bra i industrimiljöer och att de inte stör annan utrustning.

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

Denna standard definierar utökade immunitetskrav avseende elektromagnetisk kompatibilitet för säkerhetsrelaterade funktioner. Att denna standard uppfylls garanterar att säkerhetsfunktionerna i robotar från UR garanterar säkerheten även om annan utrustning överskrider de utsändningsgränser för elektromagnetisk kompatibilitet som definieras i standarderna IEC 61000.

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

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

Både normala och säkerhetsklassade 24 V in- och utgångar har konstruerats i enlighet med kraven i denna standard för att garantera pålitlig kommunikation med andra PLC-system.

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

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

Dessa två standarder är mycket lika. De definierar säkerhetsprinciper för att undvika oväntad start, både som resultat av oavsiktlig strömsättning vid underhåll och reparation samt som resultat av oavsiktliga startkommandon från ett styrperspektiv.

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

Den direkt öppnande åtgärden och säkerhetslåsmekanismen i nödstoppsknappen uppfyller kraven i denna standard.

IEC 60529:2013

EN 60529/A2:2013

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

Denna standard definierar inneslutningsklasser avseende skydd mot damm och vatten. Robotar från UR har designats och klassificerats med en IP-kod enligt denna standard. Se märkning på roboten.

IEC 60320-1/A1:2007

IEC 60320-1:2015

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

SS-EN 60320-1:2015

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

Nätspänningssladden uppfyller denna standard.

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

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

UR-robotarnas verktygsfläns uppfyller typ 50-4-M6 i denna standard. Robotverktyg ska också vara konstruerade enligt denna standard för att garantera korrekt anslutning.

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

Robotar från UR har designats så att yttemperaturen hålls under de ergonomiska gränser som definieras i denna standard.

IEC 61140/A1:2004

EN 61140/A1:2006 [2006/95/EC]

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

Robotar från UR är konstruerade i enlighet med denna standard för att skydda mot elektriska stötar. En skyddsjordanslutning är obligatorisk, enligt definitionen i Bruksanvisning för installation av maskinvara.

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

Robotar från UR testas enligt de testmetoder som definieras i dessa standarder.

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

Industrial communication networks – Profiles

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

Denna standard definierar krav för säkerhetsklassade kommunikationsbussar.

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 allmänna principerna i denna standard har tillämpats.

IEC 60664-1:2007
IEC 60664-5:2007
EN 60664-1:2007 [2006/95/EC]
SS-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 elektriska kretsarna i robotar från UR har designats enligt denna standard.

EUROMAP 67:2015, V1.10

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

Robotar från UR som utrustats med E67-tillbehörsmodulen som gränssnitt till injektionsgjutmaskiner uppfyller denna standard.

D Tekniska specifikationer

Robottyp	UR5
Vikt	18.4 kg / 40.6 lb
Maximal nyttolast (se avsnitt 4.4)	5 kg / 11 lb
Räckvidd	850 mm / 33.5 in
Ledintervall	± 360 ° för alla leder
Hastighet	Leder: Max 180 °/s. Verktyg: C:a 1 m/s / C:a 39.4 in/s.
Upprepningsbarhet	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
Fotavtryck	Ø149 mm / 5.9 in
Frihetsgrader	6 roterande leder
Manöverskåpets storlek (B × H × D)	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 in
I/O-portar på manöverskåpet	16 digitala ingångar, 16 digitala utgångar, 2 analoga ingångar, 2 analoga utgångar
I/O-portar för verktuget	2 digitala ingångar, 2 digitala utgångar, 2 analoga ingångar
I/O-strömförsörjning	24 V 2 A i manöverskåpet och 12 V/24 V 600 mA i verktuget
Kommunikation	TCP/IP 100 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-TX Ethernet-uttag, Modbus TCP & EtherNet/IP-adapter, Profinet
Programmering	PolyScope grafiskt användargränssnitt på 12 tumskännskärmen
Brus	72 dB(A)
IP-klassificering	IP54
Renrumsklassificering	Robotarm: ISO-klass 5 Manöverskåp: ISO-klass 6
Strömförbrukning	C:a 200 W med ett typiskt program
Samverkande drift	15 avancerade säkerhetsfunktioner. Överensstämmer med: EN ISO 13849-1:2008, PLd och EN ISO 10218-1:2011, klausul 5.10.5
Material	Aluminium, PP-plast
Temperatur	Roboten kan arbeta i ett omgivningstemperaturintervall på 0-50 °C
Strömförsörjning	100-240 VAC, 50-60 Hz
Kablage	Kabel mellan robot och manöverskåp (6 m / 236 in) Kabel mellan kännskärmen och manöverskåp (4.5 m / 177 in)

Del II

Bruksanvisning för PolyScope

10 Säkerhetskfiguration

10.1 Inledning

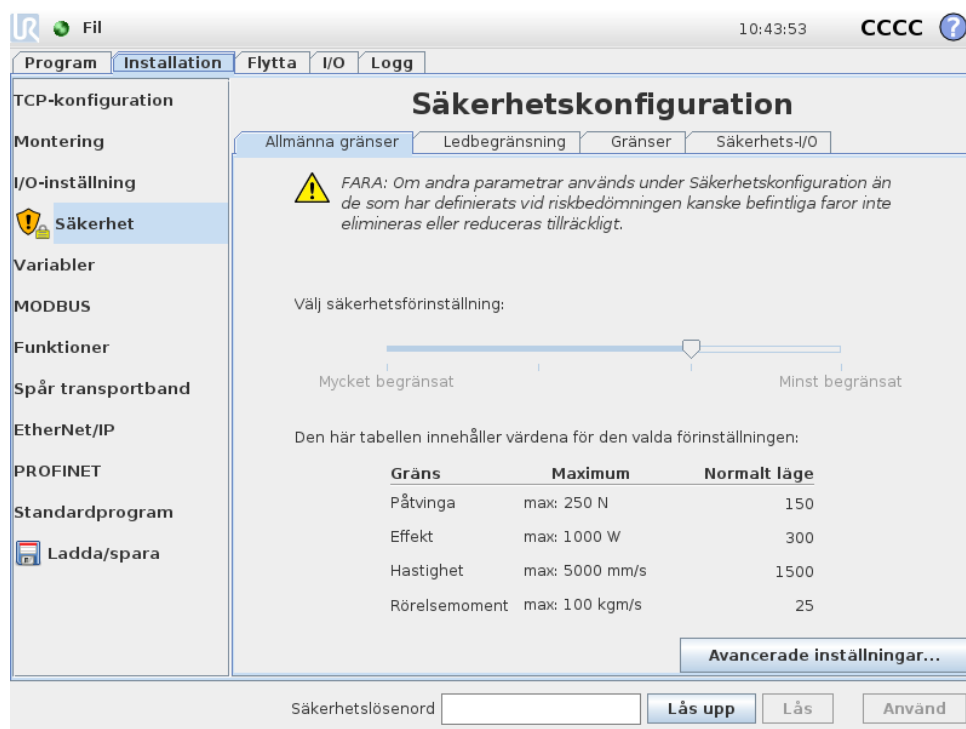
Roboten är utrustad med ett avancerat säkerhetssystem. Beroende på de exakta omständigheterna i robotens arbetsområde måste inställningarna för säkerhetssystemet konfigurerats så att de garanterar säkerheten för all personal och utrustning runt roboten. Det första som en integratör måste göra är att applicera de inställningar som har definierats genom riskbedömningen. Mer information om säkerhetssystemet finns i Bruksanvisning för installation av maskinvara.



FARA:

1. Användning och konfiguration av säkerhetsrelaterade funktioner och gränssnitt måste uppfylla villkoren för den riskbedömning som integratören utför för en specifik robottillämpning, se Bruksanvisning för installation av maskinvara.
2. Säkerhetskfigurationens inställningar för uppsättning och inläring måste appliceras i enlighet med den riskbedömning som integratören har utfört, och innan robotarmen startas för första gången.
3. Alla säkerhets- och konfigurationsinställningar som går att komma åt på den här skärmbilden och dess underflikar måste ställas in enligt integratörens riskutvärdering.
4. Integratören måste kontrollera att alla ändringar i säkerhetsinställningarna utförs i enlighet med integratörens egen riskutvärdering.
5. Integratören måste förhindra obehöriga personer från att ändra säkerhetskfigurationen, t.ex. genom att använda lösenordsskydd.

Du kan komma åt skärmen *Säkerhetskfiguration* från skärmen *Välkommen* (se 11.4) genom att trycka på knappen *Programmera robot*, välja fliken *Installation* och trycka på *Säkerhet*. Säkerhetskfigurationen är lösenordsskyddad. Se 10.8.



Säkerhetsinställningarna består av ett antal gränsvärden som används för att begränsa robotarmens rörelser, och säkerhetsinställningar för konfigurerbara in- och utgångar. De definieras i följande underflikar på säkerhetsskärmen:

- På underfliken *Allmänna gränser* definieras de maximala värdena för robotarmens *kraft*, *effekt*, *hastighet* och *rörelsemoment*. När det råder speciellt hög risk att för att en människa träffas eller robotarmen krockar med något i omgivningen, måste dessa inställningar ges låga värden. Om risken är låg gör högre allmänna inställningar att roboten kan röra sig snabbare och applicera mer kraft på omgivningen. Mer information finns i 10.10.
- Underfliken *Ledbegränsning* innehåller gränser för *ledhastighet* och *ledposition*. Gränserna för *ledhastighet* definierar den maximala vinkelhastigheten för enskilda leder, och innebär ytterligare begränsning av robotarmens hastighet. Gränserna för *ledposition* definierar det tillåtna positionsintervallet för enskilda leder (i ledrymden). Mer information finns i 10.11.
- På underfliken *Gränser* definieras säkerhetsplan (i kartesisk rymd) och ett gränsvärde för verktygsorienteringen för robotens TCP. Säkerhetsplanen kan konfigureras antingen som fasta gränser för positionen för robotens TCP eller som utlösare för att aktivera säkerhetsgränserna för läget *Reducerat* (se 10.6). Verktygsorienteringens gräns sätter en fast gräns för orienteringen för robotens TCP. Mer information finns i 10.12.
- På underfliken *Säkerhets-I/O* definieras säkerhetsfunktioner för konfigurerbara ini- och utgångar (se 13.2). Det går t.ex. att konfigurera *Nödstopp* som en ingång. Mer information finns i 10.13.

10.2 Ändra säkerhetskfigurationen

Säkerhets- och konfigurationsinställningar får bara ändras i enlighet med den riskbedömning som har utförts av integratören.

Den rekommenderade proceduren för att ändra säkerhetskfigurationen är följande:

1. Kontrollera att alla ändringar följer den riskbedömning som har utförts av integratören.
2. Justera säkerhetsinställningarna till rätt nivå enligt den riskbedömning som har utförts av integratören.
3. Verifiera att säkerhetsinställningarna har verkställts.
4. Lägg in följande text i driftshandböckerna: "Se till att säkerhetskfigurationen är enligt förväntan innan du arbetar i närheten av roboten. Detta kan kontrolleras t.ex. genom att granska checksum längst upp till höger i PolyScope (se 10.5 i Bruksanvisning för PolyScope)."

10.3 Säkerhetssynkronisering och fel

Tillståndet för säkerhetskfigurationen som används jämfört med den robotinstallation som det grafiska användargränssnittet har laddat visas med en sköldikon bredvid texten *Säkerhet* till vänster på skärmen. Dessa ikoner ger en snabb överblick över det aktuella tillståndet. De definieras nedan:



Konfiguration synkroniserad: Visar att det grafiska användargränssnittets installation är identisk med den säkerhetskfiguration som för närvarande används. Inga ändringar har gjorts.



Konfiguration ändrad: Visar att det grafiska användargränssnittets installation avviker från den säkerhetskfiguration som för närvarande används.

När säkerhetskfigurationen redigeras visar sköldikonen om de nya inställningarna har använts.

Om något av textfälten på fliken *Säkerhet* innehåller ogiltiga uppgifter är säkerhetskfigurationen i ett feltillstånd. Detta anges på flera sätt:

1. En röd felikon visas bredvid texten *Säkerhet* till vänster på skärmen.
2. De delflikar som innehåller fel markeras med en röd felikon överst.
3. Textfält som innehåller fel markeras med röd bakgrund.

Om det finns fel och du försöker lämna fliken *Installation* visas en dialogruta med följande alternativ:

1. Lös felen så att alla fel har eliminerats. Detta blir synligt när den röda felikonen inte längre visas bredvid texten *Säkerhet* till vänster på skärmen.
2. Återgå till säkerhetskfigurationen som användes tidigare. Detta ignorerar alla ändringar och låter dig fortsätta med någon annan uppgift.

Om det inte finns några fel och du försöker lämna fliken *Installation* visas en annan dialogruta med följande alternativ:

1. Använd ändringarna och starta om systemet. Ändringarna i säkerhetskfigurationen verkställs för systemet varefter systemet startas om. Obs: Detta innebär inte att några ändringar har sparats. Om roboten stängs ned nu går alla ändringar i robotinstallationen förlorade, inklusive ändringarna i säkerhetskfigurationen.
2. Återgå till säkerhetskfigurationen som användes tidigare. Detta ignorerar alla ändringar och låter dig fortsätta med någon annan uppgift.

10.4 Toleranser

Robotarmen använder inbyggda toleranser som förhindrar säkerhetsöverträdelser. En säkerhetstolerans är skillnaden mellan en säkerhetsgräns och ett maximalt driftvärde. Den allmänna hastighetstoleransen är t.ex. -150mm/s . Det här betyder att om användaren ställer in en hastighetsgräns på 250mm/s blir max. drifhastighet $250 - 150 = 100\text{mm/s}$. Säkerhetstoleranser förhindrar säkerhetsöverträdelser samtidigt som vissa variationer i programmets beteende tillåts. Vid hantering av en tung last kan det t.ex. finnas situationer där *robotarmen* kortvarigt måste arbeta över normal maximal drifhastighet för att kunna följa en programmerad bana. Ett exempel på en sådan situation visas i figuren 10.1.



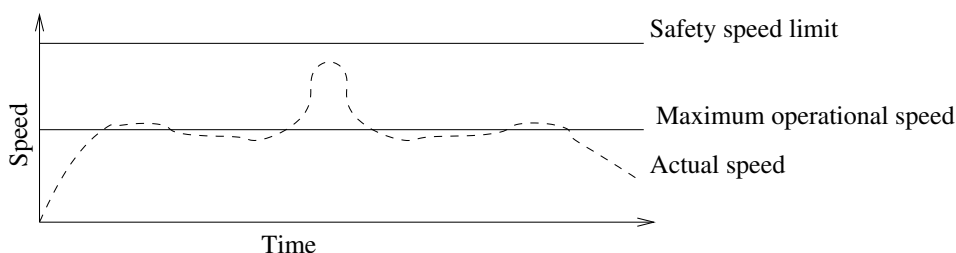
WARNING:

En riskutvärdering krävs alltid, och ska använda gränsvärdena utan toleranser.



WARNING:

Toleranser är specifika för en viss programvaruversion. Om programvaran uppdateras kan toleranserna ändras. I filen med viktig versionsinformation finns information om ändringar mellan versioner.



Figur 10.1: Exempel på säkerhetstolerans.

10.5 Säkerhets-checksum

Texten i skärmens övre högra hörn visar en kortfattad representation av den säkerhetskfiguration som roboten för närvarande använder. När texten ändras anger detta att även den aktuella säkerhetskfigurationen har ändrats. Om du klickar på checksum-värdet visas detaljerad information om den aktuella säkerhetskfigurationen.

10.6 Säkerhetslägen

Under normala omständigheter (d.v.s. när inget skyddsstopp är i kraft) är säkerhetssystemet i något av följande *säkerhetslägen*, vart och ett med en tillhörande uppsättning säkerhetsgränser:

Normalt läge: Det säkerhetsläge som är aktivt som standard.

Reducerat läge: Aktivt när robotens TCP finns bortom ett plan som angetts som *Utlös Reducerat läge* (se 10.12) eller när det utlösts med en konfigurerbar ingång (se 10.13).

Återställningsläge: När robotarmen brutit mot något av de andra lägena (dvs. lägena *Normal* eller *Reducerat*) och ett kategori 0-stopp har inträffat,¹ startas robotarmen i läget **Återställning**. Detta läge tillåter roboten att röra sig långsamt tillbaka till tillåtet område med knappen **Rörelse** eller **Frikörning**. Det går inte att köra program för roboten i det här läget.



WARNING:

Observera att gränser för *ledposition*, *TCP-position* och *TCP-orientering* är inaktiverade i läget *Återställning*, så var försiktig när robotarmen flyttas tillbaka innanför gränserna.

Med underflikarna på skärmen *Säkerhetskfiguration* kan användarna definiera separata uppsättningar med säkerhetsgränser för lägena *Normal* och *Reducerat*. För verktyget och lederna måste gränsvärdena för läget *Reducerat* avseende hastighet och rörelsemoment vara mer restriktiva än motsvarigheterna i läget *Normal*.

När en säkerhetsgräns överskrids i den aktiva gränsuppsättningen utför robotarmen ett kategori 0-stopp. Om en aktiv säkerhetsgräns, t.ex. en begränsning för *ledposition* eller en säkerhetsgräns, överskrids redan när robotarmen startas, startar den i läget *Återställning*. På så sätt kan robotarmen flyttas tillbaka innanför säkerhetsgränserna. I läget *Återställning* är robotarmens rörelse begränsad av en fast gränsuppsättning som användaren inte kan anpassa. Mer information om gränserna för läget *Återställning* finns i Bruksanvisning för installation av maskinvara.

10.7 Frikörningsläge

Om roboten är i läget *Frikörning* (se 13.1.5) och robotarmens rörelse närmar sig vissa gränser, kommer användaren att känna en bortstötande kraft. Kraften genereras för begränsningar för position, orientering och hastighet för robotens TCP samt ledernas position och hastighet.

Syftet med den bortstötande kraften är att informera användaren om att aktuell position eller hastighet är nära ett gränsvärde, och att förhindra att roboten överträder gränsvärdet. Det går dock att överträda gränsen, om användaren applicerar tillräckligt med kraft på robotarmen. Kraften blir starkare ju närmare gränsvärdet robotarmen kommer.

¹Enligt IEC 60204-1, se ordlista för mer information.

10.7.1 Backdrivning

I *Frikörningsläget* kan robotlederna flyttas med relativt låg kraft eftersom bromsarna är lossade. Under robotarmens initiering kan mindre vibrationer observeras när robotbromsarna lossas. I vissa situationer, till exempel när roboten är nära kollision, är sådana vibrationer oönskade och *Backdrivning* kan då användas för att flytta specifika leder till önskade lägen utan att lossa alla bromsar i robotarmen.

Aktivering av *Backdrivning*:

1. Tryck in PÅ-knappen för att aktivera drivningen till lederna. Robotens tillstånd ställs in på "Viloläge". Lossa **inte** bromsarna (dvs. tryck inte på START).
2. Tryck och håll in knappen *Frikörning*. Robotens läge ändras tillbaka till "Backdrivning".
3. Bromsarna lossas bara i de leder där betydande tryck har applicerats, så länge som knappen *Frikörning* är aktiverad / intryckt. Roboten känns tung att manövrera runt vid användning av *Backdrivning*.

10.8 Lösenordslås

Alla inställningar på skärmen är låsta tills rätt säkerhetslösenord (se 15.3) anges i det vita textfältet längst ned på skärmen och knappen Lås upp har tryckts in. Du låser skärmen igen genom att klicka på knappen Lås. Fliken Säkerhet låses automatiskt när du lämnar skärmen Säkerhetskfiguration. När inställningarna är låsta visas detta med låsikonen bredvid texten Säkerhet till vänster på skärmen. En upplåst ikon visas när inställningarna är upplåsta.



OBS:

Observera att robotarmen stängs av när skärmbilden Säkerhetskfiguration låses upp.

10.9 Använd

När säkerhetskfigurationen låses upp stängs robotarmen av medan ändringarna görs. Robotarmen kan inte sättas på förrän ändringarna har använts eller ångrats och en manuell uppstart har utförts från startskärmen.

Alla ändringar i säkerhetskfigurationen måste användas eller ångras innan du lämnar fliken Installation. Ändringarna träder *inte* i kraft förrän efter att knappen Använd tryckts in och bekräftelse getts. Bekräftelse kräver visuell granskning av de ändringar som getts till robotarmen. Av säkerhetsskäl visas informationen i SI-enheter. Ett exempel på dialogrutan för bekräftelse visas nedan.

Bekräftelse av använd säkerhetskfiguration

Allmänna gränser | Ledbegränsning | Gränser | Säkerhets-I/O | Diverse

Gräns	Normalt läge	Reducerat läge
Påtvunga	150,00	120,00 N
Effekt	300,00	200,00 W
Hastighet	1,50	0,75 m/s
Rörelsemoment	25,00	10,00 kgm/s

Dessutom sparas ändringarna automatiskt som en del av den aktuella robotinstallationen vid bekräftelse. Mer information om att spara robotinstallationen finns i 13.5.

10.10 Allmänna gränser

De allmänna säkerhetsgränserna begränsar den linjära hastigheten för robotens TCP och den kraft den kan utöva på omgivningen. De består av följande värden:

Påtvunga: En gräns för den största kraft robotens TCP kan utöva på omgivningen.

Effekt: En gräns för det största mekaniska arbete som roboten kan utföra på omgivningen, med hänsyn till att nyttolasten är en del av roboten och inte en del av omgivningen.

Hastighet: En gräns för den högsta linjära hastigheten för robotens TCP.

Rörelsemoment: En gräns för det högsta rörelsemängdsmomentet för robotarmen.

Det finns två sätt att konfigurera de allmänna säkerhetsgränserna inom installationen: *Grundläggande inställningar* och *Avancerade inställningar*. De beskrivs närmare nedan.

Definition av de allmänna säkerhetsgränserna definierar endast en begränsning för verktyget, och inte den övergripande gränsen för robotarmen. Detta betyder att även om en hastighetsgräns anges, garanterar detta *inte* att andra delar av robotarmen lyder under samma begränsning.

Om läget är *Frikörning* (se 13.1.5) och den aktuella hastigheten för robotens TCP är nära gränsen för *Hastighet*, kommer användaren att känna en bortstötande kraft

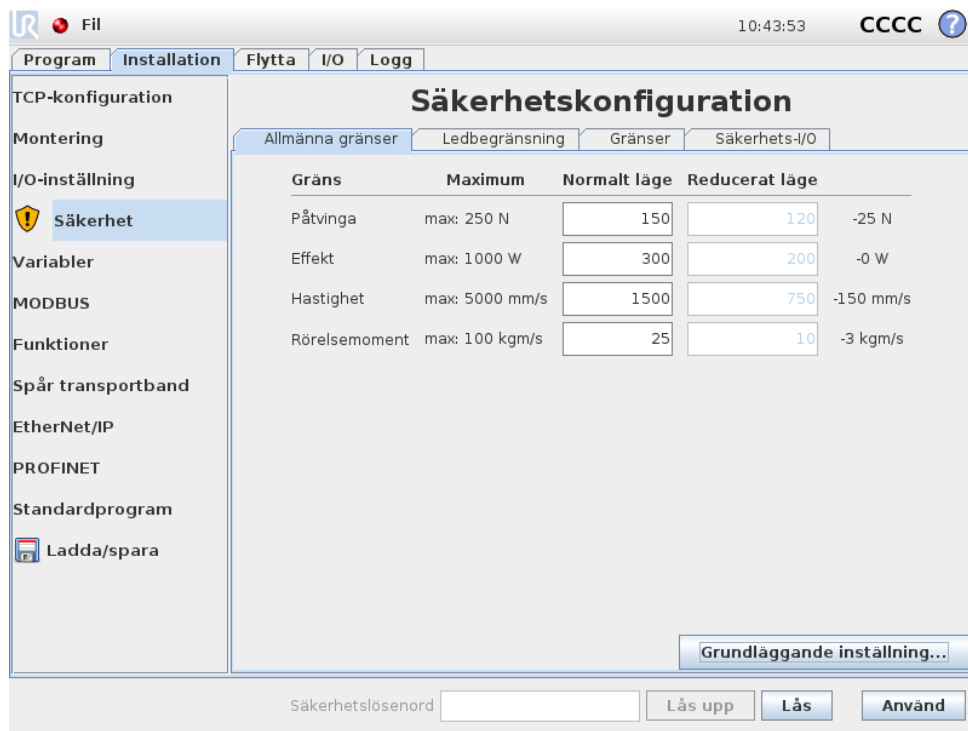
som ökar i styrka när hastigheten närmar sig gränsen. Kraften uppstår när den aktuella hastigheten är inom c:a 250 mm/s från gränsen.

Grundläggande inställningar Underpanelen för ursprungliga allmänna gränsvärden visas som standardskärm. Här finns ett skjutreglage med fyra fördefinierade uppsättningar värden för kraft, effekt, hastighet och momentgränsvärden i både *Normalt* och *Reducerat* läge.

De specifika värdeuppsättningarna visas i det grafiska användargränssnittet. Fördefinierade värden är endast förslag och de utgör inte någon riskbedömning.

Växla till Avancerade inställningar Om *ingen* av de fördefinierade uppsättningarna värden är lämpliga kan du trycka på knappen *Avancerade inställningar...* så att skärmen för avancerade allmänna inställningar öppnas.

Avancerade inställningar



Gräns	Maximum	Normalt läge	Reducerat läge	
Pålvinga	max: 250 N	150	120	-25 N
Effekt	max: 1000 W	300	200	-0 W
Hastighet	max: 5000 mm/s	1500	750	-150 mm/s
Rörelsemoment	max: 100 kgm/s	25	10	-3 kgm/s

Här kan var och en av de allmänna begränsningar som beskrivs i 10.10 ändras oberoende av de andra. Gör detta genom att trycka på motsvarande textfält och skriva ett nytt värde. Det högsta värde som accepteras för var och en av gränserna visas i spalten *Maximum*. Kraftgränsen kan anges till ett värde mellan 100 N och 250 N, och kraftgränsen kan anges till ett värde mellan 80 W och 1000 W,

Obs: Fälten för gränserna i läget *Reducerat* är inaktiverade om varken ett säkerhetsplan eller en konfigurerbar ingång har lagts upp för att utlösa det (se 10.12 och 10.13 om du vill ha mer information). Dessutom får värdena för *Hastighet* och *Rörelsemoment* i läget *Reducerat* inte vara högre än motsvarande värden för läget *Normal*.

Tolerans och enhet för varje gräns visas i slutet av motsvarande rad. När ett program körs justeras robotarmens hastighet automatiskt så att den inte överskrider

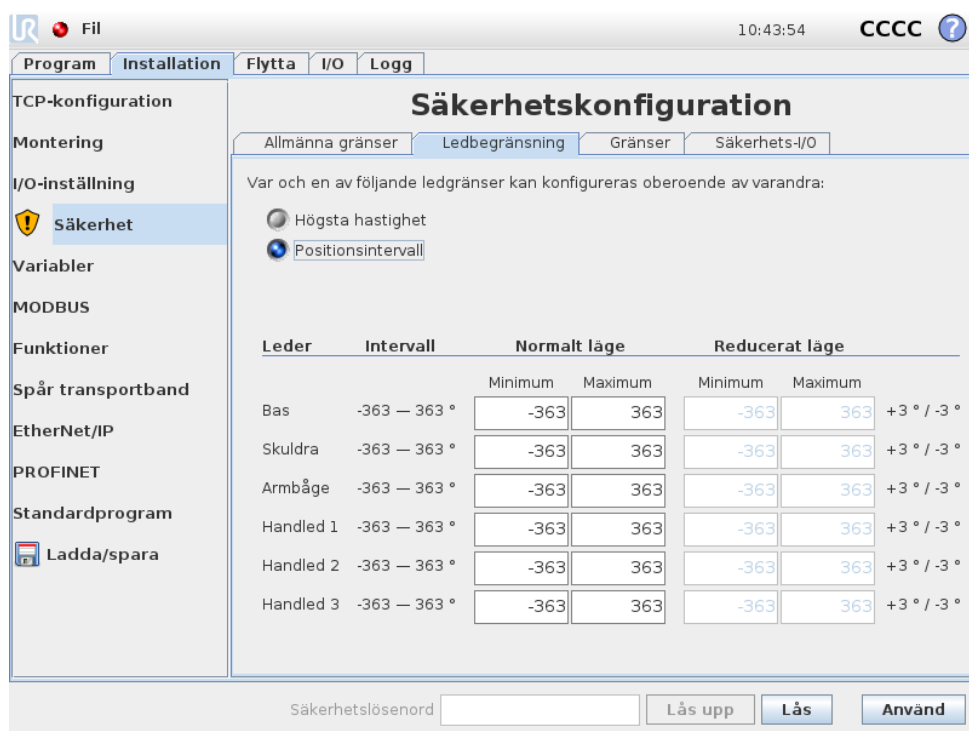
något av de värden som angetts, minus toleransen (se 10.4). Observera att det minustecken som visas med toleransvärdet bara anger att toleransen dras ifrån det verkliga värde som anges. Säkerhetssystemet utför ett Kategori 0-stopp om robotarmen överskrider den angivna gränsen (utan tolerans).

**WARNING:**

Hastighetsgränsen begränsar endast robotens TCP, så övriga delar av robotarmen kan röra sig snabbare än det värde som angetts.

Växla till Grundläggande inställningar Om du trycker på knappen Grundläggande inställningar... återgår du till skärmen för grundläggande allmänna begränsningar, och alla allmänna begränsningar återställs till sina förinställda *standardvärden*. Om detta gör att några anpassade värden går förlorade, visas en meddelanderuta där du får bekräfta åtgärden.

10.11 Ledbegränsning



Leder	Intervall	Normalt läge		Reducerat läge		
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	
Bas	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Skuldra	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Armbåge	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Handled 1	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Handled 2	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Handled 3	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °

Ledbegränsningar begränsar rörelsen för enskilda leder i ledrymden, dvs. de refererar inte till kartesisk rymd utan istället till den interna positionen (rotationspositionen) för lederna och deras rotationshastighet. Med växlingsknapparna i underpanelens övre del kan du ställa in Högsta hastighet och Positionsintervall för lederna oberoende av varandra.

Om läget är *Frikörning* (se 13.1.5) och den aktuella positionen eller hastigheten för en led är nära gränsen, kommer användaren att känna en bortstötande kraft som ökar i styrka när leden närmar sig gränsen. Kraften uppstår när ledhastigheten är

inom c:a 20°/s av hastighetsgränsen eller ledens position är inom c:a 8° av positionsgränsen.

Högsta hastighet Detta alternativ definierar den högsta vinkelhastigheten för varje led. Gör detta genom att trycka på motsvarande textfält och skriva ett nytt värde. Det högsta värde som accepteras visas i spalten *Maximum*. Inget av värdena kan anges till mindre än toleransvärdet.

Observera att fälten för gränserna i läget *Reducerat* är inaktiverade om varken ett säkerhetsplan eller en konfigurerbar ingång har lagts upp för att utlösa det (se 10.12 och 10.13 om du vill ha mer information). Dessutom får gränserna i läget *Reducerat* inte vara högre än motsvarande värden för läget *Normal*.

Tolerans och enhet för varje gräns visas i slutet av motsvarande rad. När ett program körs justeras robotarmens hastighet automatiskt så att den inte överskrider något av de värden som angetts, minus toleransen (se 10.4). Observera att det minustecken som visas med varje toleransvärde bara anger att toleransen dras ifrån det verkliga värde som anges. Säkerhetssystemet utför dock ett kategori 0-stopp om vinkelhastigheten för någon led överskrider det värde som angetts (utan tolerans).

Positionsintervall På denna skärm definieras positionsintervallet för varje led. Gör detta genom att trycka på motsvarande textfält och skriva nya värden för den övre och undre positionsgränsen för ledpositionen. Det intervall som anges måste falla inom de värden som anges i spalten *Intervall*, och den undre gränsen kan inte ligga högre än den övre gränsen.

Obs: Fälten för gränserna i läget *Reducerat* är inaktiverade om varken ett säkerhetsplan eller en konfigurerbar ingång har lagts upp för att utlösa det (se 10.12 och 10.13 om du vill ha mer information).

Toleranser och enhet för varje gräns visas i slutet av motsvarande rad. Det första toleransvärdet gäller för minimivärdet och det andra för maximivärdet. Programkörningen stoppas när positionen för en led håller på att överstiga det intervall som man får när den första toleransen läggs till det angivna minimivärdet och den andra toleransen subtraheras från det angivna maximivärdet, om den fortsätter röra sig längs den förutsedda banan. Observera att det minustecken som visas med toleransvärdet bara anger att toleransen dras ifrån det verkliga värde som anges. Säkerhetssystemet utför dock ett kategori 0-stopp om ledpositionen överskrider det intervall som angetts (utan tolerans).

10.12 Gränser

På den här fliken kan du konfigurera gränser, som består av säkerhetsplan och en begränsning av den högsta tillåtna avvikelser för robotverktygets orientering. Det går även att definiera plan som utlöser en övergång till *Reducerat* läge.

Säkerhetsplan kan användas för att begränsa robotens tillåtna arbetsområde, genom att framtvunga att robotens TCP håller sig på rätt sida om de definierade planen och inte korsar dem. Det går att konfigurera upp till åtta säkerhetsplan.

Begränsningen på verktygets orientering kan användas för att kontrollera att robotverktygets orientering inte avviker mer än vad som specifikt angetts från den orientering som önskas.

**WARNING:**

Definition av säkerhetsplan begränsar bara TCP, inte den övergripande gränsen för robotarmen. Detta betyder att även om ett säkerhetsplan anges, garanterar detta *inte* att andra delar av robotarmen lyder under samma begränsning.

Konfigurationen av varje gränsvärde baseras på någon av de egenskaper som definierats i den aktuella robotinstallationen (se 13.12).

**OBS:**

Vi rekommenderar starkt att du skapar alla de funktioner som behövs för konfigurerings av de önskade gränsvärdena och ger dem lämpliga namn innan du börjar redigera säkerhetskongfigurationen. Observera att eftersom robotarmen är strömlös när fliken *Säkerhet* har låsts upp är vare sig funktionen *Verktg* (som innehåller nuvarande position och orientering för robotens TCP) eller läget *Frikörning* (se 13.1.5) tillgängliga.

Om läget är *Frikörning* (se 13.1.5) och den aktuella positionen för robotens TCP är nära ett säkerhetsplan, eller om robotverktygets orientering har en avvikelse från den önskade orienteringen som ligger nära den angivna högsta avvikelsen, kommer användaren att känna en bortstötande kraft som ökar i styrka när TCP närmar sig gränsen. Kraften uppstår när TCP är inom c:a 5 cm från ett säkerhetsplan eller verktygsorienteringens avvikelse är c:a 3° från den angivna största avvikelsen.

När ett plan definierats som *Utlös reducerat läge* och TCP rör sig bortom denna gräns, går säkerhetssystemet över i *Reducerat läge*, som använder säkerhetsinställningarna för *Reducerat läge*. Utlösarplan följer samma regler som vanliga säkerhetsplan, förutom att robotarmen kan passera genom dem.

10.12.1 Välja en gräns att konfigurera

Panelen *Säkerhetsgränser* på flikens vänstra sida används för att välja vilken säkerhetsgräns som ska konfigureras.

Du lägger upp ett säkerhetsplan genom att klicka på någon av de åtta översta posterna i listan på panelen. Om det valda säkerhetsplanet redan har konfigurerats markeras motsvarande 3D-representation av planet i 3D-vyn (se 10.12.2) till höger om den här panelen. Säkerhetsplanet kan läggas upp i avsnittet *Egenskaper för säkerhetsplan* (se 10.12.3) längst ned på fliken.

Klicka på posten *Verktgsgräns* för att konfigurera gränsvärdet för robotverktygets orientering. Gränsens konfiguration kan anges i avsnittet *Egenskaper för verktgsgräns* (se 10.12.4) längst ned på fliken.

Klicka på knappen  /  för att växla 3D-visualiseringen av gränsvärdet. Om ett gränsvärde är aktivt anges *säkerhetsläge* (se 10.12.3 och 10.12.4) av någon av följande ikoner  /  /  / .

10.12.2 3D-visualisering

3D-vyn visar de konfigurerade säkerhetsplanen och gränsvärdet för robotverktygets orientering tillsammans med robotarmens aktuella position. Alla konfigurerade gränsposter där synlighetsomkopplaren valts (dvs. ikonen  visas) i avsnittet *Säkerhetsgränser* visas tillsammans med det gränsvärde som markerats.

Aktiva säkerhetsplan visas i gult och svart med en liten pil som representerar normalen mot planet, vilket anger den sida på planet där robotens TCP får placeras. Utlösarplan visas i blått och grönt. En liten pil markerar den sida av planet som *inte* utlöser en övergång till *Reducerat* läge. Om ett säkerhetsplan har markerats i panelen på flikens vänstra sida, markeras motsvarande 3D-representation.

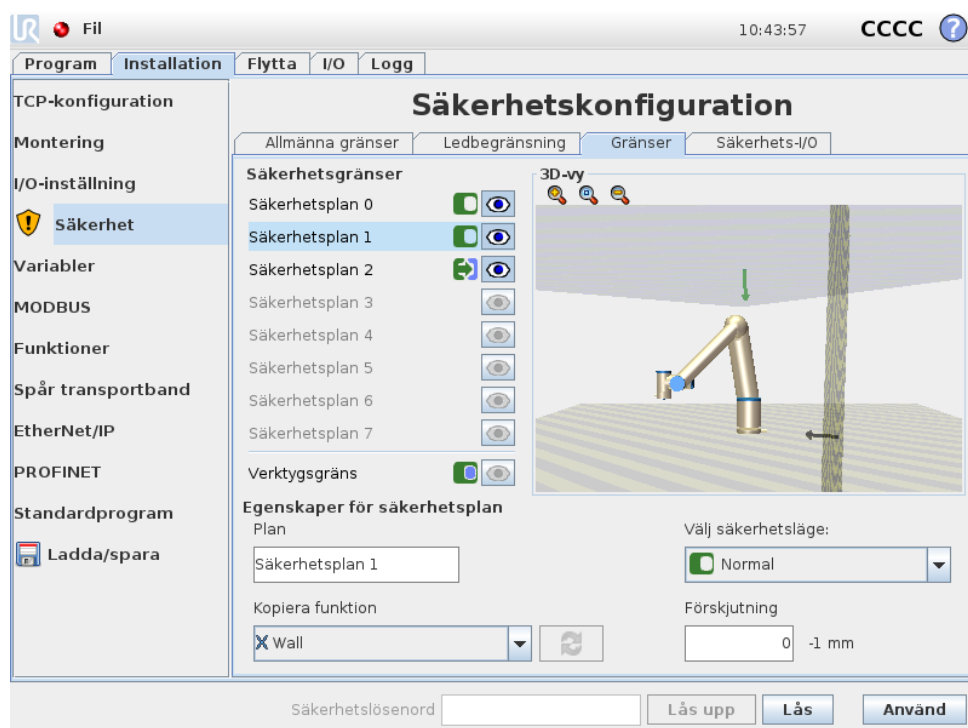
Verktygsorienteringens gränsvärde visas som en sfärisk kon tillsammans med en pil som anger robotverktygets nuvarande orientering. Konens insida representerar verktygsorienteringens tillåtna yta (vektor).

När ett plan eller gränsvärdet för verktygsorientering har konfigurerats men inte är aktivt är visualiseringen grå.

Tryck på förstöringsglaset för att zooma in/ut eller dra med ett finger över skärmen för att ändra vy.

10.12.3 Konfiguration av säkerhetsplan

Avsnittet *Egenskaper* för säkerhetsplan längst ned på fliken definierar konfigurationen för det markerade säkerhetsplanet i panelen *Säkerhetsgränser* på flikens övre vänstra del.



Namn Med textfältet `Namn` kan användaren tilldela ett namn till det markerade säkerhetsplanet. Ändra namnet genom att trycka på textfältet och skriva ett nytt namn.

Kopiera funktion Säkerhetsplanets position och normal anges med en funktion (se 13.12) från den aktuella robotinstallationen. Använd kombinationsrutan längst ned till vänster i avsnittet `Egenskaper för säkerhetsplan` för att välja en funktion. Endast funktioner av punkt- och plantyp är tillgängliga. Om du väljer `<Odefinierat>` rensas planets konfiguration.

Den valda funktionens z-axel kommer att peka mot det område som inte är tillåtet, och planets normal pekar i motsatt riktning, förutom när funktionen `Bas` valts, vilket gör att planets normal pekar i samma riktning. Om planet konfigurerats som *Utlös reducerat läge* (se 10.12.3) anger planets normal den sida av planet som *inte* utlöser en övergång till *Reducerat* läge.

Observera att när säkerhetsplanet har konfigurerats genom att en funktion väljs, blir positionsinformationen endast *kopierad* till säkerhetsplanet. Planet är *inte* länkat till funktionen. Detta betyder att om det görs ändringar i positionen eller orienteringen för en funktion som har använts för att konfigurera ett säkerhetsplan, kommer säkerhetsplanet inte att uppdateras automatiskt. Om funktionen har ändrats anges detta med ikonen  ovanför funktionsväljaren. Klicka på knappen  bredvid funktionsväljaren för att uppdatera säkerhetsplanet med funktionens aktuella position och orientering. Ikonen  visas också om den markerade funktionen har tagits bort från installationen.

Säkerhetsläge Kombinationsrutan på höger sida av panelen `Egenskaper för säkerhetsplan` används för att välja *säkerhetsläge* för säkerhetsplanet. Följande lägen finns:

Inaktiverad	Säkerhetsplanet är <i>aldrig aktivt</i> .
 Normal	När säkerhetssystemet är i läget <i>Normal</i> är ett plan i läget <i>Normal</i> <i>aktivt</i> och fungerar som en <i>strikt begränsning</i> för positionen för robotens TCP.
 Reducerat	När säkerhetssystemet är i läget <i>Reducerat</i> är ett plan i läget <i>Reducerat</i> <i>aktivt</i> och fungerar som en <i>strikt begränsning</i> för positionen för robotens TCP.
 Normal och Reducerat:	När säkerhetssystemet är i något av lägena <i>Normal</i> eller <i>Reducerat</i> är ett plan i läget <i>Normal</i> och <i>Reducerat</i> <i>aktivt</i> och fungerar som en <i>strikt begränsning</i> för positionen för robotens TCP.
 Utlös Reducerat läge	När säkerhetssystemet är i något av lägena <i>Normal</i> eller <i>Reducerat</i> är ett plan i läget <i>Utlös Reducerat läge</i> <i>aktivt</i> och gör att säkerhetssystemet växlar till läget <i>Reducerat</i> när robotens TCP finns bortom det.

Det *säkerhetsläge* som valts visas med en ikon i motsvarande post i panelen *Säkerhetsgränser*. Om *säkerhetsläget* angetts till *Inaktiverat* visas ingen ikon.

Förskjutning När en funktion har valts i kombinationsrutan i den nedre vänstra delen av panelen *Egenskaper för säkerhetsplan* kan säkerhetsplanet förskjutas genom att du trycker på textfältet *Förskjutning* nere till höger i den här panelen och anger ett värde. Om du skriver ett positivt värde ökas robotens tillåtna arbetsområde genom att planet flyttas i motsatt riktning mot planets normal, medan ett negativt värde minskar det tillåtna arbetsområdet genom att planet flyttas i normalens riktning.

Toleransen och enheten för gränsplanets förskjutning visas till höger om textfältet.

Effekt av plan som är strikt begränsning Programkörningen avbryts när TCP-positionen håller på att korsa ett aktivt säkerhetsplan med strikt begränsning, minus toleransen (se 10.4), om den fortsätter röra sig längs den förutsedda banan. Observera att det minustecken som visas med toleransvärdet bara anger att toleransen dras ifrån det verkliga värde som anges. Säkerhetssystemet utför ett Kategori 0-stopp om TCP-positionen överskrider den angivna gränsen för säkerhetsplanet (utan tolerans).

Effekt av plan i läget *Utlös Reducerat läge* När inget skyddsstopp är i kraft och säkerhetssystemet inte är i det speciella läget *Återställning* (se 10.6), är det i något av lägena *Normal* eller *Reducerat*, och robotarmens rörelse begränsas av respektive uppsättning gränser.

Som standard är säkerhetssystemet i läget *Normal*. Det går över i läget *Reducerat* när något av följande inträffar:

- a) Robotens TCP finns bortom något plan som angetts som *Utlös Reducerat läge*, d.v.s. den finns på den sida av planet som är *motsatt* riktningen på den lilla pilen i planets visualisering.
- b) Säkerhetsingångsfunktionen *Reducerat läge* har konfigurerats och signalerna är låga (mer information finns i 10.13).

När inget av ovanstående längre gäller går säkerhetssystemet tillbaka till läget *Normal*.

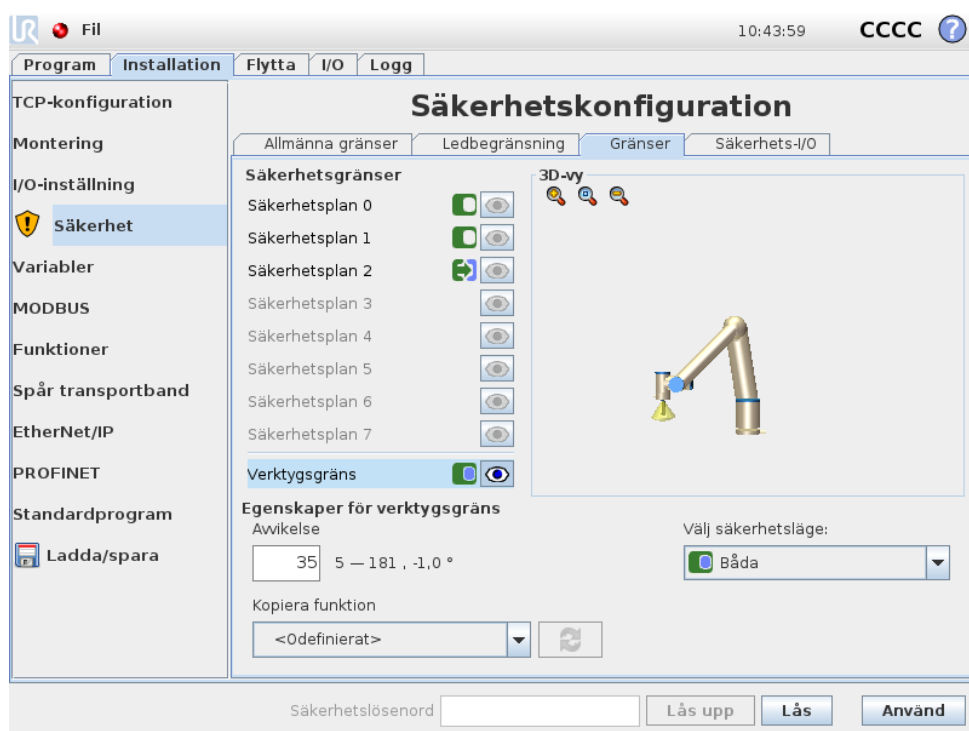
När övergången från läget *Normal* till läget *Reducerat* orsakas av passage genom ett plan som angetts som *Utlös Reducerat läge* inträffar en övergång från gränsuppsättningen för läget *Normal* till gränsuppsättningen för läget *Reducerat*. Så snart robotens TCP finns 20 mm eller närmare från planet som angetts som *Utlös Reducerat läge* (men fortfarande på sidan för läget *Normal*), används det mest tillåtande av gränsvärdena för lägena *Normal* och *Reducerat* för varje gränsvärde. När robotens TCP passerar genom planet som angetts som *Utlös Reducerat läge* är gränsuppsättningen för läget *Normal* inte längre aktiv, och gränsuppsättningen för läget *Reducerat* påtvingas.

När övergången från läget *Reducerat* till läget *Normal* orsakas av passage genom ett plan som angetts som *Utlös Reducerat läge* inträffar en övergång från gränsuppsättningen för läget *Reducerat* till gränsuppsättningen för läget *Normal*. Så snart robotens TCP

passerar genom planet som angetts som *Utlös Reducerat läge* används det mest tillåtande av gränsvärdena för lägena *Normal* och *Reducerat* för varje gränsvärde. När robotens TCP finns 20 mm eller mer från planet som angetts som *Utlös Reducerat läge* (på sidan för läget *Normal*) är gränsuppsättningen för läget *Reducerat* inte längre aktiv, och gränsuppsättningen för läget *Normal* påtvingas.

Om den förutsedda banan tar robotens TCP genom ett plan som angetts som *Utlös Reducerat läge* börjar robotarmen minska farten redan innan den passerar genom planet om den skulle överskriva ledhastigheten, verktygshastigheten eller rörelsemomentgränsen i den nya gränsuppsättningen. Observera att eftersom gränserna måste vara mer restriktiva i gränsuppsättningen för läget *Reducerat* kan sådan inbromsning i förväg endast inträffa vid övergång från läget *Normal* till läget *Reducerat*.

10.12.4 Konfiguration av verktygsgräns



Panelen Egenskaper för verktygsgräns längst ned på fliken definierar en gräns för robotverktygets orientering, bestående av en önskad orientering för verktyget och ett värde för den maximala tillåtna avvikelsen från denna orientering.

Avvikelse Textfältet Avvikelse visar värdet för den största tillåtna avvikelsen från den önskade orienteringen för robotverktygets orientering. Ändra värdet genom att trycka på textfältet och skriva ett nytt värde.

Det accepterade värdesintervallet tillsammans med avvikelsens tolerans och enhet visas bredvid textfältet.

Kopiera funktion Robotverktygets orientering anges med en funktion (se 13.12) från den aktuella robotinstallationen. Den valda funktionens z-axel används som vektor för önskad verktygsorientering för detta gränsvärde.

Använd kombinationsrutan längst ned till vänster i avsnittet *Egenskaper* för verktygsgräns för att välja en funktion. Endast funktioner av punkt- och plantyp är tillgängliga. Om du väljer <Odefinierat> rensas planets konfiguration.

Observera att när gränsen har konfigurerats genom att en funktion väljs, blir orienteringsinformationen endast *kopierad* till gränsen. Gränsen är *inte* länkad till funktionen. Detta betyder att om det görs ändringar i positionen eller orienteringen för en funktion som har använts för att konfigurera gränsvärdet, kommer gränsvärdet inte att uppdateras automatiskt. Om funktionen har ändrats anges detta med ikonen  ovanför funktionsväljaren. Klicka på knappen  bredvid funktionsväljaren för att uppdatera gränsvärdet med funktionens aktuella orientering. Ikonen  visas också om den markerade funktionen har tagits bort från installationen.

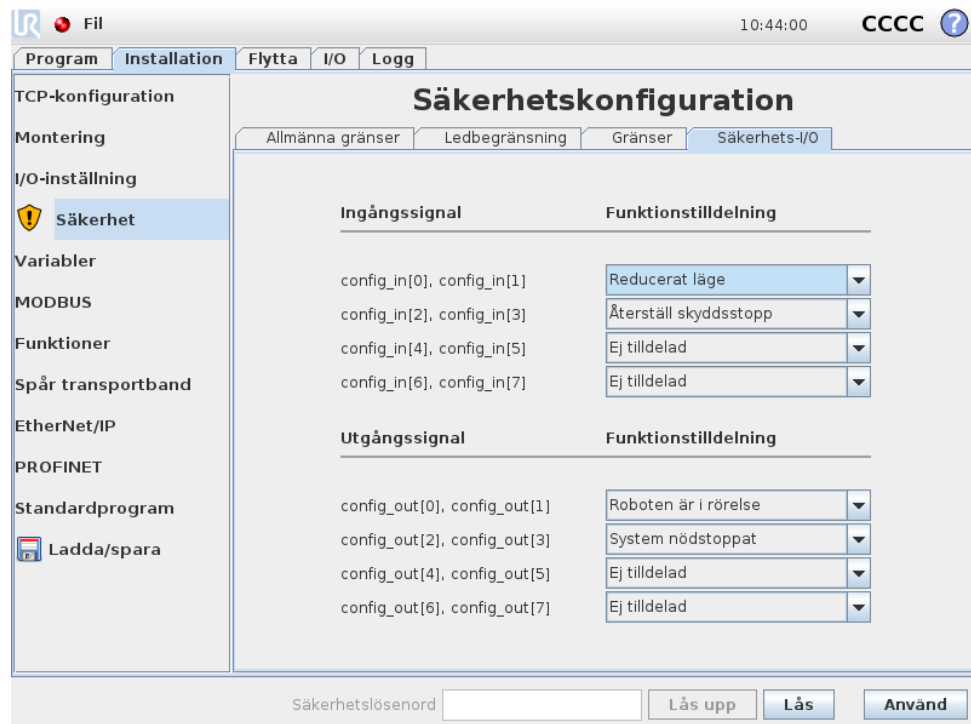
Säkerhetsläge Kombinationsrutan på höger sida av panelen *Egenskaper* för verktygsgräns används för att välja *säkerhetsläge* för verktygets orienteringsbegränsning. Följande lägen finns: Tillgängliga alternativ är:

Inaktiverad	Verktygets gränsvärde är aldrig aktivt.
 Normal	När säkerhetssystemet är i läget <i>Normal</i> är verktygets gränsvärde aktivt.
 Reducerat	När säkerhetssystemet är i läget <i>Reducerat</i> är verktygets gränsvärde aktivt.
 Normal och Reducerat:	När säkerhetssystemet är i läget <i>Normal</i> eller <i>Reducerat</i> är verktygets gränsvärde aktivt.

Det *säkerhetsläge* som valts visas med en ikon i motsvarande post i panelen *Säkerhetsgränser*. Om *säkerhetsläget* angetts till *Inaktiverat* visas ingen ikon.

Effekt Programkörningen avbryts när verktygsorienteringens avvikelse håller på att överstiga den maximala avvikelsen, minus toleransen (se 10.4), om den fortsätter röra sig längs den förutsedda banan. Observera att det minustecken som visas med toleransvärdet bara anger att toleransen dras ifrån det verkliga värde som anges. Säkerhetssystemet utför ett Kategori 0-stopp om verktygsorienteringens avvikelse överskrider den angivna gränsen (utan tolerans).

10.13 Säkerhets-I/O



Den här skärmen definierar *Säkerhetsfunktioner* för konfigurerbara in- och utgångar (I/O). Dessa I/O är uppdelade i in- och utgångar, och sätts ihop parvis så att varje funktion har en kategori² 3 och PLd I/O.

Varje *säkerhetsfunktion* kan bara styra ett par I/O. Om du försöker välja samma säkerhetsfunktion en gång till tas den bort från det första paret I/O där den först definierats. Det finns 5 *Säkerhetsfunktioner* för ingångssignaler och 5 för utgångssignaler.

10.13.1 Ingångssignaler

För ingångssignaler går det att välja följande *Säkerhetsfunktioner*: Systemnödstopp, Reducerat läge, Återställ skyddsstopp, Aktiveringsenhet för 3-position och Driftläge.

Systemnödstopp Efter konfigurering finns möjlighet att ha en extra Nödstoppsknapp bredvid Nödstoppsknapp på manöverenheten. Dessa funktioner kräver användning av utrustning som uppfyller ISO 13850.

Reducerat läge Alla säkerhetsgränser kan användas i två lägen: Läget *Normal*, som anger standardsäkerhetskonfigurationen, och läget *Reducerat* (mer information finns i 10.6). När den här ingångssäkerhetsfunktionen väljs orsakar en låg insignal att säkerhetssystemet övergår i läget *Reducerat*. Om det behövs minskar robotarmen farten så att den uppfyller gränsuppsättningen för läget *Reducerat*. Om robotarmen fortfarande bryter mot någon begränsning för läget *Reducerat* utförs

²Enligt ISO 13849-1, se ordlista för mer information.

ett kategori 0-stopp. Övergången tillbaka till läget *Normal* sker på samma sätt. Observera att säkerhetsplan också kan orsaka en övergång till läget *Reducerat* (mer information finns i 10.12.3).

Återställ skyddsstopp Om Skyddsstopp finns dragen i säkerhets-I/O används den här ingången för att se till att skyddsstoppet fortsätter tills en återställning utlöses. Robotarmen rör sig inte när den är i skyddsstoppat läge.



VARNING:

Funktionen Återställ skyddsstopp är i standardutförande konfigurerad för ingångsstift 0 och 1. En fullständig inaktivering innebär att robotarmens skyddsstopp upphör så snart insignalen Skyddsstopp blir hög. Med andra ord: utan Återställ skyddsstopp, kommer ingångarna Skyddsstopp i SI0 och SI1 (se Bruksanvisning för installation av maskinvara) att fastställa helt om tillståndet Skyddsstopp är aktivt eller inte.

Aktiveringsenhet för 3-position och Driftläge Med dessa kan du använda en 3-lägesenhet som extra skyddsanordning under robotens inställning och programmering. När ingången Aktiveringsenhet för 3-position har konfigurerats är roboten antingen i "körläge" eller "programmeringsläge". Det aktuella läget visas med en symbol i övre högra hörnet:

-  **Körläge:** Roboten kan bara utföra i förväg definierade uppgifter. Fliken Flytta och Frikörningsläget är inte tillgängliga.
-  **Programmeringsläge:** Begränsningarna från körläget är borttagna. Om insignalen från Aktiveringsenhet för 3-position är låg skyddsstoppas dock roboten. Hastighetsreglaget ställs in på ett ursprungsvärde som motsvarar 250 mm/s och kan ökas stegvis tills systemet når högre hastighet. Hastighetsreglaget återställs till det låga värdet varje gång ingången Aktiveringsenhet för 3-position växlar från låg till hög.

Det finns två metoder för konfigurering av driftlägesval:

1. Om du vill välja driftläge med en extern lägesväljarenhet ska du konfigurera ingången Driftläge. Konfigureringsmöjligheten visas i rullgardinsmenyerna när ingången Aktiveringsenhet för 3-position har konfigurerats. Roboten kommer att vara i körläge när ingången Driftläge är låg och i Programmeringsläge när den är hög.
2. Om du vill välja driftläge från Polyscope behöver endast ingången Aktiveringsenhet för 3-position konfigureras och verkställas i säkerhetskongfigurationen. I det här fallet är standardläget Körs (körläge). Om du vill växla till programmeringsläge väljer du knappen "Programmera robot" på välkomstskärmbilden. När du vill växla tillbaka till körläget lämnar du helt enkelt skärmbilden "Programmera robot".

**OBS:**

- När du har bekräftat konfigurationen av säkerhets-I/O med Aktiveringsenhet för 3-position visas välkomstkärmbilden automatiskt. Välkomstkärmbilden visas också automatiskt när driftläget växlar från *programmeringsläge* till *körläge*.
- Väljaren för fysiskt läge måste, om den används, helt uppfylla ISO 10218-1: artikel 5.7.1 för val.
- 3-Lägesväljaren, med tillhörande beteende, prestandaegenskaper och utförande, måste helt uppfylla ISO 10218-1: artikel 5.8.3 för en aktiveringsenhet.

10.13.2 Utgångssignaler

För utgångssignaler går det att använda följande *Säkerhetsfunktioner*. Alla signaler återgår till låg när det tillstånd som utlöste den höga signalen har avslutats.

Systemnödstopp Låg signal ges endast när säkerhetssystemet har utlösts och växlat till tillståndet Nödstoppad via ingången Robotnödstopp eller Nödstoppsknapp. För att undvika låsningar om tillståndet Nödstoppad har utlösts av ingången Systemnödstopp kommer låg signal inte att ges.

**OBS:**

Extern maskinutrustning som läser in tillståndet Nödstopp från roboten genom utgången Systemnödstopp måste uppfylla ISO 13850. Detta är särskilt viktigt i system där ingången Robotnödstopp är ansluten till en extern nödstoppsenhet. I dessa fall kommer utgången Systemnödstopp att växla till hög när den externa nödstoppsenheten frikopplas. Detta innebär att nödstoppstillståndet hos den externa maskinutrustningen återställs utan att någon manuell åtgärd krävs från robotoperatören. För att uppfylla säkerhetsstandarderna måste den externa maskinutrustningen kunna återställas manuellt för att driften ska kunna fortsätta.

Roboten är i rörelse En låg signal ges när robotarmen är i rörelse. När robotarmen är stilla ges hög signal.

Roboten stoppar inte När en begäran att stoppa robotarmen har skickats går det en viss tid från begäran tills armen stoppats. Under denna tid är signalen hög. När robotarmen är i rörelse och inte har fått en begäran om att stanna, eller när robotarmen är stoppad, är signalen låg.

Reducerat läge Skickar en låg signal när robotarmen placeras i läget *Reducerat* eller om säkerhetsingången konfigurerats med en ingång för *Reducerat läge* och signalen för närvarande är låg. Annars är signalen hög.

Ej reducerat läge Detta är motsatsen till *Reducerat läge* enligt definitionen ovan.

11 Börja programmeringen

11.1 Inledning

Universal Robot-armen är en arm som består av rör och leder. Lederna och deras vanligaste benämningar visas i figur 11.1. **Basen** är platsen där roboten är monterad. Robotens verktyg sitter i den andra änden (**Handled 3**). Genom att koordinera rörelsen i var och en av lederna kan roboten flytta sitt verktyg fritt, med undantag för området rakt ovanför och rakt under basen.

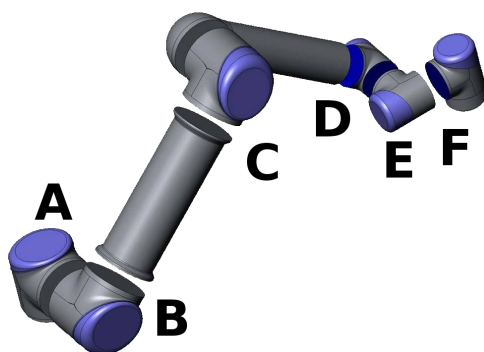
PolyScope är det grafiska användargränssnittet med vilket du kan manövrera robotarmen och manöverskåpet, kör robotprogram och skapar nya program på ett enkelt sätt.

Följande avsnitt hjälper dig att komma igång med roboten. Efteråt förklaras skärmarna och funktionen i PolyScope närmare.



FARA:

1. Kapitlet Bruksanvisning för installation av maskinvara innehåller viktig säkerhetsinformation, som måste läsas och förstås av den som integrerar UR-robotar innan roboten startas för första gången.
2. Integratören måste ställa in säkerhets- och konfigurationsparametrarna som har definierats i riskbedömningen innan robotarmen startas för första gången, se kapitlet 10.



Figur 11.1: Robotens leder. A: Bas, B: Skuldra, C: Armbåge samt D, E, F: Handled 1, 2, 3

11.2 Komma igång

Innan du använder PolyScope måste robotarmen och manöverskåpet installeras och manöverskåpet sättas på.

11.2.1 Installera robotarmen och manöverskåpet

Gör så här för att installera robotarmen och manöverskåpet:

1. Packa upp robotarmen och manöverskåpet.
2. Montera roboten på ett stabilt och vibrationsfritt underlag.
3. Placera manöverskåpet på den avsedda foten.
4. Sätt i robotsladden mellan roboten och manöverskåpet.
5. Anslut manöverskåpet till elnätet.



VARNING:

Risk att roboten välter. Om roboten inte monteras på en stabil yta kan den falla och orsaka personskada.

Detaljerade installationsinstruktioner finns i Bruksanvisning för installation av maskinvara. Observera att en riskutvärdering krävs innan robotarmen kan användas för att utföra något arbete.

11.2.2 Sätta på och stänga av manöverskåpet

Manöverskåpet startas genom att trycka på strömbrytaren på framsidan av panelen med pekskärmen. Panelen kallas vanligen *manöverenheten*. När manöverskåpet är på visas text från det underliggande operativsystemet på pekskärmen. Efter cirka en minut visas några knappar på skärmen, och ett meddelandefönster leder användaren till startskärmen (se 11.5).

Stäng av manöverskåpet genom att trycka på den gröna strömbrytaren på skärmen eller med knappen *Stäng av* på välkomstskärmen (se 11.4).



VARNING:

Om du stänger av roboten genom att dra ut kontakten ur vägguttaget kan robotens filsystem skadas, vilket kan leda till funktionsfel hos roboten.

11.2.3 Sätta på och stänga av robotarmen

Roboten kan startas om manöverskåpet har startats och om inga nödstoppsknappar är intryckta. Roboten startas från skärmbilden *Initiering* (se 11.5) genom att trycka in *PÅ*-knappen på skärmen och sedan trycka på *Start*. Observera att när roboten startas ger den ett ljud ifrån sig, och den rör sig lite när bromsarna släpps.

Strömmen till robotarmen kan stängas av genom att röra vid *AV*-knappen på skärmen *Initiering*. Robotarmen stängs också av automatiskt när manöverskåpet stängs av.

11.2.4 Snabbstart

Gör så här för att snabbt starta roboten efter installationen:

1. Tryck på nödstoppknappen på manöverenheten framsida.
2. Tryck på strömbrytaren på manöverenheten.
3. Vänta ett ögonblick medan systemet startar (text visas på pekskärmen).
4. När systemet är klart visas en ruta på pekskärmen med information om att roboten måste initieras.
5. Tryck på knappen i meddelandet. Du går till initieringsskärmen.
6. Vänta på dialogrutan *Bekräftelse av använd säkerhetskonsfiguration* och tryck på knappen *Bekräfta säkerhetskonsfiguration*. Detta tillämpar en ursprunglig uppsättning säkerhetsparametrar som behöver justeras baserat på en riskutvärdering.
7. Lås upp nödstoppsknappen. Robotens tillstånd växlar från *Nödstoppad* till *Ström av*.
8. Gå ut ur robotens arbetsområde.
9. Tryck på knappen *På* på pekskärmen. Vänta några sekunder tills robotens läge ändrats till *Viloläge*.
10. Kontrollera att nyttolastens massa och den montering som valts är korrekta. Du får ett meddelande om den montering som sensorerna känner av inte stämmer med den montering som valts.
11. Tryck på knappen *Start* på pekskärmen. Roboten ger nu ifrån sig ett ljud och rör sig en aning medan bromsarna lossas.
12. Tryck på knappen *OK*, så går du tillbaka till välkomstskärmen.

11.2.5 Det första programmet

Ett program är en lista över kommandon som berättar för roboten vad den ska göra. PolyScope gör det möjligt för personer som bara har lite programmeringserfarenhet att programmera roboten. För de flesta uppgifter görs programmeringen helt från pekskärmen utan att några kryptiska kommandon behöver skrivas in.

Eftersom verktygsrörelsen är en viktig del av ett robotprogram är det avgörande att det finns ett sätt att lära roboten hur den ska röra sig. I PolyScope anges verktygets rörelser genom en serie **vägpunkter**, d.v.s. punkter i robotens arbetsområde. En vägpunkt kan anges genom att flytta roboten till en viss position. Den kan även beräknas av programvaran. För att flytta robotarmen till en viss position använder du antingen fliken *Flytta* (se 13.1), eller drar bara robotarmen på plats medan du håller knappen **Frikörning** på manöverenhetens baksida intryckt.

Förutom förflyttning via vägpunkter kan programmet skicka I/O-signaler till andra maskiner vid vissa punkter längs robotens rörelsebana, och utföra kommandon som **om...så** och **loop**, baserat på variabler och I/O-signaler.

Så här startar du ett enkelt program på en robot som startats:

1. Tryck på knappen *Programmera robot* och välj *Tomt* program.

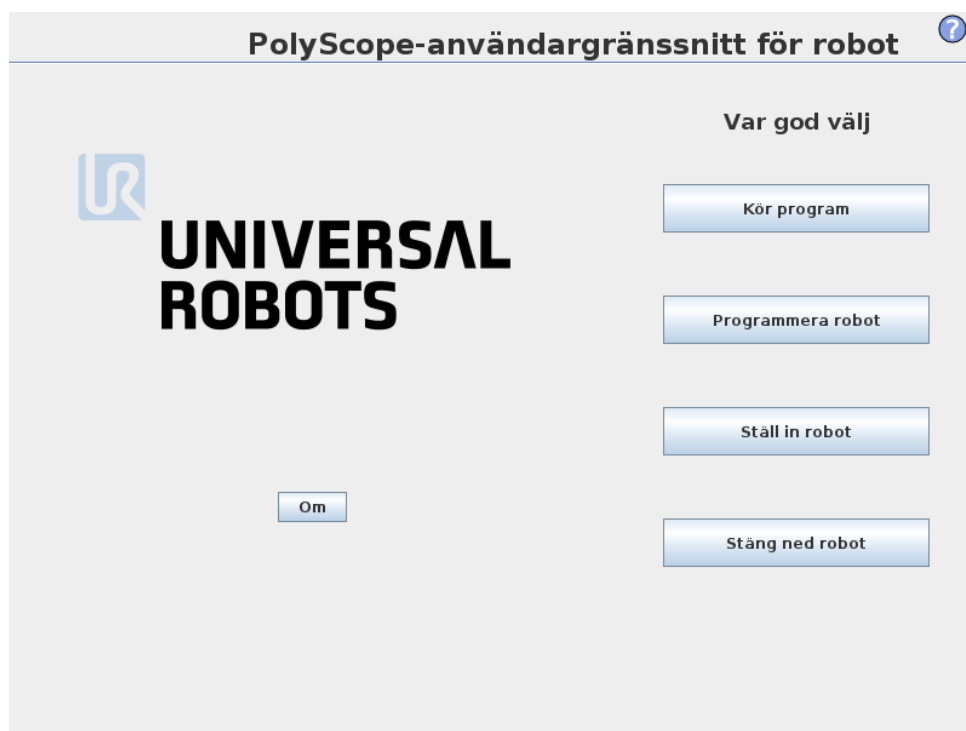
2. Tryck på knappen **Nästa** (nederst till höger) så att raden `<tom>` markeras i trädstrukturen till vänster på skärmen.
3. Gå till fliken **Struktur**.
4. Tryck på knappen **Flytta**.
5. Gå till fliken **Kommando**.
6. Tryck på knappen **Nästa** för att komma till inställningarna för **Vägpunkt**.
7. Tryck på knappen **Ange den här vägpunkten bredvid bilden “?”**.
8. Gå till skärmen **Flytta** och flytta roboten genom att trycka på de olika blå pilarna, eller flytta roboten genom att hålla in knappen **Frikörning** på baksidan av manöverenheten medan du drar i robotarmen.
9. Tryck på **OK**.
10. Tryck på **Lägg till vägpunkt före**.
11. Tryck på knappen **Ange den här vägpunkten bredvid bilden “?”**.
12. Gå till skärmen **Flytta** och flytta roboten genom att trycka på de olika blå pilarna, eller flytta roboten genom att hålla in knappen **Frikörning** medan du drar i robotarmen.
13. Tryck på **OK**.
14. Programmet är klart. Roboten kommer nu att röra sig mellan de två punkterna när du trycker på symbolen **“Spela upp”**. Ställ dig på behörigt avstånd, håll i nödstoppsknappen och tryck på **“Spela upp”**.
15. Grattis! Du har nu skapat ditt första robotprogram som förflyttar roboten mellan de två givna vägpunkterna.

**VARNING:**

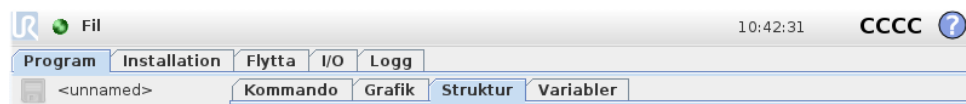
1. Kör inte in roboten i sig själv eller något föremål, eftersom detta kan skada roboten.
2. Håll ditt huvud och din torso utanför robotens räckvidd (arbetsområde). Placera inte fingrar där de kan fastna.
3. Detta är bara en snabbstartsguide, som visar hur enkelt det är att använda en UR-robot. Den förutsätter en ofarlig miljö och en mycket noggrann användare. Öka inte hastigheten eller accelerationen över standardvärdena. Utför alltid en riskvärdering innan roboten tas i drift.

11.3 Programmeringsgränssnittet i PolyScope

PolyScope körs från den beröringskänsliga pekskärmen som sitter på manöverskåpet.



Bilden ovan visar välkomstskärmbilden. De blåaktiga områdena på skärmen är knappar som kan tryckas in genom att trycka med fingret eller den trubbiga änden av en penna mot skärmen. PolyScope har en hierarkisk skärmstruktur. I programmeringsmiljön är skärmbilderna anordnade i *flikar*, för enkel åtkomst på skärmbilderna.

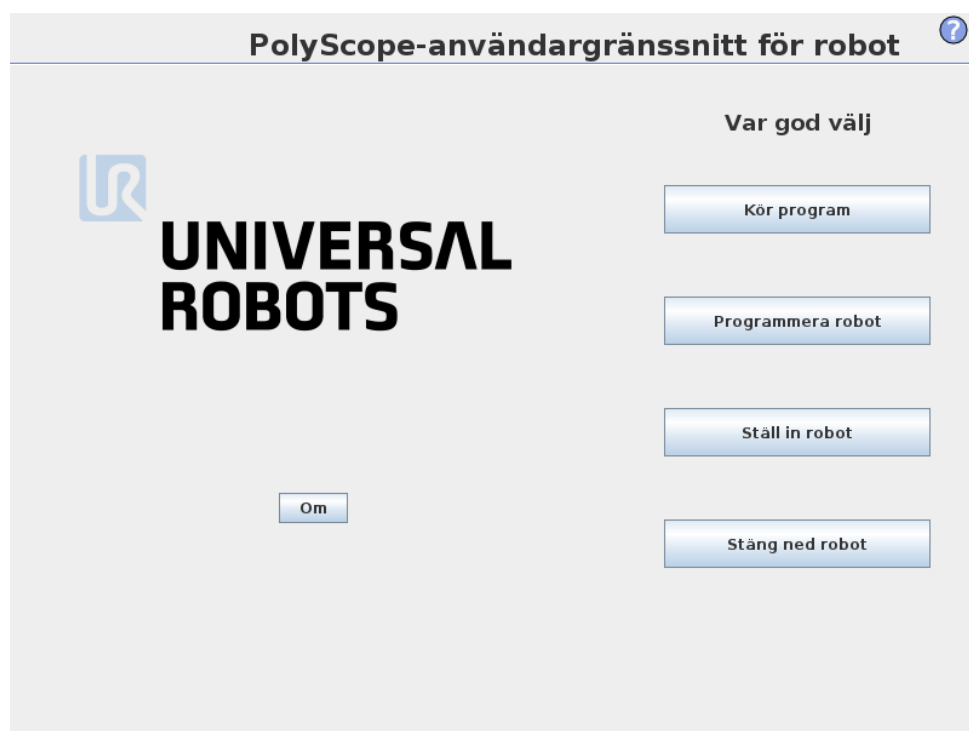


I det här exemplet är fliken **Program** markerad på översta nivån och under detta är fliken **Struktur** markerad. Fliken **Program** innehåller information om det program som laddats. Om du väljer fliken **Flytta**, växlar skärmbilden till skärmbilden **Flytta**, varifrån robotarmen kan flyttas. På samma sätt kan du välja fliken **I/O** för att se och redigera tillstånden för de elektriska I/O-enheterna.

Du kan ansluta en mus och ett tangentbord till manöverskåpet eller manöverenheten, men det är inte något krav. Nästan alla textfält har pekfunktion, så om du trycker på dem med fingret öppnas en knappsats eller ett tangentbord på skärmen.

De olika skärmbilderna i PolyScope beskrivs i följande avsnitt.

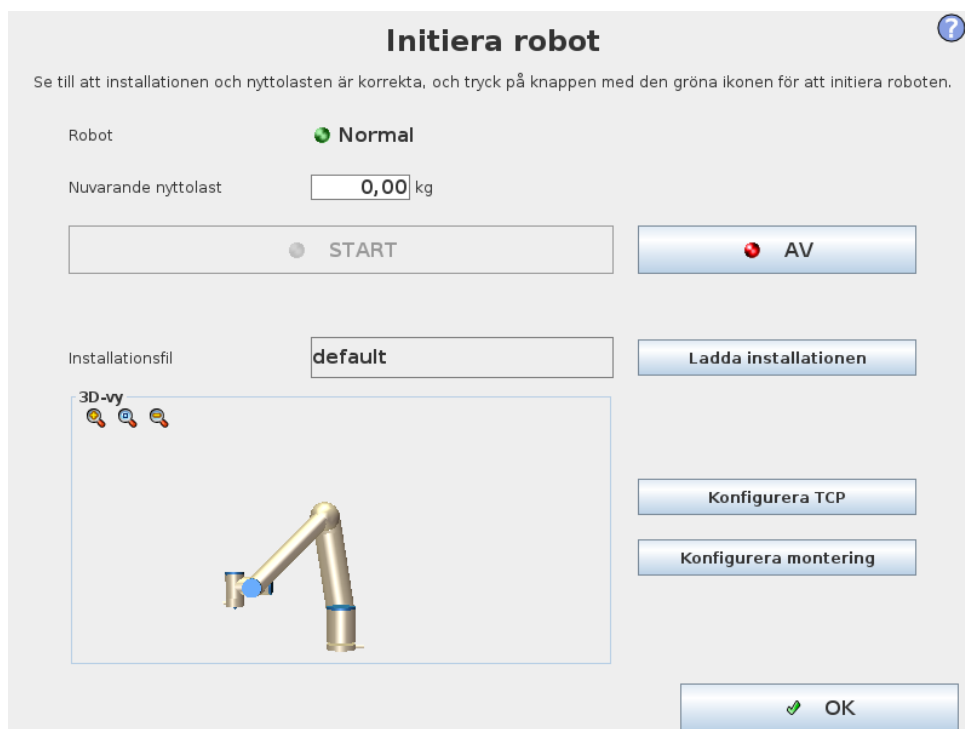
11.4 Välkomstskärmbilden



När manöverdatoren startats visas välkomstskärmbilden. Skärmbilden innehåller följande alternativ:

- **Kör program:** Välj och kör ett befintligt program. Detta är det enklaste sättet att hantera robotarmen och manöverskåpet.
- **Programmera robot:** Ändra ett program eller skapa ett nytt program.
- **Ställ in robot:** Ändra språk, ställ in lösenord, uppgradera programvara osv.
- **Stäng ned robot:** Stänger av robotarmen och manöverskåpet.
- **Om:** Här finns uppgifter om programversioner, värnhamn, IP-adress, serienummer samt juridisk information.

11.5 Initieringsskärm bild



På den här skärmbilden styr du robotarmens initiering.

Statusindikator för robotarmen

LED-lampan för status anger robotarmens körläge:

- En klarröd LED anger att robotarmen är i stoppat läge. Det kan finnas flera orsaker till detta.
- En klargul LED anger att robotarmen är strömsatt, men att den inte är klar för normal drift.
- En grön LED anger att robotarmen är strömsatt, och att den är klar för normal drift.

Den text som visas bredvid LED-lampan anger robotarmens aktuella tillstånd närmare.

Aktiv nyttolast och installation

När robotarmen är strömsatt visas i den lilla vita textrutan den nyttolastmassa som används av manöverenheten när robotarmen hanteras. Det går att ändra värdet genom att trycka på textfältet och skriva ett nytt värde.

Observera att inställningen av värdet inte ändrar nyttolasten i robotens installation (se 13.6), det anger bara den nyttolastmassa som används av manöverenheten.

På samma sätt visas i det grå textfältet namnet på den installationsfil som är inläst. Det går att läsa in en annan installation genom att trycka på textfältet, eller genom att använda knappen **Ladda** bredvid fältet. Det går även att anpassa den laddade installationen med knapparna bredvid 3D-vyn längst ner på skärmen.

Innan robotarmen startas är det mycket viktigt att verifiera att både den aktiva nyttolasten och den aktiva installationen motsvarar den verkliga situationen för robotarmen.

Initiera robotarmen



FARA:

Verifiera alltid att både den aktiva nyttolasten och den aktiva installationen är korrekta innan du startar robotarmen. Om inställningarna är felaktiga kommer inte robotarmen och manöverskåpet att fungera korrekt, och de kan utgöra en fara för personer och utrustning i närheten.



FÖRSIKTIGT:

Var mycket försiktig om robotarmen rör vid ett hinder eller bord, eftersom ledens växellåda kan skadas om robotarmen körs in i ett hinder.

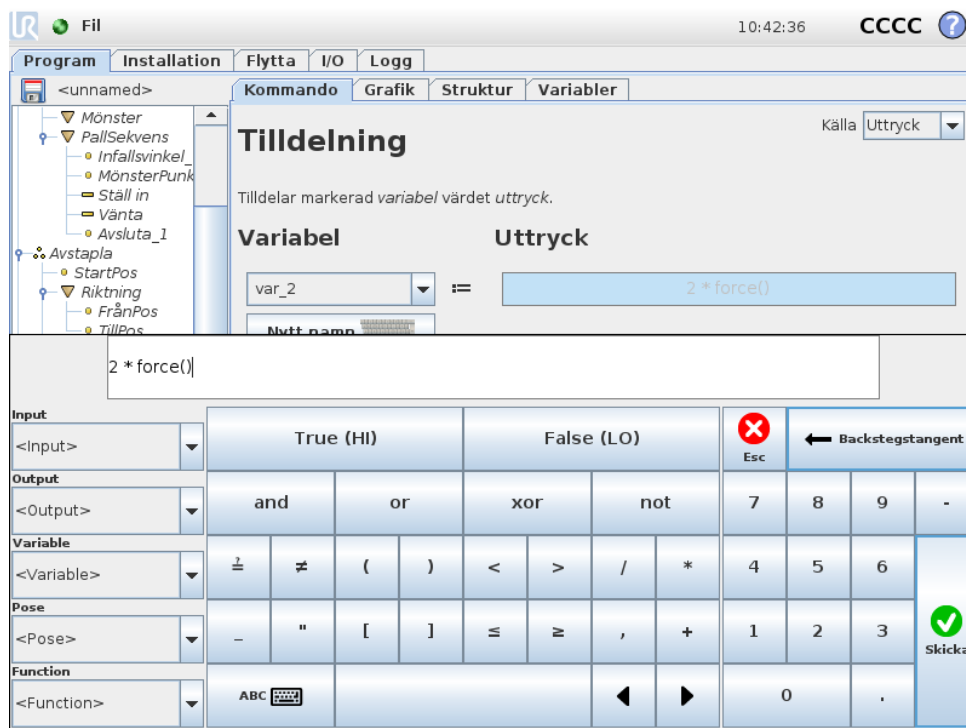
Den stora knappen med den gröna ikonen utför själva initieringen av robotarmen. Texten på knappen och den åtgärd som utförs ändras sig beroende på robotarmens aktuella tillstånd.

- När kontroll datorn startats måste du trycka på knappen en gång för att strömsätta robotarmen. Robotarmens tillstånd ändras då till **Ström på** och sedan till **Viloläge**. Observera att vid nödstopp går det inte att strömsätta robotarmen, så knappen visas som gråtonad.
- När robotarmens tillstånd är **Viloläge** måste du trycka på knappen igen för att starta robotarmen. Då kontrolleras sensordata mot robotarmens konfigurerade montering. Om de inte stämmer överens (inom toleransen 30°) inaktiveras knappen och ett felmeddelande visas under den.
Om monteringen verifieras, släpps alla ledbromsar när du trycker på knappen, och robotarmen är klar för normal drift. Observera att roboten ger ett ljud ifrån sig och rör sig lite när bromsarna släpps.
- Om robotarmen överträder någon av säkerhetsgränserna efter start arbetar den i ett speciellt **återställningsläge**. I det här läget kommer en tryckning på knappen att växla till en skärm för återställningsförflyttning, där det går att flytta robotarmen tillbaka inom säkerhetsgränserna.
- Om ett fel inträffar kan manöverenheten startas om med knappen.
- Om manöverenheten inte är igång, startas den vid tryckning på knappen.

Den mindre knappen med en röd ikon stänger av robotarmen.

12 Redigeringsprogram på skärmen

12.1 Redigeringsprogram för uttryck



Även om själva uttrycket redigeras som text har redigeringsprogrammet för uttryck ett antal knappar och funktioner som kan infoga särskilda uttryckssymboler, till exempel * för multiplikation och $\leq$ för mindre än eller lika med. Knappen med tangentbordssymbolen i skärmens övre vänstra hörn växlar till textredigering av uttrycket. Alla definierade variabler kan sättas med väljaren **Variabel** medan namnen på ingångs- och utgångsportarna kan ställas in med väljarna **Ingång** och **Utgång**. Vissa specialfunktioner finns under **Funktion**.

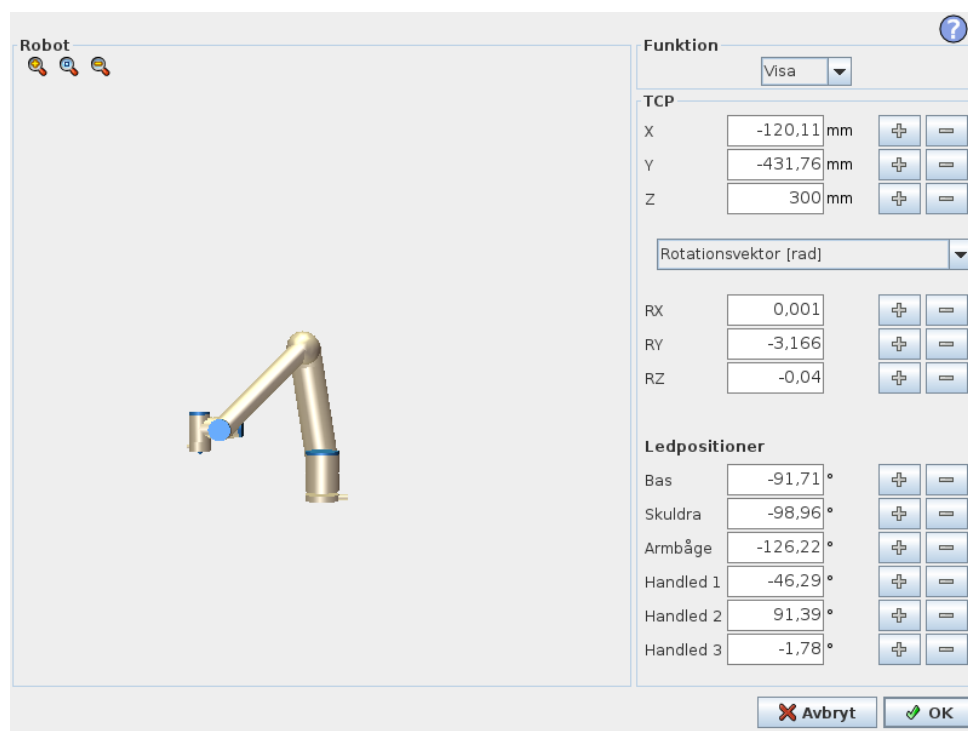
Uttrycket kontrolleras avseende grammatikfel när du trycker på OK. Om du trycker på Avbryt stängs skärmbilden och alla ändringar ignoreras.

Ett uttryck kan se ut så här:

```
digital.in[1] = Sant och analog.in[0] < 0.5
```

12.2 Skärmbilden Poseredigering

På den här skärmbilden kan du ange målpositioner för lederna eller en målpose (position och orientering) för robotverktyget. Den här skärmbilden är "offline" och styr inte robotarmen direkt.



Robot

Robotarmens nuvarande position och angiven ny målposition visas i 3D-grafik. 3D-ritningen över robotarmen visar robotarmens aktuella position, och "skuggan" av robotarmen visar målpositionen för robotarmen, som styrs av angivna värden till höger på skärmen. Tryck på förstöringsglaset för att zooma in/ut eller dra med ett finger över skärmen för att ändra vy.

Om den angivna målpositionen för robotens TCP ligger nära ett säkerhets- eller utlösningssplan, eller om robotverktygets orientering är nära verktygets orienteringsbegränsning (se 10.12), visas en 3D-representation av närhetsgränsen.

Säkerhetsplan visas i gult och svart med en liten pil som representerar normalen mot planet, vilket anger den sida på planet där robotens TCP får placeras. Utlösarplan visas i blått och grönt med en liten pil som pekar på planets sida, där begränsningarna i läget *Normal* (se 10.6) är aktiva. Verktygsorienteringens gränsvärde visas som en sfärisk kon tillsammans med en pil som anger robotverktygets nuvarande orientering. Konens insida representerar verktygsorienteringens tillåtna yta (vektor).

När målet för robotens TCP inte längre är i närheten av gränsvärdet försvinner 3D-representationen. Om mål-TCP överträder eller är mycket nära att överträda ett gränsvärde visas gränsvärdets visualisering som röd.

Funktioner och verktygsposition

Längst upp till höger på skärmen visas funktionsväljaren. Där definierar funktionsväljaren vilken funktion som ska styra robotarmen.

Under funktionsväljaren visas namnet på aktiv TCP. Med information om att konfigurera flera namngivna TCP finns i 13.6. Textrutorna visar fullständiga koordi-

natvärden för denna TCP jämfört med vald funktion. X, Y och Z styr verktygets position, medan RX, RY och RZ styr verktygets orientering.

Använd kombinationsrutan ovanför textrutorna RX, RY och RZ för att välja hur orienteringen representeras. Tillgängliga typer är:

- **Rotationsvektor [rad]** Orienteringen anges som en *rotationsvektor*. Axelns längd är den vinkel som ska roteras i radianer, och vektorn själv ger den axel runt vilken rotationen ska göras. Detta är standardinställningen.
- **Rotationsvektor [°]** Orienteringen anges som en *rotationsvektor*, där vektorns längd är den vinkel som ska roteras, angiven i grader.
- **RPY [rad]** Vinklar för *roll, tipp och gir* (RPY, Roll, Pitch, Yaw), där vinklarna angetts i radianer. RPY-rotationsmatrisen (X, Y', Z''-rotation) ges av:

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

- **RPY-vinklar [°]** Roll, tipp och gir (RPY) där vinklarna anges i grader.

Du kan redigera värdena genom att klicka på koordinaten. Om du klickar på knapparna + och – precis till höger om en ruta kan du lägga till eller dra bort ett belopp till eller från aktuellt värde. Om du trycker på en knapp och håller den nedtryckt ökas eller minskas värdet direkt. Ju längre knappen är nedtryckt, desto större blir ökningen eller minskningen.

Ledpositioner

Gör det möjligt att ange positionen för de enskilda lederna direkt. Varje ledposition kan ha ett värde i intervallet -360° till $+360^\circ$, vilket är *ledbegränsningarna*. Du kan redigera värdena genom att klicka på ledens position. Om du klickar på knapparna + och – precis till höger om en ruta kan du lägga till eller dra bort ett belopp till eller från aktuellt värde. Om du trycker på en knapp och håller den nedtryckt ökas eller minskas värdet direkt. Ju längre knappen är nedtryckt, desto större blir ökningen eller minskningen.

Knappen OK

Om den här skärmbilden aktiverades från fliken *Flytta* (se 13.1), kommer en klickning på knappen OK att ta dig tillbaka till fliken *Flytta* där robotarmen förflyttas till angivet mål. Om det senast angivna värdet var en verktygskoordinat, kommer robotarmen att förflytta sig till målpositionen med rörelsetypen *FlyttaL*, medan robotarmen flyttar sig till målpositionen med rörelsetypen *FlyttaLed* om det var en ledposition som senast angavs. De olika rörelsetyperna beskrivs i 14.5.

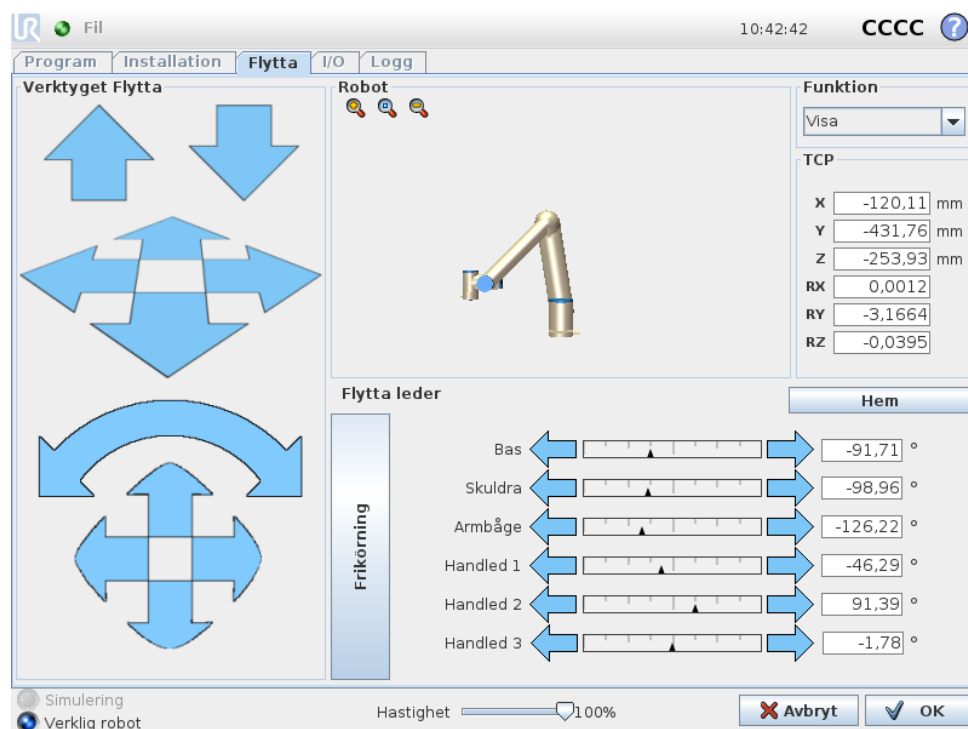
Knappen Avbryt

Om du trycker på Avbryt stängs skärmbilden och alla ändringar ignoreras.

13 Robotstyrning

13.1 Fliken Flytta

På den här skärmbilden kan du alltid flytta (knuffa) robotarmen direkt, antingen genom att flytta/rotera robotverktyget eller genom att flytta robotlederna var för sig.



13.1.1 Robot

Robotarmens nuvarande position visas i 3D-grafik. Tryck på förstoringsglasat för att zooma in/ut eller dra med ett finger över skärmen för att ändra vy. Du får den bästa känslan för att styra robotarmen om du väljer funktionen **Visa** och roterar visningsvinkeln i 3D-teckningen så att den matchar hur du ser den verkliga robotarmen.

Om den aktuella positionen för robotens TCP kommer nära ett säkerhets- eller utlösningssplan, eller om robotverktygets orientering är nära verktygets orienteringsbegränsning (se 10.12), visas en 3D-representation av närhetsgränsen. Observera att när roboten kör ett program är visualiseringen av gränsvärden inaktiverad.

Säkerhetsplan visas i gult och svart med en liten pil som representerar normalen mot planet, vilket anger den sida på planet där robotens TCP får placeras. Utlösarplan visas i blått och grönt med en liten pil som pekar på planets sida, där begränsningarna i läget **Normal** (se 10.6) är aktiva. Verktygsorienteringens

gränsvärde visas som en sfärisk kon tillsammans med en pil som anger robotverktygets nuvarande orientering. Konens insida representerar verktygsorienteringens tillåtna yta (vektor).

När robotens TCP inte längre är i närheten av gränsvärdet försvinner 3D-representationen. Om TCP överträder eller är mycket nära att överträda ett gränsvärde visas gränsvärdets visualisering som röd.

13.1.2 Funktioner och verktygsposition

Längst upp till höger på skärmen visas funktionsväljaren. Där definieras relativt vilken funktion robotarmen ska styras.

Namnet på aktiv TCP visas bredvid funktionsväljaren. Textrutorna visar fullständiga koordinatvärden för denna TCP jämfört med vald funktion. Mer information om att konfigurera flera namngivna TCP:er (finns i 13.6).

Du kan redigera värdena manuellt genom att klicka på koordinaten eller ledens position. Detta tar dig till skärmbilden för att pose-redigering (se 12.2) där du kan ange en målposition och orientering för verktyget eller målpositioner för lederna.

13.1.3 Verktöget Flytta

- Om du håller ned en *förflyttningspil* (överst) flyttas robotens verktygs-spets i den riktning som visas.
- Om du håller ned en *rotationspil* (nederst) ändras robotverktygets orientering i den riktning som visas. Rotationspunkten är verktygets centrumpunkt eller Tool Center Point (TCP), d.v.s. den punkt i änden av robotarmen som ger en karakteristisk punkt på robotens verktyg. TCP-punkten visas som ett litet blått klot.

Obs: Du kan när som helst släppa knappen för att stoppa rörelsen

13.1.4 Flytta leder

Gör det möjligt att styra de enskilda lederna direkt. Varje led kan förflyttas från -360° till $+360^\circ$, som är de standardledgränsvärden som illustreras av den vågräta stapeln för respektive led. Om en led når gränsvärdet kan den inte föras längre. Om gränserna för en led har konfigurerats med ett annat positionsintervall än det som är standard (se 10.11), anges intervallet med rött i den vågräta stapeln.

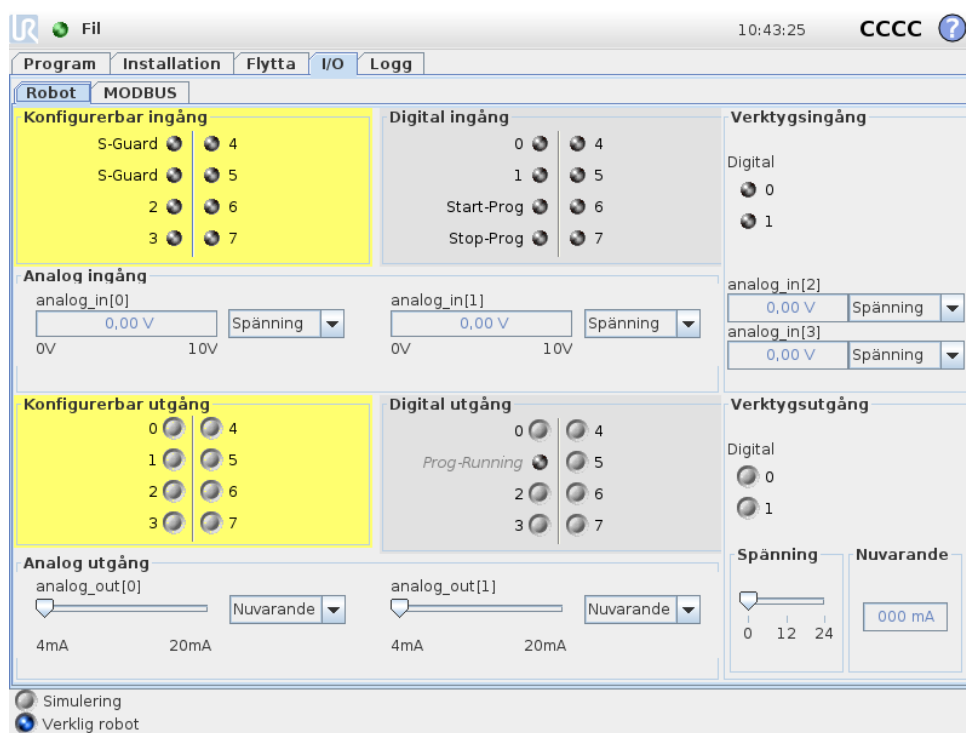
13.1.5 Frikörning

Om knappen *Frikörning* hålls ned går det att ta tag i robotarmen fysiskt och dra den till önskad plats. Om inställningen för gravitation (se 13.7) i **Installation** är fel, eller om robotarmen bär en tung last, kommer robotarmen att börja röra sig (falla) när knappen **Frikörning** trycks in. I så fall är det bara att släppa upp knappen **Frikörning** igen.

**VARNING:**

1. Se till att använda korrekt installationsinställningar (t.ex. Robotmontering och vinkel, vikt i TCP, TCP-förskjutning). Spara och ladda installationsfilerna tillsammans med programmet.
2. Se till att TCP-inställningarna och inställningarna för robotmonteringen är korrekta innan du använder knappen **Frikörning**. Om inställningarna inte är korrekta kommer robotarmen att röra sig när knappen **Frikörning** aktiveras.
3. Frikörningsfunktionen (**Impedans/Backdrivning**) ska bara användas i installationer där riskutvärderingen medger detta. Verktyg och hinder får inte ha vassa kanter eller klämpunkter. Se till att all personal är utom räckhåll för robotarmen.

13.2 Fliken I/O



På den här skärmen kan du alltid övervaka och ställa in I/O-signaler från/till robotens manöverskåp i realtid. Skärmen visar aktuellt I/O-tillstånd, även under programexekvering. Om något ändras under programexekveringen kommer programmet att stoppas. Vid programstopp kommer alla utsignaler att bibehålla sina tillstånd. Skärmen uppdateras bara vid 10 Hz, och en mycket snabb signal kanske inte visas korrekt.

Konfigurerbara in- och utgångar kan reserveras för speciella säkerhetsinställningar, som definieras i avsnittet för konfiguration av säkerhets-I/O för installationen (se 10.13);

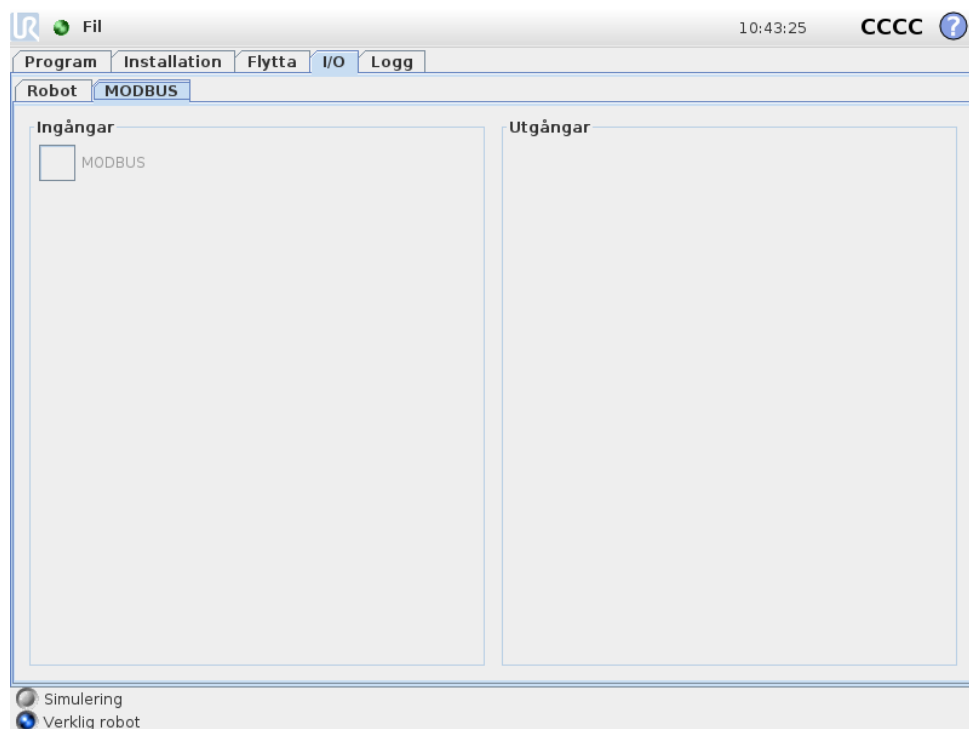
De som är reserverade kommer att ha säkerhetsfunktionens namn istället för standardnamnet eller det användardefinierade namnet. Konfigurerbara utgångar som är reserverade för säkerhetsinställningar kan inte växlas och visas endast som LED-lampor.

Signalernas elektriska egenskaper beskrivs i användarhandboken 5.3.

Inställningar för analog domän De analoga utgångarna kan ställas in på antingen ström [4–20 mA] eller spänning [0–10 V]. Systemet kommer ihåg inställningarna om de skulle behövas vid omstart av robotstyrenheten när ett program sparas.

13.3 I/O för MODBUS-klient

Här visas de digitala I/O-signalerna för MODBUS-klienten som angetts i installationen. Om signalanslutningen går förlorad inaktiveras motsvarande post på den här skärmbilden.



Ingångar

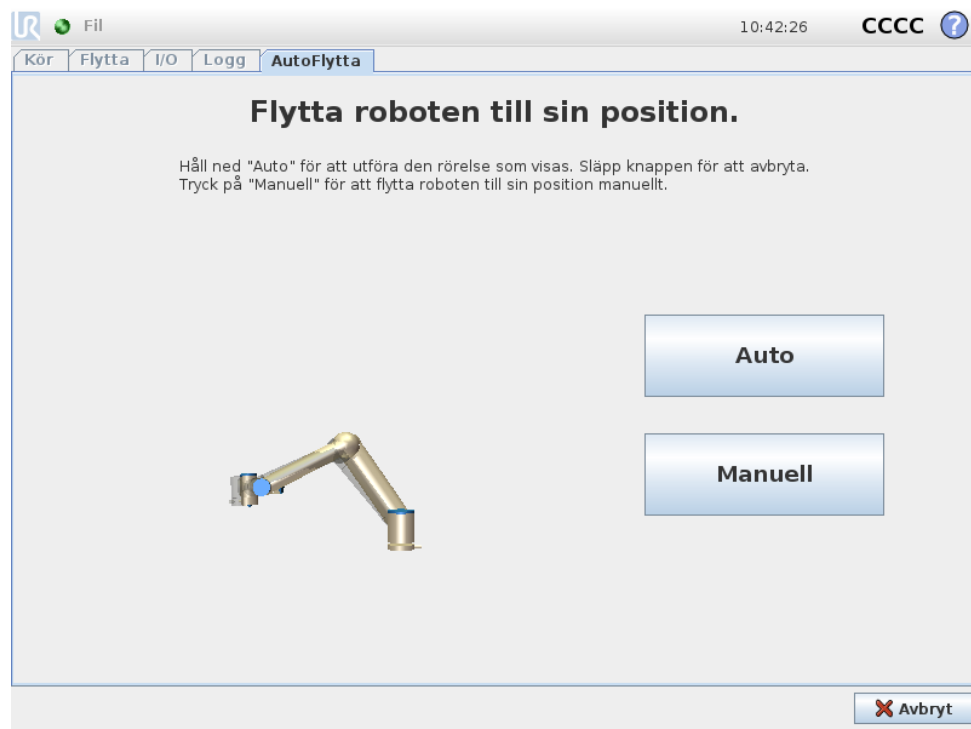
Visar status för MODBUS-klientens digitala ingångar.

Utgångar

Visar och växlar status för MODBUS-klientens digitala utgångar. Det går bara att växla en signal om detta tillåts av valet på flikkontrollen I/O (se 13.8).

13.4 Fliken AutoFlytta

Fliken AutoFlytta används när robotarmen måste förflytta sig till en specifik position inom sitt arbetsutrymme. Exempel på detta kan vara när roboten måste flyttas till ett programs startposition innan programmet körs, eller vid förflyttning till en punkt längs färdvägen när ett program modifieras.



Animering

Animeringen visar den rörelse som robotarmen ska utföra.

**FÖRSIKTIGT:**

Jämför animationen med den verkliga robotarmens position och kontrollera att roboten kan utföra rörelsen säkert utan att slå emot några hinder.

**FÖRSIKTIGT:**

AutoFlytta-funktionen flyttar längs roboten längs skuggbanan. Kollisioner kan skada roboten eller annan utrustning.

Auto

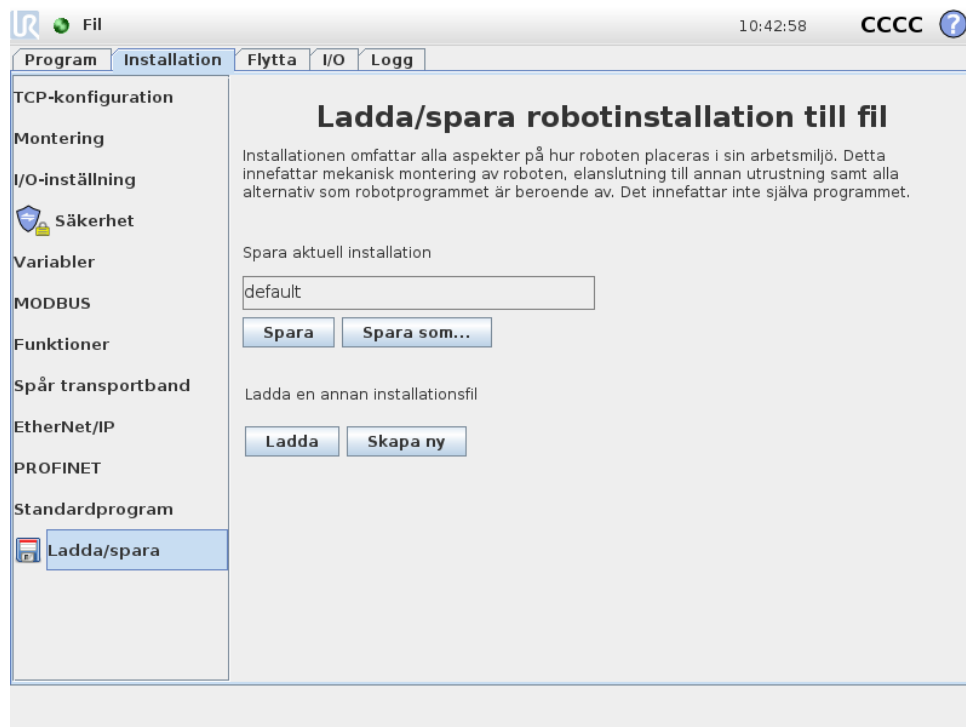
Håll ned knappen **Auto** för att flytta robotarmen enligt animationen.

Obs: Du kan när som helst släppa knappen för att stoppa rörelsen.

Manuell

Om du trycker på knappen **Manuell** kommer du till fliken **Flytta** där robotarmen kan flyttas manuellt. Detta behövs endast om rörelsen i animationen är olämplig.

13.5 Installation → Ladda/spara



Installationen omfattar alla aspekter på hur robotarmen och manöverskåpet placeras i arbetsmiljön. Detta innefattar mekanisk montering av robotarmen, elanslutning till annan utrustning samt alla alternativ som robotprogrammet är beroende av. Det innefattar inte själva programmet.

Dessa inställningar kan göras med de olika skärmarna under fliken **Installation**, förutom in- och utgångar, som ställs in i fliken **I/O** (se 13.2).

Det går att ha mer än en installationsfil för roboten. Program som skapas använder den aktiva installationen och installationen laddas automatiskt när den används.

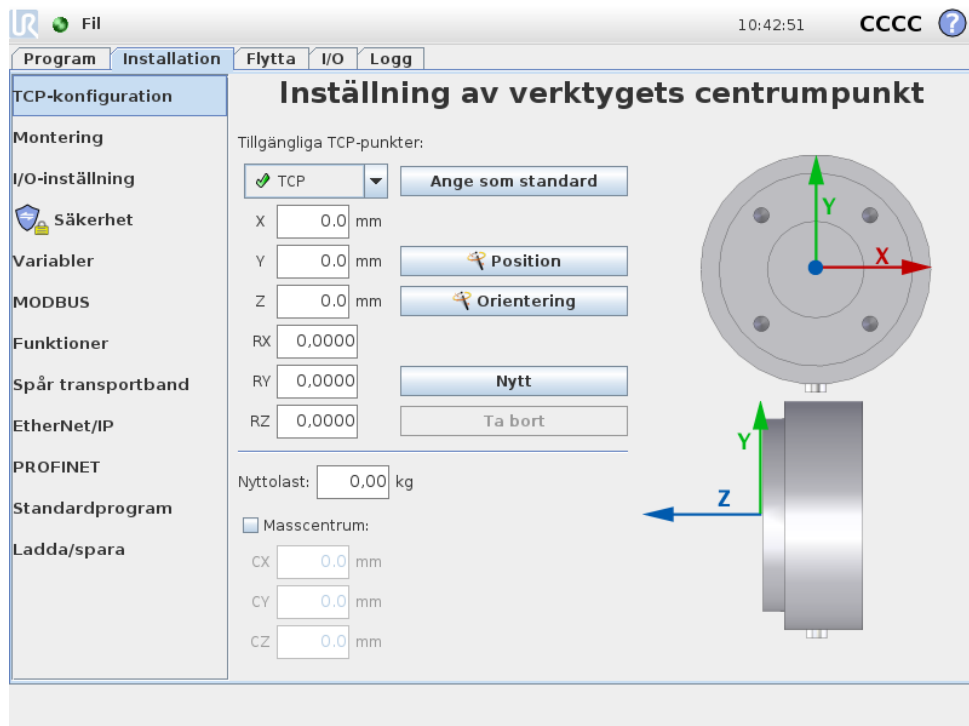
Alla förändringar av en installation måste sparas för att kunna behållas efter nedstängning. Om det finns ändringar i installationen som inte sparats, visas en diskettikon bredvid texten **Ladda/spara** på den vänstra sidan av fliken **Installation**.

En installation kan sparas genom att du trycker på knappen **Spara** eller **Spara som...** Om du sparar ett program sparas även den aktiva installationen. Om du vill ladda in en annan installationsfil använder du knappen **Ladda**. Knappen **Skapa ny** återställer alla inställningar i robotinstallationen till fabriksinställningarna.

**FÖRSIKTIGT:**

Vi rekommenderar inte att använda roboten med en installation som laddats från en USB-enhet. Om du vill använda en installation som lagrats på en USB-enhet laddar du den först och sparar den sedan i den lokala **program**-mappen med knappen **Spara som...**

13.6 Installation → TCP-konfiguration



Verktygets centrumpunkt (TCP) är en karakteristisk punkt på robotens verktyg. Flera namngivna TCP kan definieras på den här skärmen. Varje TCP innehåller en förflyttning och en rotation i förhållande till verktygets utgångsfläns, enligt skärmbilden. Positionskoordinaterna, X, Y och Z, anger positionen för TCP, medan RX, RY och RZ anger dess orientering. När alla angivna värden är noll, sammanfaller TCP med mittpunkten på verktygets utgångsfläns, varvid det koordinatsystem som avbildas till höger på skärmen används.

13.6.1 Lägga till, ändra och ta bort TCP

Du definierar en ny TCP genom att trycka på knappen **Ny**. Den TCP som skapas får automatiskt ett unikt namn och markeras i kombinationsrutan.

Förflyttning och rotation för markerad TCP kan ändras genom att trycka på respektive vita textfält och skriva in nya värden.

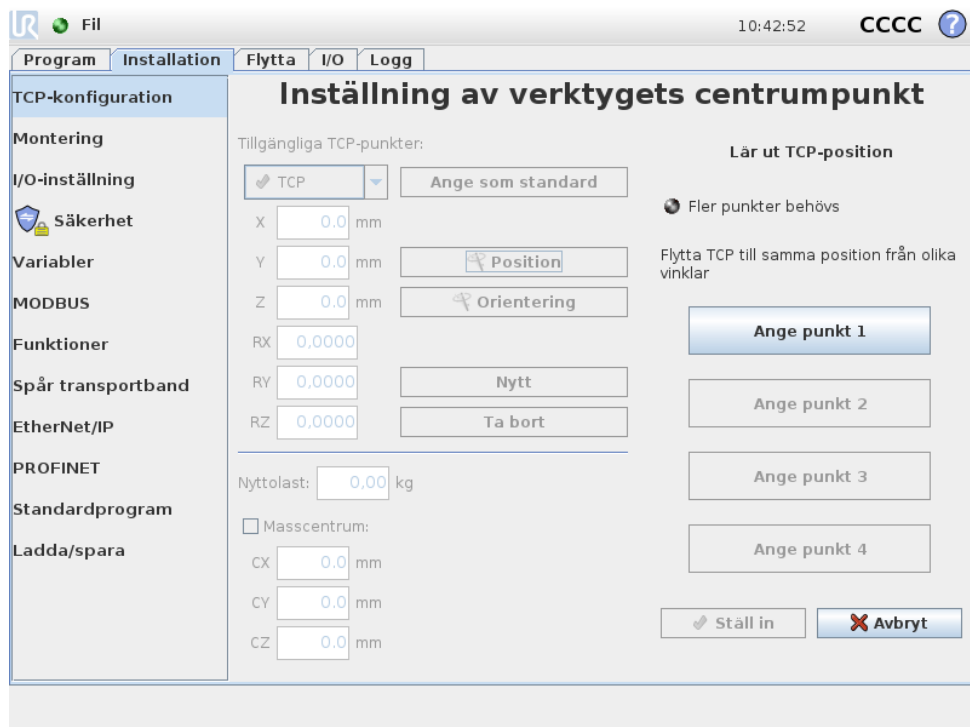
Du tar bort markerad TCP genom att trycka på knappen **Ta bort**. Den sista återstående TCP går inte att ta bort.

13.6.2 Standard-TCP och aktiv TCP

Exakt en av alla konfigurerade TCP är *standard*-TCP. Standard-TCP markeras med en grön ikon till vänster om namnet i kombinationsrutan TCP. Om du vill ange den TCP som är vald till standard-TCP trycker du på knappen **Ange som standard**.

En TCP-förskjutning används alltid som *aktiv* för att avgöra alla linjära rörelser i kartesisk rymd. Det är också den aktiva TCP-punktens rörelse som visas på grafikfiken (se 14.29). Innan något program körs och före programstart anges standard-TCP som aktiv TCP. Inom ett program kan vilken som helst av de aktiva TCP anges som aktiv TCP för en speciell robotrörelse (se 14.5 och 14.10).

13.6.3 Lära ut TCP-position



TCP-positionskoordinater kan beräknas automatiskt enligt följande:

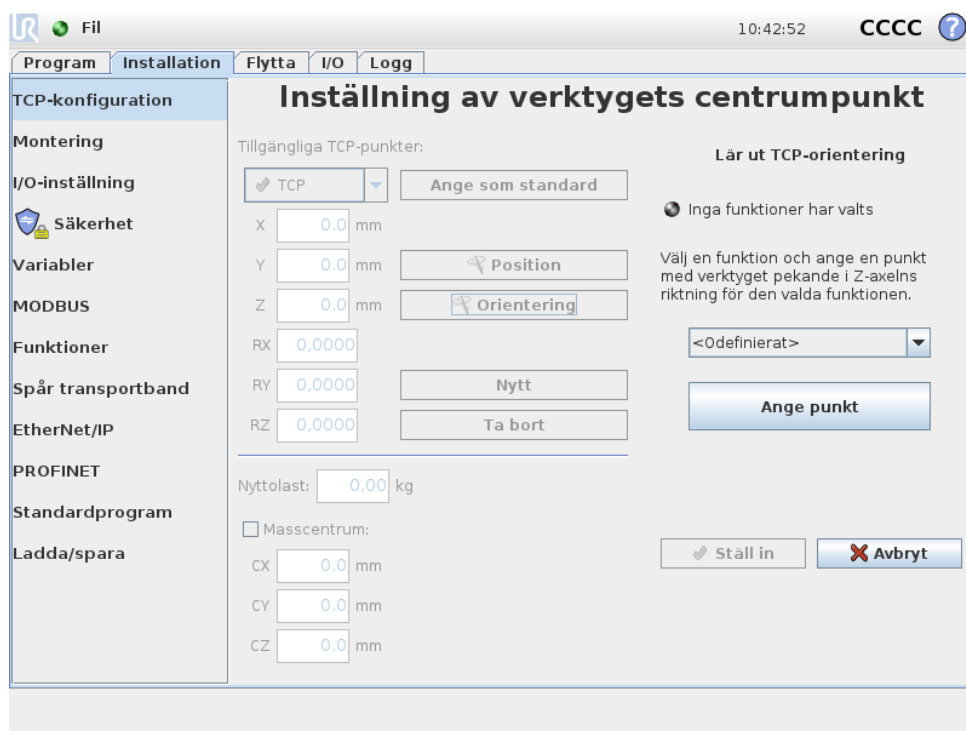
1. Tryck på knappen  **Position**.
2. Välj en fixpunkt i robotens arbetsutrymme.
3. Använd knapparna till höger på skärmen för att flytta TCP till valt punkt från minst tre olika vinklar och för att spara motsvarande positioner för verktygets utgångsflänsen.
4. Verifiera de beräknade TCP-koordinaterna och ange dem för vald TCP med knappen **Ställ in**.

Observera att positionerna måste vara tillräckligt olika för att beräkningen ska bli korrekt. Annars slår LED-statuslampan ovanför knapparna om till rött.

Dessutom gäller att även om tre positioner vanligtvis räcker för att avgöra korrekt TCP kan den fjärde positionen användas för att ytterligare verifiera att beräkningen

är korrekt. Kvaliteten för varje sparad punkt jämfört med beräknad TCP anges med grön, gul eller röd LED på respektive knapp.

13.6.4 Lära ut TCP-orientering



TCP-orientering kan beräknas automatiskt enligt följande:

1. Tryck på knappen  **Orientering**.
2. Välj en funktion i kombinationsrutan. Mer information om hur nya funktioner kan definieras finns i (se 13.12).
3. Använd knappen nedan för att flytta till en position där orienteringen för det verktyg som motsvarar TCP sammanfaller med koordinatsystemet för vald funktion.
4. Verifiera den beräknade TCP-orienteringen och ange den för vald TCP med knappen **Ställ in**.

13.6.5 Nyttolast

Vikten för robotens verktyg anges i skärmens nedre del. Du ändrar inställningen genom att trycka i det vita textfältet och skriva in en ny vikt. Inställningen gäller för alla definierade TCP. Information om den högsta tillåtna nyttolasten finns i installationshandboken för maskinvaran.

13.6.6 Masscentrum

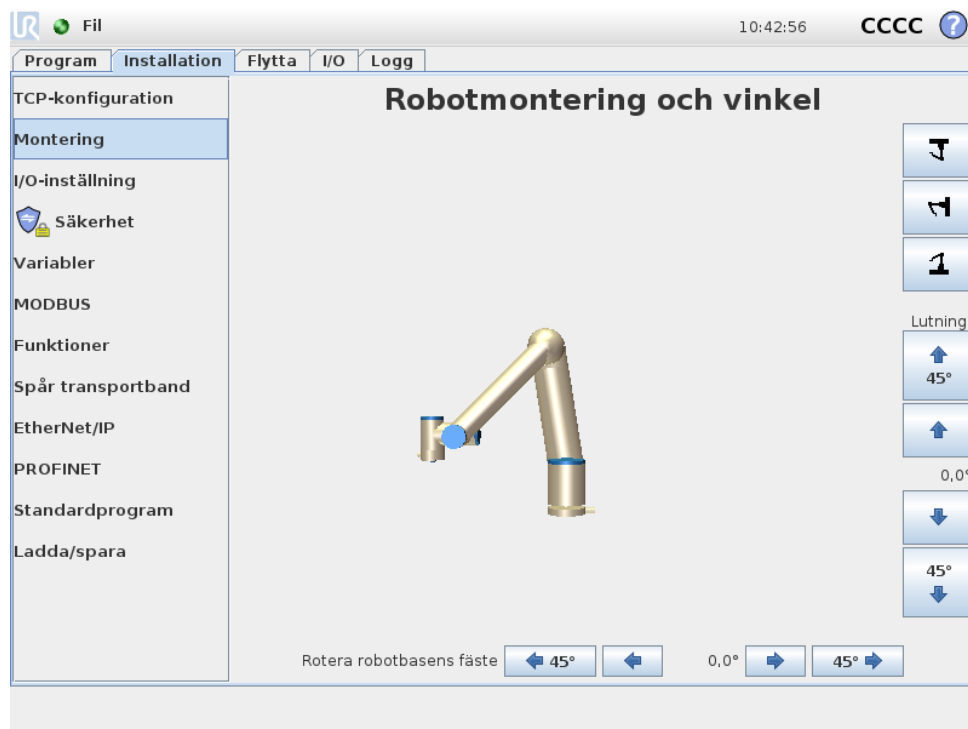
Det går även att ange verktygets masscentrum (valfritt) med fälten CX, CY och CZ. Om inget annat anges antas verktygets mittpunkt sammanfalla med verktygets masscentrum. Inställningen gäller för alla definierade TCP.



VARNING:

Se till att använda rätt installationsinställningar. Spara och ladda installationsfilerna tillsammans med programmet.

13.7 Installation → Montering



Här kan robotarmens montering specificeras. Detta har två syften:

1. Att få robotarmen att se rätt ut på skärmen.
2. Att informera manöverenheten om gravitationsriktningen.

Manöverenheten använder en avancerad dynamikmodell för att ge robotarmen jämna och exakta rörelser, och för att få robotarmen att hålla emot i läget **Frikörning**. Därför är det viktigt att robotarmens montering ställts in korrekt.



VARNING:

Om robotarmens montering inte ställs in korrekt kan detta orsaka ofta återkommande skyddsstopp och en möjlighet att robotarmen rör sig när knappen **Frikörning** trycks ned.

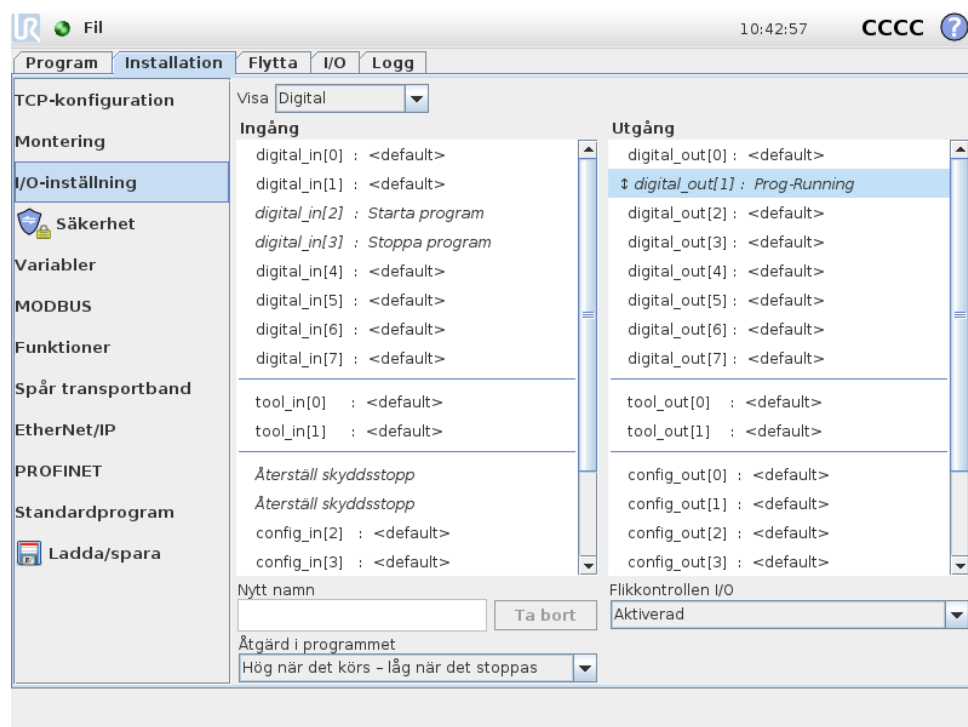
Robotarmen monteras vanligtvis på ett plant bord eller på golvet, och i sådana fall behöver inga ändringar göras på den här skärmbilden. Om robotarmen däremot **takmonteras**, **väggmonteras** eller **monteras i vinkel** måste detta justeras med tryckknapparna. Knapparna till höger på skärmen används för att ställa in vinkeln på

robotarmens montering. De tre knapparna på övre högra sidan ställer in vinkeln mot **taket** (180°), **väggen** (90°) och **golvet** (0°). **Luta**-knapparna kan användas för att ställa in en godtycklig vinkel. Knapparna på nedre delen av skärmen används för att rotera robotarmens fäste så att det stämmer överens med den faktiska monteringen.

**WARNING:**

Se till att använda rätt installationsinställningar. Spara och ladda installationsfilerna tillsammans med programmet.

13.8 Installation → I/O-inställning



På den här skärmen kan -signaler som är tillgängliga för roboten tilldelas användardefinierade namn samt konfigureras med åtgärder och flikkontrollen I/O.

Avsnitten **Ingång** och **Utgång** listar olika typer av I/O-signaler som:

Digital: (standard för allmänna ändamål, konfigurerbar och verktyg)

Analog: (standard för allmänna ändamål och verktyg)

MODBUS:

Allmänna: register (boolsk, integertal och flyttal)

De allmänna registeren kan nås ex. via en fältbuss (som Profinet och Ethernet/IP).

13.8.1 I/O-signaltyp

För att begränsa antalet signaler som listas i avsnitten **Ingång** och **Utgång**, använd kombinationsrutan **Visa** högst upp på skärmen för att ändra det visade innehållet baserat på signaltyp.

13.8.2 Använda användaredefinierade namn

Det är möjligt att associera namn till in- och utsignaler. Det gör det lättare att komma ihåg vad signalerna gör vid arbete med roboten. Välj en signal genom att klicka på den och klicka på textfältet i den nedre delen av skärmen för att ange namnet. Namnet kan återställas genom att radera det (använd knappen **Ta bort**).

För att göra ett allmänt register tillgängligt för programmet (t.ex. för kommandot **Vänta** eller ett villkorligt uttryck som ett **Om**-kommando), så måste registret ges ett användaredefinierat namn. Kommandona **Vänta** och **Om** beskrivs i (14.9) och (14.18) respektive. De namngivna allmänna registren finns i väljaren **Ingång** och **Utgång** på skärmbilden **Uttrycksredigerare**.

13.8.3 I/O-åtgärder och I/O-flikkontroll

Åtgärder för ingångar: De åtta allmänna standardingångarna och de två digitala verktygsingångarna såväl som de allmänna ingångsregistren av typen *boolsk* kan utlösa en åtgärd. En stigande kant kan leda till att:

- Det aktuella programmet startas
- Det aktuella programmet stoppas
- Det aktuella programmet pausas

Dessutom kan en åtgärd konfigureras så att den aktiverar eller desaktiverar läget **Frikörning** när ingången är hög/låg (som knappen **Frikörning** på baksidan av manöverenheten)).

Utgångsåtgärder och I/O-flikkontroll: Standarduppträdandet för utgångar är att deras värden bevaras efter att ett program har slutförts. Det går även att konfigurera en utgång med ett standardvärde som används så fort inget program körs.

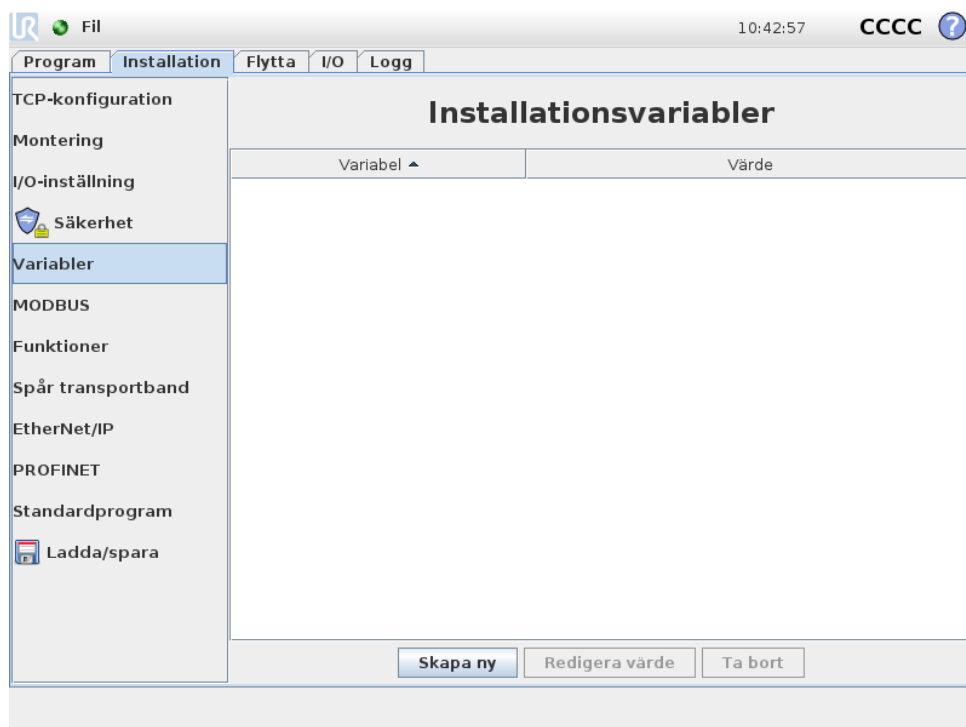
De åtta allmänna digitala standardutgångarna och de två verktygsutgångarna går dessutom att konfigurera så att de avspeglar om ett program körs, så att utgången är hög när ett program körs och annars låg. Även allmänna utgångsregister av typen *boolsk* och digitala MODBUS utgångssignaler stöder också det här.

Det går också slutligen att ange om en utgång kan styras via I/O-fliken (av programmerare eller av både operatörer och programmerare) eller om endast robotprogram kan ändra utgångsvärdet.

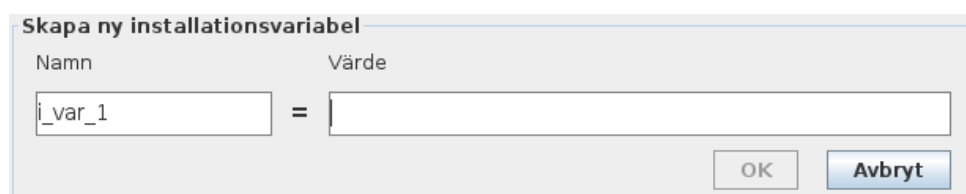
13.9 Installation → Säkerhet

Se kapitel 10.

13.10 Installation → Variabler



Variabler som skapas här kallas installationsvariabler och kan användas precis som normala programvariabler. Installationsvariabler är speciella, eftersom de behåller sina värden även om programmet stoppas och sedan startas om, och även om robotarmen och/eller manöverskåpet stängs av och sedan slås på igen. Deras namn och värden lagras med installationen, så det går att använda samma variabel i flera program.



Om du trycker på **Skapa ny** öppnas ett fönster med ett namnförslag för den nya variabeln. Namnet går att ändra och dess värde kan anges genom att röra vid något textfält. Det går bara att klicka på knappen **OK** om det nya namnet inte redan används i installationen.

Det går att ändra värdet på en installationsvariabel genom att markera den i listan och klicka på **Redigera värde**.

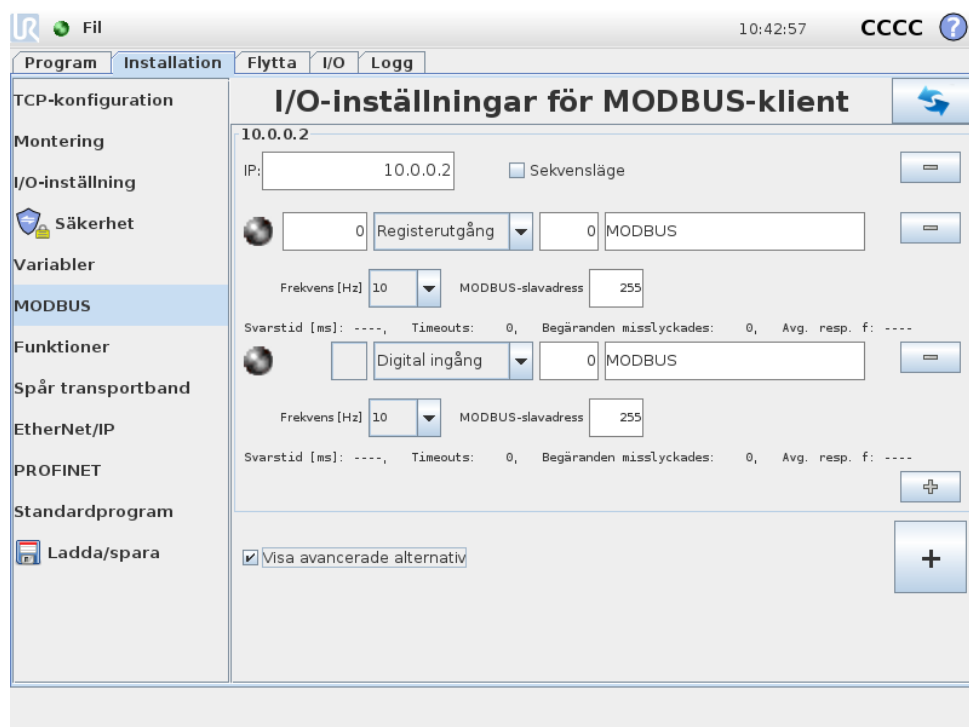
Du tar bort en variabel genom att markera den i listan och klicka på **Ta bort**.

När installationsvariablerna har konfigurerats måste själva installationen sparas för att konfigurationen ska behållas, (se 13.5). Installationsvariablerna och deras värden sparas också automatiskt var tionde minut.

Om ett program eller en installation laddats och en eller flera av programvariablerna har samma namn som installationsvariablerna får användaren två möjligheter

att lösa problemet: antingen används installationsvariabeln istället för programvariabeln, eller också får de variabler som krockar nya namn automatiskt.

13.11 Installation → I/O-inställningar för MODBUS-klient



Här ställs MODBUS-klientens (huvudenhetens) signaler in. Anslutningar till MODBUS-servrar (eller slavenheter) på angivna IP-adresser kan skapas med in- och utgångssignaler (register eller digitalt). Varje signal har ett unikt namn så att den kan användas i program.

Uppdatera

Tryck på den här knappen för att uppdatera alla MODBUS-anlutningar. Uppdatering kopplar ifrån och återansluter alla modbus-enheter. All statistik rensas.

Lägg till enhet

Tryck på den här knappen för att lägga till en ny MODBUS-enhet.

Ta bort enhet

Tryck på den här knappen för att ta bort MODBUS-enheten och alla signaler på den.

Ange enhetens IP-adress

Här visas MODBUS-enhetens IP-adress. Tryck på knappen för att ändra den.

Sekvensläge

Endast tillgängligt när Visa avancerade alternativ (se 13.11) är valt. Om den här kryssrutan markeras tvingas modbus-klienten vänta på ett svar innan nästa begäran skickas. Vissa fältbus-enheter kräver det här läget. Det kan hjälpa att aktivera det här alternativet om det finns flera signaler och ett större antal begäranden resulterar i signalförluster. Observera att den faktiska signalfrekvensen kan vara lägre än den begärda om flera signaler definieras i sekvensläge. Den faktiska signalfrekvensen kan observeras i signalstatistiken (se avsnitt 13.11). Signalindikatorn växlar till gult om den faktiska signalfrekvensen understiger halva det värde som valts i rullgardinsmenyn "Frekvens".

Lägg till signal

Tryck på den här knappen för att lägga till en MODBUS-signal på motsvarande MODBUS-enhet.

Ta bort signal

Tryck på den här knappen för att ta bort en MODBUS-signal från motsvarande MODBUS-enhet.

Ange signaltyp

Använd den här kombinationsrutan för att ange signaltypen. Tillgängliga typer är:

Digital ingång: En digital ingång (spole) är en kvantitet på en bit som läses från MODBUS-enheten på den spole som anges i signalens adressfält. Funktionskod 0x02 (Läs diskreta ingångar) används.

Digital utgång: En digital utgång (spole) är en kvantitet på en bit som kan anges till antingen hög eller låg. Innan värdet på den här utgången har angetts av användaren läses värdet från MODBUS-fjärrenheten. Detta betyder att funktionskod 0x01 (Läs spolar) används. När utgången har angetts med ett robotprogram eller genom att trycka på knappen **ange signalvärde** används funktionskoden 0x05 (Skriv enstaka spole) framgent.

Registeringång: En registreringång är en kvantitet på 16 bitar som läses från den adress som anges i adressfältet. Funktionskod 0x04 (Läs ingångsregister) används.

Registerutgång: En registerutgång är en kvantitet på 16 bitar som kan anges av användaren. Innan värdet på den här utgången har angetts, läses värdet från MODBUS-fjärrenheten. Detta betyder att funktionskod 0x03 (Läs hållregister) används. När utgången har angetts med ett robotprogram eller genom att ett signalvärde angetts i fältet **ange signalvärde**, används funktionskoden 0x06 (Skriv enstaka register) för att ange värdet på MODBUS-fjärrenheten.

Ange signaladress

Detta fält visar adresserna på MODBUS-fjärrservern. Använd knappsetsen på skärmen för att välja en annan adress. Giltiga adresser beror på MODBUS-fjärrenhetens tillverkare och konfiguration.

Ange signalnamn

Användaren kan ge signalen ett namn med tangentbordet på skärmen. Det här namnet används när signalen används i program.

Signalvärde

Här visas signalens aktuella värde. För registersignaler uttrycks värdet som ett heltal utan tecken. För utgångssignaler kan önskat signalvärde anges med knappen. Även för registerutgångar uttrycks det värde som ska skrivas till enheten som ett heltal utan tecken.

Signalanslutningsstatus

Denna ikon visar om signalen kan läsas och skrivas korrekt (grön), eller om enheten ger oväntade svar eller inte går att nå (grå). Om ett MODBUS-undantag tas emot visas svars-koden. Svar på MODBUS-TCP-fel är:

- E1: OGILTIG FUNKTION (0x01)* Den funktionskod som togs emot i frågan är inte en tillåten åtgärd för servern (eller slavenheten).
- E2: OGILTIG DATAADDRESS (0x02)* Den funktionskod som togs emot i frågan är inte en tillåten åtgärd för servern (eller slavenheten). Kontrollera att den signaladress som angavs svarar mot inställningen på MODBUS-fjärrservern.
- E3: OGILTIGT DATAVÄRDE (0x03)* Ett värde som finns i frågans datafält är inte ett tillåtet värde för servern (eller slavenheten). Kontrollera att det signalvärde som angavs är giltigt för den angivna adressen på MODBUS-fjärrservern.
- E4: SLAVENHETSFE (0x04)* Ett oåterkalleligt fel inträffade medan servern (eller slavenheten) försökte utföra den begärda åtgärden.
- E5: KVITTERA (0x05)* Speciell användning i samband med programmeringskommandon som skickas till MODBUS-fjärrenheten.
- E6: SLAVENHET UPPTAGEN (0x06)* Speciell användning i samband med programmeringskommandon som skickas till MODBUS-fjärrenheten. Slavenheten (servern) kan inte svara för tillfället.

Visa avancerade alternativ

Den här kryssrutan visar eller döljer de avancerade alternativen för varje signal.

Avancerade alternativ

Uppdateringsfrekvens: Den här menyn kan användas för att ändra signalens uppdateringsfrekvens. Detta är den frekvens med vilken förfrågningar skickas till MODBUS-fjärrenheten för att läsa eller skriva signalvärdet. Om frekvensen är inställd på 0, initieras modbus-begäranden på begäran med användning av skriptfunktionerna *modbus_get_signal_status*, *modbus_set_output_register*, och *modbus_set_output_signal*.

Slavadress: Detta textfält kan användas för att ange en speciell slavadress för de förfrågningar som motsvarar en specifik signal. Värdet måste vara i det öppna

intervallet 0-255, och standardvärdet är 255. Om du ändrar detta värde rekommenderar vi att du kontrollerar funktionen vid ändring av slavadress i dokumentationen till MODBUS-fjärrenheten.

Återanslut räkning: Antalet gånger TCP-anslutningen stängdes och återanslöt.

Anslutningsstatus: TCP-anslutningsstatus.

Svarstid [ms:] Tiden mellan att modbus-begäran skickas och svaret tas emot – uppdateras endast när kommunikation är aktiv.

Fel på modbuspaket: Antal mottagna paket som innehöll fel (d.v.s. ogiltig längd, felaktig data, TCP-uttagsfel).

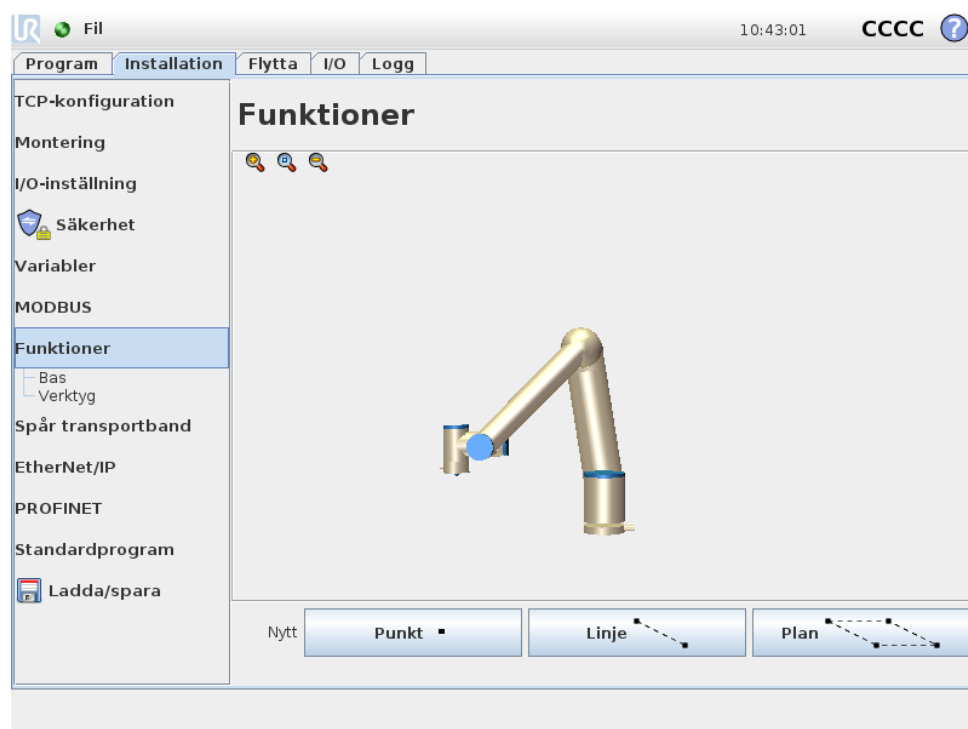
Timeouts: Antal modbus-begäranden som inte besvarats.

Begäranden misslyckades: Antal paket som inte kunde skickas p.g.a. ogiltig uttagsstatus.

Faktisk frekvo.: Genomsnittlig frekvens av klientens (huvudenhetens) signalstatusuppdateringar. Det här värdet beräknas om varje gång signalen tar emot ett svar från servern (eller en slav).

Alla räknare upp till 65535 och sedan omsluta tillbaka till 0.

13.12 Installation → Funktioner



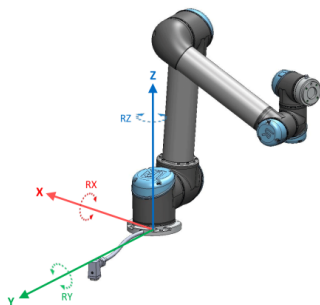
Det är vanligt att delar av ett robotprogram består av rörelser som måste utföras i förhållande till specifika föremål annat än robotarmens bas. Föremålen kan vara bord, andra maskiner, arbetsstycken, transportband, lastpallar, system för visuell avkänning, tomrum eller gränser som vanligen finns i robotarmens omgivning.

En **Funktion** är i grunden en representation av ett sådant föremål som har definierats med ett namn för framtida referens och en sexdimensionell pose (position och orientering) i förhållande till robotens fundament.

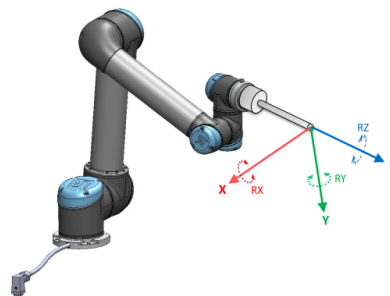
Det finns alltid två fördefinierade funktioner för roboten, var och en har sin pose definierad utifrån själva robotarmen:

Funktionen: Bas placerad med origo i robotbasens centrum (se figur 13.1)

Funktionen: Verktyg placerad med utgångspunkt i centrum av aktuell TCP (se figur 13.2)



Figur 13.1: Basfunktion



Figur 13.2: Verktyg (TCP-funktion)

Användardefinierade funktioner får sin pose definierad av användaren genom en unik och intuitiv metod som använder aktuell verktygpose (TCP) för att definiera platser i arbetsområdet. Det betyder att användaren kan lära in platser för funktioner med hjälp av ex. läget **Frikörning** eller knuffa (manuell styrning) till önskad pose.

Det finns tre olika strategier (**Punkt**, **Linje** och **Plan**) för att definiera funktionens pose. Den bästa strategin för en given tillämpning beror på typen av föremål och precisionskraven men allmänt sett är en funktion som bygger på fler punkter (**Linje** och **Plan**) att föredra om den är tillämplig för det specifika föremålet.

För att t.ex. definiera riktningen för ett linjärt transportband, är det möjligt att enbart använda funktionen **Punkt** men allmänt sett blir den linjära rörelsen noggrannare och bättre om den representeras av funktionen **Linje**. Vid användning av funktionen **Punkt** för att definiera transportbandets riktning är det nödvändigt för TCP att peka i samma riktning som transportbandet. Bättre noggrannhet uppnås med en definition av två punkter med funktionen **Linje** med så stor fysisk separation som möjligt.

En användning av fler punkter för att definiera t.ex. ett bords pose innebär att orienteringen är baserad på positionerna snarare än orienteringen hos en enda TCP, och en enda TCP-orientering är i allmänhet svårare att konfigurera med hög precision. En förklaring till hur man tillämpar olika metoder för att definiera en funktion finns i (avsnitten: 13.12.2), (13.12.3) och (13.12.4).

13.12.1 Använda en funktion

När en funktion har definierats vid installationen, är det möjligt att hänvisa till den från robotprogrammet, att relatera robotens rörelser (kommandona **FlyttaL** och

FlyttaP) till funktionen (se avsnitt 14.5). Detta medger en enkel anpassning av robotprogrammet, t.ex. vid flera olika robotstationer eller när ett föremål flyttas dynamiskt under programmets körning eller då det flyttas permanent runt scenen. Genom en enkel justering av den refererade funktionen för ett visst föremål sker alla programmets rörelser i förhållande till föremålet. Exempel på det här finns i avsnitten (avsnitten 13.12.5) och (13.12.6).

Funktioner som konfigureras som knuffbara är också användbara när roboten flyttas manuellt under fliken **Flytta** (avsnitt 13.1) eller skärmbilden **Pose-redigering** (se 12.2). När en funktion väljs som en referensram, kommer knapparna **Flytta verktyg** för förflyttningar och rotationer att fungera i den valda funktionsrymden (se 13.1.2) och (13.1.3), vilket även de aktuella TCP-koordinatvärdena gör som visas i TCP-delen av skärmen. Om t.ex. ett bord har definierats som en funktion och det har valts som referens i fliken **Flytta** kommer pilknapparna för förflyttningar upp/ner, vänster/höger och fram/bak, samt de visade TCP-koordinaterna också följa bordets ram.

Nytt namn

Med den här knappen går det att byta namn på en funktion.

Ta bort

Den här knappen tar bort den markerade funktionen och eventuella underfunktioner.

Visa axlar

Välj om den valda funktionens koordinataxlar ska synas i 3D-grafiken. Valet gäller den här skärmen och skärmen **Flytta**.

Kan knuffas

Välj om det ska gå att knuffa den valda funktionen. Detta bestämmer om funktionen ska visas i funktionsmenyn på skärmen **Flytta**.

Variabel

Välj om den valda funktionen kan användas som en variabel. Om detta alternativ är aktivt, kommer en variabel med samma namn som funktionen, avslutat av "_var", att vara tillgänglig vid redigering av robotprogram. Variabeln kan tilldelas ett nytt värde i ett program, vilket senare kan användas för att styra vägpunkter som beror av en funktions värde. En funktion måste också markeras som en variabel för att varje förflyttning som beror av den ska uppdateras när funktionen ändras. Om den inte markeras som en variabel kommer vägpunkten att vara relativ till posen när den definieras.

Ändra den här punkten

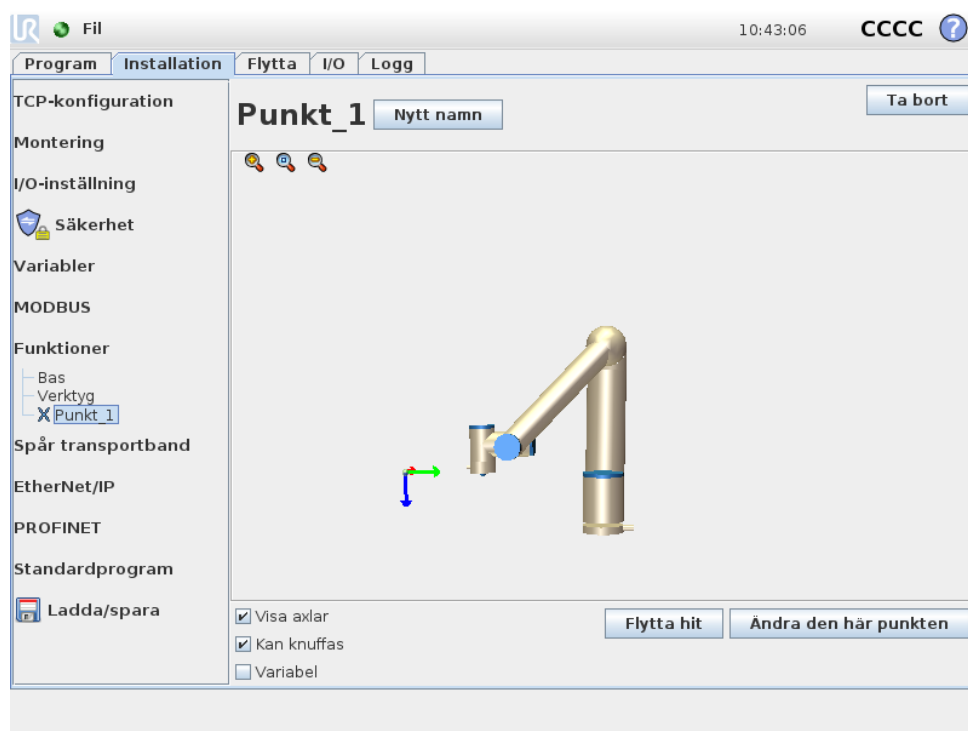
Använd den här knappen för att ändra den valda funktionen. Fliken **Flytta** (avsnitt 13.1) visas och en ny position kan anges för funktionen.

Flytta roboten hit

När den här knappen trycks ned flyttas robotarmen mot vald funktion. I slutet av förflyttningen kommer koordinatsystemen för funktion och TCP att sammanfalla.

13.12.2 Ny punkt

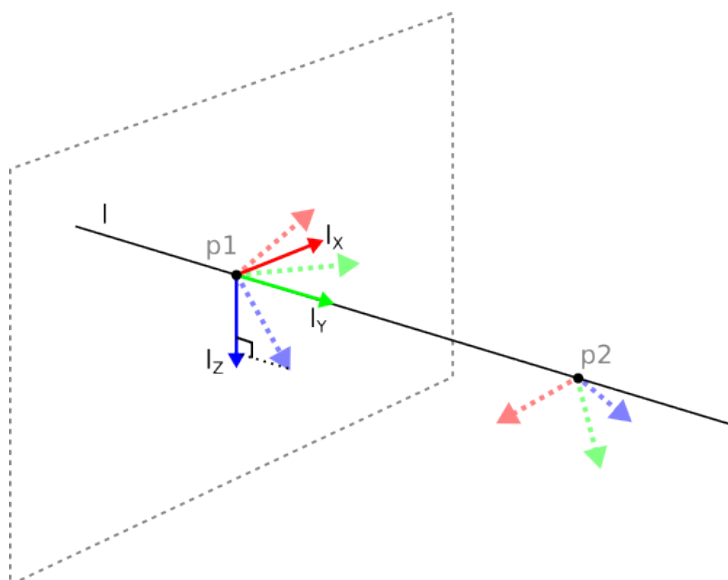
Tryck på den här knappen för att lägga till en punktfunktion till installationen. Punktfunktionen används vanligen vid definition av en säkerhetsgräns eller en global hemkonfiguration för robotarmen. Punktfunktionens pose definieras som position och orientering för TCP för den punkten.



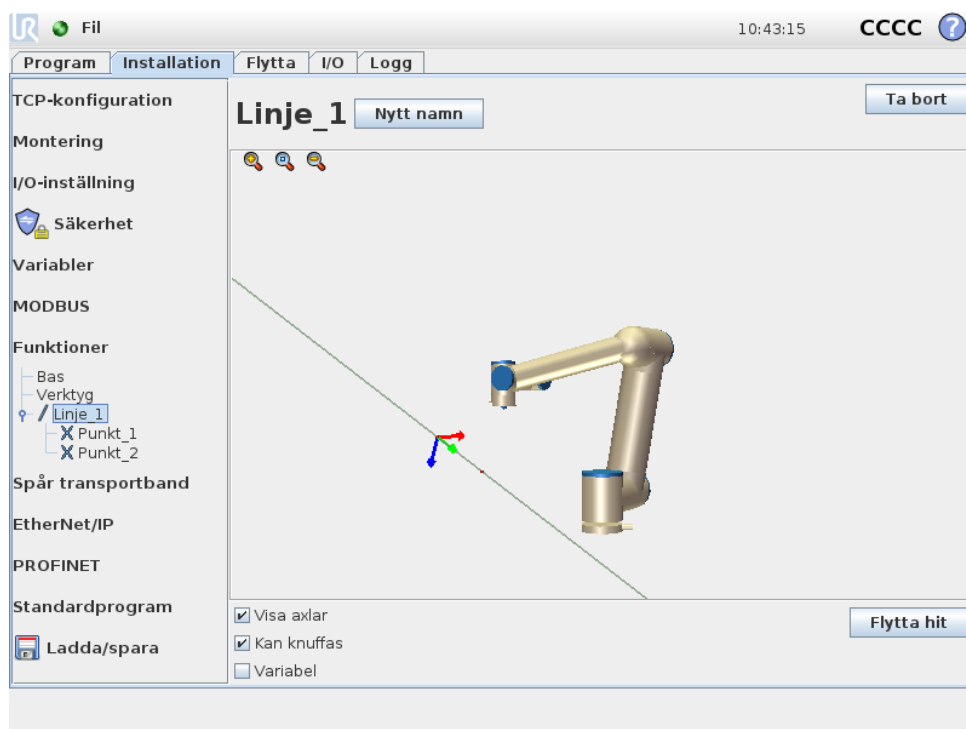
13.12.3 Ny linje

Tryck på den här knappen för att lägga till en punktfunktion till installationen. Linjefunktionen används vanligen för att definiera linjer som roboten behöver följa, t.ex. vid transportbandsspårning. En linje l definieras som en axel mellan två punktfunktioner $p1$ och $p2$ enligt figuren 13.3.

Denna axel, som är riktad från den första punkten till den andra, utgör y-axeln i linjens koordinatsystem. Z-axeln definieras som projektionen av z-axeln för $p1$ på det plan som är vinkelrätt mot linjen. Positionen för linjens koordinatsystem är samma som positionen för $p1$.

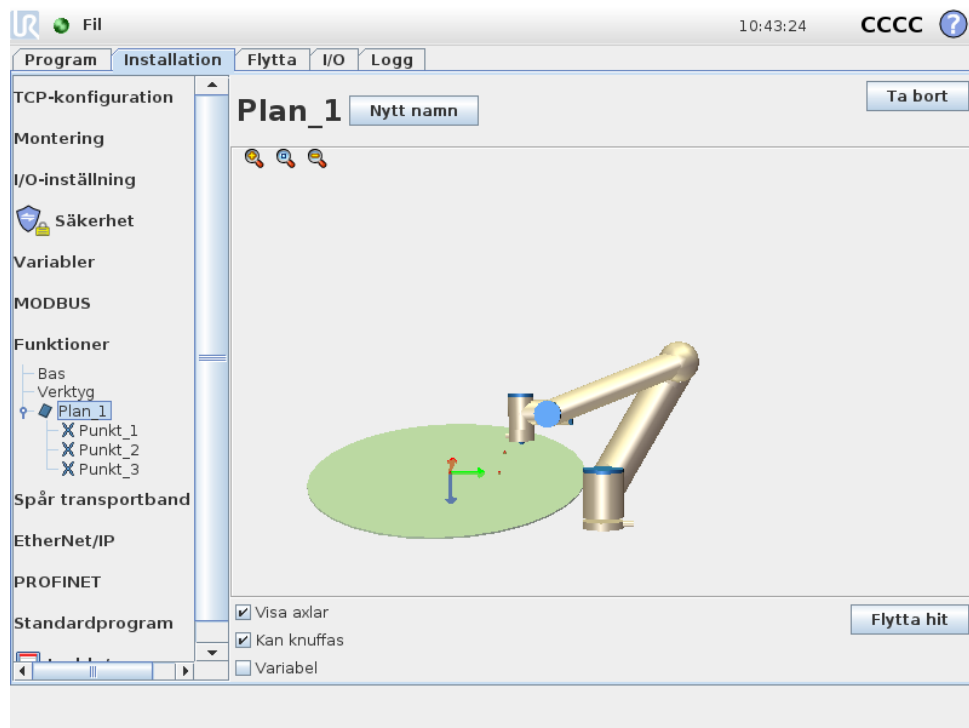


Figur 13.3: Definiera en linjefunktion



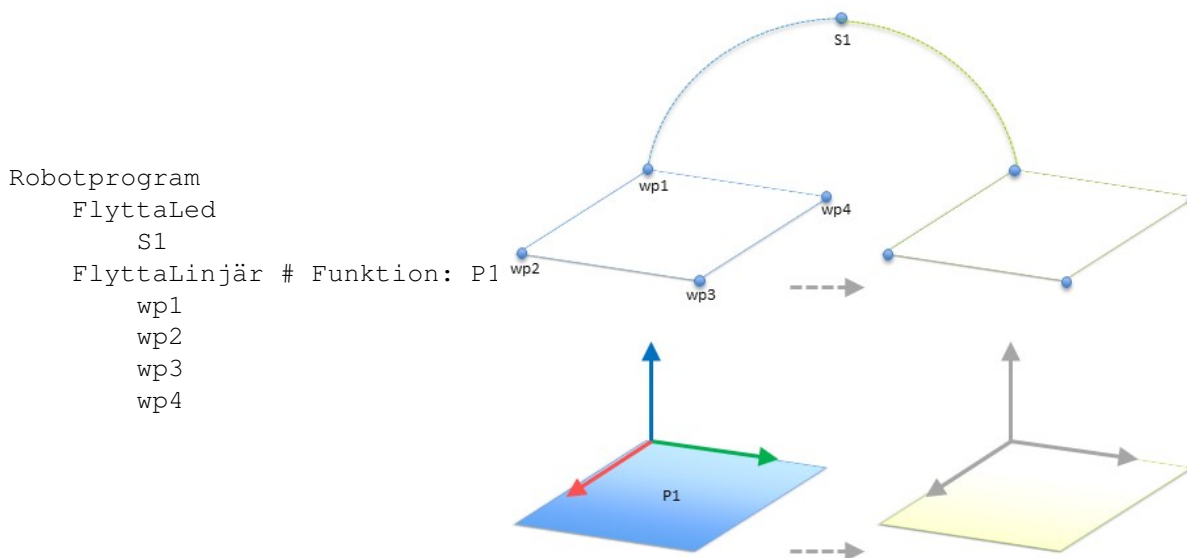
13.12.4 Nytt plan

Tryck på den här knappen för att lägga till en planfunktion till installationen. Planfunktionen används vanligen när det finns behov för en ram med hög precision, t.ex. vid arbete med ett system för visuell avkänning eller vid rörelser i förhållande till ett bord. Ett plan definieras av tre delpunktsfunktioner. Positionen för koordinatsystemet är samma som positionen för den första delpunkten. Z-axeln är planets normal, och y-axeln är riktad från den första punkten mot den andra. Z-axelns positiva riktning är definierad så att vinkeln mellan planets z-axel och den första punktens z-axel är mindre än 180 grader.



13.12.5 Exempel: Manuell uppdatering av en funktion för att justera ett program

Tänk dig en tillämpning där flera delar av ett robotprogram förhåller sig till ett bord. I figuren 13.4 visas detta som rörelsen från vägpunkterna wp1 till wp4.



Figur 13.4: Enkelt program med fyra vägpunkter relativt ett funktionsplan som uppdateras manuellt genom att ändra funktionen

Det är ett krav för tillämpningen att programmet bör återanvändas för flera robotinstallationer, där endast bordets position kan variera något. Rörelsen i förhållande till bordet är identiskt.

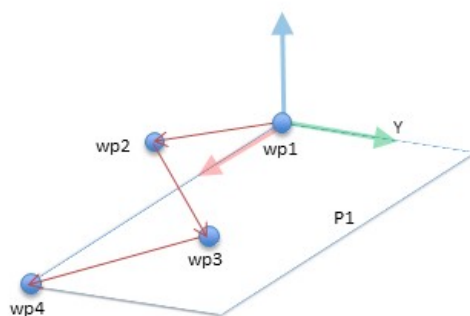
Genom att definiera bordets position som en funktion *P1* i installationen och se till att den är vald som **Variabel**, kan programmet genom att konfigureras i förhållande

till planet med kommandot *FlyttaLinjär* enkelt användas av ytterligare robotar bara genom att uppdatera installationen med bordets aktuella position.

Konceptet gäller valfritt antal funktioner i en tillämpning för att få ett flexibelt program som kan lösa samma uppgift på många robotar trots att t.ex. en plockning, placering eller annan platskritisk uppgift i arbetsområdet kan variera mellan olika anläggningar.

13.12.6 Exempel: Dynamisk uppdatering av en funktions pose

Tänk dig en liknande tillämpning där roboten även måste röra sig i ett specifikt mönster ovanpå ett bord för att kunna lösa en särskild uppgift, enligt figuren 13.5.

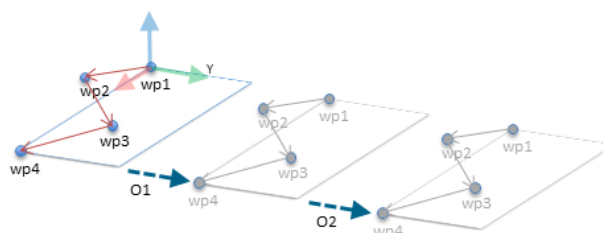


Figur 13.5: Ett *FlyttaV*-kommando med fyra vägpunkter jämfört med planfunktionen

Tänk dig nu att rörelsen i förhållande till *P1* måste upprepas ett antal gånger, varje gång med en förskjutning *o* som i exemplet är inställd till 10 cm i Y-led (se figur 13.6, förskjutningar *O1* och *O2*). Detta kan åstadkommas med t.ex. skriptfunktionerna *pose.ny()* eller *pose.flytta()* för att manipulera den variabla funktionen.

Robotprogram

```
FlyttaLed
  wp1
  y = 0,01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  P1_var = pose_flytta(P1_var, o)
  FlyttaLinjär # Funktion: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



Figur 13.6: Använda en förskjutning till planfunktionen

Det är även möjligt att växla till en helt annan funktion medan programmet körs istället för att bara lägga till en förskjutning. Detta kan ses i exemplet nedan (se figur 13.7) där referensfunktionen för kommandot *FlyttaLinjär P1_var* kan växla mellan de två planen *P1* och *P2*.

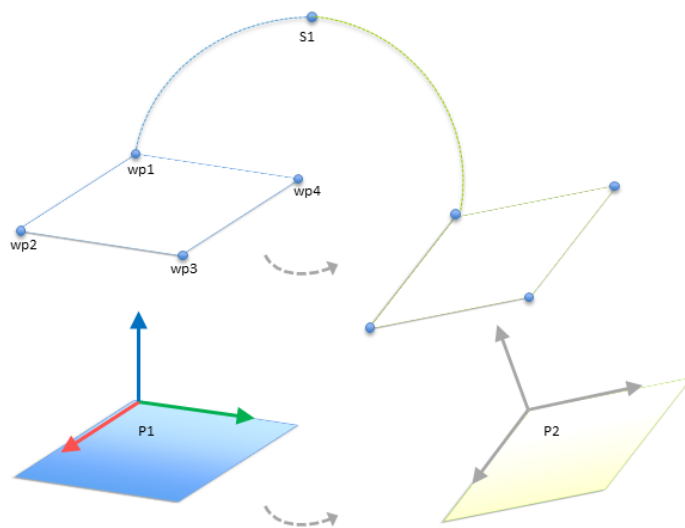
13.13 Inställning av transportbandsspårning

Vid användning av ett transportband kan roboten konfigureras för att spåra dess rörelse. Inställning av transportbandsspårning innehåller alternativ för att konfigu-

```

Robotprogram
  FlyttaLed
    S1
  om (digital_ingång[0]) så
    P1_var = P1
  annars
    P1_var = P2
  FlyttaLinjär # Funktion: P1
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4

```



Figur 13.7: Växla mellan planfunktioner

rera roboten för arbete med absoluta och inkrementerande kodenheter plus linjära och cirkulära transportband.

Transportbandsparametrar

Inkrementella: kodenheter kan anslutas till digitala ingångar 0 till 3. Avkodningen av digitala signaler sker vid 40 kHz. Användning av en **Quadrature**-kodenhet (kräver två ingångar) kan roboten fastställa hastigheten tillsammans med transportbandets riktning. Om transportbandets riktning är konstant kan en enda ingång användas. Denna avkänner antingen stigande, fallande eller stigande och fallande i syfte att fastställa transportbandets hastighet.

Absolut: kodenheter kan användas vid anslutning genom en MODBUS-signal. Detta kräver förkonfigurering av ett digitalt MODBUS ingångsregister i (avsnitt 13.11).

Linjära transportband

Om du väljer ett linjärt transportband måste en linjefunktion konfigureras i **funktionsdelen** av installationen för att fastställa transportbandets riktning. Linjefunktionen ska vara parallell med transportbandet, och det ska finnas ett stort avstånd mellan de två punkter som definierar linjefunktionen. Du bör konfigurera linjefunktionen genom att placera verktyget fast mot transportbandets sida vid inläring av två punkter. Om linjefunktionen har motsatt riktning än transportbandets rörelse, tryck på knappen **Omvänd riktning**.

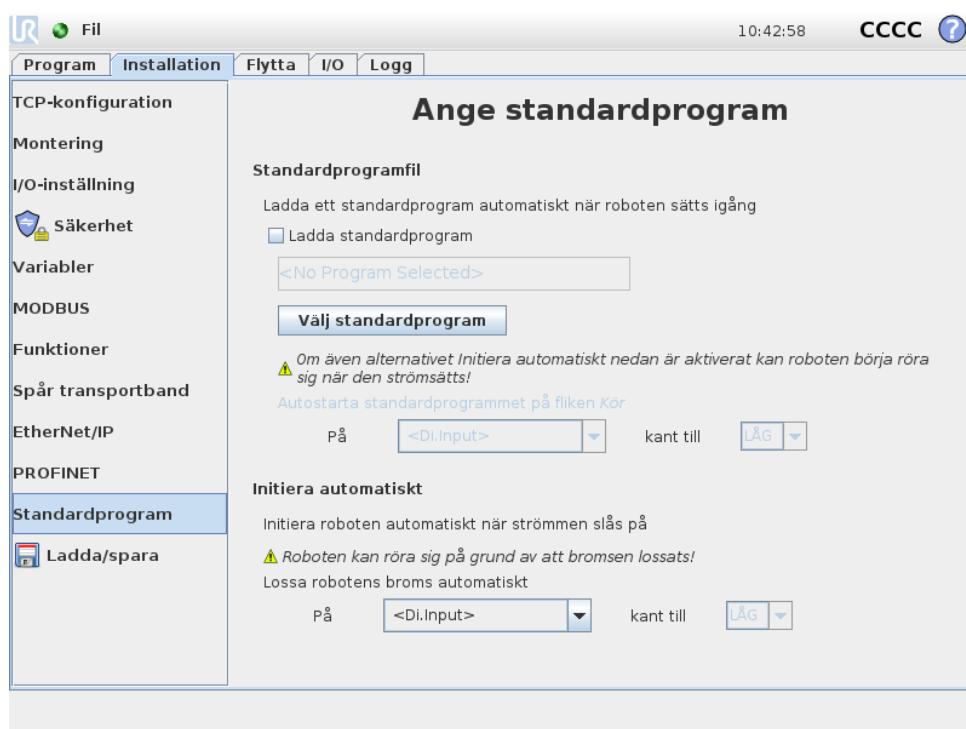
Fältet **Klick per meter** är det antal klick som kodenheten genererar när transportbandet flyttas en meter.

$$\text{Klick per meter} = \frac{\text{klick per varv för kodenheten}}{2\pi \cdot \text{radie för kodenhetens skiva[m]}} \quad (13.1)$$

Cirkelformade transportband

Vid spårning av ett cirkulärt transportband måste (cirkel-) transportbandets centrumpunkt vara definierad. Gör detta i installationens del **Funktioner** genom att definiera en punktfunktion. Värdet för **Klick per meter** måste vara det antal klick som kodenheten genererar när transportbandet roteras ett helt varv. Markera kryssrutan **Rotera verktyg med transportband** om verktygets riktning ska ta hänsyn till transportbandet (t.ex. om verktyget står vinkelrätt till transportbandet, kommer den att förbli vinkelrätt under rörelsen). Avmarkera, om orienteringen skal kontrolleras av banan.

13.14 Installation → Standardprogram



Den här skärmen innehåller inställningar för att automatiskt ladda och starta ett standardprogram samt för att initiera robotarmen automatiskt vid start.



WARNING:

När automatisk laddning, start och initiering alla är aktiverade, kommer roboten att köra programmet så snart manöverskåpet startas, om signalen matchar vald signalnivå, dvs. då en kantövergång till den valda signalnivån inte kommer att behövas i detta fall. Var försiktig när signalnivån är inställd till **Låg**, eftersom signalerna är låga som standard i typiska inställningar, vilket leder till att programmet körs automatiskt utan att utlösas av en extern signal.

Ladda standardprogram

Det går att ange att standardprogrammet ska laddas när manöverskåpet startas. Dessutom laddas standardprogrammet även automatiskt när skärmbilden **Kör Program** visas (se 11.4) och inget program har laddats.

Starta standardprogram

Standardprogrammet kan startas automatiskt på skärmen **Kör program**. När standardprogrammet laddats och kantövergången för den angivna externa insignalen upptäcks, startas programmet automatiskt.

Obs: vid start är signalnivån för den aktuella ingången odefinierad. Om en övergång väljs som matchar signalnivån vid start, startas programmet omedelbart. Dessutom inaktiveras funktionen för automatisk start om du lämnar skärmen **Kör program**, eller trycker på stoppknappen på **instrumentbrädan**, tills körningsknappen har tryckts in igen.

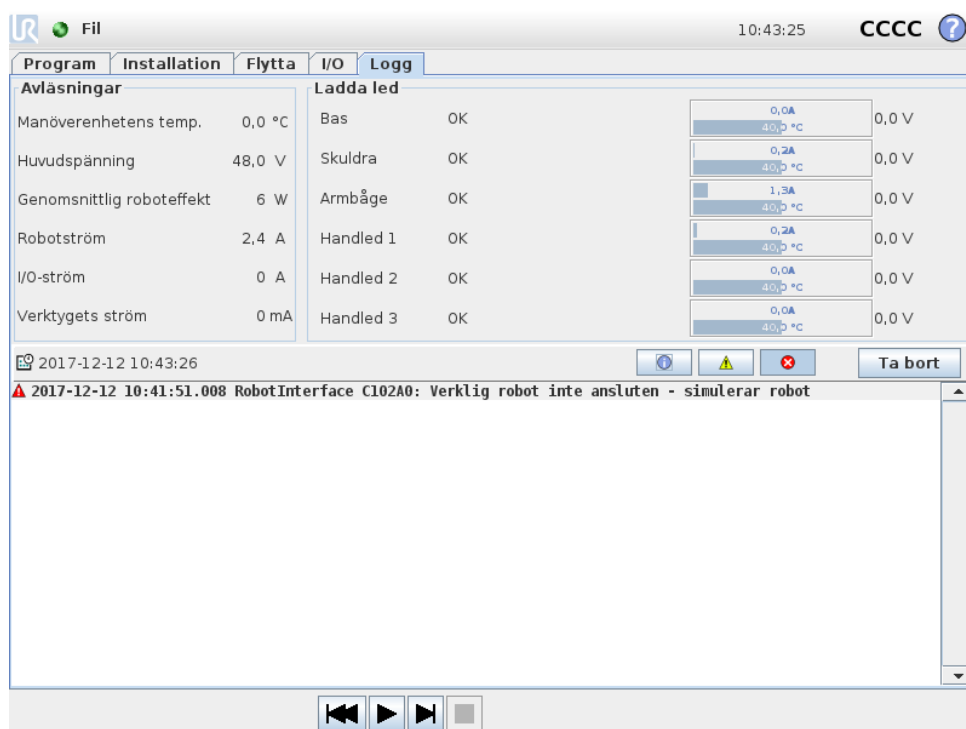
Automatisk initiering

Robotarmen kan initieras automatiskt, t.ex. när manöverskåpet startas. Vid den kantövergången för den angivna externa insignalen kommer robotarmen att initieras helt, oavsett vilken skärm som visas.

Initieringens sista fas är *Lossa broms*. När robotens broms lossa, rör den sig lite och ger ljud ifrån sig. Dessutom går det inte att lossa bromsarna automatiskt om inte den konfigurerade monteringen stämmer med den monterings som sensorerna känner av. I så fall måste roboten initieras manuellt på initieringsskärmen (se 11.5).

Obs: Obs: vid start är signalnivån för den aktuella ingången odefinierad. Om en övergång väljs som matchar signalnivån vid start, initieras robotarmen omedelbart.

13.15 Fliken Logg



Robotens tillstånd Skärmens övre halva visar skicket på robotarmen och manöverskåpet.

Den vänstra delen visar information om robotens manöverskåp, och den högra delen visar information om respektive robotled. Varje robotled visar information om temperaturen i motorn och elektroniken, belastningen på leden och spänningen vid leden.

Robotlogg Loggmeddelanden visas på skärmens nedre halva. Den första spalten visar hur allvarig loggposten är. Den andra spalten visar den tidpunkt då meddelandet ankom. Nästa spalt visar meddelandets avsändare. Den sista kolumnen visar själva meddelandet. Det går att filtrera meddelanden genom att välja de växlingsknappar som motsvarar deras allvarlighetsgrad. Figuren ovan visar nu att fel kommer att visas, medan informations- och varningsmeddelanden filtreras. Vissa loggmeddelanden har utformats för att ge ytterligare information. Du kommer åt denna genom att markera loggposten.

13.16 Skärmbilden Ladda

På den här skärmbilden väljer du vilket program som ska laddas. Det finns två versioner av skärmbilden: en som ska användas när du bara vill ladda ett program och köra det, och en som används när du vill redigera ett program.



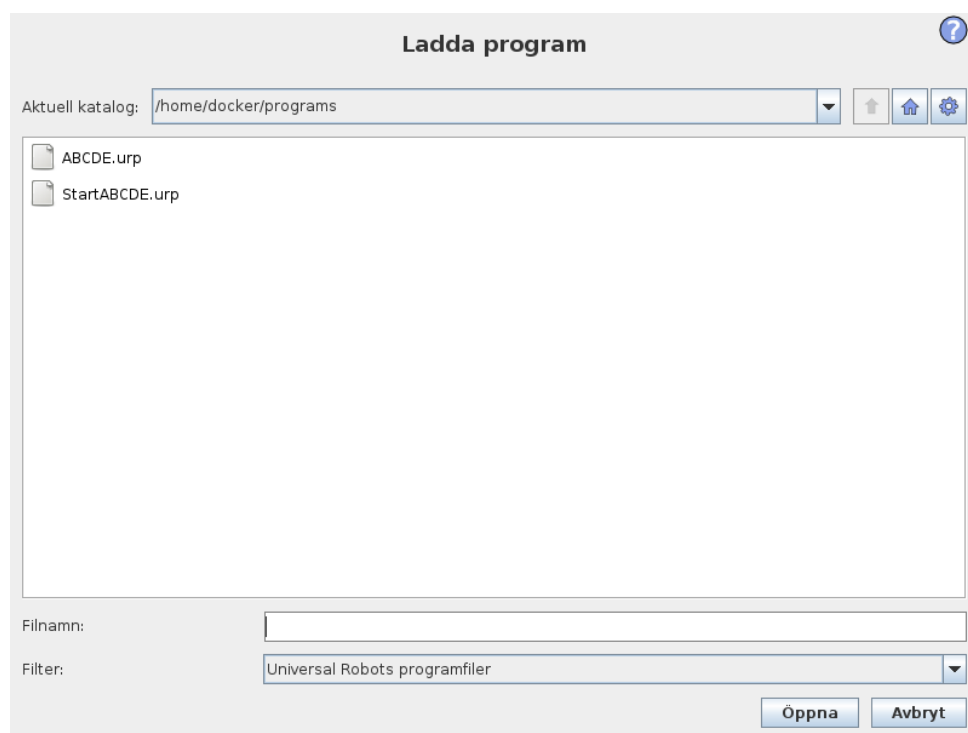
OBS:

Vi rekommenderar inte att program körs från en USB-enhet. Om du vill köra ett program som lagrats på en USB-enhet laddar du det först och sparar det sedan i den lokala `program`-mappen med kommandot **Spara som...** på **Arkiv**-menyn.

Den huvudsakliga skillnaden ligger i vilka åtgärder som är tillgängliga för användaren. På den grundläggande laddningsskärmbilden får användaren bara läsa filer – inte ändra eller ta bort dem. Användaren får dessutom inte lämna den katalogstruktur som utgår från `program`mappen. Användaren kan gå till en underordnad katalog, men kan inte gå högre än mappen `program`.

Därför ska alla program placeras i `program`mappen och/eller undermappar under mappen `program`.

Skärmens layout



Den här bilden visar den faktiska laddningsskärmbilden. Den består av följande viktiga områden och knappar:

Sökvägshistorik Sökvägshistoriken visar en lista över de vägar som lett fram till den aktuella platsen. Detta betyder att alla överordnade kataloger upp till datorns rotkatalog visas. Här kommer du att märka att du kanske inte har tillgång till alla kataloger ovanför `program`mappen.

När du väljer ett mappnamn i listan växlar dialogrutan till den valda katalogen, och visar den i området för val av fil (se 13.16).

Område för val av fil I den här delen av dialogrutan visas innehållet i det verkliga området. Här kan användaren markera en fil genom att enkelklicka på dess namn eller öppna filen genom att dubbelklicka på dess namn.

Mappar väljs med ett långt tryck på ca 0,5 sek. Tryck en gång för att öppna en mapp och visa dess innehåll.

Filfilter Genom att använda filfiltret kan du begränsa vilka filer som visas till önskade filtyper. Genom att välja **Säkerhetskopiera filer** kan området för filval visa de senaste 10 sparade versionerna av varje program, där .old0 är den senaste och .old9 är den äldsta.

Fältet Fil Här visas den fil som är markerad för närvarande. Användaren kan ange filnamnet manuellt genom att klicka på tangentbordsikonen till höger om fältet. Ett tangentbord visas då på skärmen, där användaren kan ange filnamnet direkt på skärmen.

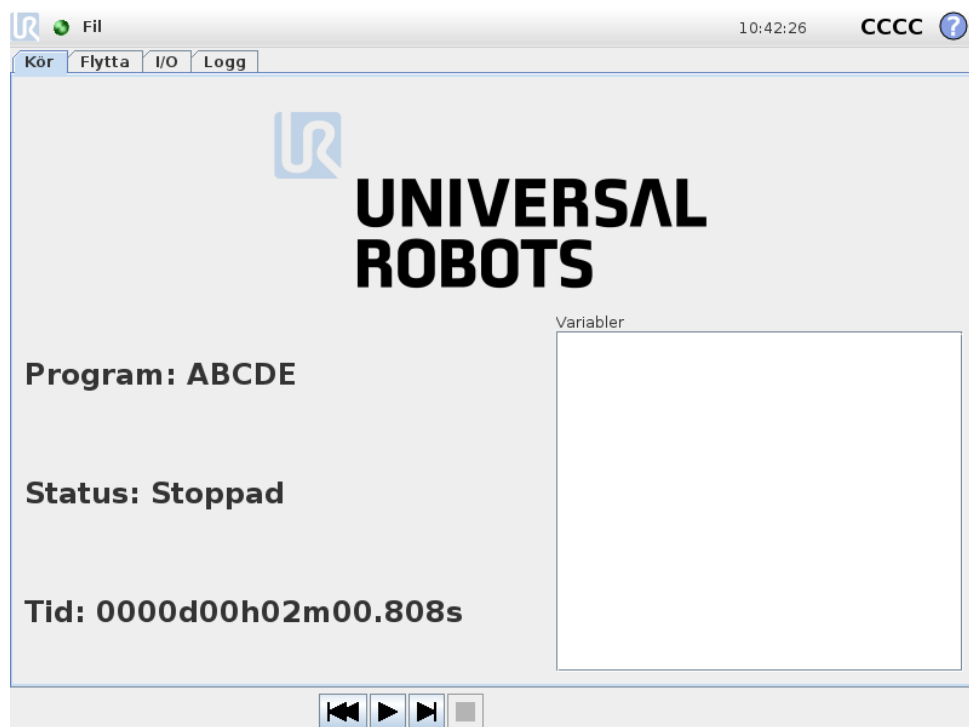
Knappen Öppna Om du klickar på knappen Öppna kommer den markerade filen att öppnas, varefter systemet återgår till föregående skärm.

Knappen Avbryt Om du klickar på Avbryt avbryts den pågående laddningsprocessen och skärmen återgår till föregående bild.

Åtgärdsknappar En rad knappar ger användaren möjlighet att utföra vissa åtgärder som brukar utföras genom att högerklicka på ett filnamn i en vanlig dialogruta. Dessutom finns möjlighet att gå upp i katalogstrukturen och gå direkt till program-mappen.

- **Överordnad:** Gå upp i katalogstrukturen. Knappen är inte aktiverad i två fall: när den aktuella katalogen är den högsta nivån eller om skärmen är i begränsat läge och den aktuella katalogen är program-mappen.
- **Gå till program-mappen:** Gå hem
- **Åtgärder:** Åtgärder som exempelvis skapa katalog, ta bort fil osv.

13.17 Fliken Kör

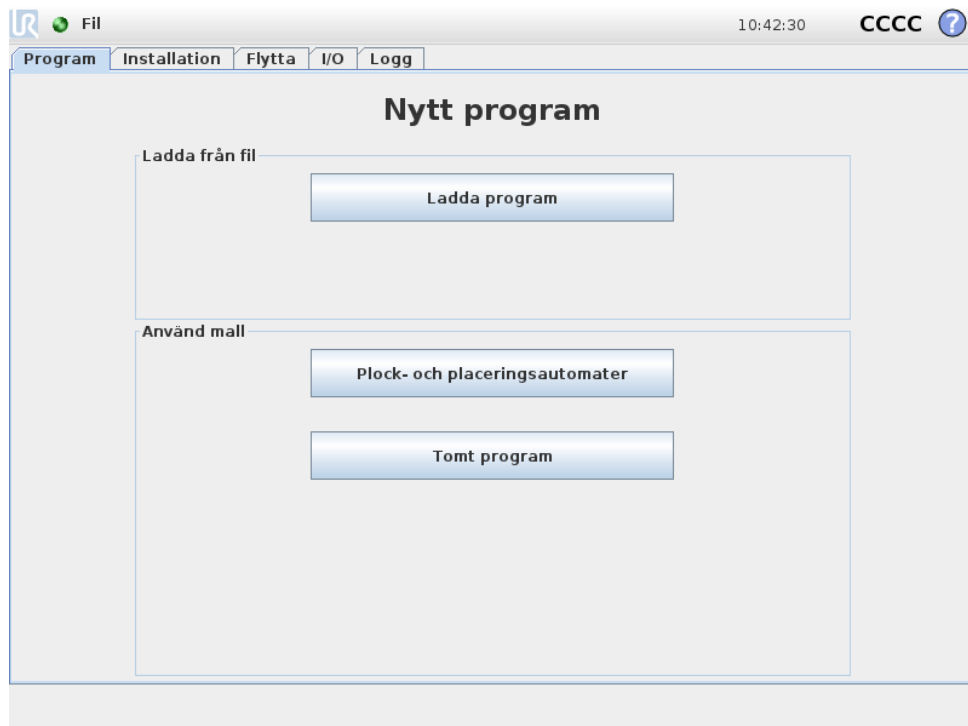


Den här fliken tillhandahåller ett mycket enkelt sätt att manövrera robotarmen, med så få knappar och alternativ som möjligt. Detta kan vara användbart i kombination med lösenordsskydd av programmeringsdelen i PolyScope (se 15.3), som kan göra roboten till ett verktyg som enbart kan köra specialskrivna program.

Dessutom kan på den här fliken ett standardprogram laddas och startas automatiskt, baserat på en kantövergång för en extern ingångssignal (se 13.14). Kombinationen av automatisk laddning och start av ett standardprogram och automatisk initiering vid start kan t.ex. användas för att integrera roboten i andra maskiner.

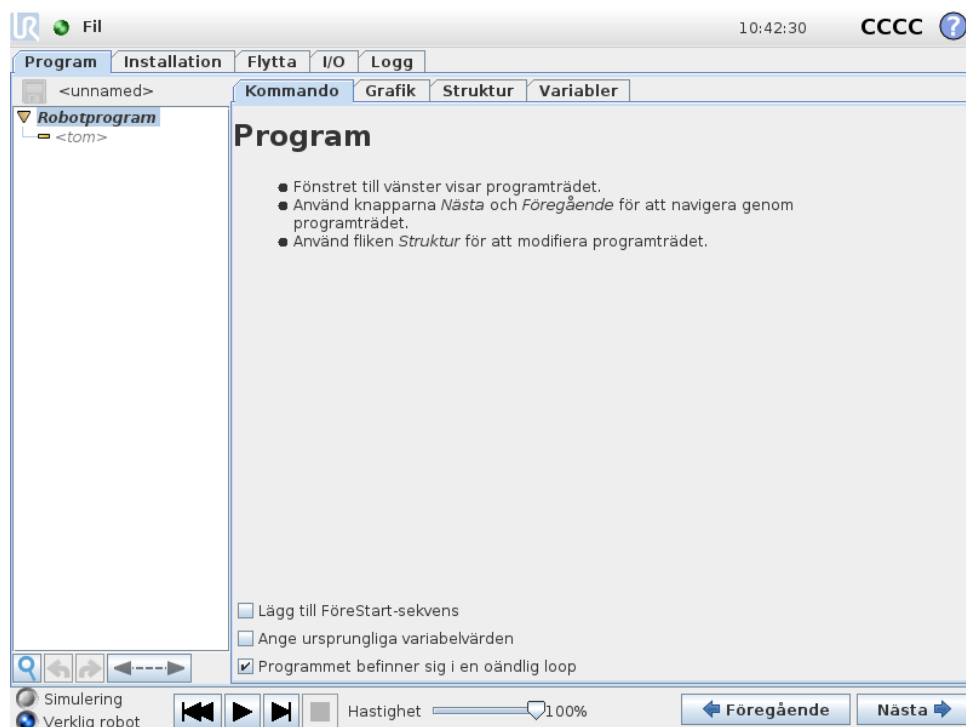
14 Programmering

14.1 Nytt program



Ett nytt robotprogram kan startas från en *mall* eller från ett befintligt (sparat) robotprogram. En *mall* kan ge en övergripande programstruktur, så att bara programuppgifterna behöver fyllas i.

14.2 Fliken Program



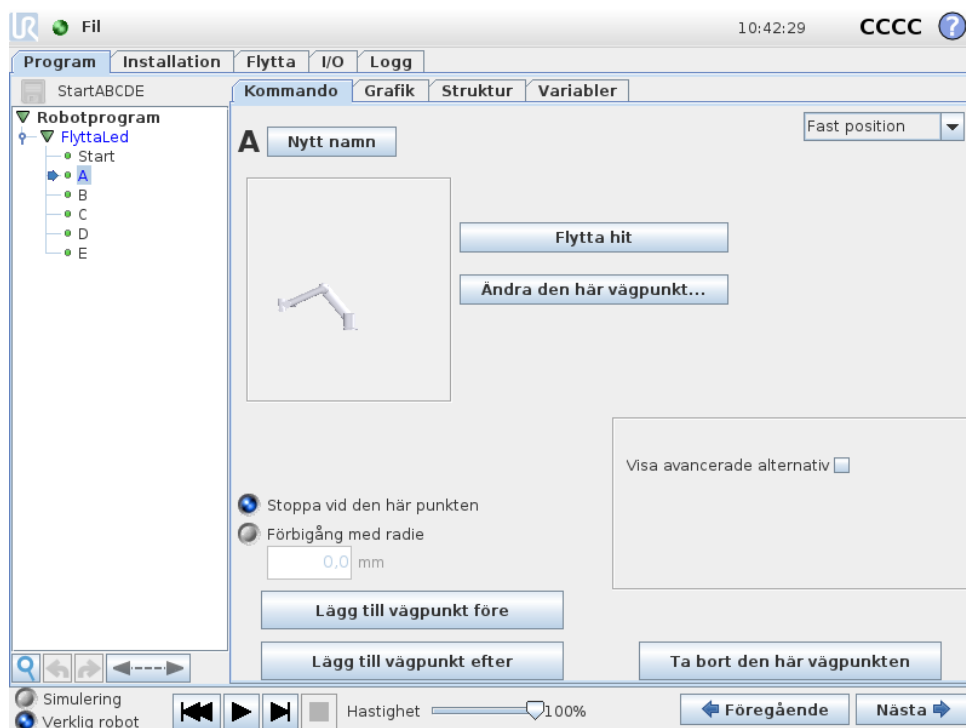
Programfliken visar det aktuella programmet som redigeras.

14.2.1 Programträd

Programträdet till vänster på skärmen visar programmet som en lista över kommandon, medan området till höger på skärmen visar information avseende det aktuella kommandot. Det aktuella kommandot väljs genom att klicka på kommandolistan, eller genom att använda knapparna **Föregående** och **Nästa** nederst till höger på skärmen. Kommandon kan infogas eller tas bort med hjälp av fliken **Struktur**. Programmets namn visas rakt ovanför kommandolistan, tillsammans med en liten disksymbol som kan klickas för att snabbt spara programmet.

I programträdet markeras det kommando som utförs enligt beskrivningen i 14.2.2.

14.2.2 Markering av programkörning



Programträdet innehåller visuella tecken om det kommando som utförs av robotstyrenheten. En liten -indikatorikon visas till vänster om kommandoikonen, och namnet på det kommando som körs samt eventuella kommandon som det här kommandot är ett underkommando till (identifieras normalt av /-kommandoikoner) markeras med blått. Det gör det lättare för användaren att hitta det kommando som körs i trädet.

Om t.ex. robotarmen rör sig mot en vägpunkt markeras motsvarande vägpunktsunderkommando med -ikonen, och namnet, tillsammans med namnet på det Flytta-kommando (se 14.5) som det tillhör, visas i blått.

Om programmet pausas markerar programkörningsindikatorn det kommando som senast höll på att köras.

Om du klickar med knappen med -ikon en under programträdet hoppar du till det program i trädet som senast kördes eller som håller på att köras. Om du klickar på ett kommando medan programmet körs kommer fliken **Kommando** att visa information om det markerade kommandot. Om du trycker på knappen  visar fliken **Kommando** åter kontinuerligt information om de kommandon som körs.

14.2.3 Söknapp

Knappen med symbolen  kan användas för textsökning i programträdet. När du klickar här kan du sedan mata in en söktext och de programnoder som matchar sökningen markeras i gult. Tryck på  för att avsluta sökläget.

14.2.4 Knapparna Ångra/Gör om

Knapparna med ikonerna  och  under programträdet ångrar och upprepar ändringar som gjorts i programträdet och de kommandon trädet innehåller.

14.2.5 Programinstrumentbrädan

Den nedersta delen av skärmen är *instrumentbrädan*. *Instrumentbrädan* har en uppsättning knappar och liknar en gammaldags bandspelare. Härifrån kan programmen startas och stoppas, köras i enstaka steg samt startas om. Med *hastighetsreglaget* kan du när som helst justera programmets hastighet, och detta påverkar robotens rörelsehastighet. Dessutom visar *hastighetsreglaget* i realtid den relativa hastighet som robotarmen rör sig med, med hänsyn till säkerhetsinställningarna. Den angivna procentandelen är den högsta hastighet som kan uppnås för det program som körs utan att säkerhetsgränserna överskrids.

Till vänster om *instrumentbrädan* finns knapparna *Simulering* och *Verklig robot*, som växlar mellan att köra programmet i en simulering eller på den verkliga roboten. Vid körning i en simulering kommer robotarmen inte att röra sig, och den kan då inte heller skada sig själv eller annan utrustning i närheten. Använd simulering för att testa programmen om du är osäker på vad robotarmen kommer att göra.



FARA:

1. Se till att vara utanför robotens arbetsområde när knappen *Spela upp* trycks ned. Den rörelse du programmerat kanske inte är den du förväntade dig.
2. Se till att vara utanför robotens arbetsområde när knappen *Stega* trycks ned. Det kan vara svårt att förstå hur knappen *Stega* fungerar. Använd den bara när det är absolut nödvändigt.
3. Minska alltid hastigheten med *skjutreglaget* när du testar ditt program. Om integratören gjort programlogikfel kan detta orsaka att robotarmen rör sig på ett oväntat sätt.
4. När ett nödstopp eller skyddsstopp har inträffat stannar robotprogrammet. Det kan fortsätta förutsatt att ingen led har förflyttat sig mer än 10°. Om du trycker på uppspelningsknappen går roboten långsamt tillbaka till rörelsebanan och programexekveringen fortsätter.

Medan programmet skrivs visas robotarmens motsvarande rörelse som en 3D-ritning på fliken *Grafik* som beskrivs i 14.29.

Bredvid respektive programkommando finns en liten ikon som antingen är röd, gul eller grön. En röd ikon betyder att det finns ett fel i det aktuella kommandot, gul betyder att kommandot inte är klart och grönt betyder att allt är i sin ordning. Ett program kan bara köras när alla kommandon är gröna.

14.3 Variabler

Ett robotprogram kan använda variabler för att lagra och uppdatera olika värden under körning. Det finns två tillgängliga typer av variabler:

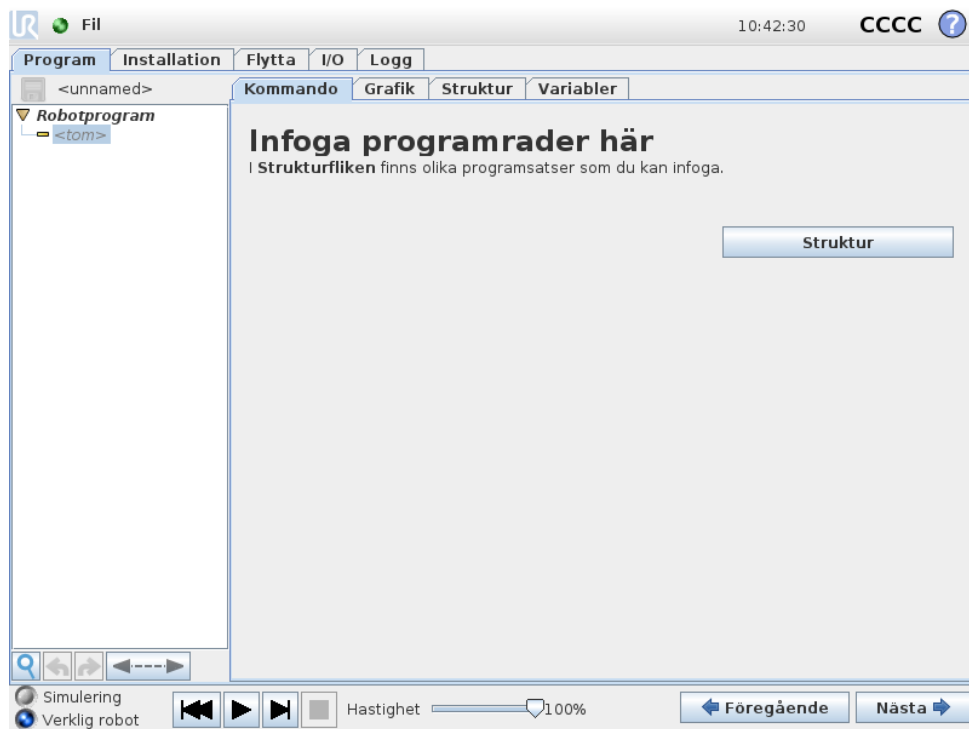
Installationsvariabler: Dessa kan användas av flera program, och deras namn och värden bibehålls tillsammans med robotinstallationen (se 13.10). Installationsvariablerna behåller sina värden efter att roboten och manöverskåpet har startats om.

Normala programvariabler: Dessa är endast tillgängliga för det program som körs, och deras värden går förlorade när programmet stoppas.

Följande typer av variabler är tillgängliga:

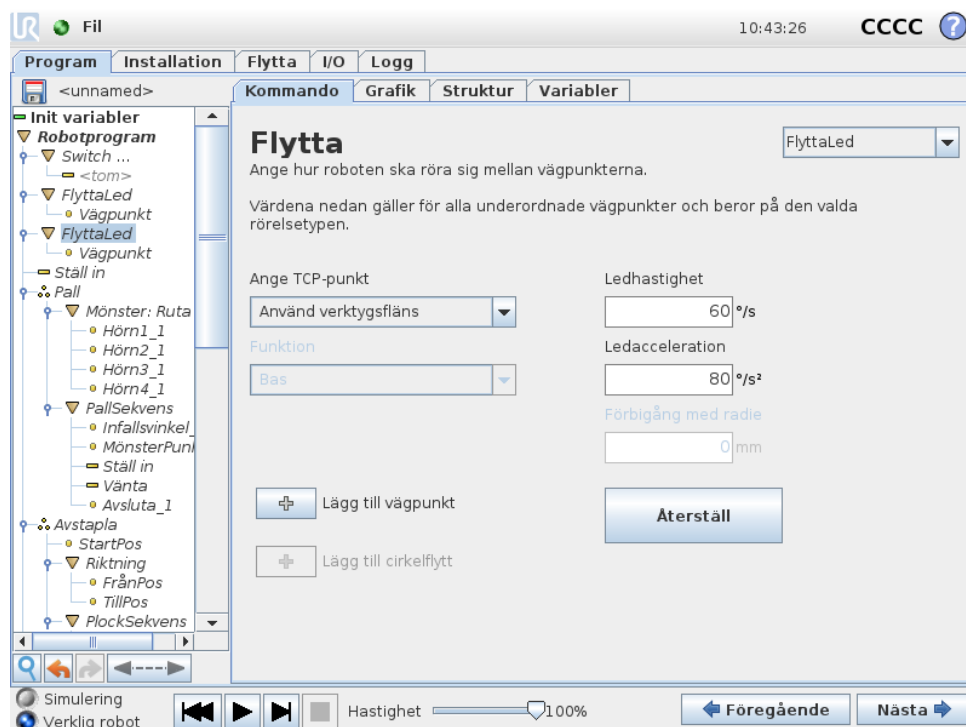
<i>bool</i>	En boolsk variabel som bara kan ha värdena <code>Sant</code> och <code>Falskt</code> .
<i>int</i>	Ett heltal i intervallet från -2147483648 till 2147483647 (32-bit).
<i>float</i>	Ett tal med flytande decimal (ett vanligt decimaltal) (32-bit).
<i>string</i>	En sekvens med tecken.
<i>pose</i>	En vektor som beskriver plats och orientering i kartesisk rymd. Det är en kombination av en positionsvektor (x, y, z) och en rotationsvektor (rx, ry, rz) som representerar orienteringen, och den skrivs <code>p[x, y, z, rx, ry, rz]</code> .
<i>list</i>	En sekvens med variabler.

14.4 Kommando: Tom



Programkommandon ska infogas här. Tryck på knappen **Struktur** för att gå till strukturfliken. Där finns de olika programrader som kan väljas. Ett program kan inte köras innan alla rader specificerats och definierats.

14.5 Kommando: Flytta



Kommandot **Flytta** styr robotrörelsen genom de underliggande vägpunkterna. Vägpunkter måste ligga under ett Flytta-kommando. Kommandot Flytta definierar den acceleration och den hastighet med vilken robotarmen rör sig mellan dessa vägpunkter.

Rörelsetyper

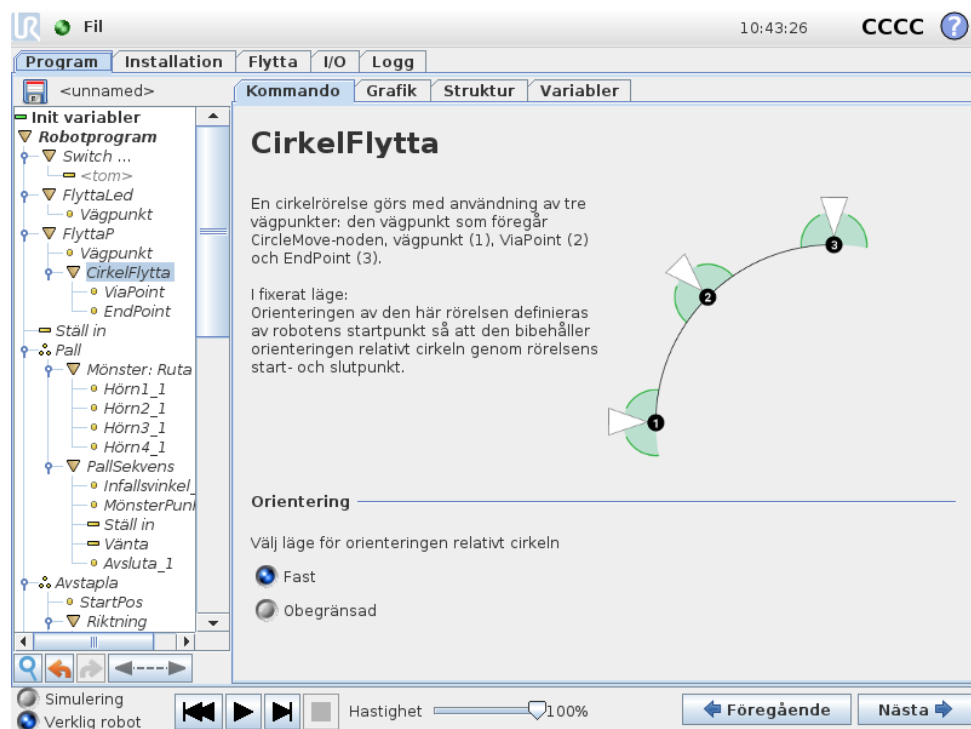
Du kan välja mellan tre olika typer av rörelser: **MoveJ**, **MoveL** and **MoveP**, vilka förklaras nedan.

- **moveJ** genererar rörelser som beräknas i robotarmens **ledutrymme**. Varje led styrs för att nå önskad slutposition samtidigt. Denna rörelsetyp gör att verktyget rör sig i en böjd kurva. De delade parametrar som gäller för den här rörelsetypen är den högsta ledhastigheten och ledaccelerationen som ska användas för rörelseberäkningarna, angivet i *grader/s* och *grader/s²*. Om robotarmen ska röra sig snabbt mellan vägpunkterna, och verktygets bana mellan vägpunkterna är oviktig, är detta den bästa rörelsetypen.
- **FlyttaL** flyttar verktyget linjärt mellan vägpunkterna. Det betyder att varje led utför en mer komplicerad rörelse för att hålla verktyget i rörelse längs en rät linje. De delade parametrar som kan anges för den här rörelsetypen är den önskade verktygshastigheten och verktygsaccelerationen, angivet i *mm/s* och *mm/s²*, och även en funktion. Den funktion som väljs bestämmer i vilken funktionsrymd verktygets positioner i vägpunkterna ska representeras. Av speciellt intresse när det gäller funktionsrymder är variabla funktioner och variabla vägpunkter. Variabla funktioner kan användas när verktygets position i en vägpunkt måste bestämmas av det verkliga värdet på den variabla funktionen när robotprogrammet körs.

- **FlyttaP** flyttar verktyget linjärt med konstant hastighet med cirkulära blandningar, och är avsett för vissa processoperationer, som limning och dispensering. Storleken på blandningsradien är som standard ett värde som delas av alla vägpunkter. Ett lägre värde gör att banan svänger skarpare, medan ett högre värde gör banan jämnare. När robotarmen rör sig mellan vägpunkterna med konstant hastighet kan robotens manöverskåp inte vänta på vare sig en I/O-operation eller en operatörsåtgärd. Detta skulle kunna stoppa robotarmens rörelse eller orsaka ett skyddsstopp.
- **Cirkulär rörelse** kan läggas till en **flyttaP** för att göra en cirkulär rörelse. Roboten startar rörelsen från dess nuvarande position eller startpunkt, går igenom en **ViaPoint** specificerad på den cirkulära bågen, samt en **EndPoint** som slutför den cirkulära rörelsen.

Ett läge används för att beräkna verktygsorienteringen genom den cirkulära bågen. Läget kan vara:

- Fast: endast startpunkten används för att definiera verktygsorienteringen
- Obegränsat: startpunkten övergår i **EndPoint** för att definiera verktygsorienteringen



Delade parametrar

De delade parametrarna längst ned i högra hörnet på skärmbilden Flytta gäller för rörelsen från robotens föregående position till dess första vägpunkt under kommandot, och därifrån till var och en av de efterföljande vägpunkterna. Inställningarna för kommandot Flytta gäller inte för rörelsesträckan som går *från* den sista vägpunkten under det aktuella Flytta-kommandot.

TCP-val

Den TCP som används för vägpunkterna under detta Flytta-kommando kan väljas i kombinationsrutan. Det är möjligt att välja mellan olika användardefinierade TCP från installationen, den aktiva TCP eller helt enkelt använda verktygsfläns. Om en användardefinierad TCP eller aktiv TCP väljs, kommer rörelsen under detta Flytta-kommando att justeras i förhållande till detta. Om Använd verktygsfläns väljs, kommer inget TCP att användas och rörelsen under detta Flytta-kommando kommer att vara i förhållande till verktygsflänsen (dvs. ingen justering till rörelsen).

Om aktiv TCP för den här rörelsen bestäms vid programkörning, måste den anges dynamiskt med kommandot Ställ in (se 14.10) eller med skriptkommandon. För ytterligare information om konfigurerings av namngivna TCP:er, (se 13.6).

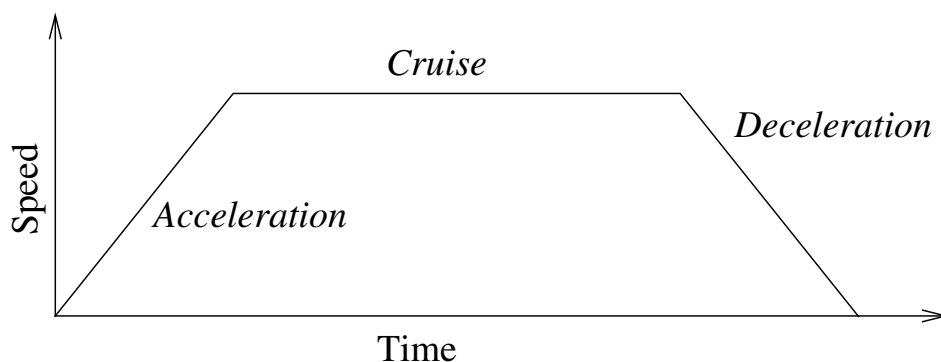
Funktionsval

För **FlyttaL** och **FlyttaP** går det att välja i vilken funktionsrymd vägpunkterna under kommandot Flytta ska representeras när vägpunkterna specificeras (se avsnitt 13.12). Detta betyder att när en vägpunkt anges, kommer programmet att komma ihåg verktygets koordinater i den valda funktionens funktionsrymd. Vissa omständigheter kräver en detaljerad förklaring:

Relativa vägpunkter: De valda funktionerna har ingen effekt på relativa vägpunkter. Den relativa rörelsen sker alltid relativt **Basens** orientering.

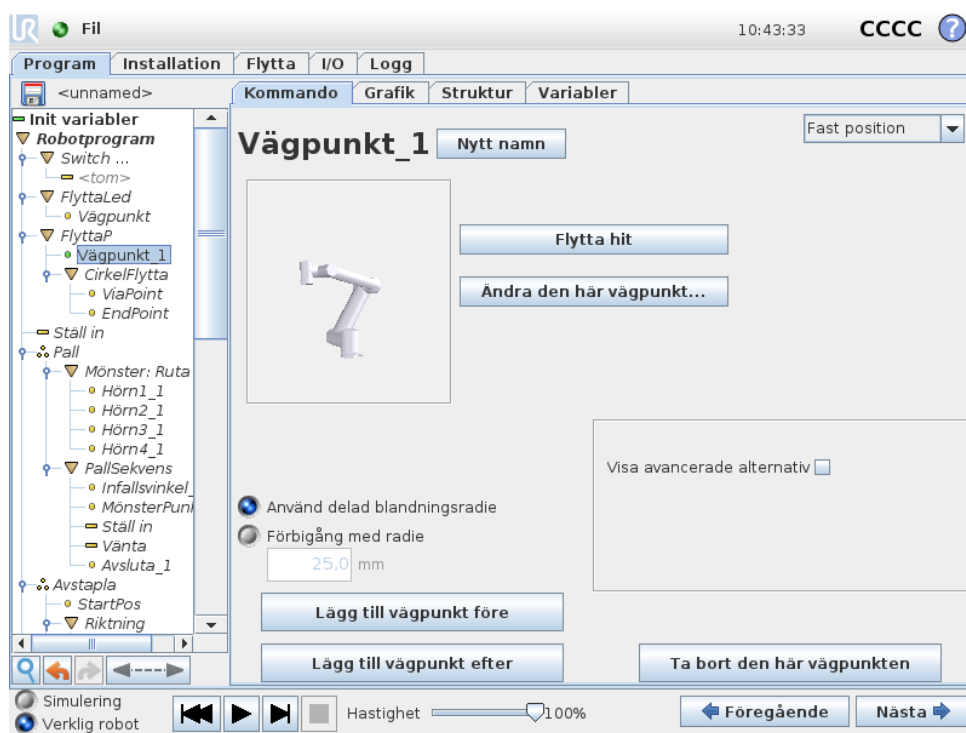
Variabla vägpunkter: När robotarmen flyttas till en variabel vägpunkt beräknas verktygets målposition alltid som koordinaterna för variabeln i den valda funktionens funktionsrymd. Därför kommer robotarmens rörelse för en variabel vägpunkt alltid att ändras om en annan funktion väljs.

Variabel funktion: Om någon av funktionerna i den inlästa installationen har valts som variabel, går det även att välja motsvarande variabler i funktionsvals-menyn. Om en funktionsvariabel (med samma namn som funktionen, föregånget av "_var") väljs, rör sig robotarmen (förutom mot **Relativa vägpunkter** relativt variabelns verkliga värde när programmet körs. Startvärdet på en funktionsvariabel är funktionens verkliga värde enligt konfigurationen i installationen. Om detta värde ändras, förändras även robotens rörelser.



Figur 14.1: Hastighetsprofil för en rörelse. Kurvan är indelad i tre segment: *acceleration*, *farthållare* och *inbromsning*. Nivån för fasen *farthållare* styrs av rörelsens hastighetsinställning, medan stigningen för faserna *acceleration* och *inbromsning* definieras av accelerationsparametern.

14.6 Kommando: Fast vägpunkt



En punkt längs robotens bana. Vägpunkter är den mest centrala delen i ett robotprogram, eftersom de informerar robotarmen om var den ska vara. En vägpunkt med fast position ställs in genom att flytta robotarmen fysiskt till den aktuella positionen.

Ange vägpunkten

Tryck på den här knappen för att gå till skärmbilden Flytta, där du kan ange robotarmens position för denna vägpunkt. Om vägpunkten är placerad under ett Flytta-kommando i ett linjärt rum (FlyttaLinjär eller FlyttaProcess) måste en giltig funktion ha valts vid det aktuella Flytta-kommandot, om knappen ska kunna tryckas in.

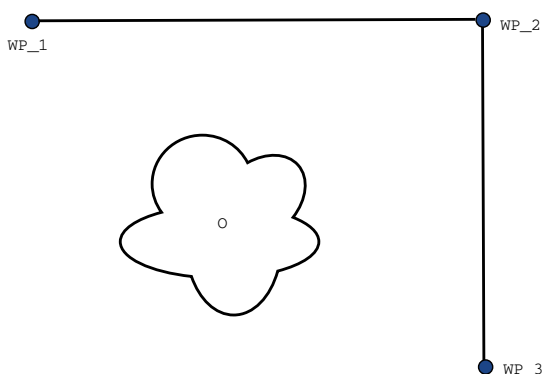
Vägpunkternas namn

Vägpunkterna får automatiskt ett unikt namn när de definieras. Namnet kan ändras av användaren. Vägpunkter med samma namn delar positionsinformationen. Således kommer en ändrad position för en vägpunkt att påverka alla andra vägpunkter med samma namn. Övrig vägpunktsinformation såsom förbigångsradien, verktyg-/ledhastighet och verktyg-/ledacceleration konfigureras för individuella vägpunkter även om de har samma namn.

Förbigång

Förbigång låter roboten smidigt övergå mellan två banor, utan att stanna vid vägpunkten mellan dem.

Exempel Tänk dig en plock- och placeringstillämpning som ett exempel (se figur 14.2), där roboten för närvarande är vid Vägpunkt 1 (WP_1) och den måste plocka upp ett föremål vid Vägpunkt 3 (WP_3). För att undvika kollisioner med föremål och andra hinder (O), måste roboten närma sig WP_3 i riktningen när den kommer från vägpunkt 2 (WP_2). Så tre vägpunkter införs för att skapa en väg som uppfyller kraven.



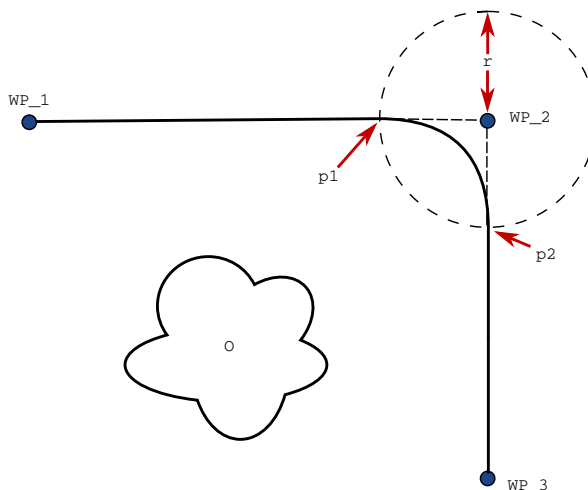
Figur 14.2: WP_1: utgångsläge, WP_2: via-punkt, WP_3: plockningsposition, O: hinder.

Utan att konfigurera andra inställningar, kommer roboten att göra ett stopp vid varje vägpunkt innan den fortsätter rörelsen. För denna uppgift är inte ett stopp vid WP_2 optimalt eftersom en mjuk sväng skulle kräva mindre tid och energi och samtidigt uppfylla kraven. Det är till och med godtagbart att roboten inte når exakt WP_2, så länge som övergången från den första banan till andra sker nära denna position.

Stoppet vid WP_2 kan undvikas genom att konfigurera en förbigång av den vägpunkten, vilket tillåter roboten att beräkna en mjuk övergång till nästa bana. Den primära parametern för en förbigång är en radie. När roboten befinner sig inom vägpunktens förbigångsradien kan den inleda förbigången och avvika från originalbanan. Detta möjliggör snabbare och mjukare rörelser, eftersom roboten inte behöver bromsa och accelerera igen.

Förbigångsparametrar Förutom vägpunkterna kommer flera olika parametrar att påverka förbigångsbanan (se figur 14.3):

- förbigångsradien (r)
- den ursprungliga och slutliga hastigheten för roboten (vid positionerna $p1$ respektive $p2$)
- rörelsetiden (t.ex. för att ställa in en specifik tid för en bana; detta kommer att påverka den ursprungliga och slutliga hastigheten för roboten)
- bantyperna att övergå från och till (`FlyttaLinjär`, `FlyttaLed`)

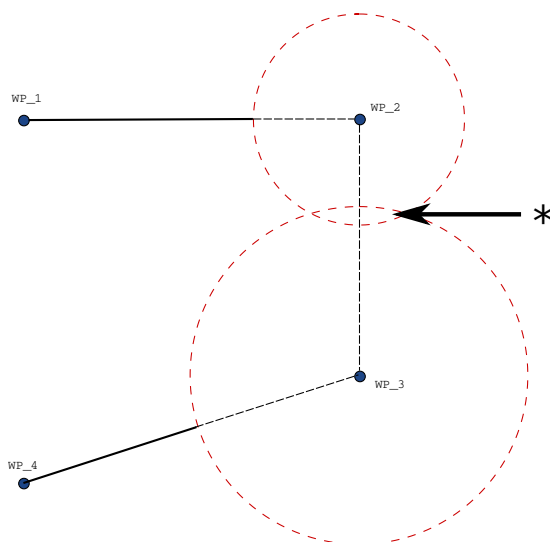


Figur 14.3: Förbigå WP_2 med radie r , ursprunglig förbigångsposition vid $p1$ och slutlig förbigångsposition vid $p2$. O är ett hinder.

Om en förbigångsradien anges kommer robotarmens rörelsebana att gå runt vägpunkten så att robotarmen inte stannar vid den punkten.

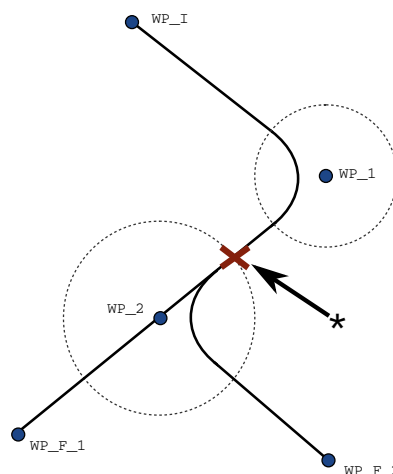
Förbigångar kan inte överlappa varandra, så det går inte att ställa in en förbigångsradien som överlappar en förbigångsradien för en tidigare eller senare vägpunkt enligt vad som visas i figur 14.4.

Villkorliga förbigångsbanor Förbigångsbanan påverkas både av den vägpunkt där förbigångsradien ställs in och följande punkt i programträdet. Det vill säga, i programmet i figuren 14.5 påverkas förbigången runt WP_1 av WP_2 . Konsekvensen av detta blir mer uppenbar vid en förbigång runt WP_2 i detta exempel. Det finns två möjliga slutpositioner och för att avgöra vilken som är nästa vägpunkt att förbigå, måste roboten utvärdera nuvarande avläsning av `digital_ingång[1]` redan vid inträdet i förbigångsradien. Det innebär att uttrycket **om...så** (eller andra nödvändiga uppgifter för att fastställa följande vägpunkt, t.ex. variabla vägpunkter) utvärderas innan den faktiskt når WP_2 vilket är något krångligt när man tittar på programförloppet. Om en vägpunkt är en stoppunkt som följs av ett villkorligt uttryck för att avgöra nästa vägpunkt (t.ex. ett I/O-kommando) utförs detta när robotarmen stannar vid vägpunkten.



Figur 14.4: Överlappning av förbigångsradien är inte tillåten (*).

```
FlyttaLinjär
  WP_I
  WP_1 (förbigång)
  WP_2 (förbigång)
  om (digital_ingång[1]) så
    WP_F_1
  annars
    WP_F_2
```

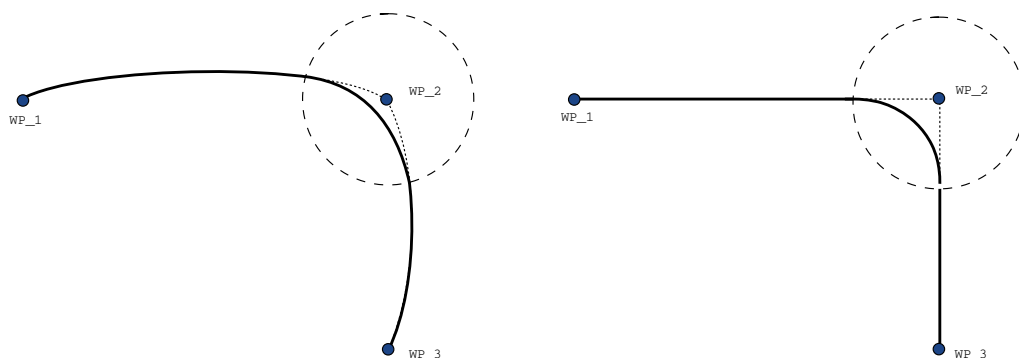


Figur 14.5: WP_I är den ursprungliga vägpunkten och det finns två potentiella slutliga vägpunkter WP_F_1 och WP_F_2, beroende på ett villkorligt uttryck. Det villkorliga om-uttrycket utvärderas när robotarmen går in en andra förbigång (*).

Kombinationer av bantyper Det är möjligt att övergå mellan fyra kombinationer av bantyper av **FlyttaLed** och **FlyttaLinjär** men den specifika kombinationen kommer att påverka den beräknade förbigångsbanan. Det finns fyra möjliga kombinationer:

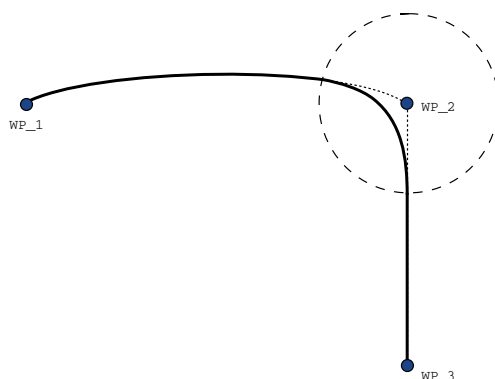
1. **FlyttaLed** till **FlyttaLed** (ren förbigång i ledrummet)
2. **FlyttaLed** till **FlyttaLinjär**
3. **FlyttaLinjär** till **FlyttaLinjär** (ren förbigång i kartesisk rymd)
4. **FlyttaLinjär** till **FlyttaLed**

Ren förbigång i ledrummet (punkt 1) mot ren förbigång i kartesisk rymd (punkt 3) jämförs i figur 14.6. Det visar två möjliga vägar för verktyget för identiska uppsättningar av vägpunkter.



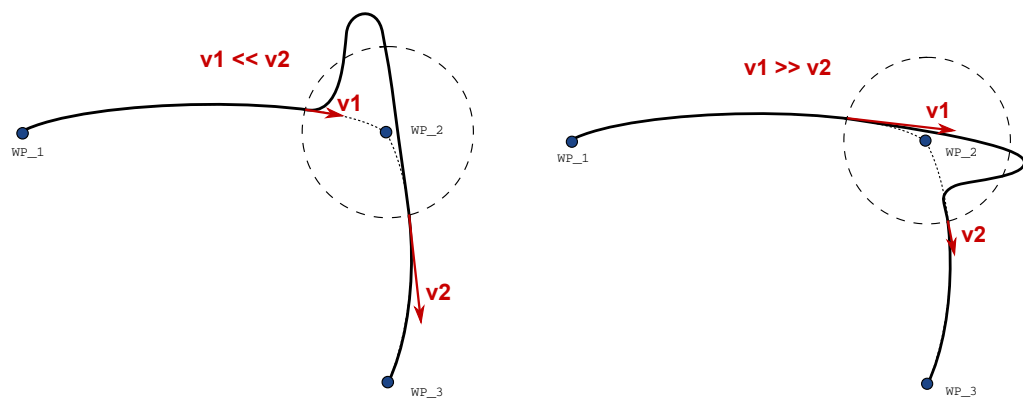
Figur 14.6: Förflyttning och förbigång i ledrummet (FlyttaLed) mot kartesisk rymd (FlyttaLinjär).

Av de olika kombinationerna, kommer punkt 2, 3 och 4 leda till banor som håller sig inom gränserna för den ursprungliga banan i den kartesiska rymden. Ett exempel på en blandning mellan olika bantyper (punkt 2) kan ses i figur 14.7.



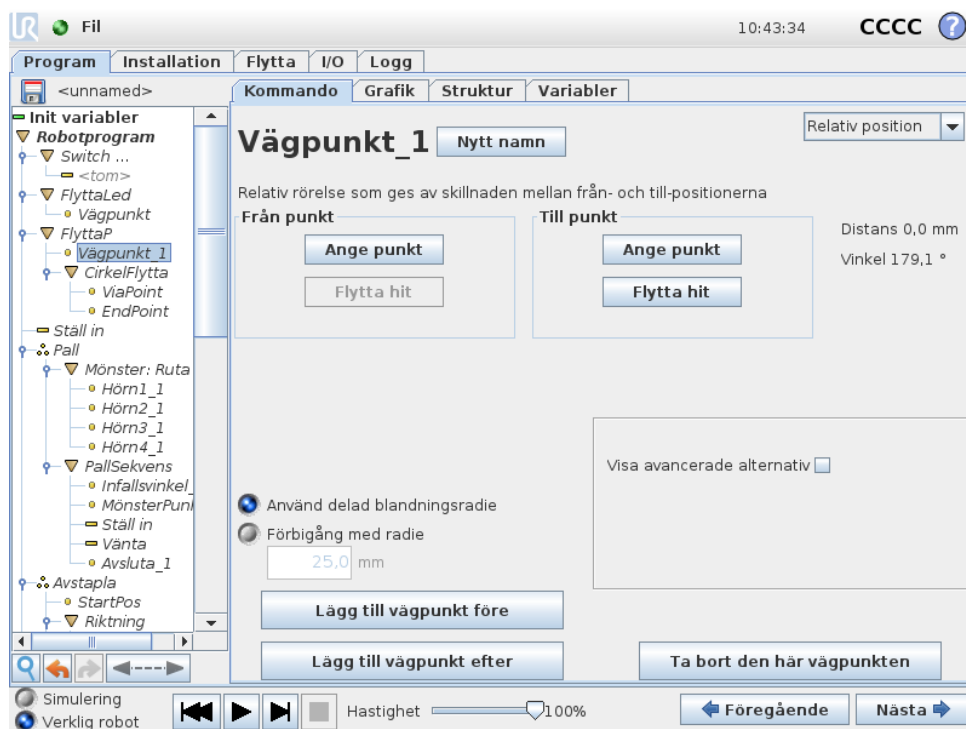
Figur 14.7: Förbigång från en rörelse i ledrummet (FlyttaLed) till linjär verktygsrörelse (FlyttaLinjär).

Rena förbigångar i ledrummet (punkt 1) kan däremot uppträda på ett sätt som är mindre intuitivt, eftersom roboten kommer att försöka uppnå mjukast möjliga bana i ledrummet med beaktande av hastigheter och tidskrav. På grund av detta kan de avvika från kursen som anges av vägpunkterna. Detta gäller särskilt om det finns betydande skillnader i ledens hastighet mellan de två banorna. *Varning:* om hastigheterna är mycket annorlunda (t.ex. genom att ange avancerade inställningar – antingen för hastighet eller tid – för en specifik vägpunkt) kan detta resultera i stora avvikelser från den ursprungliga banan som visas i figur 14.8. Om du behöver göra en förbigång mellan olika hastigheter och inte kan acceptera denna avvikelse kan du överväga en förbigång i den kartesiska rymden med hjälp av **FlyttaLinjär** istället.



Figur 14.8: Förbigång från en rörelse när utgångshastigheten $v1$ är betydligt lägre än sluthastigheten $v2$ eller tvärtom.

14.7 Kommando: Relativ vägpunkt

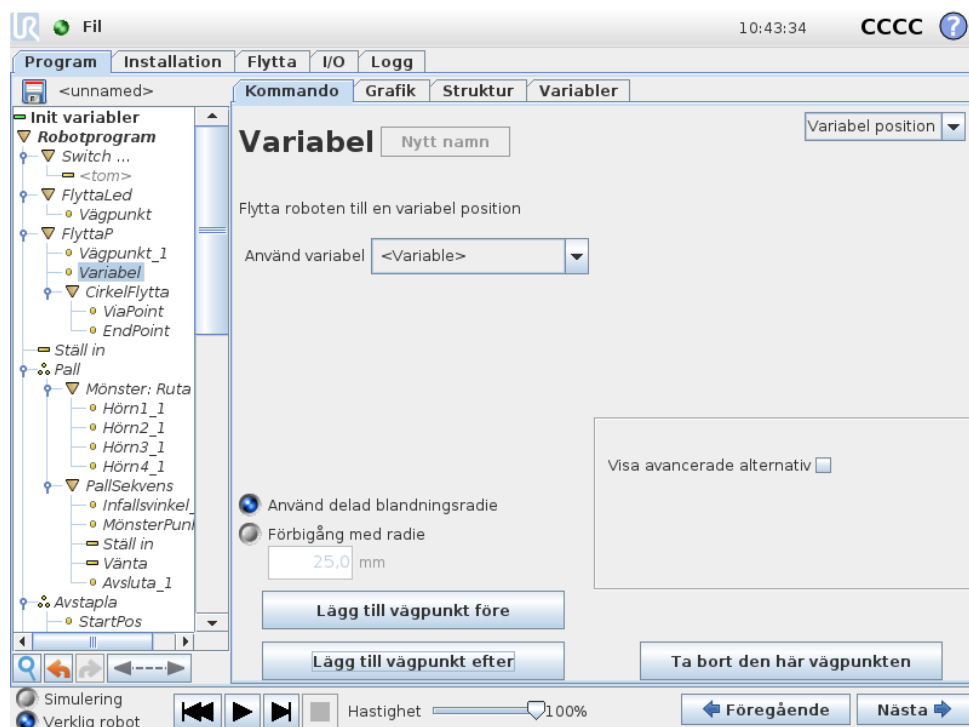


En vägpunkt där positionen ges i förhållande till robotarmens föregående position, till exempel "två centimeter åt vänster". Den relativa positionen definieras som skillnaden mellan de två givna positionerna (vänster till höger).

Observera att upprepade relativa positioner kan förflytta robotarmen ut ur dess arbetsområde.

Den här sträckan är den kartesiska sträckan mellan TCP-värdena i de två lägena. Vinkeln anger hur mycket TCP-orienteringen ändras mellan de två positionerna. Mer exakt, längden av den rotationsvektor som beskriver ändringen i orientering.

14.8 Kommando: Variabel vägpunkt



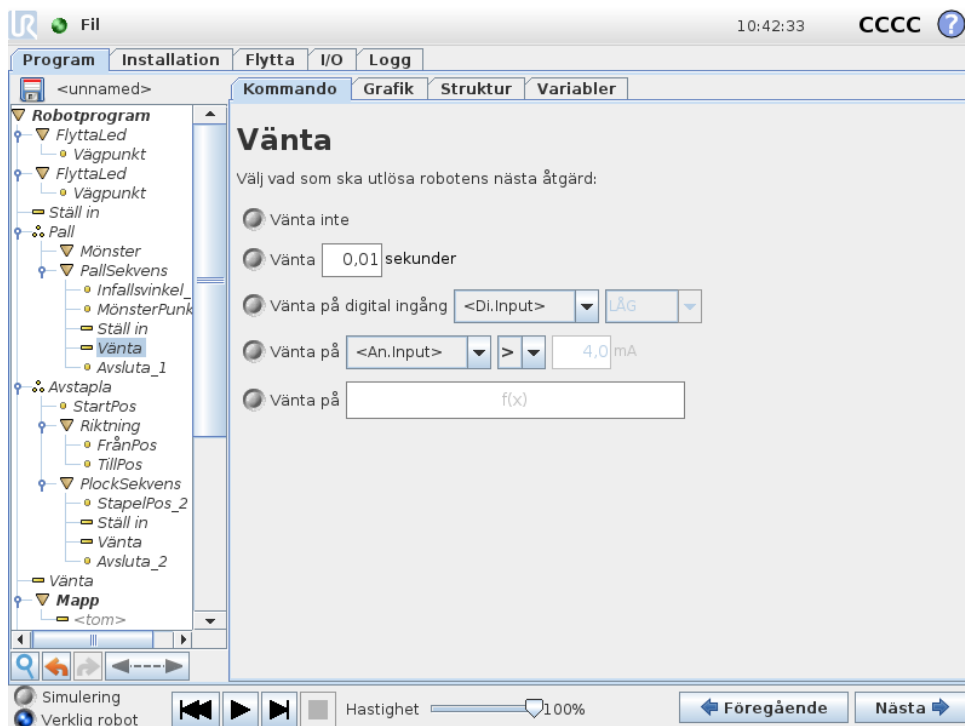
Detta är en vägpunkt där positionen ges av en variabel, i det här fallet `beräknad_position`. Variabeln måste vara en *pose*, t.ex.

`var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. De första tre är *x,y,z* och de sista tre är orienteringen som en *rotationsvektor* på formen *rx,ry,rz*. Axelns längd är den vinkel som ska roteras i radianer, och vektorn själv ger den axel runt vilken rotationen ska göras. Positionen anges alltid i relation till en referensram eller ett koordinatsystem som definierats av vald funktion. Robotarmen förflyttas alltid linjärt till en variabel vägpunkt. Om en förbigångsradii sätts till en fast vägpunkt och de föregående och efterföljande vägpunkterna är variabla eller om en förbigångsradii sätts till en variabel vägpunkt, så kommer inte förbigångsradien att kontrolleras för eventuella överlappningar (se 14.6). Om en förbigångsradii överlappar en punkt vid körning av programmet, kommer roboten att bortse från den och gå vidare till nästa.

Så här flyttar man t.ex. roboten 20 mm längs verktygets z-axel:

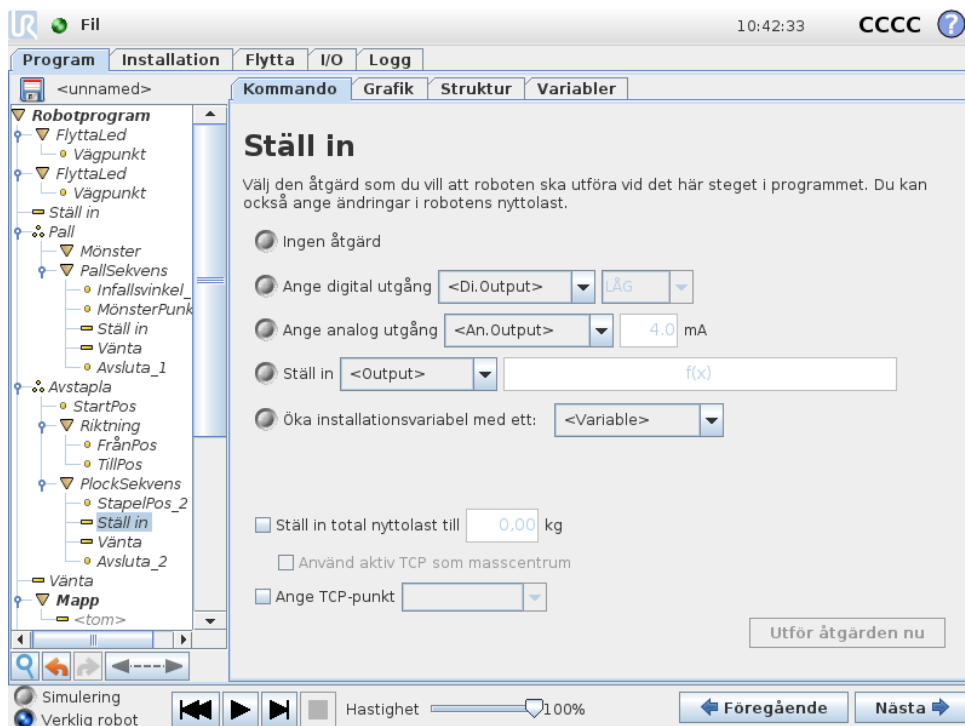
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
FlyttaLinjär
  Vägpunkt_1 (variabel position):
    Använd variabel=var_1, Funktion=Verktyg
```

14.9 Kommando: Vänta



Vänta pausar en I/O-signal, eller uttryck under en viss tidsperiod. Om **Ingen väntetid** väljs utförs ingen åtgärd.

14.10 Kommando: Ställ in

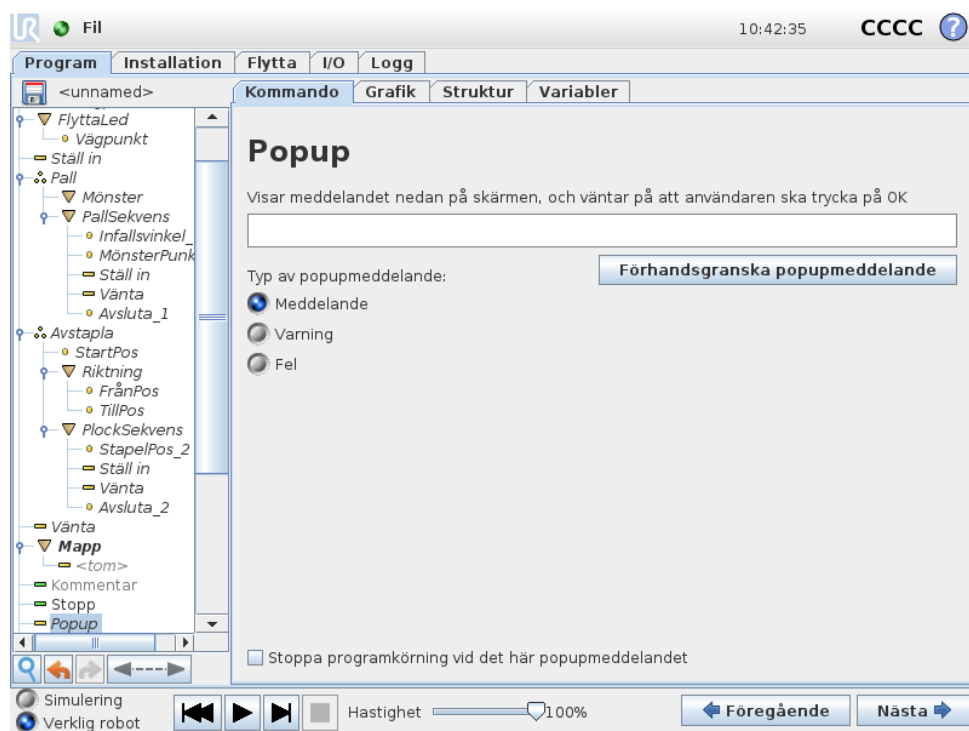


Väljer digitala eller analoga utgångar för ett givet värde.

Kommandot kan också användas för att ställa in robotarmens nyttolast. Det kan vara nödvändigt att justera nyttolasten för att förhindra roboten från att oväntat utlösa ett skyddsstopp, när ett verktygs vikt inte stämmer överens med förväntad nyttolast. Som standard används också den aktiva TCP:en som masscentrum. Om den aktiva TCP:en inte bör användas som masscentrum kan kryssrutan avmarkeras.

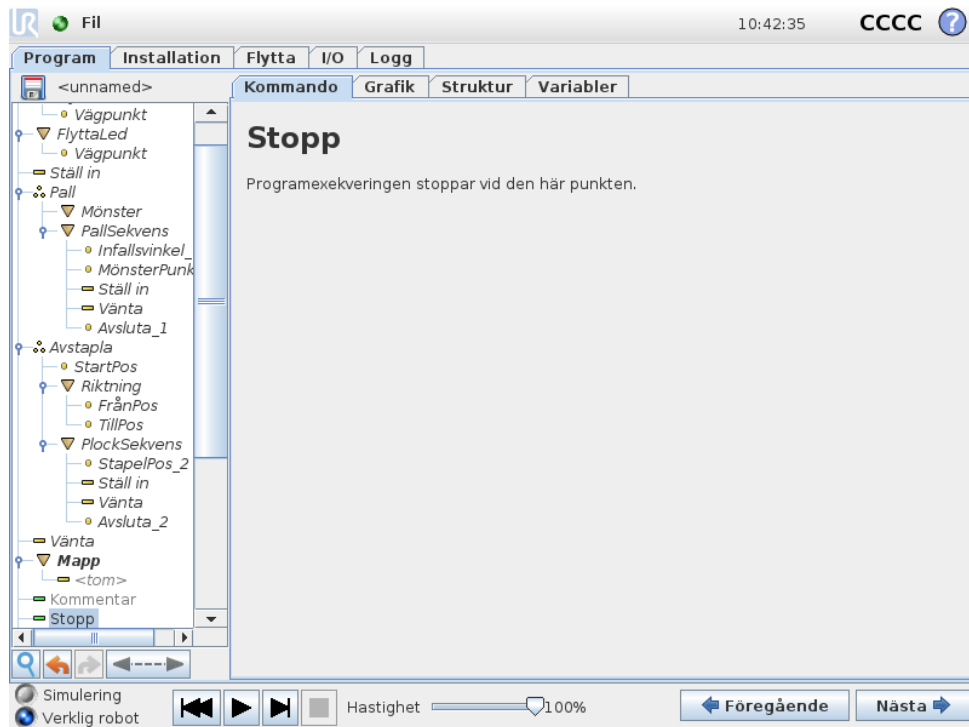
Aktiv TCP kan även ändras med ett **Ställ in**-kommando. Markera bara kryssrutan och välj en av TCP-förskjutningarna på menyn. Om aktiv TCP för en viss rörelse är känd när programmet skrivs, överväg istället att använda TCP-valet på kortet **Flytta** (se 14.5). För ytterligare information om konfigurering av namngivna TCP:er, (se 13.6).

14.11 Kommando: Popup



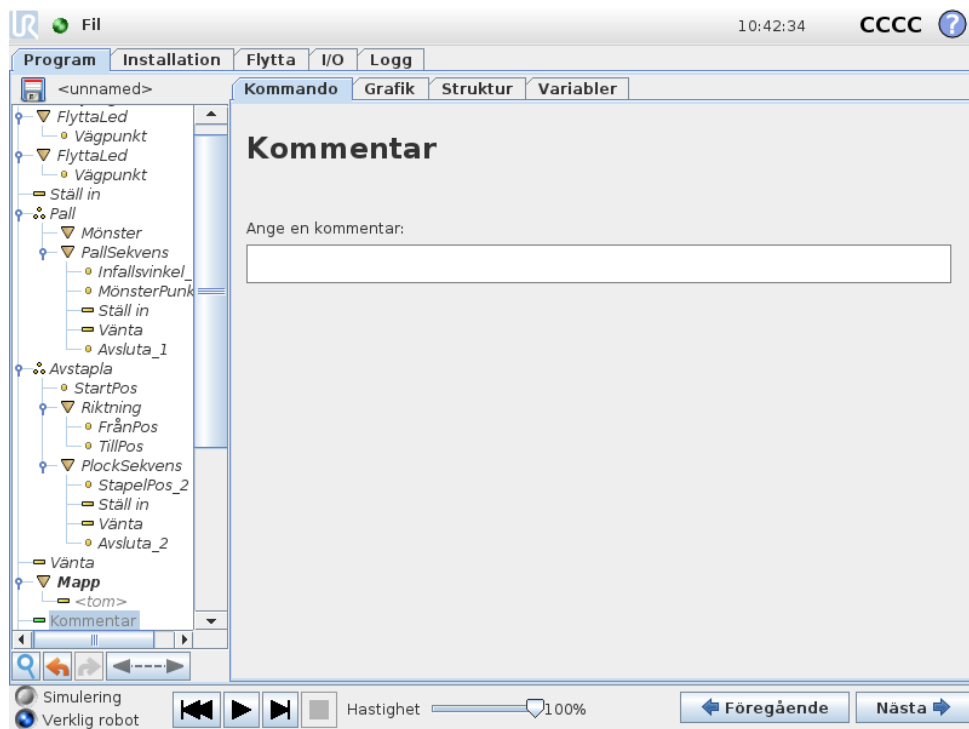
Ett popupmeddelande är ett meddelande som visas på skärmen när programmet kommer till det här kommandot. Du kan välja utseende för meddelandet och själva texten med tangentbordet på skärmen. Roboten väntar på att användaren/operatören ska trycka på "OK"-knappen under popupmeddelandet innan programmet fortsätter. Om alternativet "Stoppa programkörning" väljs stannar robotprogrammet vid det här popupmeddelandet.

14.12 Kommando: Stopp



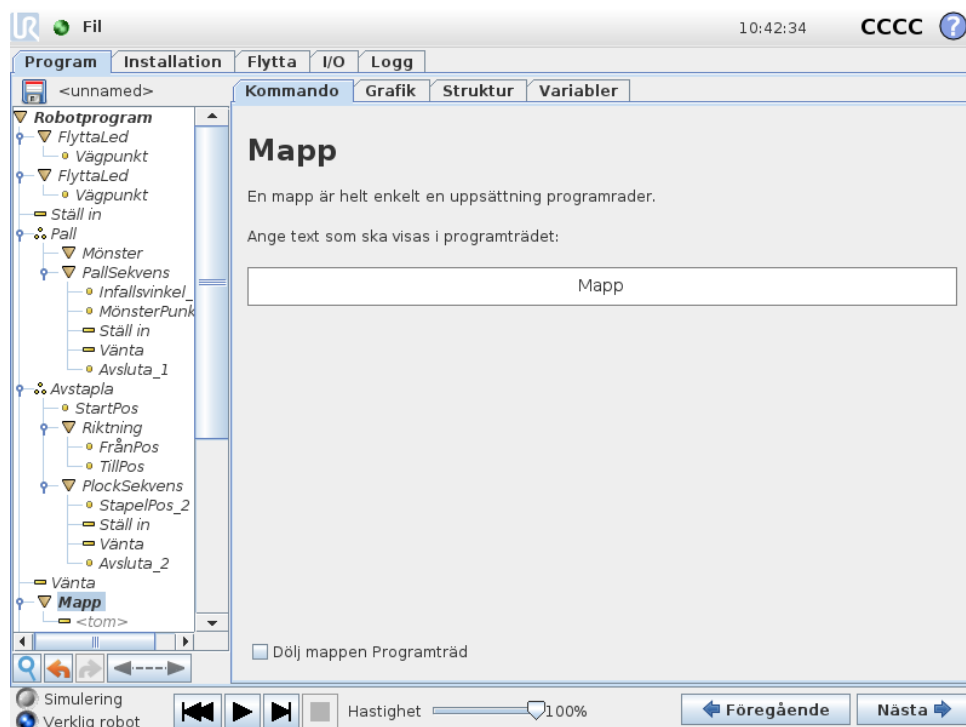
Programexekveringen stoppar vid den här punkten.

14.13 Kommando: Kommentar



Ger programmeraren möjlighet att lägga till en textrad i programmet. Den här textraden utför ingenting under programexekveringen.

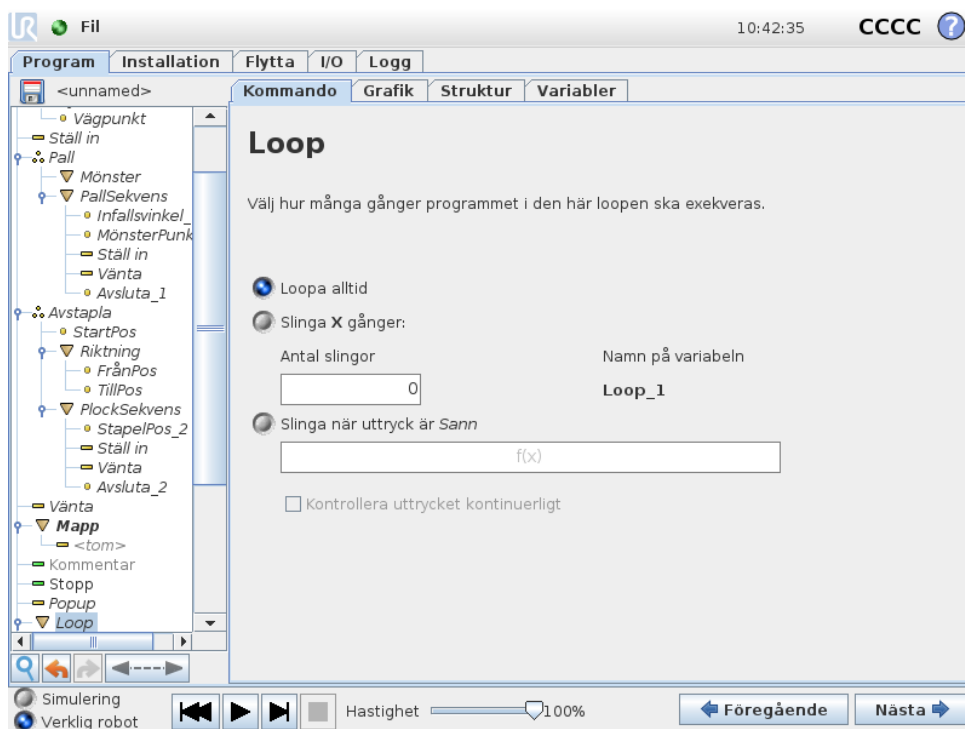
14.14 Kommando: Mapp



En **Mapp** används för att organisera och märka särskilda delar av ett program, för att rensa upp i programträdet och för att göra programmet lättare att avläsa och navigera i.

Själva **mappen** utför ingenting.

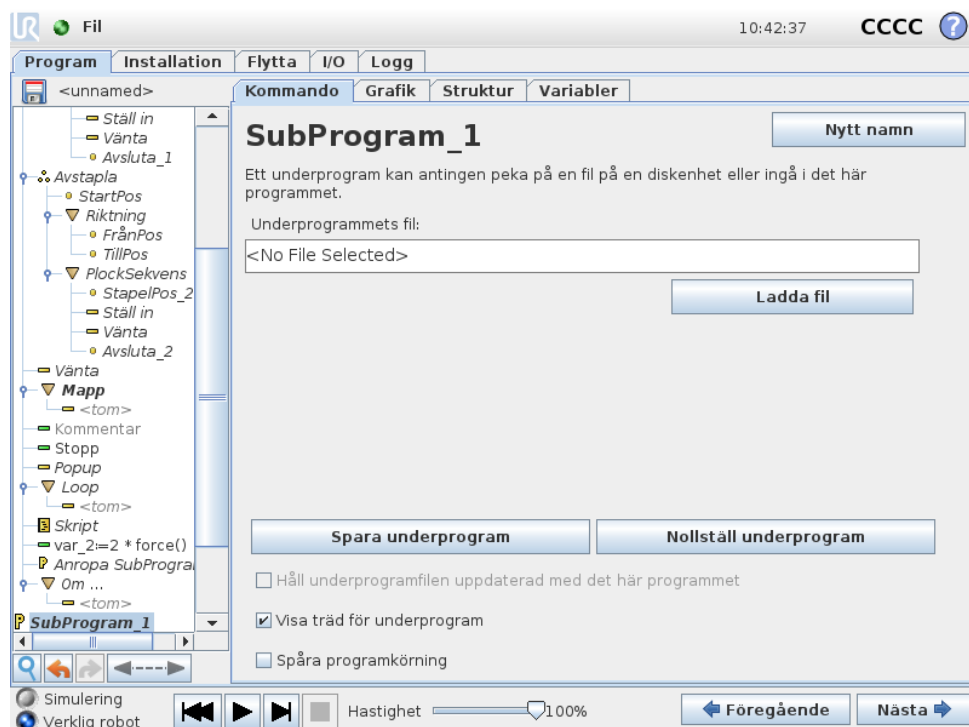
14.15 Kommando: Loop



Loopar underliggande programkommandon. Beroende på vilka val som gjorts kan de underliggande programkommandona antingen loopas oändligt, ett visst antal gånger eller så länge som det givna tillståndet är sant. Vid loopning ett visst antal gånger skapas en dedicerad loopvariabel (benämnd `loop_1` i skärmbilden ovan), och denna kan användas i uttryck inom loopen. Loopvariabeln räknar från 0 till $N - 1$.

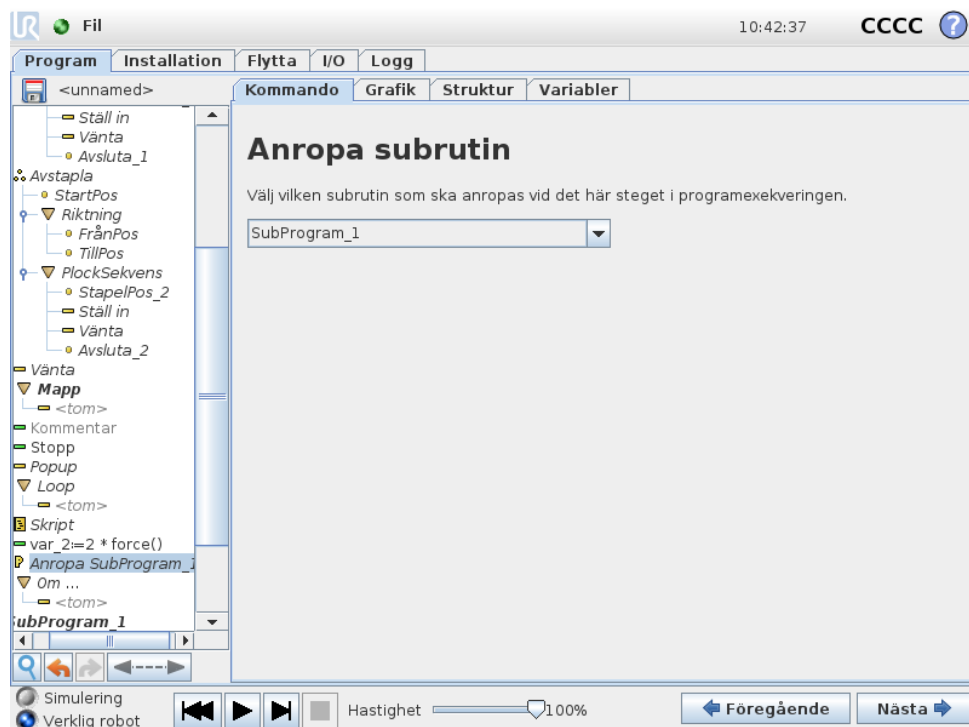
Vid loopning med användning av ett uttryck som sluttillstånd ger PolyScope möjlighet att utvärdera detta uttryck kontinuerligt, så att "loopen" kan avbrytas när som helst under exekveringen, och inte bara efter varje förekomst.

14.16 Kommando: SubProgram



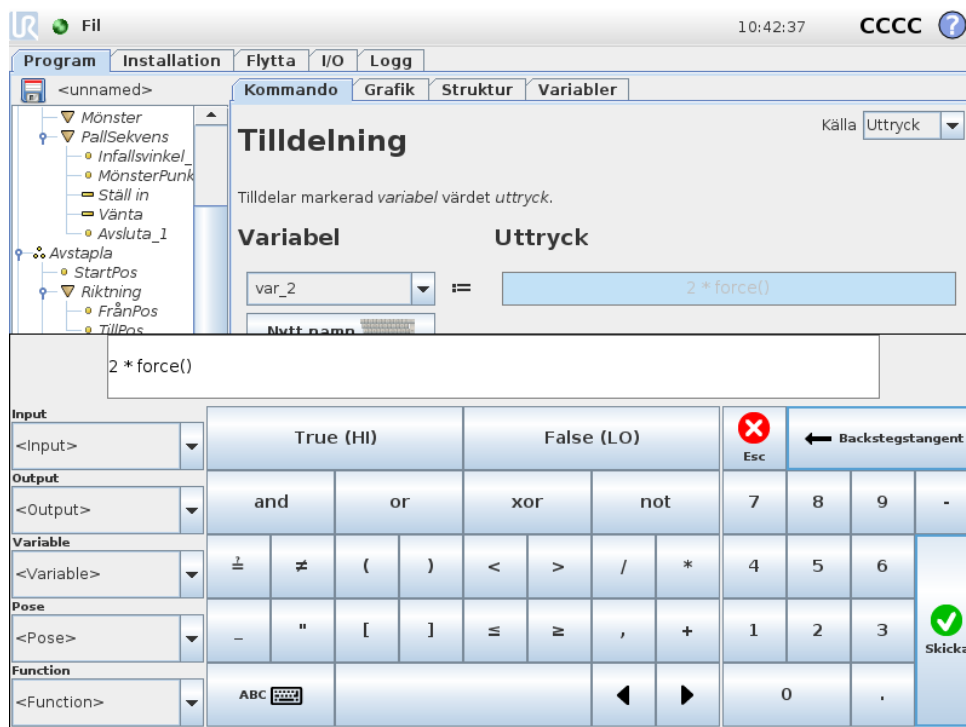
Ett underprogram kan innehålla programdelar som behövs på flera platser. Ett underprogram kan vara en separat fil på diskenheten och det kan också döljas som skydd mot oavsiktliga ändringar.

Kommando: Anropa SubProgram



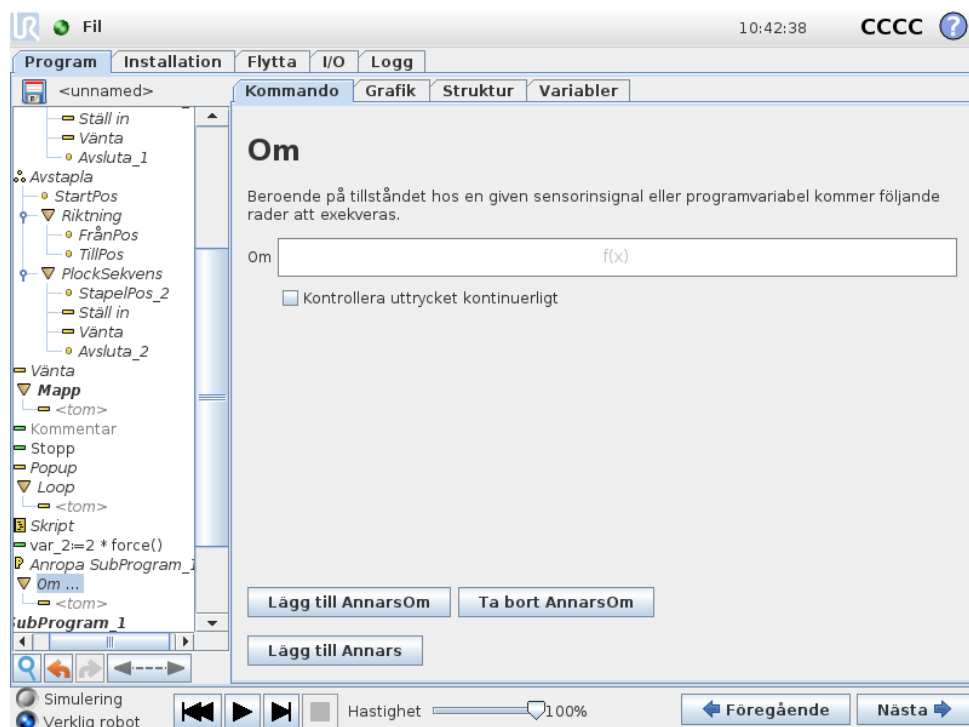
Vid ett anrop till ett underprogram körs programraderna i underprogrammet och sedan fortsätter programmet med nästa rad.

14.17 Kommando: Tilldelning



Tilldelar värden till variabler. Detta innebär att det beräknade värdet på höger sida tilldelas variabeln på vänster sida. Detta kan vara användbart vid komplicerade program.

14.18 Kommando: Om

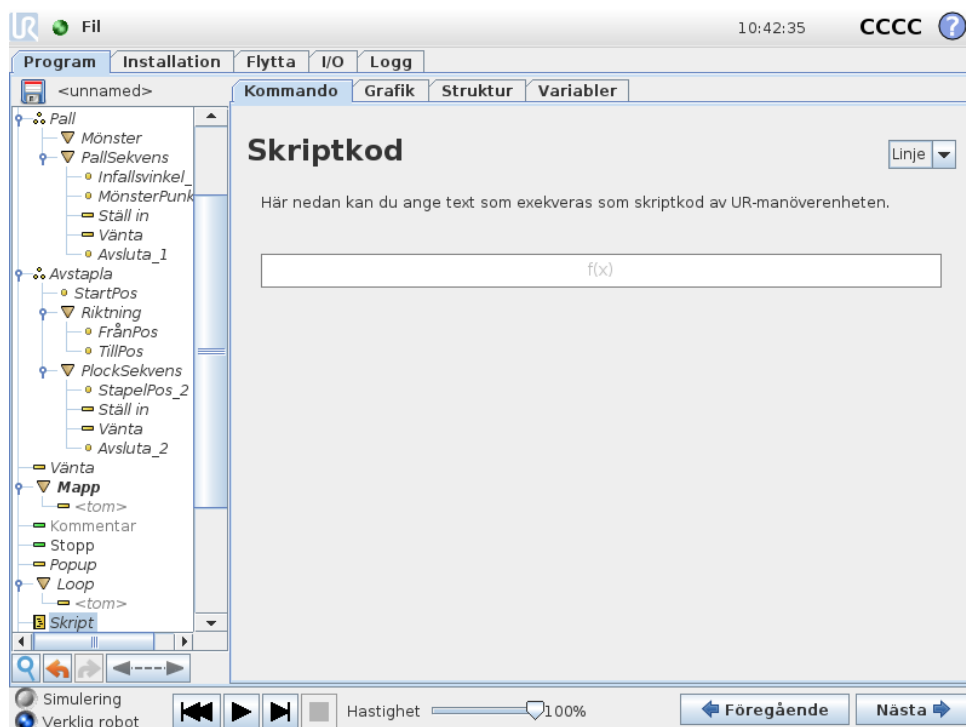


En konstruktion enligt formen **om...** så kan göra att roboten ändrar sitt beteende baserat på insignaler från sensorer eller värden på variabler. Använd **Redigeringsprogrammet för uttryck** för att beskriva under vilka förhållanden roboten ska gå vidare till underkommandona i denna **Om**-sats. Om tillståndet utvärderas till **Sant** körs raderna inom denna **Om**-sats.

Varje **Om** kan innehålla flera kommandosatser av typen **AnnarsOm** och en kommandosats av typen **Annars**. Dessa kan läggas till med knapparna på skärmen. Ett kommando av typen **AnnarsOm** kan tas bort från skärmbilden för det aktuella kommandot.

Den öppna satsen **Kontrollera uttrycket kontinuerligt** möjliggör utvärdering av villkoren i satserna **Om** och **AnnarsOm** medan de ingående raderna exekveras. Om ett uttryck utvärderas som *Falskt* när det befinner sig i huvuddelen av **Om**-delen kommer följande **AnnarsOm**- eller **Annars**-sats att nås.

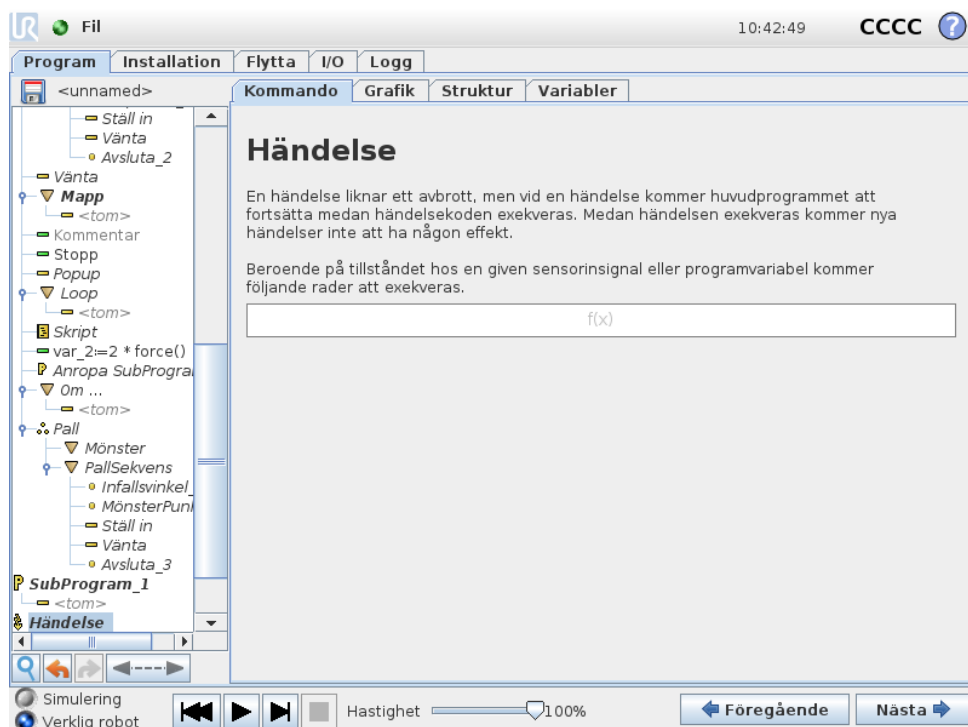
14.19 Kommando: Skript



Det här kommandot ger åtkomst till det underliggande skriptspråket i realtid (språket exekveras av robotens manöverenheter). Alternativet är endast avsett för avancerade användare. Instruktioner om hur det används finns i Skriptmanualen på supportwebbplatsen (<http://www.universal-robots.com/support>).

Om alternativet "Arkiv" längst upp till vänster väljs, går det att skapa och redigera skriptprogramfiler. På så sätt kan långa, komplexa skriptprogram användas tillsammans med den operatörsvänliga programmeringen i PolyScope.

14.20 Kommando: Händelse



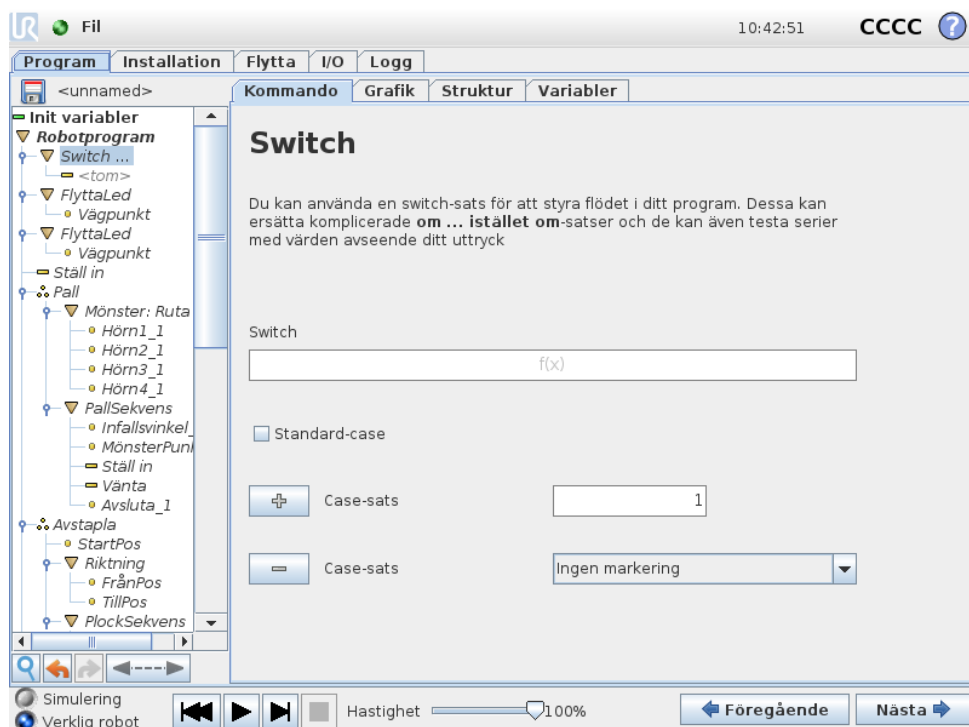
En händelse kan användas för att övervaka en insignal, utföra en åtgärd eller ställa in en variabel när den aktuella insignalen ger ett högt värde. Exempel: om en utsignal ger ett högt värde kan händelseprogrammet vänta 200 ms och därefter återställa värdet till ett lågt värde igen. Detta kan förenkla huvudprogrammets kod betydligt om en extern maskin triggar på en stigande flank i stället för på en hög insignalnivå. Händelserna kontrolleras en gång per styr-/reglercykel (8 ms).

14.21 Kommando: Tråd



En tråd är en parallellprocess till robotprogrammet. En tråd kan användas för att styra en extern maskin oberoende av robotarmen. En tråd kan kommunicera med robotprogrammet med variabler och utsignaler.

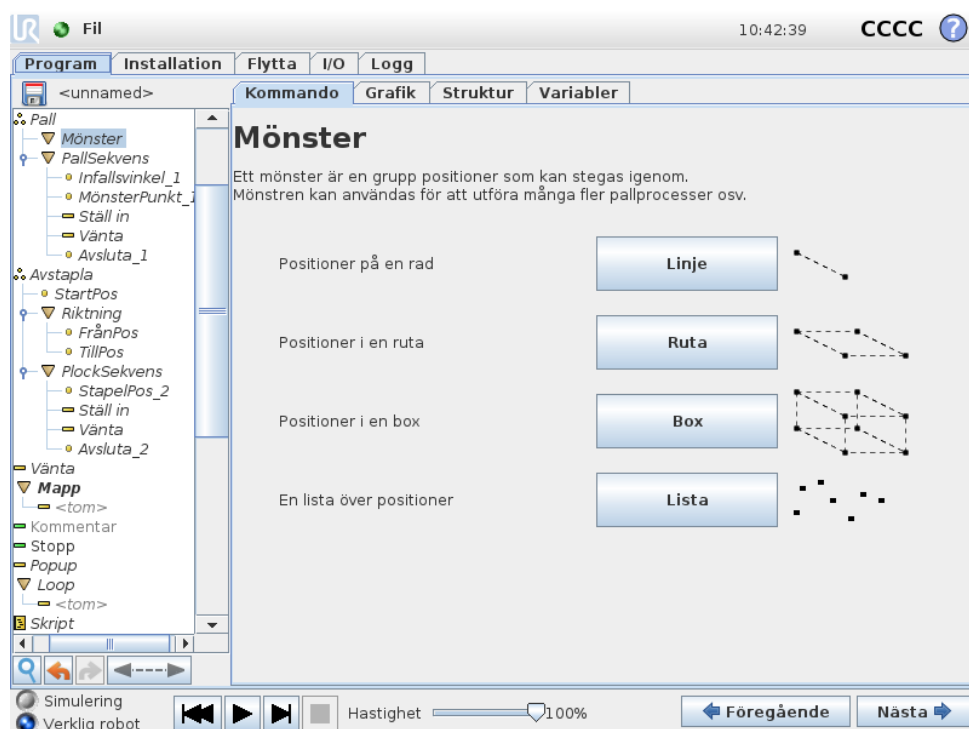
14.22 Kommando: Switch



En **Switch Case**-konstruktion kan göra att roboten ändrar beteende baserat på insignaler från sensorer eller variabelvärden. Använd **Uttrycksredigeraren** för att beskriva bastillståndet och definiera de fall då roboten ska gå vidare till underkommandona för denna Switch. Om tillståndet utvärderas och stämmer överens med något av fallet körs raderna inom case-satsen. Om en Default Case-sats har specificerats körs raderna bara om inga andra matchande case-tillstånd hittades.

Varje Switch kan ha flera Cases och ett Förvalt Case. Switch-satser kan bara ha en instans av något av de Case-värden som har definierats. Case-satser kan läggas till med hjälp av knapparna på skärmen. Ett case-kommando kan tas bort från skärmbilden för den aktuella switch-satsen.

14.23 Kommando: Mönster



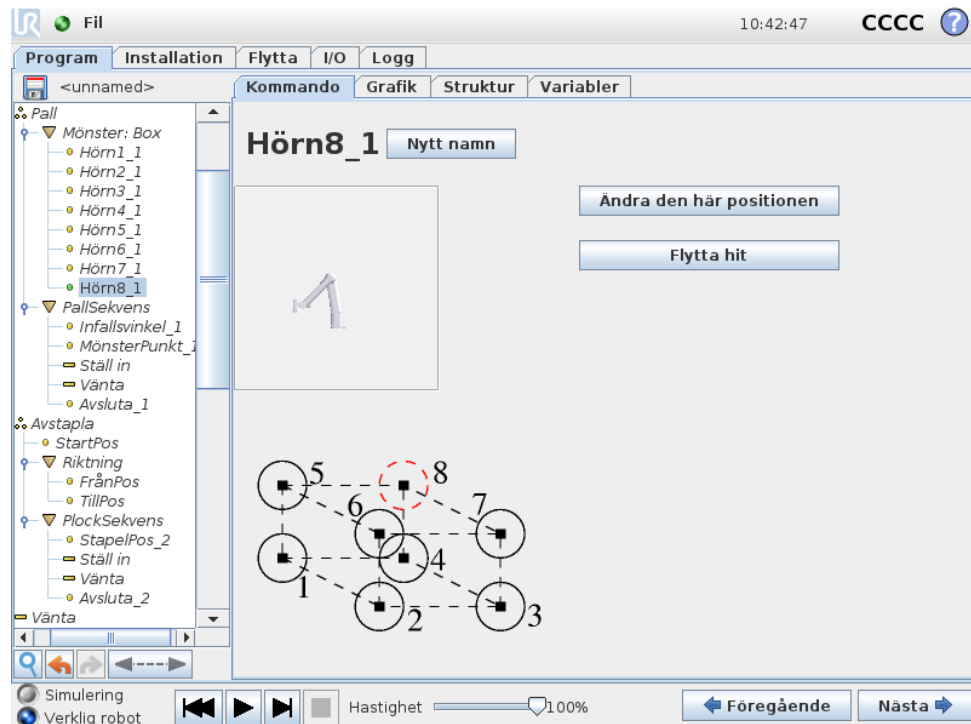
Kommandot **Mönster** kan användas för att stega igenom positionerna i robotprogrammet. Kommandot **Mönster** motsvarar en position vid varje exekvering.

Det finns fyra sorters mönster. De första tre, **Linje**, **Ruta** och **Box**, kan användas för positioner i ett regelbundet mönster. De regelbundna mönstren definieras av ett antal karakteristiska punkter, där punkterna definierar mönstrets kanter. För **Linje** är detta de två ändpunkterna, för **Ruta** är detta tre av de fyra hörnpunkterna och för **Box** är detta fyra av de åtta hörnpunkterna. Programmeraren skriver in antalet positioner längs var och en av kanterna på mönstret. Robotens styrenhet beräknar sedan de enskilda mönsterpositionerna genom att lägga ihop kantvektorena proportionellt.

Om positionerna som ska passeras inte ligger längs ett regelbundet mönster kan du använda alternativet **Lista**, där en lista över alla positioner ges av programmeraren. På så sätt kan alla typer av positionsarrangemang skapas.

Definiera mönstret

När mönstret **Box** valts växlar skärmbilden till den som visas nedan.



Ett **Box**mönster använder tre vektorer för att definiera boxens sidor. Dessa tre vektorer ges som fyra punkter, där den första vektorn går från punkt 1 till punkt 2, den andra vektorn går från punkt 2 till punkt 3 och den tredje vektorn går från punkt 3 till punkt 4. Varje vektor divideras med värdena från intervallräkningen. En specifik position i mönstret beräknas genom att lägga till intervallvektorena proportionellt.

Mönstren **Linje** och **Ruta** fungerar på liknande sätt.

En räknarvariabel används medan systemet förflyttar sig mellan mönstrets positioner. Variabelns namn visas på kommandoskrimen **Mönster**. Variabeln stegar igenom värdena från 0 till $X * Y * Z - 1$, antalet punkter i mönstret. Den här variabeln kan påverkas med hjälp av tilldelningar, och kan användas i uttryck.

14.24 Kommando: Kraft

Inom robotens arbetsområde möjliggör **Kraftläge** eftergivelse och kraft i valda axlar. Alla robotarmsrörelser under kommandot **Kraft** är i **Kraftläge**. När robotarmen rör sig i **Kraftläge** går det att välja en eller flera axlar där robotarmen ska vara eftergivlig. Robotarmen är eftergivlig i förhållande till omgivningen i enlighet med en eftergivlighetsaxel. Det här innebär att robotarmen justerar sin position automatiskt för att åstadkomma vald kraft. Det går även att göra så att robotarmen själv applicerar en kraft på sin omgivning, t.ex. ett arbetsstycke.

Kraftläge är lämpligt för tillämpningar där den faktiska TCP-positionen längs en fördefinierad axel inte är viktig, men där istället en viss kraft ska användas längs

aktuell axel. Om robotens TCP t.ex. ska rulla mot en böjd yta eller trycka eller dra tillbaka ett arbetsstycke. **Kraftläge** har också stöd för att applicera vissa vridmoment runt fördefinierade axlar.

Observera att om robotarmen inte möter något motstånd längs en axel där en kraft som inte är noll är inställs, försöker robotarmen accelerera längs axeln.

Även om en axel har angetts vara eftergivlig försöker robotprogrammet ändå flytta roboten längs aktuell axel. Kraftkontrollen säkerställer dock att robotarmen ändå närmar sig den angivna kraften.



VARNING:

1. Undvik kraftig acceleration precis innan kraftläget aktiveras.
2. Undvik kraftig acceleration i kraftläge, eftersom detta minskar noggrannheten i kraftkontrollen.
3. Undvik rörelser parallellt med eftergivliga axlar innan kraftläget aktiveras.



Funktionsval

Funktionsmenyn används för att välja vilket koordinatsystem (axlar) roboten ska använda när den arbetar i kraftläge. Funktionerna i menyn är de som definierats i installationen (se 13.12).

Kraftlägestyp

Det finns fyra olika typer av kraftläge, som avgör hur den valda funktionen ska tolkas.

- **Enkelt:** Endast en axel är fjädringsmjuk i kraftläge. Kraften längs denna axel går att justera. Den önskade kraften appliceras alltid längs z-axeln för den valda funktionen. För Linje-funktioner appliceras den dock längs y-axeln.
- **Ram:** Ram-typen tillåter mer avancerad användning. Här går det att välja fjädringsmjukhet och krafter oberoende i alla sex frihetsgraderna.
- **Punkt:** När Punkt är vald pekar y-axeln i uppgiftens koordinatsystem från robotens TCP mot den valda funktionens origo. Avståndet mellan robotens TCP och den valda funktionens origo måste vara minst 10 mm. Observera att uppgiftens koordinatsystem ändras vid körning allteftersom robotens TCP ändras. Uppgiftskoordinatsystemets x- och z-axlar beror på den valda funktionens ursprungliga orientering.
- **Rörelse:** Rörelse betyder att uppgiftens koordinatsystem ändras med TCP-rörelseriktningen. Uppgiftskoordinatsystemets x-axel blir projektionen av TCP-rörelseriktningen på det plan som spänns upp av den valda funktionens x- och y-axel. Y-axeln är vinkelrät mot robotarmens rörelse, och i den valda funktionens x-y-plan. Det här kan vara användbart vid avgradning längs en komplex bana där det krävs en kraft vinkelrätt mot TCP-rörelsen.
Observera att när robotarmen inte rör sig gäller följande: Om kraftläget startas när robotarmen står still finns det inga fjädringsmjuka axlar förrän TCP-hastigheten är större än noll. Om robotarmen senare står stilla, medan den fortfarande är i kraftläge, har koordinatsystemet för uppgiften samma orientering som senast TCP-hastigheten var större än noll.

För de sista tre typerna kan det faktiska koordinatsystemet för uppgiften visas vid körning under fliken Grafik (se 14.29) när roboten arbetar i kraftläge.

Val av kraftvärde

- Kraft- och momentvärden kan ställas in för eftergivliga axlar. Robotarmen justerar då sitt läge för att åstadkomma vald kraft.
- För axlar som inte är eftergivliga följer robotarmen banan som angetts av programmet.

För translationsparametrar anges kraften i Newton [N] och för rotation anges vridmomentet i Newtonmeter [Nm].



OBS:

Gör följande:

- Använd skriptet `get_tcp_force()` i en separat tråd för att minska den faktiska kraften och vridmomentet.
- Korrigera nyckelvektorn om den faktiska kraften och/eller vridmomentet är mindre än begärt.

Val av gränser

Ett gränsvärde kan anges för alla axlar, men effekterna skiljer sig beroende på om axlarna är eftergivliga eller inte.

- **Fjädringsmjuk:** Gränsen är den högsta hastighet som TCP tillåts uppnå längs (eller runt) axeln. Enheterna är [mm/s] och [grader/s].
- **Icke fjädrande:** Gränsen är den maximala avvikelse från den programmerade rörelsebanan som tillåts innan roboten skyddsstoppas. Enheterna är [mm] och [grader].

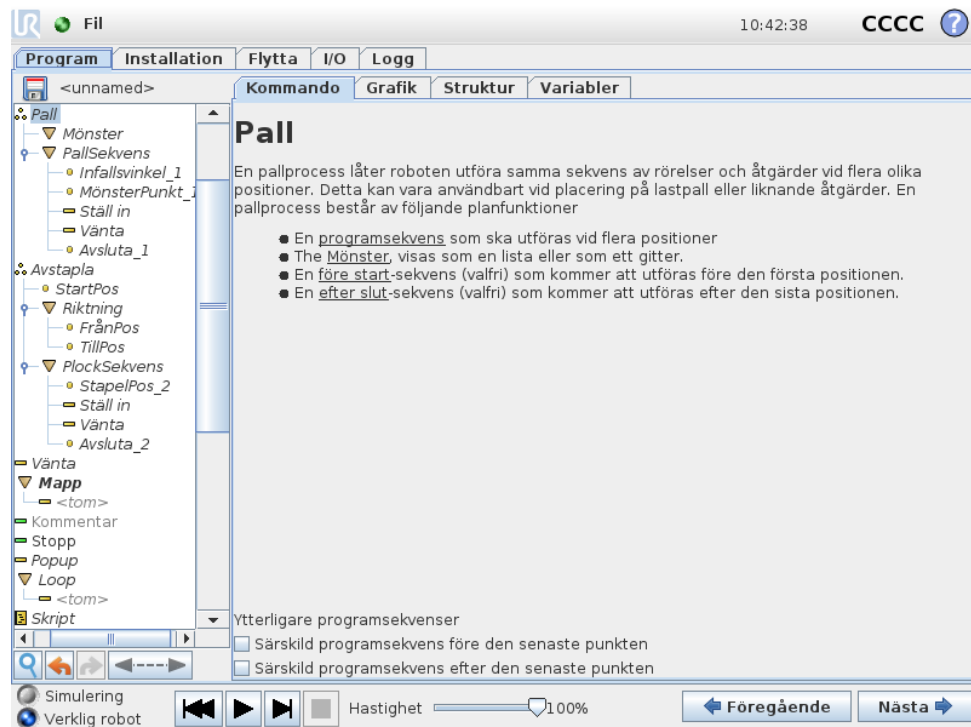
Testa kraftinställningarna

På/av-knappen märkt **Test** växlar funktionen för knappen **Frikörning** på baksidan av manöverenheten från normalt frikörningsläge till testning av kraftkommandot.

När **testknappen** är aktiverad och knappen **Frikörning** på baksidan av manöverenheten trycks in kommer roboten att uppföra sig som om programmet hade nått det här kraftkommandot. På så sätt kan inställningarna verifieras innan hela programmet körs. Detta är speciellt användbart för att verifiera att fjädringsmjuka axlar och krafter har valts på rätt sätt. Håll bara i robotens TCP med en hand och tryck på knappen **Frikörning** med den andra, och notera i vilka riktningar robotarmen kan/inte kan förflyttas. När du lämnar den här skärmbilden avaktiveras knappen **Test** automatiskt, vilket betyder att knappen **Frikörning** på baksidan av manöverenheten används för normalt **frikörningsläge** igen.

Obs: Knappen **Frikörning** är bara aktiv när en giltig funktion har valts för kommandot Kraft.

14.25 Kommando: Pall



En pallåtgärd kan utföra en rörelsesekvens på ett visst antal platser som beskrivs som ett mönster (se 14.23). Rörelsesekvensen kommer att köras i förhållande till mönsterpositionen vid varje position i mönstret.

Programmera en pallprocess

Följande steg ska finnas med:

1. Definiera mönstret.
2. Skapa en **PallSekvens** för plockning/placering vid varje enskild punkt. Sekvensen beskriver vad som ska göras vid varje mönsterposition.
3. Använd väljaren på skärmbilden för sekvenskommandot för att definiera vilken av vägpunkterna i sekvensen som ska motsvara mönsterpositionerna.

Pallsekvens/förankringsbar sekvens

I en **Pallsekvens**-nod är robotarmens rörelser relativa i förhållande till pallens position. Sekvensen fungerar så att robotarmen kommer att befinna sig vid den position som specificeras av mönstret vid **Ankarposition/Mönsterpunkt**. Samtliga återstående positioner kommer att flyttas och anpassas efter detta.

Använd inte kommandot **Flytta** inuti en sekvens, eftersom det inte har någon relation till ankarpositionen.

“FöreStart”

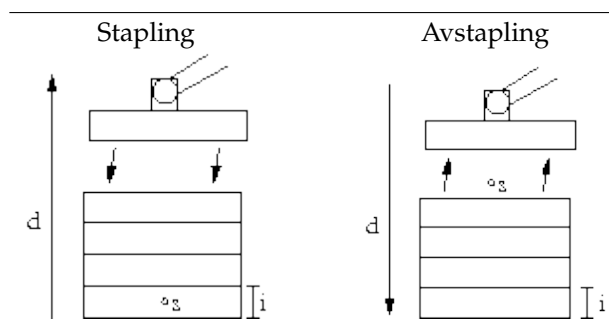
Den valfria sekvensen **Före start** körs precis innan processen startas. Denna kan användas för att vänta på klarsignaler.

“EfterSlut”

Den valfria sekvensen **Efter slut** körs när processen är klar. Denna kan användas för att signalera att ett transportband ska starta, och förbereda för nästa pall.

14.26 Kommando: Sök

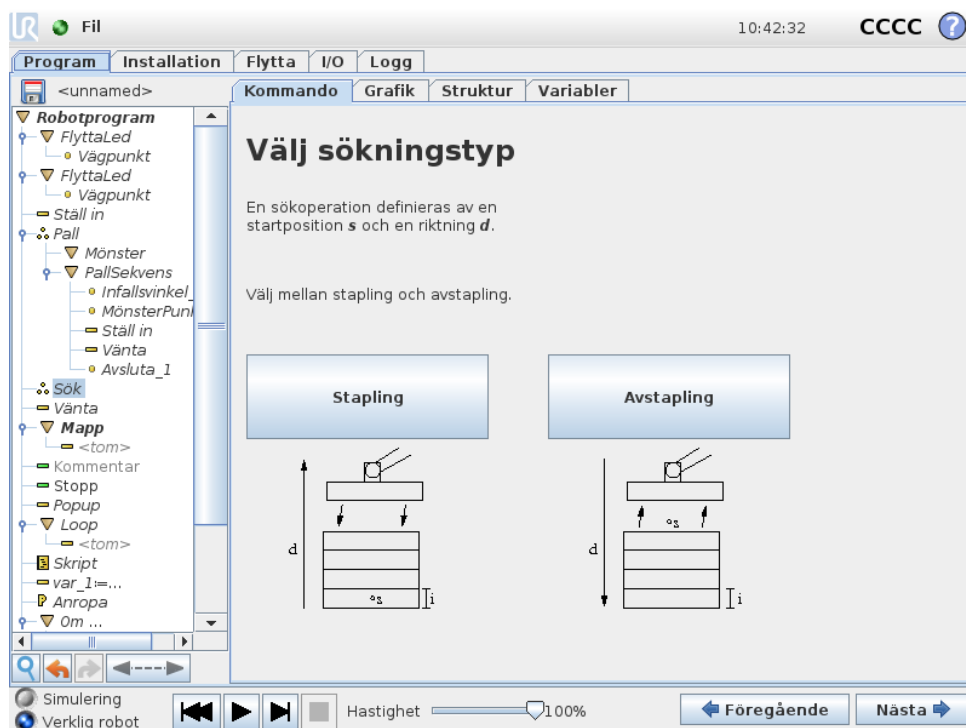
En sökfunktion använder en sensor för att fastställa när rätt position nåtts för att gripa eller släppa en artikel. Sensorn kan vara en tryckknappsomkopplare, en trycksensor eller en kapacitiv sensor. Funktionen är avsedd för arbete på artikelstaplar med varierande artikeltjocklek, eller där artiklarnas exakta positioner inte är kända eller svåra att programmera.



Vid programmering av en sökåtgärd för arbete på en stapel måste operatören definiera s – startpunkten, d – stapelns riktning och i – tjockleken på artiklarna i stapeln.

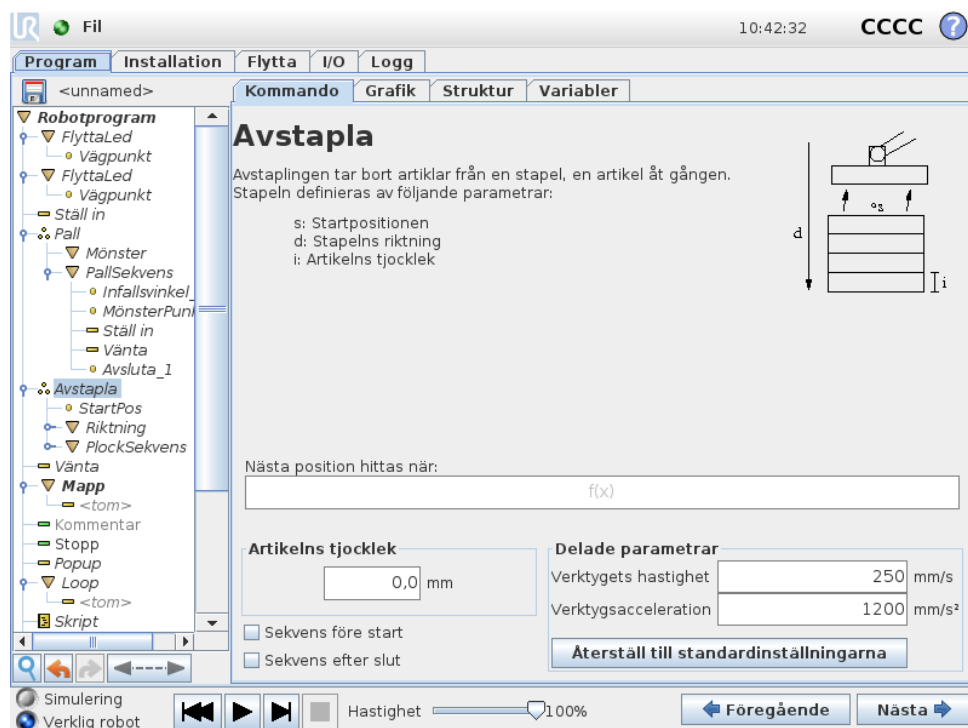
Dessutom måste operatören definiera villkoren för när nästa stapelposition uppnåtts, och en särskild programsekvens som ska utföras vid var och en av stapelpositionerna. Hastighet och accelerationer måste också anges för rörelsen som avser staplingen.

Stapling



Vid stapling rör sig robotarmen till startpositionen, och därefter går den vidare i *motsatt* riktning för att söka efter nästa stapelposition. När positionen hittas kommer roboten ihåg positionen och utför den särskilda sekvensen. Nästa gång startar roboten sökningen från den memorerade positionen, plus den artikeltjocklek som programmerats längs riktningen. Staplingen slutförs när stapelns höjd överstiger ett definierat värde eller när en sensor ger en signal.

Avstapling

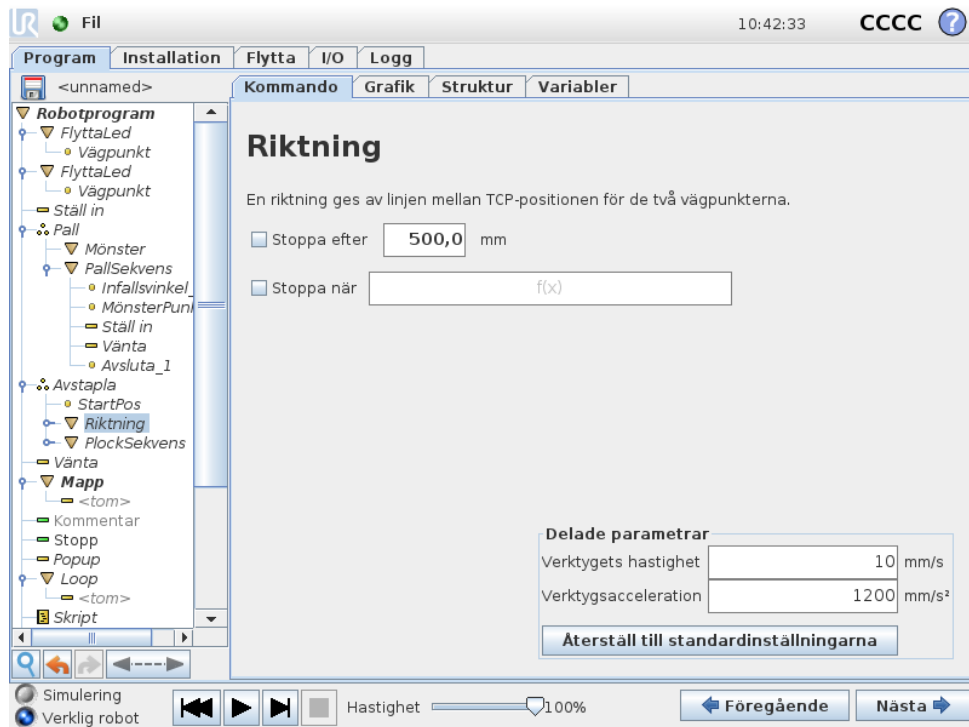


Vid avstapling går robotarmen från startpositionen i den angivna riktningen och söker efter nästa artikel. Villkoret på skärmen avgör när nästa artikel nås. När villkoret uppfylls kommer roboten ihåg positionen och utför den särskilda sekvensen. Nästa gång startar roboten sökningen från den memorerade positionen, plus den artikeltjocklek som programmerats längs riktningen.

Startposition

Startpositionen är där staplingen startar. Om startpositionen utelämnas startar staplingen vid robotarmens befintliga position.

Riktning



Riktningen anges av två positioner, och beräknas som positionsskillnaden mellan den första positionens TCP till den andra positionens TCP.

Obs: En riktning tar inte hänsyn till punkternas orientering.

Uttryck för nästa staplingsposition

Robotarmen rör sig längs riktningsektorn och utvärderar kontinuerligt om nästa stapelposition har nåtts. När uttrycket är `Sant` exekveras specialekvensen.

“FöreStart”

Den valfria sekvensen `FöreStart` körs precis innan processen startas. Denna kan användas för att vänta på klarsignaler.

“EfterSlut”

Den valfria sekvensen `EfterSlut` körs när processen är klar. Denna kan användas för att signalera att ett transportband ska starta, och förbereda för nästa stapel.

Sekvens för plockning/placering

Precis som för pallprocessen (14.25) utförs en särskild programsekvens vid varje stapelposition.

14.27 Kommando: Transportbandsspårning

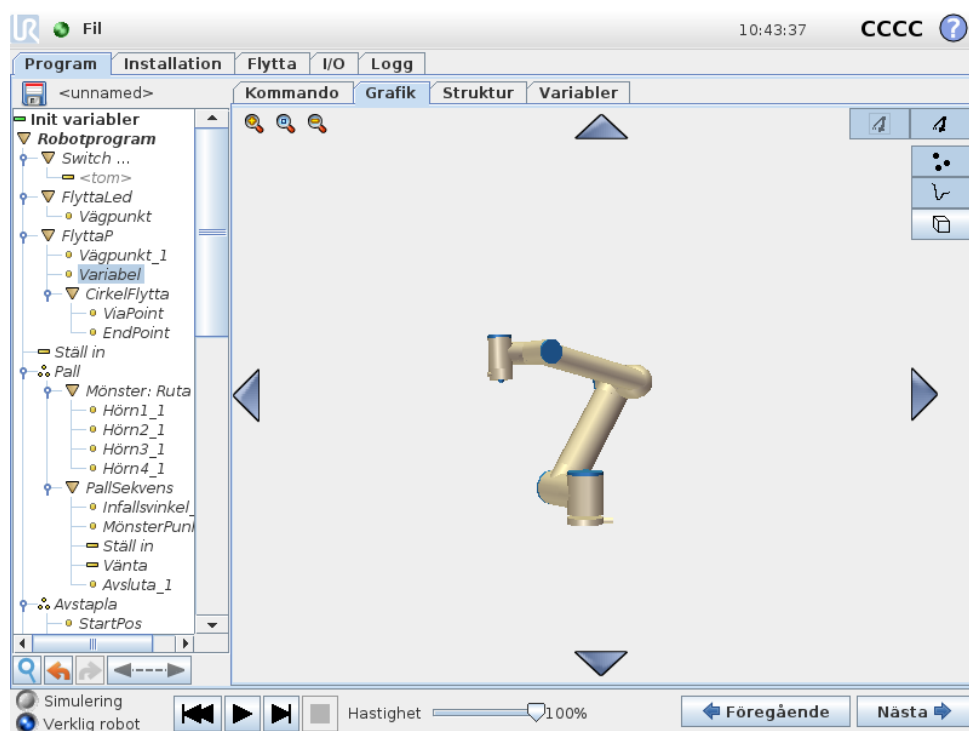
Vid användning av ett transportband kan roboten konfigureras för att spåra dess rörelse. Om `Transportbandsspårning` som är definierad i installationen är rätt kon-

figurerad anpassar roboten sina rörelser så att de följer transportbandet. Programnoden **Transportbandspårning** finns tillgänglig under fliken **Guider** under fliken **Struktur**. Alla rörelser under denna nod är tillåtna under transportbandspårning, men de är relativa till transportbandets rörelse. Inställningen **Transportbandspårning** under fliken **Installation** (se avsnitt 13.13) innehåller alternativ för att konfigurera roboten för arbete med absoluta och inkrementerade kodenheter plus linjära och cirkulära transportband.

14.28 Kommando: Undertryck

Undertryckta programrader hoppas över när programmet körs. En undertryckt rad kan återgå till att vara ej undertryckt vid en senare tidpunkt. Detta är ett snabbt sätt att göra ändringar i ett program utan att förstöra ursprungsinnehållet.

14.29 Grafik, flik



Grafisk representation av det aktuella robotprogrammet. Vägen för TCP visas i 3D-vy, med rörelsesegment i svart och förbigångssegment (övergångar mellan rörelsesegment) i grönt. De gröna punkterna anger positionerna för TCP vid var och en av vägpunkterna i programmet. 3D-ritningen över robotarmen visar robotarmens aktuella position, och skuggan av robotarmen visar hur robotarmen avser att nå den vägpunkt som valts till vänster på skärmen.

Om den aktuella positionen för robotens TCP kommer nära ett säkerhets- eller utlösningssplan, eller om robotverktygets orientering är nära verktygets orienteringsbegränsning (se 10.12), visas en 3D-representation av närhetsgränsen. Observera att när roboten kör ett program är visualiseringen av gränsvärden inaktiverad.

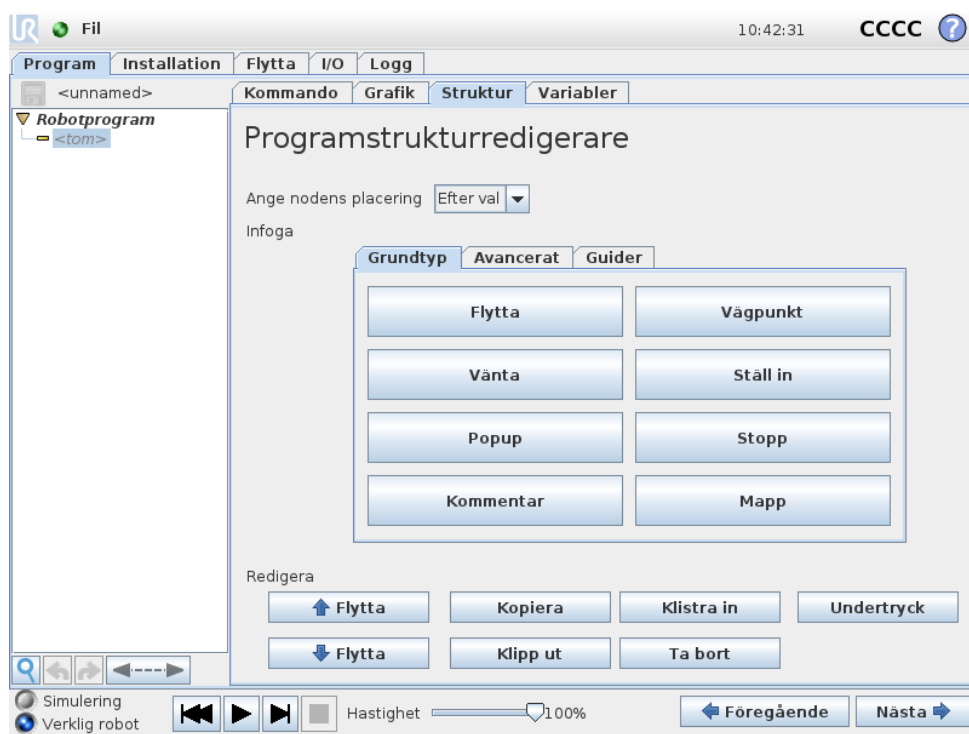
Säkerhetsplan visas i gult och svart med en liten pil som representerar normalen mot planet, vilket anger den sida på planet där robotens TCP får placeras. Utlösarplan visas i blått och grönt med en liten pil som pekar på planets sida, där gränserna **Normalt** läge (se 10.6) är aktiva. Verktygsorienteringens gränsvärde visas som en sfärisk kon tillsammans med en pil som anger robotverktygets nuvarande orientering. Konens insida representerar verktygsorienteringens tillåtna yta (vektor).

När målet för robotens TCP inte längre är i närheten av gränsvärdet försvinner 3D-representationen. Om TCP överträder eller är mycket nära att överträda ett gränsvärde visas gränsvärdets visualisering som röd.

Du kan zooma och rotera 3D-vyn för att få en bättre överblick över robotarmen. Knapparna på skärmens övre högra sida kan stänga av de olika grafiska komponenterna i 3D-vyn. Den nedre knappen växlar visningen av gränsvärdena för närhetsgränsen.

Vilka rörelsesegment som visas beror på den valda programnoden. Om du valt en Flytta-nod visas den rörelse som definierats av flyttparametern. Om en nod av typen **Vägpunkt** väljs, visas följande ~ 10 steg i rörelsen på skärmen.

14.30 Struktur, flik



På fliken Struktur under Program kan du infoga, flytta, kopiera och ta bort de olika typerna av kommandon.

Utför följande steg för att infoga nya kommandon:

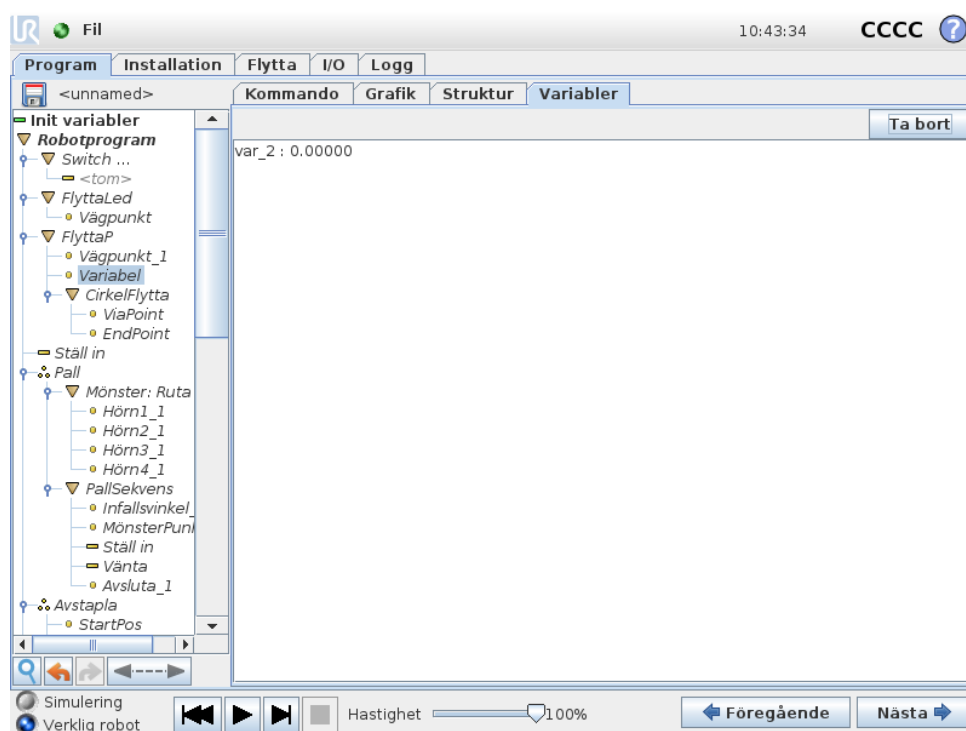
- 1) Markera ett befintligt programkommando.
- 2) Välj om det nya kommandot ska infogas ovanför eller nedanför det valda kommandot.

- 3) Tryck på knappen för den typ av kommando som du vill infoga. Du kan justera uppgifterna för det nya kommandot på fliken **Kommando**.

Kommandon kan flyttas/klonas/tas bort med knapparna i redigeringsrutan. Om ett kommando har underordnade kommandon (en triangel bredvid kommandot) kommer alla underordnade kommandon också att flyttas/klonas/tas bort.

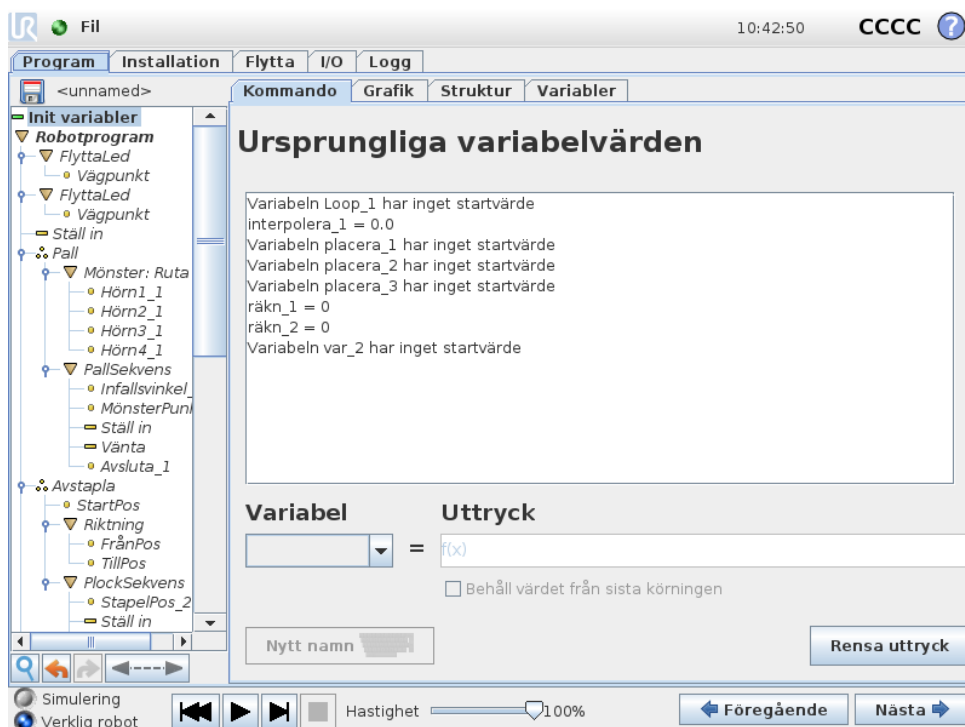
Vissa kommandon kan inte infogas var som helst i ett program. Vägpunkter måste ligga under kommandot **Flytta** (inte nödvändigtvis direkt under). **AnnarsOm** och **Annars** måste placeras efter kommandot **Om**. Det kan vara komplicerat när kommandon av typen **AnnarsOm** ska flyttas runt. Variabler måste tilldelas värden innan de används.

14.31 Variabler, flik



Fliken **Variabler** visar realtidsvärden för de variabler som körs i programmet, och sparar en lista över variabler och värden mellan programkörningar. Den visas bara när det finns information att visa. Variablerna är sorterade alfabetiskt på namn. Variabelnamnen på den här skärmbilden visas med högst 50 tecken, och variabelernas värden visas med högst 500 tecken.

14.32 Kommando: Initiera variabler



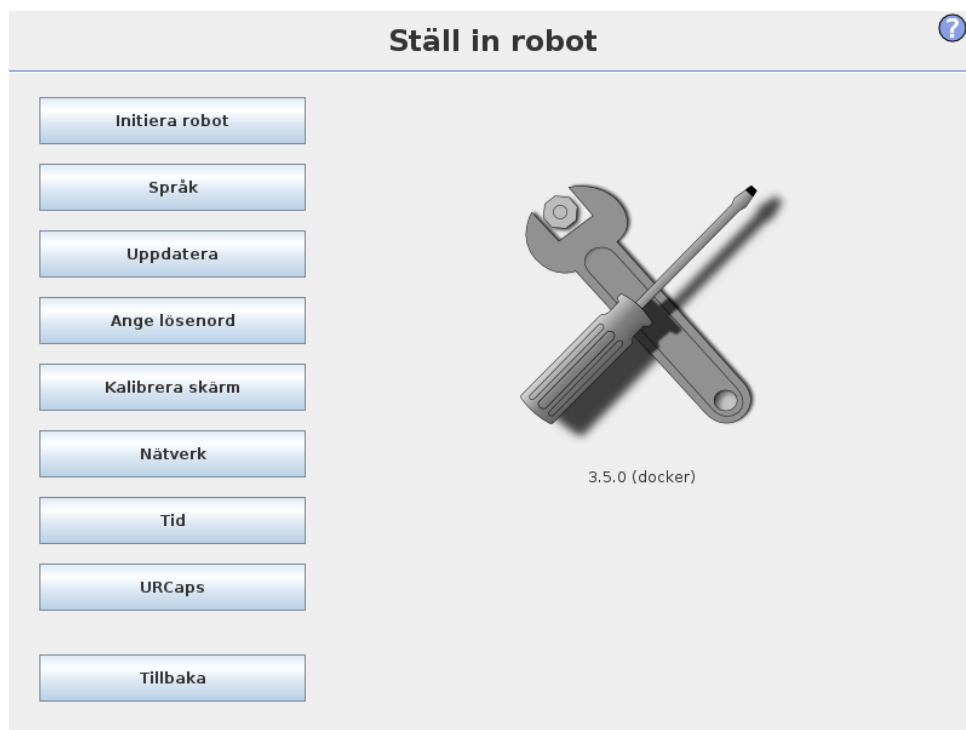
På den här skärmbilden kan du ställa in värden för variablerna innan programmet (eller några trådar) börjar exekveras.

Välj en variabel från listan över variabler genom att klicka på den eller genom att använda väljarrutan för variabler. När du valt en variabel kan du ange ett uttryck som kommer att användas för att ställa in variabelns värde när programmet startas.

Om du har markerat kryssrutan “Behåller helst värdet från sista körningen” kommer variabeln att initieras till det värde som står på fliken *Variabler* och som beskrivs i avsnittet 14.31. På så sätt kan variabler behålla sina värden mellan programkörningar. Variabeln får sitt värde från uttrycket om programmet körs för första gången eller om fliken med värdet har raderats.

En variabel kan tas bort från programmet genom att lämna fältet för dess namn tomt (endast blanksteg).

15 Skärmbilden Inställning



- **Initiera robot** Går till initieringsskärbilden. Se 11.5.
- **Språk och enheter** Konfigurerar språk och måttenheter för användargränssnittet. Se 15.1.
- **Uppdatera robot** Uppgraderar robotens programvara till en senare version. Se 15.2.
- **Ange lösenord** Ger möjlighet att låsa robotens programmeringsdel för personer utan lösenord. Se 15.3.
- **Kalibrera skärmen** Kalibrerar pekskärmens "känslighet". Se 15.4.
- **Ställ in nätverk** Öppnar gränssnittet för inställning av Ethernet-nätverket för robotens manöverskåp. Se 15.5.
- **Ange tid** Ange tid och datum för systemet och konfigurera klockans visningsformat. Se 15.6.
- **Konfiguration av URCaps** Översikt av installerade URCaps och alternativ för installation och avinstallation, se 15.7.
- **Bakåt** Återgår till välkomstskrmen.

15.1 Språk och enheter



Ställ in robot ?

Språkval

System
Svenska ▼

Tangentbord
Int'l English ▼

☐ English programming

Enhetsval

☒ Metrisk enheter

☐ Amerikanska enheter

Starta om PolyScope för att använda de nya inställningarna

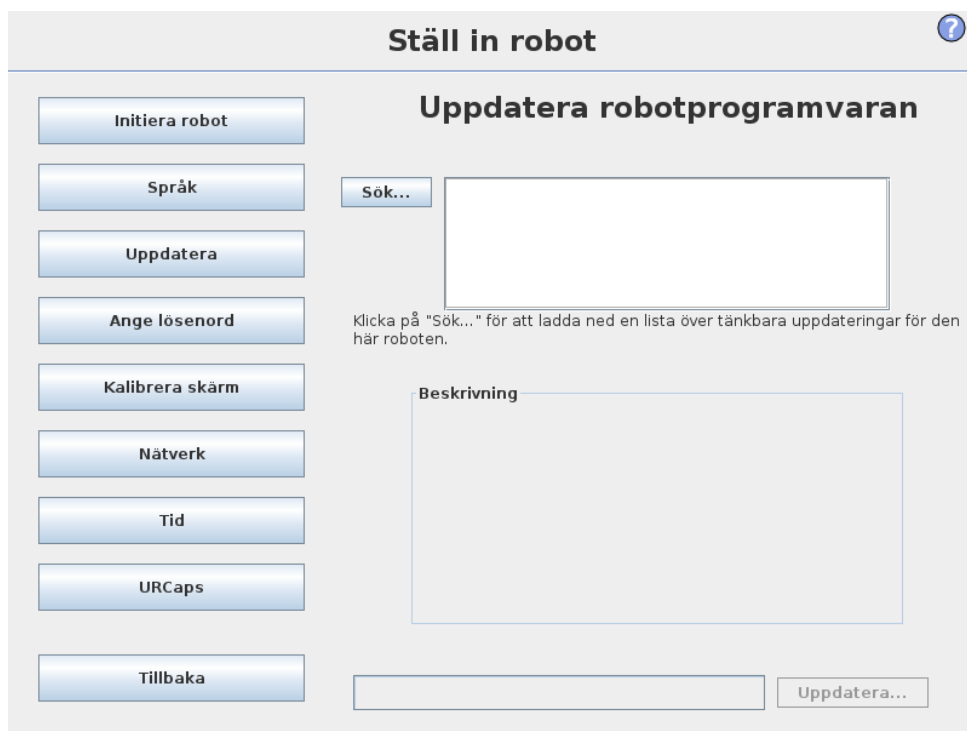
Starta om

På den här skärmen går det att välja det språk och de enheter som används i PolyScope.

Det språk som väljs används både för den text som visas på skärmarna i PolyScope och för den inbäddade hjälpen. Markera "Engelsk programmering" om du vill att kommandonamnen i robotprogram ska skrivas på engelska. PolyScope måste startas om för att ändringarna ska träda i kraft.

Valt tangentbordsspråk kommer att användas för alla pop up-tangentbord i PolyScope.

15.2 Uppdatera robot



The screenshot shows the 'Ställ in robot' (Robot Setup) window. On the left is a vertical menu with buttons: 'Initiera robot', 'Språk', 'Uppdatera', 'Ange lösenord', 'Kalibrera skärm', 'Nätverk', 'Tid', 'URCaps', and 'Tillbaka'. The 'Uppdatera' button is highlighted. The main area is titled 'Uppdatera robotprogramvaran'. It contains a 'Sök...' button, a large empty rectangular box, and a 'Beskrivning' label above another large empty rectangular box. Below these is a text input field and an 'Uppdatera...' button. A small text note says: 'Klicka på "Sök..." för att ladda ned en lista över tänkbara uppdateringar för den här roboten.'

Det går att installera programvaruuppdateringar från ett USB-flashminne. Sätt i ett USB-minne och klicka på **Sök** för att visa dess innehåll. Du uppdaterar genom att välja en fil, klicka på **Uppdatera** och följa instruktionerna på skärmen.



WARNING:

Kontrollera alltid dina program när programvaran uppdaterats. Uppgraderingen kan ändra rörelsebanor i ditt program. Du kan hitta de uppdaterade programvaruspecifikationerna genom att trycka på knappen "?" längst upp till höger i gränssnittet. Maskinvarans specifikationer ändras inte. De finns i den ursprungliga manualen.

15.3 Ange lösenord



Ställ in robot

Initiera robot

Språk

Uppdatera

Ange lösenord

Kalibrera skärm

Nätverk

Tid

URCaps

Tillbaka

Systemlösenord

Nytt lösenord

Bekräfta det nya lösenordet

Använd

Säkerhetslösenord

Aktuellt lösenord

Nytt lösenord

Bekräfta det nya lösenordet

Använd

Två lösenord stöds. Det första är ett *valfritt* systemlösenord som hindrar icke auktoriserad ändring av robotens inställningar. När ett systemlösenord angetts kan programmen laddas och köras utan lösenordet, men användaren måste ange rätt lösenord för att skapa eller ändra i program.

Det andra är ett *obligatoriskt* säkerhetslösenord, som måste anges korrekt för att kunna ändra säkerhetskfigurationen.

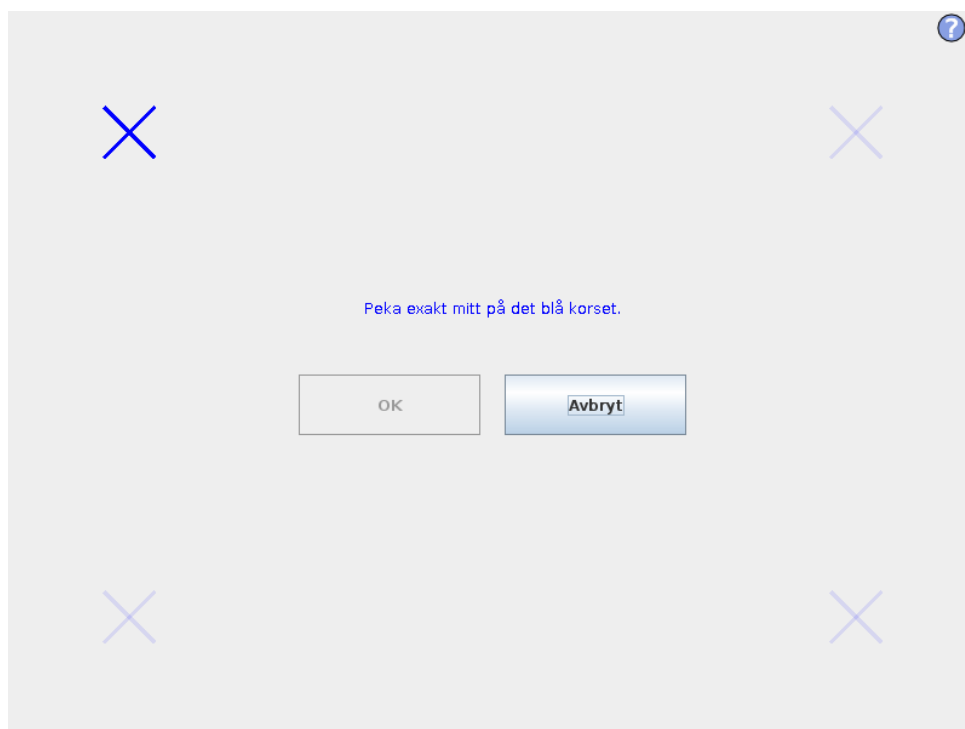

OBS:

Säkerhetslösenordet måste ha ställts in för att det ska gå att ändra säkerhetskfigurationen.


VARNING:

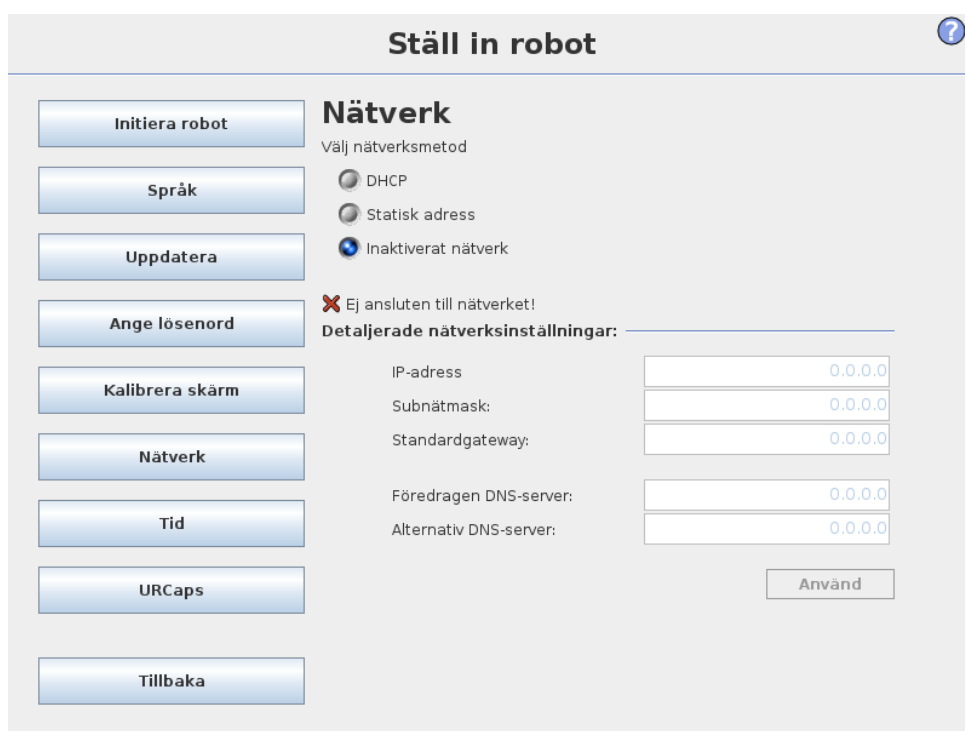
Du lägger till ett systemlösenord om du vill hindra icke auktoriserad personal att ändra robotinstallationen.

15.4 Kalibrera skärm



Kalibrera pekskärmen. Följ anvisningarna på skärmen för att kalibrera pekskärmen. Använd helst ett föremål som inte innehåller metall, t.ex. en penna med indragen spets. Tålmod och försiktighet bidrar till ett bättre resultat.

15.5 Ställ in nätverk



Panel för inställning av Ethernet-nätverket. En Ethernet-anslutning är inte nödvändig för de grundläggande robotfunktionerna, och denna är inaktiverad i standardläget.

15.6 Ange tid

Initiera robot

Språk

Uppdatera

Ange lösenord

Kalibrera skärm

Nätverk

Tid

URCaps

Tillbaka

Ställ in robot

Ange tid

Tidsformat:

☒ 24-timmars
☐ 12-timmars

Ange aktuell tid:

+	+	+
10	:	42
:	:	16
-	-	-

Ange datum

Ange dagens datum:

den 12 december 2017

Datumformat:

☒ den 12 december 2017
☐ 2017-dec-12
☐ 2017-12-12

Starta om PolyScope för att använda de nya inställningarna

Starta om

Ange tid och datum för systemet och konfigurera klockans visningsformat. Klockan visas överst på skärmarna *Kör program* och *Programmera robot*. Om du klickar på den visas datumet kortvarigt. Gränssnittet måste startas om för att ändringarna ska träda i kraft.

15.7 Installationsprogram för URCaps



I den övre listan visas en översikt av alla *URCaps*. Klicka på en *URCap* för att se dess meta-information (inklusive dess namn, version, licens osv.) i fältet för *URCap-information* under listan.

Klicka på knappen + längst ned på skärmen för att installera en ny *URCap*. En filväljare visas där en *.urcap*-fil kan väljas. Klicka Öppna och PolyScope återgår till inställningsskärmen. Den valda *URCap* installeras och motsvarande information visas i listan kort efter. En nyligen installerad eller avinstallerad *URCap* kräver att PolyScope startas om och Omstart-knappen kommer därför att aktiveras.

För att avinstallera en *URCap*, välj denna *URCap* från listan och klicka på --knappen. Denna *URCap* försvinner från listan men en omstart krävs.

Ikonen bredvid en *URCap* i listan anger dess tillstånd. De olika tillstånden definieras nedan:

-  *URCap ok*: Denna *URCap* är installerad och körs normalt.
-  *URCap fel*: Denna *URCap* är installerad men kan inte starta. Kontakta utvecklaren av denna *URCap*.
-  *URCap omstart krävs*: Denna *URCap* har precis installerats men en omstart krävs.

Ordlista

Stoppkategori 0: Robotens rörelse stoppas genom att strömmen till roboten bryts omedelbart. Det är ett okontrollerat stopp, där roboten kan avvika från den programmerade rörelsebanan eftersom varje led bromsas så snabbt som möjligt. Detta skyddsstopp används om en säkerhetsrelaterad gräns överskrids eller vid fel i de säkerhetsrelaterade delarna av kontrollsystemet. Mer information finns i se ISO 13850 eller IEC 60204-1.

Stoppkategori 1: Robotens rörelse stoppas, men roboten har fortfarande ström för att stoppa rörelsen, Strömmen stängs av när roboten stannat. Det är ett kontrollerat stopp, där roboten fortsätter längs den programmerade rörelsebanan. Strömmen bryts så snart roboten stannat. Mer information finns i se ISO 13850 eller IEC 60204-1.

Stoppkategori 2: Ett kontrollerat stopp där roboten fortfarande har ström. Det säkerhetsrelaterade kontrollsystemet övervakar att roboten står kvar i stoppositionen. Mer information finns i se IEC 60204-1.

Kategori 3: Termen *Kategori* ska inte blandas ihop med *Stoppkategori*. *Kategori* avser den typ av arkitektur som utgör basen för en viss *Prestandanivå*. En viktig egenskap hos en *Kategori 3*-arkitektur är att ett enda fel inte kan leda till att säkerhetsfunktionen går förlorad. Mer information finns i ISO 13849-1.

Prestandanivå (Performance Level, PL): Prestandanivå (Performance Level, PL) är en nivå som används för att specificera pålitligheten när säkerhetsrelaterade delar av kontrollsystems ska utföra säkerhetsfunktioner under förutsägbara omständigheter. PLd är den näst högsta klassificeringen för tillförlitlighet, vilket innebär att funktionen är extremt pålitlig. Mer information finns i ISO 13849-1.

Diagnostiktäckning (Diagnostic Coverage, DC): är ett mått på hur effektiv den diagnostik är som implementerats för att nå prestandaklassningen. Mer information finns i ISO 13849-1.

MTTFd: Medeltid till farligt fel (Mean time to dangerous failure, MTTFd) är ett värde som baseras på de beräkningar och tester som använts för att komma fram till prestandaklassningen. Mer information finns i ISO 13849-1.

Integratör: Integratören är den som designar den slutliga robotinstallationen. Integratören är ansvarig för att göra den slutgiltiga riskutvärderingen och måste se till att den slutgiltiga installationen uppfyller lokala lagar och förordningar.

Riskutvärdering: En riskutvärdering är den övergripande processen att identifiera alla risker och minska dem till en lämplig nivå. En riskutvärdering måste dokumenteras. Mer information finns i ISO 12100.

Samverkande robottillämpning: Termen *samverkande* avser samverkan mellan operatör och robot i en robottillämpning. Exakta definitioner och beskrivningar finns i ISO 10218-1 OCH ISO 10218-2.

Säkerhetskfiguration: Säkerhetsrelaterade funktioner och gränssnitt kan konfigureras genom säkerhetskfigurationens parametrar. Dessa definieras genom programvarans gränssnitt, se avsnitt II.

Register

Symbols

Återställningsläge II-30

A

Allmän I/O I-31

Ankarposition II-97

B

Bas II-23, II-72

Boxmönster II-92, II-93

C

control box II-28

E

Efter slut II-98

Enkelt II-95

Ethernet I-44

EtherNet/IP II-45

F

Fästbeslag ix

Förbigång II-74

Förbigångsparametrar II-75

Före start II-97

Flytta . II-27, II-53, II-70, II-71, II-73, II-82,
II-97

FlyttaL II-52, II-72

FlyttaP II-53, II-72

Frikörning . II-25, II-44, II-46, II-52, II-96

Funktion II-52, II-58

Funktionen Bas II-52

Funktionen Verktyg II-52

Funktionsmeny II-94

G

Garanti I-53

Guider II-102

H

Handled 3 II-23

I

I/O I-29, I-31, I-32, II-27, II-37, II-45, II-46

Installation II-47, II-102

Installationsvariabler II-47

integratör x, I-8

K

Konfigurerbar I/O I-31

Kraftläge II-93

L

Ledbelastning II-61

ledutrymme II-70

Linjemönster II-92, II-93

Lista (mönster) II-92

M

Mönster II-92, II-93

Manöverenhet ix, II-46, II-96

Manöverskåp I-65

manöverskåp . ix, I-29, I-45, II-37, II-47,
II-61

manöverskåpet I-31

Mapp II-84

MODBUS . II-38, II-46, II-48, II-50, II-58

MoveJ II-70

MoveL II-70

MoveP II-70

N

Normalt läge II-103

P

Pallsekvens II-97

PolyScope ix, II-23, II-25, II-27, II-85, II-89

popup-meddelande II-82

Pose-redigering II-53

Program II-27

Programträd II-66, II-67

Punkt II-95

R

Rörelse II-95

Ram II-95

Relativ vägpunkt II-72

riskbedömning I-3



riskutvärdering x, I-8, I-10
Robotarm ... I-29, II-44, II-47, II-61, II-93,
II-95, II-99, II-100
robotarm I-65
Rutmönster II-92, II-93

S

Säkerhets-I/O I-31, I-33
Säkerhetsanvisningar I-47
Säkerhetsinställningar I-3
Säkerhetskfiguration I-9
Servicehandbok x
Skripthandbok x
Ställ in II-82
standard I-65, I-66, I-68
Struktur II-102
Switch Case- konstruktion II-92

T

Testknapp II-96
Transportbandsspårning II-57, II-101

U

URCaps x
Uttrycksredigerare II-92

V

Vägpunkt .. II-25, II-72–II-74, II-79, II-97,
II-103
Vägpunkter II-70
Vänta II-81
Variabel funktion II-72
Variabel vägpunkt II-72
Variabler II-69, II-104
Varningssymboler I-4
Verktygets centrumpunkt II-41
Verktygs-I/O I-40