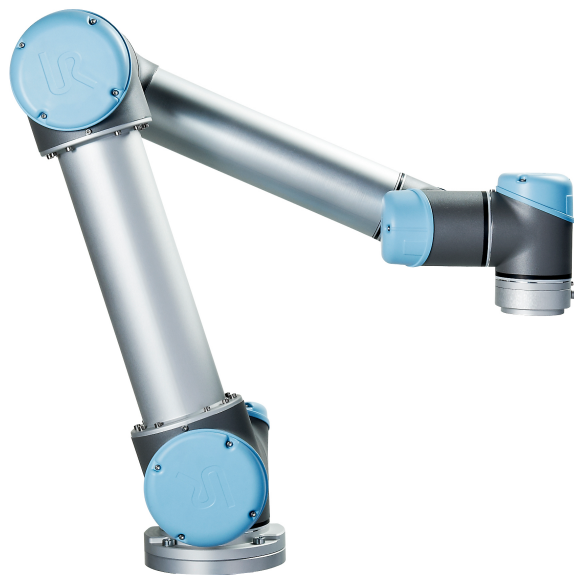




UNIVERSAL ROBOTS

Brukerveiledning



UR5 / CB3

Oversettelse av de originale instruksjonene (no)



UNIVERSAL ROBOTS

Brukerveiledning

UR5/CB3

Versjon 3.6.0

Oversettelse av de originale instruksjonene (no)

Informasjonen i dette dokumentet er Universal Robots A/S sin eiendom og skal ikke gjengis helt eller delvis uten skriftlig godkjenning fra Universal Robots A/S. Informasjonen i dette dokumentet kan endres uten varsel, og skal ikke tolkes som en forpliktelse fra Universal Robots A/S. Denne håndboken blir periodevis gjennomgått og revidert.

Universal Robots A/S fraskriver seg ansvaret for feil og utelatelser i dokumentet.

Opphavsrett © 2009–2018 tilhører Universal Robots A/S

Universal Robots-logoen er et registrert varemerke tilhørende Universal Robots A/S.

Innhold

Forord	ix
Hva inneholder kassene	ix
Viktige sikkerhetsanvisninger	ix
Slik leser du denne håndboken	x
Hvor finner man mer informasjon	x
 I Maskinvareinstallasjonshåndbok	 I-1
1 Sikkerhet	I-3
1.1 Innledning	I-3
1.2 Gyldighet og ansvar	I-3
1.3 Ansvarsbegrensning	I-4
1.4 Varselssymboler i denne manualen	I-4
1.5 Generelle advarsler og forsiktighetsregler	I-5
1.6 Tiltent bruk	I-7
1.7 Risikovurdering	I-8
1.8 Nødstop	I-10
1.9 Bevegelse med og uten motorstrøm	I-10
 2 Sikkerhetsrelaterte funksjoner og grensesnitt	 I-11
2.1 Innledning	I-11
2.2 Sikkerhetssystemets stoppetider	I-12
2.3 Begrensende sikkerhetsrelaterte funksjoner	I-12
2.4 Sikkerhetsmodi	I-13
2.5 Sikkerhetsrelaterte elektriske grensesnitt	I-15
2.5.1 Sikkerhetsrelaterte elektriske innganger	I-15
2.5.2 Sikkerhetsrelaterte elektriske utganger	I-16
 3 Transport	 I-19
 4 Mekanisk grensesnitt	 I-21
4.1 Innledning	I-21
4.2 Arbeidsområdet til roboten	I-21
4.3 Montering	I-21
4.4 Maksimal nyttelast	I-25
 5 Elektrisk grensesnitt	 I-27
5.1 Innledning	I-27
5.2 Elektriske advarsler	I-27
5.3 I/O for styreenhet	I-29
5.3.1 Vanlige spesifikasjoner for alle digitale I/O	I-29
5.3.2 Sikkerhets-I/O	I-30

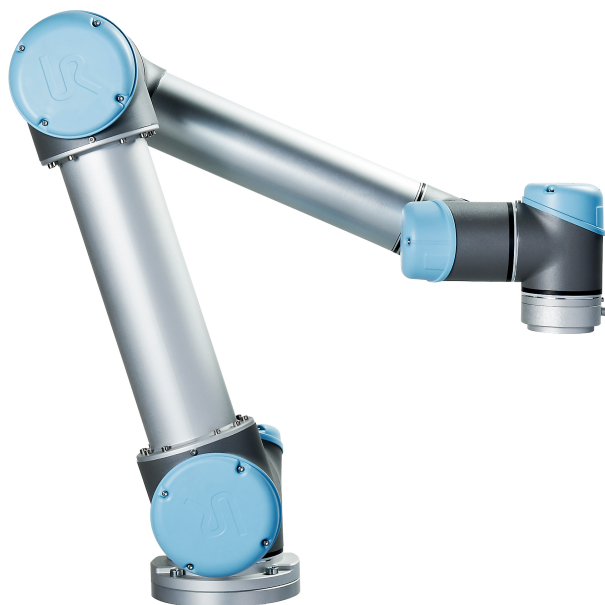
5.3.3	Generell digital I/O	I-34
5.3.4	Digital inngang fra a-knapp	I-34
5.3.5	Kommunikasjon med andre maskiner eller PLC-er	I-35
5.3.6	Generell analog I/O	I-35
5.3.7	Ekstern PÅ / AV-styring	I-37
5.4	Verktøy-I/O	I-38
5.4.1	Verktøydigitale utganger	I-39
5.4.2	Verktøy digitale innganger	I-40
5.4.3	Verktøyets analoge innganger	I-40
5.5	Ethernet	I-41
5.6	Strømtilkobling	I-42
5.7	Robottilkobling	I-43
6	Vedlikehold og reparasjon	I-45
6.1	Sikkerhetsinstruksjoner	I-45
7	Avhending og miljø	I-47
8	Sertifiseringer	I-49
8.1	Tredjeparts sertifisering	I-49
8.2	Tredjeparts sertifisering for leverandører	I-49
8.3	Testsertifisering for produsent	I-50
8.4	Erklæringer ifølge EU-direktiver	I-50
9	Garantier	I-51
9.1	Produktgaranti	I-51
9.2	Ansvarsfraskrivelse	I-51
A	Stopptid og stoppavstand	I-53
A.1	Kategori 0-stoppavstander og -tider	I-53
B	Erklæringer og sertifikater	I-55
B.1	CE/EU Declaration of Incorporation (original)	I-55
B.2	CE/EU-sammenstillingserklæring (oversettelse av den originale)	I-56
B.3	Sertifikat for sikkerhetssystemet	I-57
B.4	Sertifikat for miljøtest	I-58
B.5	Sertifikat for EMC-test	I-59
B.6	Sertifikater for renromstest	I-60
C	Anvendte standarder	I-63
D	Tekniske spesifikasjoner	I-71
E	Safety Functions Tables	I-73
E.1	Table 1	I-73
E.2	Table 2	I-76

II	Brukerveiledning til PolyScope	II-1
10	Sikkerhetskonnfigurasjon	II-3
10.1	Innledning	II-3
10.2	Endre sikkerhetskonnfigurasjon	II-4
10.3	Sikkerhetssynkronisering og feil	II-5
10.4	Toleranser	II-6
10.5	Sikkerhetssjekksm	II-6
10.6	Sikkerhetsmodi	II-6
10.7	Freedrive-modus	II-7
10.7.1	Tilbakekjring	II-7
10.8	Passordbeskyttelse	II-8
10.9	Bruk	II-8
10.10	Generelle grenser	II-9
10.11	Leddgrenser	II-11
10.12	Grenser	II-12
10.12.1	Å velge en grense til å konfigurerer	II-13
10.12.2	3D-visualisering	II-13
10.12.3	Sikkerhetsplan-konfigurasjon	II-13
10.12.4	Verktøygrense-konfigurasjon	II-16
10.13	Sikkerhets-I/O	II-18
10.13.1	Inngangssignaler	II-18
10.13.2	Utgangssignaler	II-20
11	Begynn programmeringen	II-23
11.1	Innledning	II-23
11.2	Komme i gang	II-23
11.2.1	Installere robotarmen og kontrollboksen	II-24
11.2.2	Slå kontrollboksen av og på	II-24
11.2.3	Slå robotarmen av og på	II-24
11.2.4	Hurtigstart	II-24
11.2.5	Det første programmet	II-25
11.3	PolyScope programmeringsgrensesnitt	II-26
11.4	Velkomstskjerm	II-28
11.5	Initialiseringsskjem	II-29
12	Redigeringsprogrammer på skjermen	II-31
12.1	Uttrykksredigeringsprogram på skjermen	II-31
12.2	Positur-redigeringsskjem	II-31
13	Robotkontroll	II-35
13.1	Flytte-kategorien	II-35
13.1.1	Robot	II-35
13.1.2	Funksjon og verktøyposisjon	II-36
13.1.3	Flytt verktøy	II-36
13.1.4	Flytte ledd	II-36
13.1.5	Freedrive	II-36
13.2	I/U-kategori	II-37

13.3	MODBUS-klient I/U	II-38
13.4	Kategorien Autoflytt	II-38
13.5	Installasjon → Last / Lagre	II-40
13.6	Installasjon → TCP-konfigurasjon	II-41
13.6.1	Legge til, endre og fjerne TCP-er	II-41
13.6.2	Standard og aktiv TCP	II-41
13.6.3	Lære TCP-posisjon	II-42
13.6.4	Lære TCP-orientering	II-43
13.6.5	Nyttelast	II-43
13.6.6	Tyngdepunkt	II-44
13.7	Installasjon → Montering	II-45
13.8	Installasjon → I/U-konfigurasjon	II-46
13.8.1	I/O-signaltype	II-46
13.8.2	Tildele brukerdefinerte navn	II-47
13.8.3	I/O-handlinger og I/O-kategoristyring	II-47
13.9	Installasjon → Sikkerhet	II-47
13.10	Installasjon → Variabler	II-48
13.11	Installasjon → MODBUS-klient I/O oppsett	II-49
13.12	Installasjon → Funksjoner	II-52
13.12.1	Bruke en funksjon	II-53
13.12.2	Nytt punkt	II-54
13.12.3	Ny linje	II-54
13.12.4	Plan-funksjon	II-55
13.12.5	Eksempel: Manuell oppdatering av en funksjon for å justere et program	II-56
13.12.6	Eksempel: Dynamisk oppdatering av en funksjonspostur	II-57
13.13	Konfigurasjon av transportbåndsporing	II-57
13.14	Installasjon → Standardprogram	II-59
13.15	Logg-kategorien	II-61
13.15.1	Lagrer feilrapporter	II-61
13.16	Lasteskjerm	II-62
13.17	Kjøre-kategorien	II-64
14	Programmering	II-65
14.1	Nytt program	II-65
14.2	Program-kategorien	II-66
14.2.1	Programtre	II-66
14.2.2	Indikasjon av programkjøring	II-67
14.2.3	Søk-knapp	II-67
14.2.4	Angre / gjøre om-knapp	II-68
14.2.5	Programkontrollpanel	II-68
14.3	Variabler	II-69
14.4	Kommando: Tom	II-69
14.5	Kommando: Flytte	II-70
14.6	Kommando: Fast vendepunkt	II-73
14.7	Kommando: Relative vendepunkt	II-78
14.8	Kommando: Variabelt vendepunkt	II-79
14.9	Kommando: Vent	II-80

14.10 Kommando: Angi	II-80
14.11 Kommando: Pop-up	II-81
14.12 Kommando: Stopp	II-82
14.13 Kommando: Kommentar	II-82
14.14 Kommando: Mappe	II-83
14.15 Kommando: Sløyfe	II-83
14.16 Kommando: Delprogram	II-84
14.17 Kommando: Tilordning	II-85
14.18 Kommando: Hvis	II-86
14.19 Kommando: Skript	II-87
14.20 Kommando: Hendelse	II-88
14.21 Kommando: Tråd	II-89
14.22 Kommando: Skift	II-89
14.23 Kommando: Mønster	II-90
14.24 Kommando: Kraft	II-91
14.25 Kommando: Pall	II-94
14.26 Kommando: Søk	II-95
14.27 Kommando: Transportbåndsporing	II-98
14.28 Kommando: Sperre	II-99
14.29 Grafikk-kategorien	II-99
14.30 Struktur-kategori	II-100
14.31 Variabler-kategorien	II-101
14.32 Kommando: Initialisering av variabler	II-102
15 Konfigurasjonsskjerm	II-103
15.1 Språk og enheter	II-104
15.2 Oppdater robot	II-105
15.3 Angi passord	II-106
15.4 Kalibrer skjerm	II-107
15.5 Konfigurer nettverk	II-107
15.6 Angi klokkeslett	II-108
15.7 URCaps-konfigurasjon	II-109
Ordliste	II-111
Hovedsiden	II-113

Forord



Gratulerer med kjøpet av din nye Universal Robots , UR5.

Roboten kan programmeres til å bevege et verktøy, og kommunisere med andre maskiner ved hjelp av elektriske signaler. Det er en arm som består av ekstruderte aluminiumsrør og ledd. Ved hjelp av vårt patenterte programmeringsgrensesnitt, PolyScope, er det enkelt å programmere roboten til å flytte verktøyet langs en ønsket bane.

Hva inneholder kassene

Når du bestiller en komplett robot, får du to kasser. Én inneholder robotarmen, og den andre inneholder:

- Kontrollboks med teach-tillegg
- Monteringsbrakett for kontrollboksen
- Monteringsbrakett for teach-tillegget
- Nøkkel for å åpne kontrollboksen
- Strømkabel som er kompatibel med din region
- Styluspenn med laser
- Denne håndboken

Viktige sikkerhetsanvisninger

Roboten er en **ufullstendig maskin** (se 8.4), og som sådan er en risikovurdering nødvendig for hver installasjon av roboten.

Merk: Du må følge alle sikkerhetinstruksjonene i kapittel 1.

Slik Leser du denne håndboken

Denne håndboken inneholder instruksjoner for installering og programmering av roboten. Manualen er delt inn i to deler:

Maskinvareinstallasjonshåndbok: Den mekaniske og elektriske installasjonen av roboten.

Brukerveiledning til PolyScope: Programmering av roboten.

Denne håndboken er ment for robotintegratoren som er forventet å ha et grunnleggende nivå av mekanisk og elektrisk opplæring, i tillegg til å være kjent med grunnleggende programmeringskonsepter.

Hvor finner man mer informasjon

Støtte-nettsiden (<http://www.universal-robots.com/support>) tilgjengelig for alle UR-distributører, inneholder tilleggsinformasjon, for eksempel:

- Andre språkversjoner av denne håndboken
- **PolyScope-håndboken** blir oppdatert når PolyScope er oppgradert til en ny versjon
- **Servicehåndboken** med instruksjoner for feilsøking, vedlikehold og reparasjon av roboten
- **Skripthåndboken** for avanserte brukere
- URCAPS en online plattform for kjøp av Universal Robots tilbehør og eksterne enheter

Del I

Maskinvareinstallasjonshåndbok

1 Sikkerhet

1.1 Innledning

Dette kapittelet inneholder viktig informasjon om sikkerhet, som må bli lest og forstått av integrerer av UR-roboter **før** roboten slås på for første gang.

I dette kapittelet er de første underavsnittene generelle. De senere underavsnittene inneholder spesifikke tekniske data som er relevante for å aktivere oppsett og programmering av roboten. Kapittel 2 beskriver og definerer sikkerhetsrelaterte funksjoner som er særlig relevante for samkjørende applikasjoner.

Instruksjoner og veiledning gitt i kapittel 2 så vel som i avsnitt 1.7 er særlig viktige.

Det er viktig å observere og følge alle monteringsanvisningene og veiledningene som gis i andre kapitler og deler av denne håndboken.

Spesiell oppmerksomhet skal vies til tekst knyttet til advarselssymboler.



MERK:

Universal Robots fraskriver seg alt ansvar dersom roboten (arm-kontrollboksen og/eller teach-tillegg) er skadet, endret eller på noen måte modifisert. Universal Robots kan ikke holdes ansvarlig for eventuelle skader forårsaket av roboten eller annet utstyr på grunn av programmeringsfeil eller feil på roboten.

1.2 Gyldighet og ansvar

Informasjonen i denne brukerhåndboken dekker ikke hvordan en designer, installerer og drifter et komplett robotprogram, og dekker heller ikke alt periferiutstyr som kan påvirke sikkerheten av hele systemet. Det komplette systemet skal være konstruert og installert i samsvar med sikkerhetskrav fastsatt i standarder og forskrifter i landet hvor roboten er installert.

Integratorene av UR-robotene er ansvarlig for at de gjeldende sikkerhetslovene og reglene i det aktuelle landet er observert og at eventuelle vesentlige farer i det komplette bruksområdet til roboten er eliminert.

Dette inkluderer, men er ikke begrenset til:

- Å utføre en risikovurdering for hele robotsystemet
- Grensesnitt andre maskiner og ekstra sikkerhetsinnretninger dersom definert av risikovurderingen
- Sette opp de riktige sikkerhetsinnstillingene i programvaren
- Sikre at brukeren ikke vil endre noen av sikkerhetstiltakene
- Valider at det totale robotsystemet er konstruert og installert på riktig måte
- Spesifiser instruksjoner for bruk
- Merk robotinstallasjonen med relevante skilt og kontaktinformasjon til integrator

- Samle all dokumentasjon i en teknisk fil - inkludert risikovurderingen og denne manualen

Veiledning for hvordan man finner og leser gjeldende standarder og lover finnes på <http://universal-robots.com/support/>

1.3 Ansvarsbegrensning

Sikkerhetsinformasjonen som gis i denne håndboken må ikke tolkes som en garanti fra UR om at industrimanipulatoren ikke vil føre til personskade eller skade, selv om alle sikkerhetsinstrukser følges.

1.4 Varselssymboler i denne manualen

Symbolene nedenfor definerer bildetekstene med angivelse av farenivåer som brukes i denne håndboken. De samme fareskiltene brukes på produktet.



FARE:

Dette indikerer en overhengende farlig elektrisk situasjon som, hvis den ikke unngås, kan føre til dødsfall eller alvorlig personskade.



FARE:

Dette indikerer en overhengende farlig situasjon som, hvis den ikke unngås, kan føre til dødsfall eller alvorlig personskade.



ADVARSEL:

Dette indikerer en potensielt farlig elektrisk situasjon som, hvis den ikke unngås, kan føre til personskader eller store skader på utstyret.



ADVARSEL:

Dette indikerer en potensielt farlig situasjon som, hvis den ikke unngås, kan føre til personskader eller store skader på utstyret.



ADVARSEL:

Dette indikerer en potensielt farlig varm overflate som, ved berøring, kan føre til personskade.



FORSIKTIG:

Dette indikerer en situasjon som, hvis den ikke unngås, kan føre til skade på utstyret.

1.5 Generelle advarsler og forsiktighetsregler

Denne delen inneholder noen generelle advarsler og merknader som kan bli repetert eller forklart i forskjellige deler av denne brukerhåndboken. Andre advarsler og forsiktighetsregler er til stede gjennom denne håndboken.

**FARE:**

Du må installere roboten og alt elektrisk utstyr i henhold til spesifikasjonene og advarslene som finnes i kapitlene 4 og 5.


ADVARSEL:

1. Sørg for at robotarmen og verktøyet/endeeffektor er godt festet på plass.
2. Sørg for at robotarmen har god plass til å operere fritt.
3. Sørg for at sikkerhetstiltak og/eller parametre for robotkonfigurasjoner har blitt satt opp for å beskytte både programmerere, operatører og forbipasserende, som definert i risikovurderingen.
4. Ikke bruk løse klær eller smykker når du jobber med roboten. Pass på at langt hår er knyttet opp når du arbeider med roboten.
5. Bruk aldri roboten hvis den er skadet. For eksempel hvis leddkappene er løse, ødelagte eller fjernet.
6. Hvis programvaren gir en feil, aktiver umiddelbart nødstop, skriv ned forholdene som førte til feilen, finn tilsvarende feilkoder på logg-skjermen, og ta kontakt med leverandøren.
7. Ikke koble noe sikkerhetsutstyr til standard I/O. Bruk sikkerhetsrelatert I/O kun.
8. Sørg for å bruke riktig installasjonsinnstillinger (f.eks. robotens monteringsvinkel, masse i TCP, TCP-forskyvning, sikkerhetskonfigurasjon). Lagre og laste installasjonsfilen sammen med programmet.
9. Freedrive-funksjonen (impedans/kjøring) skal bare brukes i installasjoner der risikovurderingen tillater det. Verktøy og hindringer skal ikke ha skarpe kanter eller klempunkter.
10. Sørg for å varsle folk om å holde hodene og ansiktene sine utenfor rekkevidden av en robot i drift eller en robot som skal til å starte.
11. Vær oppmerksom på robotbevegelser ved bruk av teach-tillegget.
12. Hvis det er bestemt av risikovurderingen, ikke gå inn i sikkerhetsområdet til roboten eller rør roboten når systemet er i drift.

13. Kollisjoner kan frigjøre store mengder kinetisk energi, som er betydelig større ved store hastigheter og med stor nyttelast. (Kinetisk energi = $\frac{1}{2} \text{Masse} \cdot \text{Hastighet}^2$)
14. Kombinering av forskjellige maskiner kan øke farene eller skape nye farer. Alltid foreta en samlet risikovurdering for hele installasjonen. Avhengig av den vurderte risikoen kan ulike nivåer av funksjonell sikkerhet gjelde; når ulike sikkerhets- og nødstoppnivåer kreves, må du alltid velge det høyeste ytelsesnivået. Alltid les og forstå håndbøkene for alt utstyr som brukes i installasjonen.
15. Utfør aldri endringer på roboten. En endring kan skape farer som er uforutsett av integratoren. All autorisert remontering skal gjøres i henhold til den nyeste versjonen av alle relevante servicemanualer.
16. Hvis roboten er kjøpt med en ekstra modul (f.eks. euromap67-grensesnitt) finn den modulen i den aktuelle håndboken.

**ADVARSEL:**

1. Roboten og dens kontrollboks genererer varme under drift. Ikke håndter eller ta borti roboten under drift eller like etter drift, ettersom langvarig kontakt kan forårsake ubehag. For å kjøle ned roboten, slå av roboten og vent en time.
2. Stikk aldri fingrene bak det interne dekselet på styreenheten.

**FORSIKTIG:**

1. Når roboten er kombinert eller arbeider med maskiner som er i stand til å skade roboten, er det sterkt anbefalt å teste alle funksjonene og robotprogrammet separat. Det anbefales også å teste robotprogrammet ved hjelp av midlertidige vendepunkter utenfor arbeidsområdet for andre maskiner.
2. Ikke utsett roboten for permanente magnetfelt. Veldig sterke magnetfelt kan ødelegge roboten.

1.6 Tiltent bruk

UR-roboter er industrielle og ment for håndtering av verktøy/endeeffektorer, eller for behandling eller overføring av komponenter eller produkter. For detaljer om de miljømessige forholdene som roboten skal operere under, se vedlegg B og D.

UR-roboter er utstyrt med spesielle sikkerhetsrelaterte funksjoner, som er bevisst konstruert for å muliggjøre samarbeidende operasjon, hvor robotsystemet opererer uten gjerder og/eller sammen med et menneske.

Samarbeidende operasjon er kun beregnet for ikke-skadelige applikasjoner, der den fullstendige applikasjonen, inkludert verktøy/endeeffektor, arbeidsdel, hindringer og andre maskiner, ikke utgjør noen betydelige farer i henhold til risikovurderingen av den spesifikke applikasjonen.

Enhver bruk eller bruksområde som avviker fra tiltenkt bruk anses å være ulovlig misbruk. Dette inkluderer, men er ikke begrenset til:

- Bruk i potensielt eksplosive miljøer
- Bruk i medisinske og livskritiske applikasjoner
- Bruk før du utfører en risikovurdering
- Bruk utenfor angitte spesifikasjoner
- Bruk som et hjelpemiddel for klatring
- Drift utenfor de tillatte driftsparametrene

1.7 Risikovurdering

En av de viktigste tingene en integrator må gjøre, er å utføre en risikovurdering. I mange land er dette et lovlig krav. Roboten selv er en delvis komplett maskin siden sikkerheten til robotinstallasjonen avhenger av hvordan roboten integreres (Eg. verktøy/endeeffektor, hindringer og andre maskiner).

Det anbefales at integratoren bruker ISO 12100 og ISO 10218-2 ved å foreta risikovurderingen. I tillegg kan ansvarlig for integrering velge å bruke Tekniske spesifikasjoner ISO/TS 15066 som supplerende veiledning.

Risikovurderingen som integrerer utfører skal ta for seg alle arbeidsoppgaver som kan oppstå i løpet av levetiden til robotapplikasjonen, inkludert, men ikke begrenset til:

- Opplæring av robotapplikasjonen under oppsett og utvikling av robotinstallasjonen
- Feilsøking og vedlikehold
- Normal drift av robotinstallasjonen

En risikovurdering må utføres **før** robotarmen slås på for første gang. En del av risikovurderingen utført av integrerer er å identifisere de riktige sikkerhetskonnfigurasjons-innstillingene, i tillegg til behovet for ekstra nødstopp-knapper og/eller andre sikkerhetstiltak som trengs for den spesifikke robotapplikasjonen.

Identifikasjon av riktige sikkerhetskonnfigurasjons-innstillinger er en spesielt viktig del av å utvikle samkjørende robotapplikasjoner. Se kapittel 2 og del II for detaljert informasjon.

Noen sikkerhetsrelaterte funksjoner er spesielt designet for samkjørende robotapplikasjoner. Disse funksjonene kan konfigureres gjennom sikkerhetskonnfigurasjon-innstillingene, og er spesielt relevante når man takler spesifikke former for risiko i risikovurderingen utført av integrerer:

- **Begrensning av kraft og effekt:** Brukt for å redusere klemmekraft og trykk anvendt av roboten i bevegelsesretningen i tilfelle kollisjoner mellom robot og operatør.

- **Begrensning av bevegelsesmengde:** Brukt for å redusere høy overførbar energi og kollisjonkraft om kollisjon skulle oppstå mellom operatør og robot, ved å senke hastigheten til roboten.
- **Begrensninger for TCP- og verktøy/endeeffektor-posisjon:** Spesielt brukt for å redusere risiko i forhold til spesielle kroppsdelene. F.eks. for å unngå bevegelse mot hode og nakke.
- **Begrensninger for TCP- og verktøy/endeeffektor-orientering:** Spesielt brukt for å redusere risiko i forhold til spesielle områder og funksjoner på verktøy/endeeffektor og arbeidsdel. F.eks. for å unngå at skarpe kanter stikker ut mot operatøren.
- **Begrensning av fart:** Spesielt brukt for å sikre lav hastighet på robotarmen.

Integrerer må hindre at uautoriserte personer får tilgang til sikkerhetsinnstillingene ved å bruke passordbeskyttelse.

En samarbeidende robotapplikasjonsrisikovurdering for kontakter som er forsettlige og/eller på grunn av rimelig forutsigbar misbruk, er påkrevd og må adressere:

- Alvorlighetsgrad for individuelle potensielle kollisjoner
- Sannsynlighetsgrad for at individuelle kollisjoner kan forekomme
- Mulighet for å unngå individuelle potensielle kollisjoner

Hvis roboten er installert i en ikke-samkjørende robotapplikasjon hvor farer ikke lett kan elimineres og risiko ikke kan bli tilstrekkelig redusert ved bruk av de innebygde, sikkerhetsrelaterte funksjonene (f.eks. ved bruk av et farlig verktøy/endeeffektor), så må risikovurderingen utført av integrerer konkludere med behovet for ekstra sikkerhetstiltak (f.eks. en aktiveringsenhet for å beskytte operatør under oppsett og programmering).

Universal Robots identifiserer de potensielle alvorlige farene som er listet opp som farer som må vurderes av integratoren.

Merk: Andre betydelige farer kan oppstå i en spesifikk robotinstallasjon.

1. Klemming av fingre mellom robotarmens kabelkontakt og base (ledd 0).
2. Klemming av fingre mellom robotfoten og basen (ledd 0).
3. Klemming av fingre mellom robotens håndledd 1 og håndledd 2 (ledd 3 og ledd 4).
4. Kutt i huden fra skarpe kanter og skarpe punkter på verktøy/endeeffektor eller verktøy-/endeeffektor-tilkobling.
5. Kutt i huden fra skarpe kanter og skarpe punkter på gjenstander i nærheten av robotbanen.
6. Skader grunnet kontakt med roboten.
7. Forstuing eller beinbrudd på grunn av støt mellom en tung nyttelast og en hard overflate.
8. Konsekvenser fra løse bolter som holder robotarm eller verktøy/eneeffektor.
9. Elementer som faller ut av verktøyet/endeeffektor, f.eks. på grunn av et dårlig grep eller strømbrudd.
10. Feil på grunn av forskjellige nødstoppknapper for forskjellige maskiner.
11. Feil på grunn av uautoriserte endringer til sikkerhetskonsfigurasjonenes parametre.

Informasjon om stopptider og stoppavstander kan finnes i kapittel 2 og vedlegg A.

1.8 Nødstop

Aktiver nødstopp-trykknappen til å umiddelbart stoppe alle robotbevegelser.

Merk: I henhold til IEC 60204-1 og ISO 13850 er nødordninger ikke beskyttende. De er beskyttende ekstratiltak og ikke ment å forhindre skade.

Risikovurderingen av robot-applikasjonen skal fastslå om flere nødstopppknapper er nødvendig. Nødstopppknappene må samsvare med IEC 60947-5-5 (se avsnitt 5.3.2).

1.9 Bevegelse med og uten motorstrøm

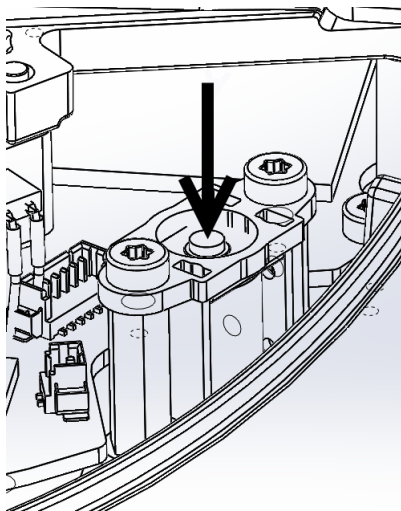
I det usannsynlige tilfelle en nødssituasjon hvor en eller flere robotledd må flyttes og strøm til roboten enten ikke er mulig eller ønskelig, er det to forskjellige måter å fremtvinge bevegelser av robotleddene på:

1. Tvunget tilbake-kjøring: Tving et ledd til å bevege seg ved å skyve eller dra hardt i robotarmen. Hver leddbrems har en friksjonskobling som muliggjør bevegelse ved dreiemoment med høy kraft.
2. Manuell bremsutkobling: Fjern ledd-dekselet ved å fjerne de få M3-skruene som holder dekslet på plass. Slipp bremsen ved å skyve stempelet på den lille elektromagneten som vist i bildet nedenfor.



ADVARSEL:

1. Å flytte robotarmen manuelt er kun ment for nødssituasjoner, og kan skade leddene.
2. Hvis bremsen frigjøres manuelt, kan gravitasjonskreftene føre til at robotarmen faller. Robotarmen, verktøy/endeeffektor og arbeidelement skal alltid støttes opp når bremsen slippes opp.



2 Sikkerhetsrelaterte funksjoner og grensesnitt

2.1 Innledning

UR-roboter er utstyrt med en rekke innebygde sikkerhetsrelaterte funksjoner samt sikkerhetsrelaterte elektriske grensesnitt for å koble til andre maskiner og ekstra beskyttende enheter. Hver sikkerhetsfunksjon og hvert grensesnitt er overvåket i henhold til EN ISO13849-1:2008 (se kapittel 8 for sertifisering) med ytelsesnivå d (PLd).



FARE:

Bruk av parametre for sikkerhetskonnfigurasjoner som ikke samsvarer med de som er definert i risikovurderingen utført av integrerer, kan resultere i fare som ikke er lett å eliminere eller risiko som ikke blir tilstrekkelig redusert.

Se kapittel 10 i del II for konfigurasjon av de sikkerhetsrelaterte funksjonene, inntak og uttak i brukerflaten. Hvordan du kobler sikkerhetsutstyret til det elektriske grensesnittet er beskrevet i kapittel 5.



MERK:

1. Bruk og konfigurasjon av sikkerhetsfunksjoner og -brukerflater må gjøres i henhold til risikovurderingen som integrerer utfører for en spesiell robotapplikasjon, se seksjon 1.7 i kapittel 1.
2. Hvis roboten oppdager en feil i sikkerhetssystemet, f.eks. hvis en av kablene i nødstoppkretsen er kuttet, eller en posisjons-sensor er ødelagt, eller en funksjon i forhold til grense eller sikkerhet har blitt brutt, igangsettes et kategori 0-stopp. De verste tilfellene av tidsfeil som kan oppstå når en robot stoppes, står oppført på slutten av dette kapitlet. Denne tiden bør bli tatt med som en del av risikovurderingen utført av integrerer.

Roboten har en rekke sikkerhetsrelaterte funksjoner som kan brukes til å begrense bevegelsen til leddene dens og til robotens *midtpunkt for verktøy* (TCP). TCP er midtpunktet til utgangsflensen i tillegg til robotens TCP-offset.

De begrensende sikkerhetsrelaterte funksjonene er:

Begrensende sikringsfunksjon	Beskrivelse
Leddposisjon	Min. og maks. vinkelledposisjon
Ledd hastighet	Maks. vinkelledhastighet
TCP-posisjon	Planene på kartesisk plass begrenser robotens TCP-stilling
TCP-hastighet	Maks. hastighet til robotens TCP
TCP-kraft	Maks. trykkraft til robotens TCP
Moment	Maks. moment på robotarmen
Strøm	Maks. anvendt robotarmstrøm

2.2 Sikkerhetssystemets stoppetider

Stopptiden til sikkerhetssystemet er tiden fra en feil eller misbruk av en sikkerhetsrelatert funksjon oppstår til roboten har blitt stoppet opp helt og de mekaniske bremsene har blitt engasjert.

Maksimalt antall stopp i tabellen må vurderes om applikasjonens sikkerhet er avhengig av robotens antall stopp. F. eks., hvis en feil hos roboten resulterer i et stopp av en hel fabrikklinje, hvor visse handlinger må skje øyeblikkelig etter stoppet, må maksimalt antall stopp vurderes.

Disse målingene korresponderer til følgende konfigurasjon av roboten:

- Forlengelse: 100 % (robotarmen er fullt horisontalt forlenget).
- Hastighet: Fartsgrensen til TCP i sikkerhetssystemet er stilt inn til den beskrevne grensen.
- Nyttelast: maksimal nyttelast som roboten håndterer som er knyttet til TCP (5 kg).

Den verste stopptiden for stoppekategori¹ 0 i tilfelle brudd på sikkerhetsgrensen eller brukerflatene finnes i følgende tabell.

TCP-fartsbegrensning	Maksimal stoppe-tid
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 Begrensende sikkerhetsrelaterte funksjoner

Avansert banekontroll-programvare vil redusere hastigheten eller utstede en programeksekvett stopp hvis roboten nærmer seg en sikkerhetsrangert grense. Overtredelser av grensene vil derfor bare skje i spesielle tilfeller. Likevel, hvis en grense blir overtrådt, setter sikkerhetssystemet i gang en kategori 0.

¹Stoppekategorier er i henhold til IEC 60204-1, se ordliste for mer detaljer.

Begrensende sikringsfunksjon	Riktighet	Deteksjonstid	Verste fall	
			De- energiseringstid	Reaksjonstid
Leddposisjon	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Ledd hastighet	1.15 °/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
TCP-posisjon	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
Moment	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Strøm	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

Systemet anses å være *dempet* når 48 V busspenning når elektrisk potensial under 7,3 V. De-aktiveringstiden er tiden fra en påvisning av en hendelse til systemet har blitt dempet.

**ADVARSEL:**

Det finnes to unntak til kraftbegrensningsfunksjonen som er viktige når man designer arbeidscellen til roboten. Disse er illustrert i figur 2.1. Når roboten strekker seg ut, kan kneleddet gi store krefter i den radikale retningen (vekk fra basen), men samtidig lave hastigheter. På lignende måte kan den korte hevearmen, når verktøyet er nærme basen og beveger seg tangentielt (rundt) basen, forårsake sterke krefter, men også ved lave hastigheter. Klemmeskader kan unngås ved å f.eks. fjerne hindringer i disse områdene, ved å plassere roboten på en annen måte, eller ved å bruke en kombinasjon av sikkerhetsplan og leddgrenser for å fjerne faren ved å hindre at roboten beveger seg inn i dette området av arbeidsplassen.

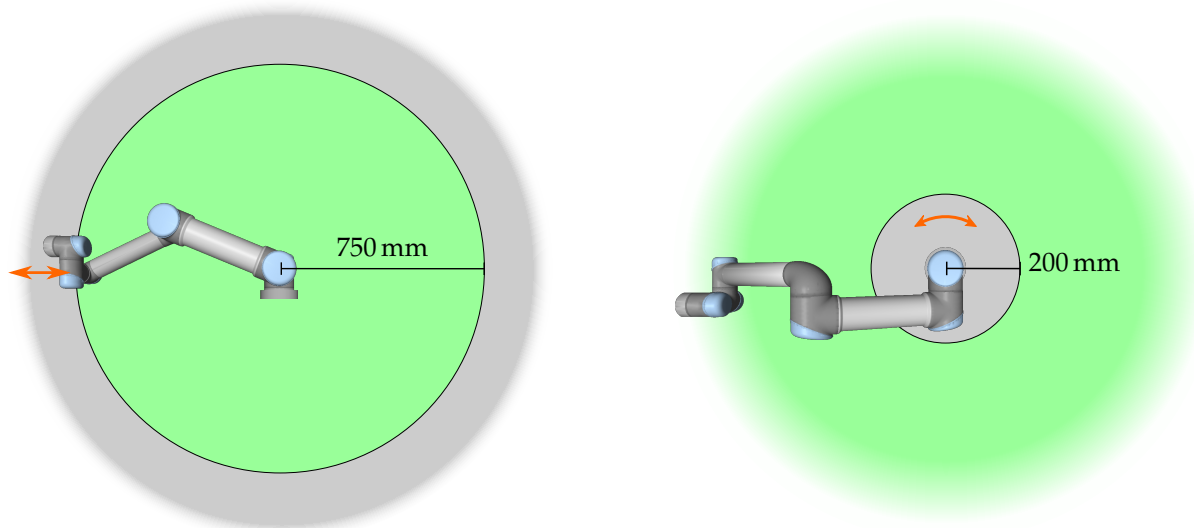
**ADVARSEL:**

Om roboten brukes i manuelle håndopererte applikasjoner med linære bevegelser, må grense for leddhastighet settes til maksimalt 40 grader per sekund for bunn- og skulderledd unntatt hvis en risikoprøve viser at en hastighet på over 40 grader per sekund er akseptabelt. Dette vil forhindre raske bevegelser i robotens albue nær singulariteter.

2.4 Sikkerhetsmodi

Normal og Redusert modus Sikkerhetssystemet har to konfigurerbare sikkerhetsmodi: *Normal* og *Redusert*. Sikkerhetsgrenser kan konfigureres fra hver av disse to modi. Redusert modus er aktiv når robot-TCP er posisjonert utover et *Trigger redusert modus*-plan eller når det utløses av en sikkerhetsinngang. Redusert modus kan utløses enten ved å bruke et plan eller ved å bruke en inngang.

Bruk av et plan for å utløse redusert modus: Når roboten beveger seg fra redusert modus-siden av utløserplanet, tilbake til normalmodussiden, er det et område på 20mm-område utløserplanet



Figur 2.1: Spesielle områder til arbeidsplassen bør få oppmerksomhet angående klemmefare, som følge av robotarmens fysiske egenskaper. Et område defineres for radiale bevegelser, når håndledd 1-leddet er på en avstand på minst 750 mm fra basen til roboten. Det andre området er innen 200 mm fra basen til roboten, når den beveger seg i den tangentielle retningen.

hvor både normale og reduserte modusgrenser er tillatt. Det forhindrer sikkerhetsmodus fra å blinke hvis roboten er rett ved grensen.

Bruk av en inngang for å utløse redusert modus: Når en inngang brukes (for å starte eller stoppe redusert modus), kan opptil 500 ms forlenges før de nye modusgrensverdiene blir brukt. Dette kan skje enten når du bytter redusert modus til normal modus eller endrer normal modus til redusert modus. Det tillater roboten å tilpasse f.eks. hastigheten til de nye sikkerhetsgrensene.

Gjenopprettingsmodus Når en sikkerhetsgrense brytes, må sikkerhetssystemet startes på nytt. Hvis systemet er utenfor en sikkerhetsgrense ved oppstart (f.eks. utenfor en leddposisjonsgrense), trer det inn i en spesiell *gjenopprettingsmodus*. I gjenopprettingsmodus er det ikke mulig å kjøre programmer for roboten, men robotarmen kan flyttes tilbake manuelt innenfor grenser enten ved å bruke *frikjøring*-modus eller ved å bruke flytte-kategorien i PolyScope (se del II av "Brukerveiledning til PolyScope"). Sikkerhetsgrensene til *gjenopprettingsmodus* er:

Begrensende sikringsfunksjon	Grense
Ledd hastighet	30 °/s
TCP-hastighet	250 mm/s
TCP-kraft	100 N
Moment	10 kg m/s
Strøm	80 W

Sikkerhetssystemet utsteder et kategori 0-stopp hvis det vises et brudd på disse grensene.



ADVARSEL:

Vær oppmerksom på at grensene til *leddposisjonen*, *TCP-posisjonen*, og *TCP-orienteringen* er deaktivert i gjenopprettingsmodus. Pass på når du flytter robotarmen tilbake innenfor grensene.

2.5 Sikkerhetsrelaterte elektriske grensesnitt

Roboten er utstyrt med flere sikkerhetsrelaterte elektriske innganger og utganger. Alle sikkerhetsrelaterte elektriske innganger og utganger er tokenals. De er sikre når signalet er lavt, dvs. nødstoppet er ikke aktivt når signalet er høyt (+24 V).

2.5.1 Sikkerhetsrelaterte elektriske innganger

Tabellen nedenfor gir en oversikt over de sikkerhetsrelaterte elektriske inngangene.

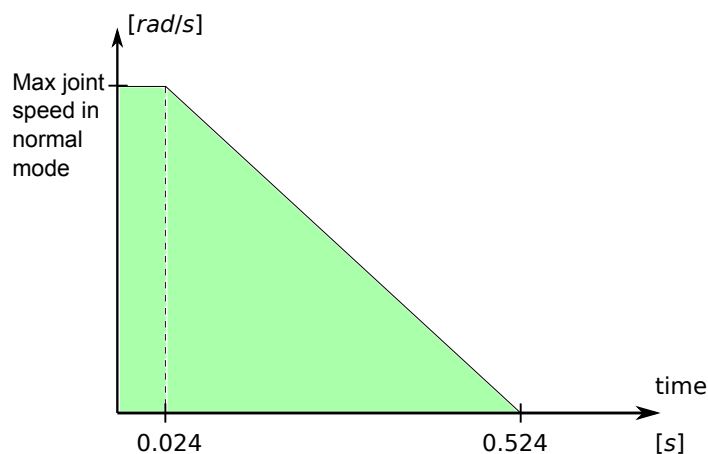
Sikkerhets-inngang	Beskrivelse
Robotnødstopp	(Dedikert inngang). Utfører et kategori 1-stop, som kan videreføres til andre maskiner som bruker <i>systemnødstop</i> -utgangen når konfigurert.
Nødstoppknapp	(Teach-tillegg-knapp). Utfører et kategori 1-stop, som kan videreføres til andre maskiner som bruker <i>systemnødstop</i> -utgangen når konfigurert.
Systemnødstop	(Konfigurerbar inngang). Utfører et kategori 1-stop. Dette signalet vil ikke bli videresendt til andre maskiner via <i>systemnødstop</i> -utgangen, slik at man unngår vranglås.
Vernestopp	(Dedikert inngang). Utfører et kategori 2-stop.
Beskyttende tilbakestilling	(Konfigurerbar inngang). Gjenopptar roboten fra en <i>vernestopp</i> -tilstand, når en kant på beskyttende tilbakestilling-inngang oppstår.
Redusert modus	(Konfigurerbar inngang). Sikkerhetssystemoverganger til grensene til <i>reduert</i> modus.
3-posisjon aktiverer enhet	(Konfigurerbar inngang). Fungerer som et stoppe-vern når tilførsel i operasjonsmodus er høy.
Operasjonsmodus	(Konfigurerbar inngang). Operasjonsmodus for å bruke når en 3-posisjons aktiveringsenhet er konfigurert.

Kategori 1 og 2-stop bremser roboten med driftsstrømmer på, noe som lar roboten stoppe uten å avvike fra sin gjeldende bane.

Overvåking av sikkerhetsinnganger Kategori 1 og 2-stop blir overvåket av sikkerhetssystemet på følgende måte:

1. Sikkerhetssystemet overvåker at bremsen starter innen 24 ms, se figur 2.2.
2. Hvis et ledd beveger seg, overvåkes hastigheten slik at den aldri er høyere enn hastigheten som er tilegnet ved å konstant bremse fra den maksimale leddhastighetsgrensen for *Normal* modus til 0 rad/s på 500 ms.
3. Hvis et ledd hviler (leddhastighet er mindre enn 0,2 rad/s), overvåkes det slik at det ikke beveger seg mer enn 0,05 rad fra posisjonen det hadde når hastigheten ble målt under 0,2 rad/s.

I tillegg vil systemet overvåke ved kategori 1 stop, at robotarmen er i ro, og at strøm er avslått innen 600 ms. Videre, etter en vernestans, kan robotarmen kun begynne å bevege seg igjen etter at det oppstår en suksessfull gjenoppbygging på kanten av sikkerhetsvernet. Hvis noen av de ovennevnte kriteriene ikke blir oppfylt, utsteder sikkerhetssystemet et kategori 0-stop.



Figur 2.2: Det grønne området under rampen er de tillatte hastigheten for leddet i løpet av bremsing. På tidspunkt 0 oppdages en hendelse (nødstopp eller vernestopp) på sikkerhetsprosessen. Bremsing begynner etter 24 ms.

En overgang til *Redusert* modus blir utløst av signalmodusen for redusering og overvåkes som følger:

1. Sikkerhetssystemet aksepterer både *Normal* og *Redusert* modus grenseverdier sett for 500 ms etter at inngangsmodus for redusering utløses.
2. Etter 500 ms vil bare *Redusert* modusgrenser være i kraft.

Hvis noen av de overnevnte kriteriene ikke blir oppfylt, utsteder sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

Et kategori 0-stopp blir utført av sikkerhetssystemet med resultatene beskrevet i tabellen nedenfor. Reaksjonstidene i verste fall er tidspunktet for å stoppe og for å *de-energisere* (slippe ut et elektrisk potensial under 7,3 V) en robot som kjører på full hastighet og nyttelast.

Funksjon for sikkerhets-inngang	Verste fall		
	Deteksjonstid	De-energiseringstid	Reaksjonstid
Robotnødstopp	250 ms	1000 ms	1250 ms
Nødstoppknapp	250 ms	1000 ms	1250 ms
Systemnødstopp	250 ms	1000 ms	1250 ms
Vernestopp	250 ms	1000 ms	1250 ms

2.5.2 Sikkerhetsrelaterte elektriske utganger

Tabellen nedenfor gir en oversikt over de sikkerhetsrelaterte elektriske inngangene:

2.5 Sikkerhetsrelaterte elektriske grensesnitt

Sikkerhetsutganger	Beskrivelse
Systemnødstop	Aktiv når <i>robotens nødstop</i> -tilførsel er aktiv eller nødstopknappen blir trykket.
Roboten beveges	Mens signalet er inaktivt, beveges ingen enkelt ledd av robotarmen mer enn 0,1 rad.
Robot stopper ikke	Inaktiv når roboten har stoppet eller er i ferd med å stoppe på grunn av et nødstop eller vernestans. Ellers vil den være aktiv.
Redusert modus	Aktiv når sikkerhetssystemet er i <i>reduert</i> modus.
Ikke redusert modus	<i>Redusert modus</i> -utgang krenket.

Hvis en sikkerhetsutgang ikke er riktig innstilt, utsteder sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp, med følgende verste tilfelles reaksjonstider:

Sikkerhetsutganger	Verste falls reaksjonstid
Systemnødstop	1100 ms
Roboten beveges	1100 ms
Robot stopper ikke	1100 ms
Redusert modus	1100 ms
Ikke redusert modus	1100 ms



3 Transport

Transporter roboten i originalemballasjen. Lagre emballasjen på et tørt sted, du kan ha behov for å pakke ned og flytte roboten senere.

Løft begge rørene til robotarmen samtidig når du flytter den fra emballasjen til installasjonsstedet. Hold roboten på plass inntil alle festeskrueene er skrudd fast på undersiden av roboten.

Kontrollboksen skal løftes etter håndtaket.



ADVARSEL:

1. Sørg for ikke å overbelaste rygg eller andre kroppsdelar når utstyret løftes. Bruk egnet løfteutstyr. Alle regionale og nasjonale retningslinjer for løfting skal følges. Universal Robots kan ikke holdes ansvarlig for eventuelle skader som skyldes transport av utstyret.
2. Sørg for å montere roboten i henhold til monteringsinstruksjonene i kapittel 4.

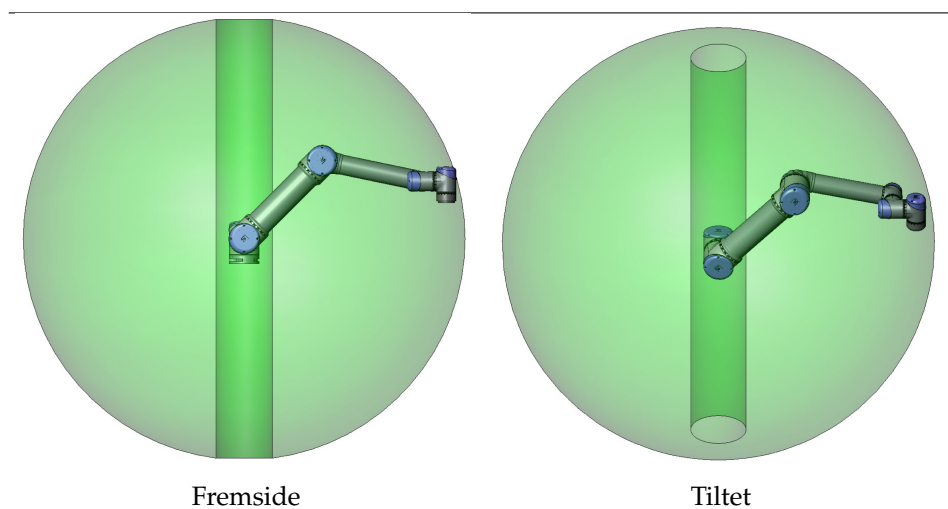
4 Mekanisk grensesnitt

4.1 Innledning

Den neste delen beskriver grunnleggende om montering av de ulike delene av robotsystemet. Vær oppmerksom på instruksene om elektrisk installasjon i kapittel 5.

4.2 Arbeidsområdet til roboten

Arbeidsområdet til UR5 roboten strekker seg 850 mm fra baseleddet. Det er viktig å hensyn til det sylindriske volumet direkte over og under robotbasen når man velger monteringssted for roboten. Å flytte verktøyet nær det sylindriske volumet bør unngås hvis det er mulig, fordi det fører til at leddene beveger seg raskt selv om verktøyet beveger seg sakte, som fører til at roboten jobber ineffektivt og at gjennomføring av risikovurderingen blir vanskelig.



4.3 Montering

Robotarm Robotarmen er montert med fire M8-bolter, ved hjelp av de fire 8.5 mm-hullene på basen. Det anbefales å stramme disse boltene med 20 N m dreiemoment. Dersom svært nøyaktig posisjonering av robotarmen er ønsket, er to Ø8 hull gitt for anvendelse med en nål. Dessuten kan et nøyaktig basemotstykke kjøpes som et tilbehør. Figuren 4.1 viser hvor du skal bore hull og montere skruene.

Strømkabelen til roboten kan monteres gjennom siden eller bunnen av sokkelen. Monter roboten på et solid underlag sterk nok til å motstå minst ti ganger den fulle dreiemoment på baseleddet og minst fem ganger vekten av robotarmen. Videre skal overflaten være vibrasjonsfri.

Dersom roboten er montert på en lineær akse eller en plattform i bevegelse, skal akselerasjonen av den bevegelige monteringssokkelen være meget lavt. En høy akselerasjon kan føre til at roboten stopper, som om den kom borti noe.


FARE:

- Sørg for at robotarmen er riktig og forsvarlig boltet på plass. Monteringsoverflaten skal være solid.
- Husk å sette inn gummipluggene i alle monteringshull på robotsokkelen for å unngå at fingre setter seg fast.


FORSIKTIG:

Hvis roboten nedsenkes i vann over en lengre tidsperiode kan den ta skade. Roboten skal ikke være montert i vann eller i et vått miljø.

Verktøy Robotens verktøyflens har fire M6-gjengehull for å feste et verktøy til roboten. M6-boltene må strammes med 9 N m. Dersom svært nøyaktig posisjonering av verktøyet er ønsket, er Ø6 hull gitt for anvendelse med en nål. Figuren 4.2 viser hvor du skal bore hull og montere skruene.


FARE:

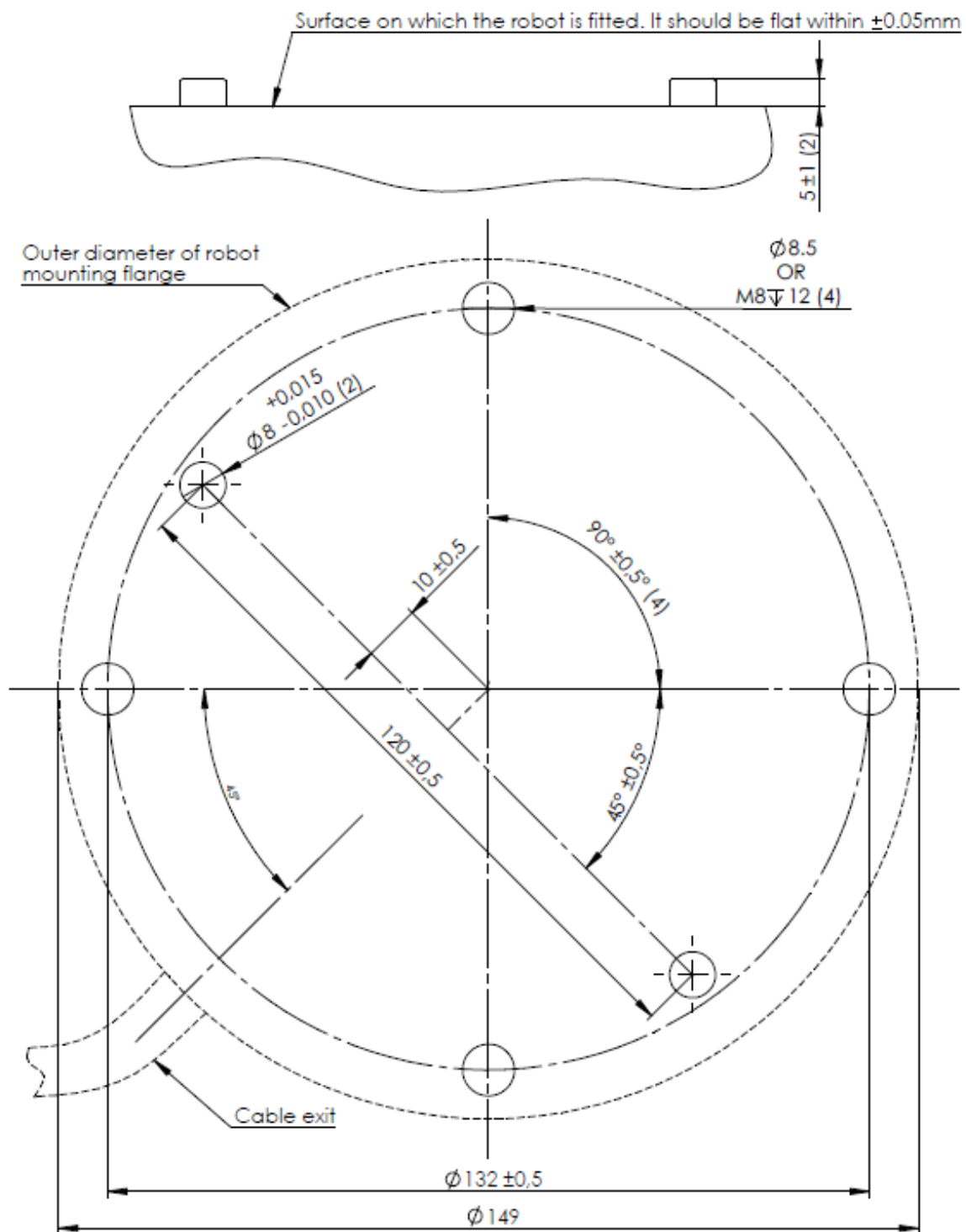
1. Pass på at verktøyet er riktig og forsvarlig boltet på plass.
2. Sørg for at verktøyet er konstruert slik at det ikke kan oppstå farlige situasjoner ved å slippe en del uventet.

Kontrollboks Kontrollboksen kan henges på en vegg, eller den kan plasseres på bakken. En klaring på 50 mm på hver side er nødvendig for å gi tilstrekkelig luftmengde. Ekstra braketter for montering kan kjøpes.

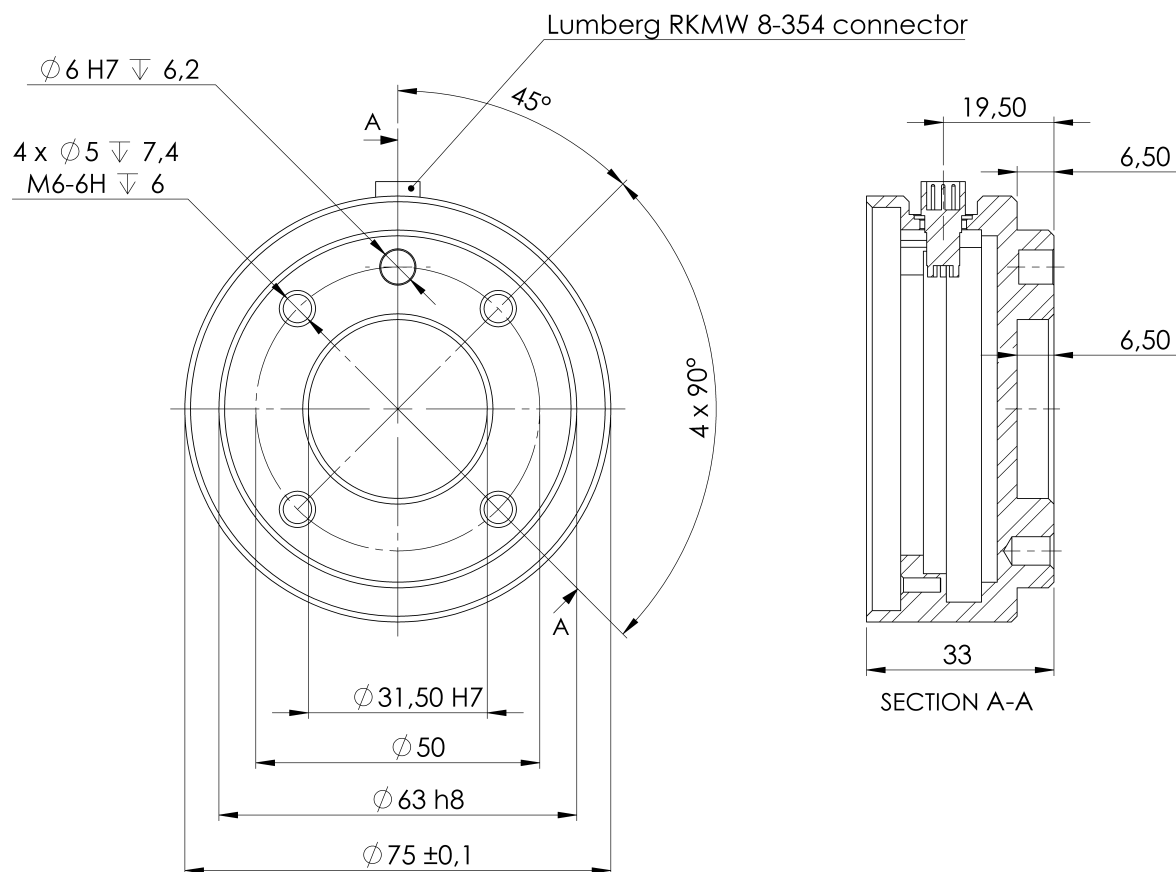
Teach-tillegg Teach-tillegget kan henges på veggen eller på kontrollboksen. Ekstra braketter for montering for Teach-tillegget kan kjøpes. Pass på at ingen kan snuble i kabelen.


FARE:

1. Kontroller at kontrollboksen, Teach-tillegget og kablene ikke kommer i kontakt med væske. En våt kontrollboks kan føre til dødsfall.
2. Kontrollboksen og Tech-tillegget må ikke utsettes for støvete eller våte miljøer som overskrider beskyttelsesklasse IP20. Vær spesielt oppmerksom på miljøer med ledende støv.



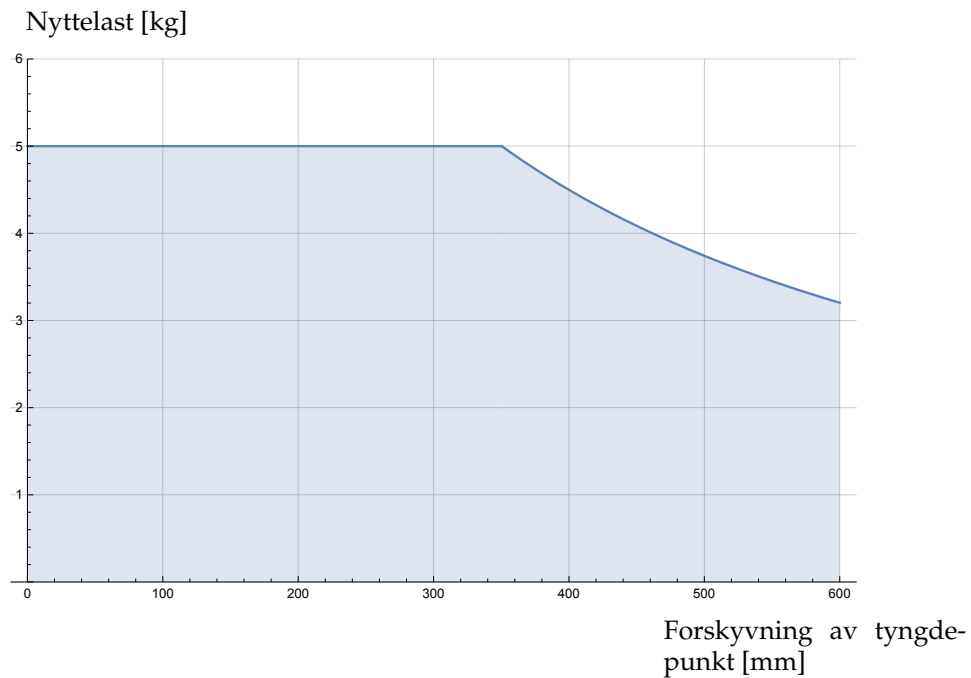
Figur 4.1: Hull for montering av roboten. Bruk fire M8-bolter. Alle mål er i mm.



Figur 4.2: Verktøyutgangsfleis, ISO 9409-1-50-4-M6. Dette er hvor verktøyet monteres på tuppen av roboten. Alle mål er i mm.

4.4 Maksimal nyttelast

Maksimal tillatt nyttelast for robotarmen er avhengig av *forskyvningen av tyngdepunktet*, se figur 4.3. Forskyvningen av tyngdepunktet er definert som avstanden mellom verktøyutgangsflensens midtpunkt og tyngdepunktet.



Figur 4.3: Forholdet mellom maksimal tillatt nyttelast og forskyvningen av tyngdepunktet.

5 Elektrisk grensesnitt

5.1 Innledning

Dette kapitlet beskriver alle de elektriske grensesnittene til og .

De ulike grensesnittene deles inn i fem grupper med ulike formål og egenskaper:

- I/O for styreenhet
- Verktøy-I/U
- Ethernet
- Strømtilkobling
- Robottilkobling

Uttrykket **I/O** viser både til digitale og analoge kontrollsignaler som går fra eller til et grensesnitt.

Disse fem gruppene er beskrevet i følgende avsnitt. Det gis eksempler for de fleste typer I/O.

Vær oppmerksom på advarslene i følgende avsnitt, som er relevante for alle fem gruppene.

5.2 Elektriske advarsler

Man må være oppmerksom på de følgende advarslene når en robotapplikasjon lages og installeres. Advarslene gjelder også for vedlikeholdsarbeid.



FARE:

1. Koble aldri sikkerhetssignaler til en PLC som ikke er en sikkerhets-PLC med riktig sikkerhetsnivå. Hvis du ikke følger denne advarselen, kan det føre til alvorlig personskade eller død siden sikkerhetsfunksjonene kan overstyres. Det er viktig å holde grensesnittsignaler for sikkerhet separert fra de normale I/O-grensesnittsignalene.
2. Alle sikkerhetsrelaterte signaler er konstruert overflødig (to uavhengige kanaler). Hold de to kanalene separat, slik at ikke en enkel feil kan lede til tap av sikkerhetsfunksjonen.
3. Enkelte I/O-er på innsiden av kontrollboksen kan bli konfigurert for enten normal eller sikkerhetsrelatert I/O. Les og forstå hele avsnittet 5.3.


FARE:

1. Sørg for at alt utstyr ikke vurdert for vanneksponeering forblir tørt. Hvis vann kommer inn i produktet, lås og merk ut strømmen og ta deretter kontakt med leverandøren.
2. Bruk kun originalkablene som følger med roboten. Ikke bruk roboten i bruksområder hvor kablene vil bli utsatt for flexing. Kontakt din leverandør dersom lengre eller fleksible kabler er nødvendig.
3. Minuskoblinger henvises til som **GND** og kobles til skjoldet til roboten og kontrollboksen. Alle nevnte **GND**-koblinger er kun for tilføring av strøm og signalisering. For PE (vernejording), bruk M6-skrueforbindelsene som er merket med jord-symboler på innsiden av kontrollboksen. Jordlederen skal minst ha kapasiteten til den høyeste strømmen i systemet.
4. Vis hensyn når du installerer grensesnittkablene til robotens I/O. Metallplaten i bunnen er beregnet for kabler og kontakter. Fjern platen før hullene bores opp. Sørg for at all metall-spon blir fjernet før du setter på plass platen. Husk å bruke riktige kabelnippelstørrelser.


FORSIKTIG:

1. Roboten har blitt testet i henhold til internasjonale IEC-standarder for EMC (elektromagnetisk kompatibilitet). Forstyrning av signaler med nivåer høyere enn de som er definert i de spesifikke IEC-standardene kan føre til uventet oppførsel av roboten. Veldig høye signalnivåer eller overdreven eksponering kan skade roboten permanent. EMC-problemer er funnet å skje vanligvis i sveiseprosesser og blir normalt varslet med feilmeldinger i loggen. Universal Robots kan ikke holdes ansvarlig for eventuelle skader forårsaket av EMC-problemer.
2. I/O-kablene som går fra kontrollboksen til annet maskineri og fabrikkutstyr kan ikke være lengre enn 30 m, hvis ikke utvidede tester utføres.

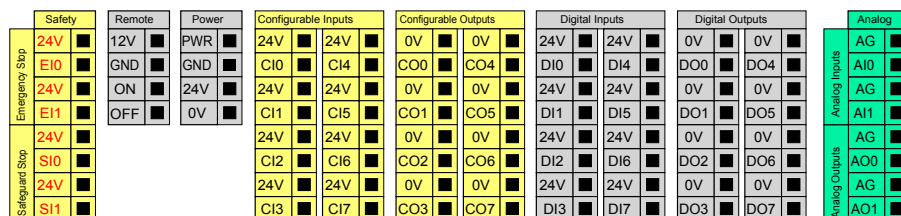

MERK:

Alle spenninger og strømmer er i DC (direkte strøm) hvis ikke annet er spesifisert.

5.3 I/O for styreenhet

Dette kapitlet forklarer hvordan man kobler til utstyret til I/O på innsiden av . Denne I/O er utrolig fleksibel og kan brukes for en rekke ulikt utstyr; inkludert pneumatiske releer, PLC-er og nødstopknapper.

Illustrasjonen under viser oppsettet til det elektriske grensesnittet på innsiden av kontrollboksen.



Vær oppmerksom på hva de ulike fargene betyr, se under.

Gul med rød tekst	Dedikerte sikkerhetssignaler
Gul med sort tekst	Konfigurerbar for sikkerhet
Grå med sort tekst	Generell digital I/O
Grønn med sort tekst	Generell analog I/O

Den **konfigurerbare** I/O kan konfigureres som enten sikkerhetsrelatert I/O eller generell I/O i GUI. Se mer i del II.

I følgende underavsnitt beskrives det hvordan du bruker den digitale I/O. Vær oppmerksom på avsnittet som beskriver de vanlige spesifikasjoner.

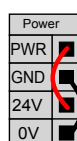
5.3.1 Vanlige spesifikasjoner for alle digitale I/O

Dette avsnittet definerer elektriske spesifikasjoner for følgende 24 V digital I/O til kontrollboksen.

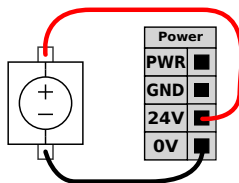
- Sikkerhet-I/O.
- Konfigurerbar I/O.
- I/O til generell bruk.

Det er veldig viktig at UR-roboter installeres i henhold til de elektriske spesifikasjonene, som er de samme for alle de tre ulike inngangene.

Det er mulig å drive den digitale I/O fra en internt 24 V strømforsyning eller fra en ekstern strømkilde ved å konfigurere terminalblokken som heter **strøm**. Denne blokken består av fire terminaler. De to øverste (PWR og GND) er 24 V og jordet fra den interne 24 V-strømforsyningen. De to nedre terminalene (24 V og 0 V) i blokken er 24 V-inngangene for å forsyne I/O med strøm. Standardkonfigurasjon bruker den interne strømforsyningen, se nedenfor.



Hvis mer spenning kreves, kan en ekstern strømforsyning kobles til som vist nedenfor.



De elektriske spesifikasjonene for både den interne og en ekstern strømforsyning vises nedenfor.

Terminaler	Parametre	Min.	Type	Maks.	Enhet
<i>Intern 24 V strømforsyning</i>					
[PWR - GND]	Spenning	23	24	25	V
[PWR - GND]	Strøm	0	-	2	A
<i>Krav til ekstern 24 V inngang</i>					
[24 V - 0 V]	Spenning	20	24	29	V
[24 V - 0 V]	Strøm	0	-	6	A

Den digitale I/O er konstruert i samsvar med IEC 61131-2. De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

Terminaler	Parametre	Min.	Type	Maks.	Enhet
<i>Digitale utganger</i>					
[COx / DOx]	Gjeldende*	0	-	1	A
[COx / DOx]	Spenningsfall	0	-	0,5	V
[COx / DOx]	Lekkasjestrøm	0	-	0,1	mA
[COx / DOx]	Funksjon	-	PNP	-	Type
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	Type
<i>Digitale innganger</i>					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Spenning	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	AV-region	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	PÅ-region	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Strøm (11-30 V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Funksjon	-	PNP	-	Type
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Type

Merk: *For resistiv last eller induktiv last på maksimalt 1H.


MERK:

Ordet **konfigurerbart** brukes for I/O som kan konfigureres som enten en sikkerhetsrelatert I/O eller normal I/O. Dette er de gule terminalene med sort tekst.

5.3.2 Sikkerhets-I/O

Dette avsnittet beskriver de bestemte sikkerhetsinngangene (gul terminal med rød tekst) og den konfigurerbare I/O (gule terminaler med sort tekst) når de konfigureres som sikkerhet-I/O. Vær oppmerksom på de vanlige spesifikasjonene i avsnittet 5.3.1.

Sikkerhetsenheter og -utstyr må installeres i henhold til sikkerhetsinstruksene og risikovurderingen, se kapittel 1).

Alle sikkerhet-I/O er parvise (overflødige) og må beholdes som to separate grener. Én enkel feil skal ikke føre til at sikkerhetsfunksjonen går tapt.

De to permanente sikkerhetsinngangene er Robotnødstop og Vernestopp. Robotnødstop-inngangen er kun for nødstopputstyr. Vernestopp-inngangen er for alle typer sikkerhetsrelatert beskyttelsesutstyr. De funksjonelle ulikhetene vises nedenfor.

	Nødstop	Vernestopp
Robot slutter å bevege seg	Ja	Ja
Programkjøring	Stopper	Stopper midlertidig
Robotstrøm	Av	På
Tilbakestill	Manuell	Automatisk eller manuell
Brukshyppighet	Sjelden	Hver syklus til sjelden
Krever gjenoppstart	Kun bremsefrigivelse	Nei
Stoppkategori (IEC-60204-1)	1	2
Utførelsesnivå på overvåkningsfunksjon (ISO 13849-1)	PLd	PLd

Det er mulig å bruke den konfigurerbare I/O for å stille inn ytterligere sikkerhets-I/O-funksjonalitet, f.eks. nødstopputgang. Man kan konfigurere et sett av konfigurerbare I/O for sikkerhetsfunksjoner ved hjelp av GUI, se del II.

Noen eksempler på hvordan man bruker sikkerhets-I/O vises i følgende underavsnitt.

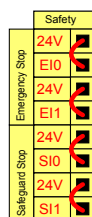


FARE:

1. Koble aldri sikkerhetssignaler til en PLC som ikke er en sikkerhets-PLC med riktig sikkerhetsnivå. Hvis du ikke følger denne advarselen, kan det føre til alvorlig personskade eller død siden sikkerhetsfunksjonene kan overstyres. Det er viktig å holde grensesnittsignaler for sikkerhet separert fra de normale I/O-grensesnittsignalene.
2. Alle sikkerhetsrelaterte I/O er konstruert overflødig (to uavhengige kanaler). Hold de to kanalene separat, slik at ikke en enkel feil kan lede til tap av sikkerhetsfunksjonen.
3. Sikkerhetsfunksjoner må verifiseres før du tar roboten i bruk. Sikkerhetsfunksjoner må testes regelmessig.
4. Robotinstallasjonen skal være i samsvar med disse spesifikasjonene. Unnlattelse av å gjøre dette kan føre til alvorlig personskade eller død siden sikkerhetsfunksjonen kan overstyres.

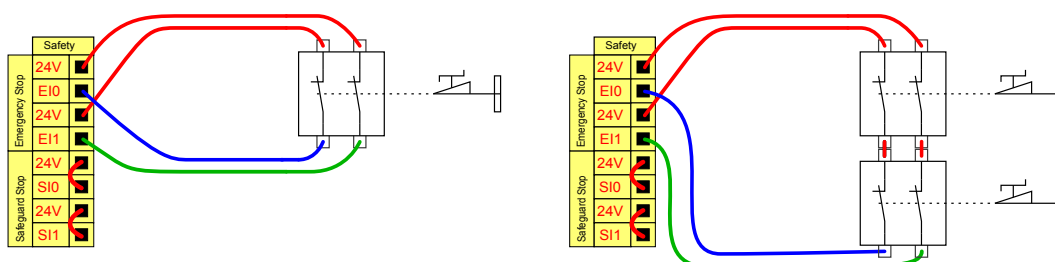
5.3.2.1 Standard sikkerhetskonnfigurasjon

Roboten leveres med en standardkonfigurasjon som muliggjør bruk uten ytterligere sikkerhets-
utstyr, se illustrasjon under.



5.3.2.2 Koble til nødstopppknapper

I de fleste applikasjoner kreves det å bruke én eller flere ekstra nødstopppknapper. Illustrasjonen
under viser hvordan én eller flere nødstopppknapper kan kobles til.



5.3.2.3 Dele nødstop med andre maskiner

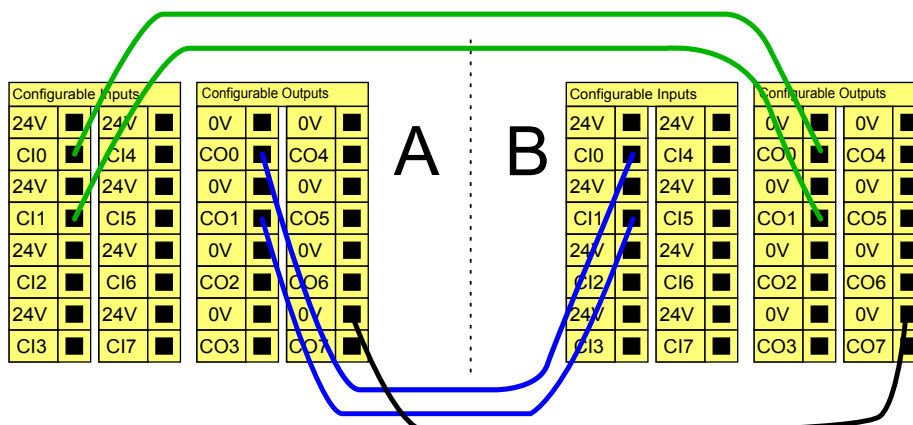
Ofte vil man sette opp inn en felles nødstoppsikring når roboten brukes sammen med andre
maskiner. Ved å gjøre dette trenger ikke operatøren å tenke på hvilke nødstopppknapper som
må brukes.

Robotnødstopp-inngangen kan ikke brukes til deling, ettersom begge maskinene kommer til å
vente på at den andre slutter å være i nødstopptilstand.

For å kunne dele nødstoppfunksjonen med andre maskiner, må de følgende konfigurerbare
I/O-funksjonene konfigureres gjennom GUI.

- Konfigurerbart inngangspar: Ekstern nødstopp.
- Konfigurerbart utgangspar: Systemnødstopp.

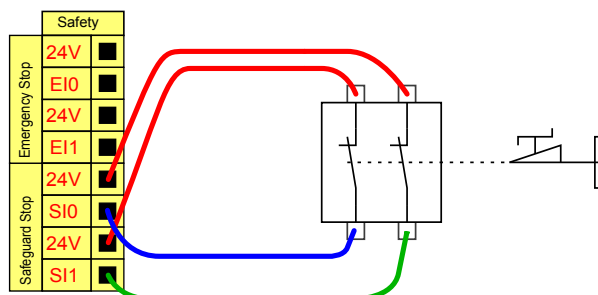
Illustrasjonen under viser hvordan to UR-roboter deler sine nødstoppfunksjoner. I dette eksem-
pelet er de konfigurerte I/O-ene som brukes "CI0-CI1" og "CO0-CO1".



Hvis mer enn to UR-roboter eller andre maskiner må kobles til, behøves en sikkerhets-PLC for å kontrollere nødstoppsignalene.

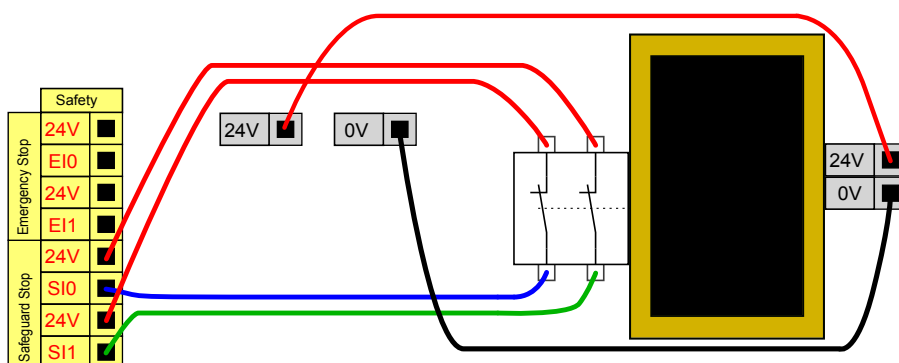
5.3.2.4 Vernestopp med automatisk gjenopptakelse

Et eksempel på en grunnleggende vernestoppenhets er en dørbryter der roboten stopper når en dør åpnes, se illustrasjon under.



Denne funksjonen er kun beregnet for applikasjoner der operatøren ikke kan gå gjennom døren og lukke den bak seg. Den konfigurerbare I/O kan brukes for å sette opp en tilbakestillingsknapp utenfor døren, som kan reaktivere robotens bevegelse.

Et annet eksempel der automatisk gjenopptakelse kan være passende, er ved bruk av en sikkerhetsmatte eller en sikkerhetsrelatert laserskanner, se under.

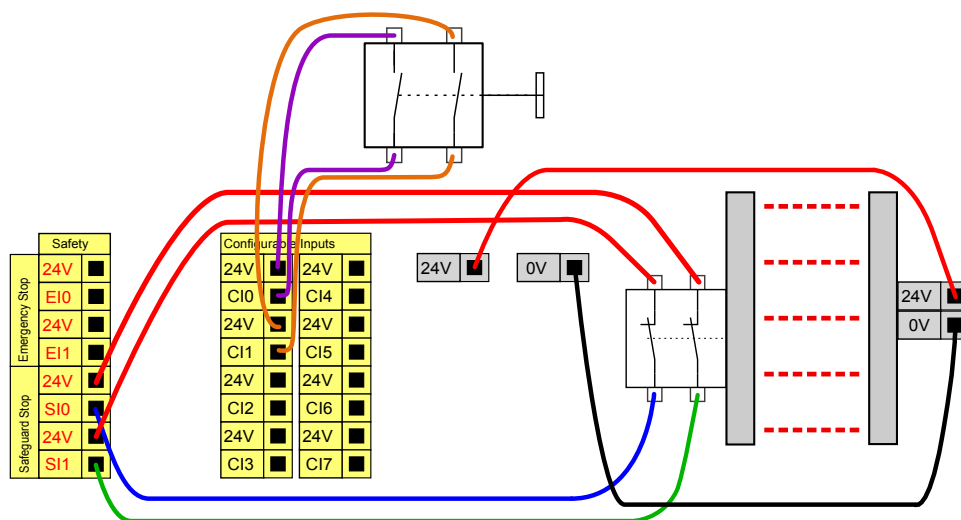


FARE:

1. Roboten gjenopptar bevegelse automatisk når vernesignalet gjenopprettes. Ikke bruk denne konfigurasjonen hvis signalet kan gjenopprettes fra innsiden av sikkerhetsperimeteret.

5.3.2.5 Vernestopp med nullstillingsknapp

Hvis vernegrensesnittet brukes for å koble sammen en lysgardin, er en tilbakestilling utenfor sikkerhetsperimeteret påkrevd. Tilbakestillingsknappen må være en type med to kanaler. I dette eksempelet er I/O som er konfigurert for tilbakestilling "CI0-CI1", se under.



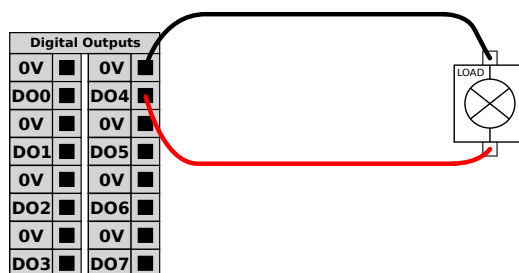
5.3.3 Generell digital I/O

Dette avsnittet beskriver generelle 24 V I/O (grå terminaler) og den konfigurerbare I/O (gule terminaler med sort tekst) når de ikke er konfigurert som sikkerhets-I/O. Vær oppmerksom på de vanlige spesifikasjonene i avsnitt 5.3.1.

Generell I/O kan brukes for å kjøre utstyr som pneumatiske releer direkte eller for kommunikasjon med andre PLC-systemer. Alle digitale utganger kan deaktiveres automatisk når programkjøring stoppes, se mer i del II. I denne modusen er utgangen alltid lav når et program ikke kjører. Eksempler vises i følgende underavsnitt. Dette eksemplet bruker vanlige digitale utganger, men alle konfigurerbare utganger kan også blir brukt om de ikke er konfigurert til å utføre en sikkerhetsfunksjon.

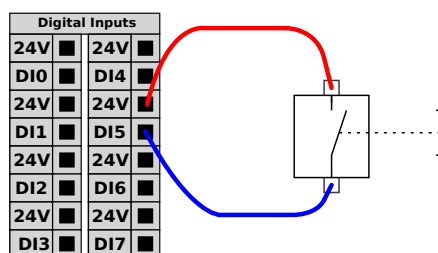
5.3.3.1 Belastning kontrollert av en digital utgang

Dette eksempelet viser hvordan du kan koble en last som kan kontrolleres fra en digital utgang, se under.



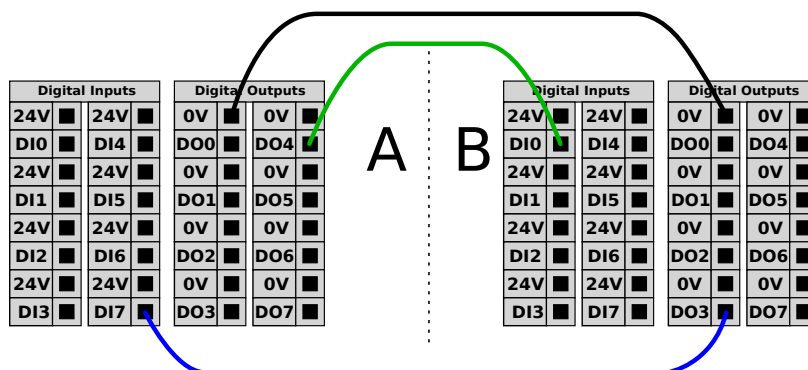
5.3.4 Digital inngang fra a-knapp

Eksempelet under viser hvordan du kobler en enkelt knapp til en digital inngang.



5.3.5 Kommunikasjon med andre maskiner eller PLC-er

Den digitale I/O kan brukes for å kommunisere med annet utstyr hvis en vanlig GND (0 V) etableres, og hvis maskinen bruker PNP-teknologi, se under.



5.3.6 Generell analog I/O

Det analoge I/O-grensesnitt er den grønne terminalen. Det kan brukes for å stille inn eller måle spenning (0-10 V) eller strøm (4-20 mA) fra og til annet utstyr.

Følgende anbefales for å oppnå høyest nøyaktighet.

- Bruk AG-terminalen nærmest I/O. Paret deler et vanlig innstillingsfilter.
- Bruk samme gnd (0 V) for utstyret og kontrollboksen. Den analoge I/O er ikke galvanisk isolert fra kontrollboksen.
- Bruk en skjermet kabel eller tvinnede par. Koble skjoldet til "GND"-terminalen på terminalen som heter "Strøm".
- Bruk av utstyr som fungerer i strømmodus. Nåværende signaler er mindre sensitive overfor endringer.

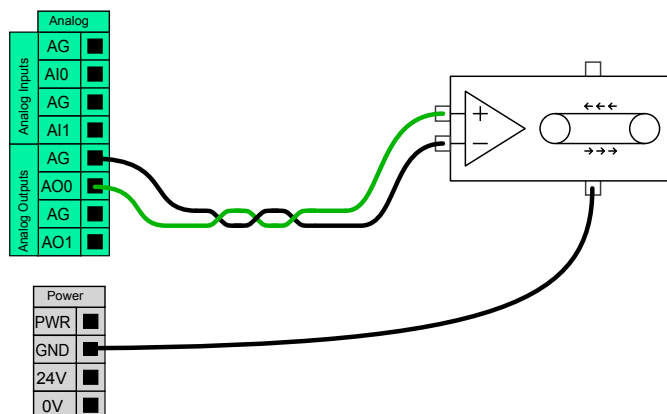
Inngangsmodi kan velges i GUI, se del II. De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

Terminaler	Parametre	Min.	Type	Maks.	Enhet
<i>Analog inngang i strømmodus</i>					
[AIx - AG]	Strøm	4	-	20	mA
[AIx - AG]	Motstand	-	20	-	ohm
[AIx - AG]	Oppløsning	-	12	-	bit
<i>Analog inngang i spenningsmodus</i>					
[AIx - AG]	Spennning	0	-	10	V
[AIx - AG]	Motstand	-	10	-	Kohm
[AIx - AG]	Oppløsning	-	12	-	bit
<i>Analog utgang i strømmodus</i>					
[AOx - AG]	Strøm	4	-	20	mA
[AOx - AG]	Spennning	0	-	10	V
[AOx - AG]	Oppløsning	-	12	-	bit
<i>Analog utgang i spenningsmodus</i>					
[AOx - AG]	Spennning	0	-	10	V
[AOx - AG]	Strøm	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	Motstand	-	1	-	ohm
[AOx - AG]	Oppløsning	-	12	-	bit

Følgende eksempler viser hvordan du bruker den analoge I/O.

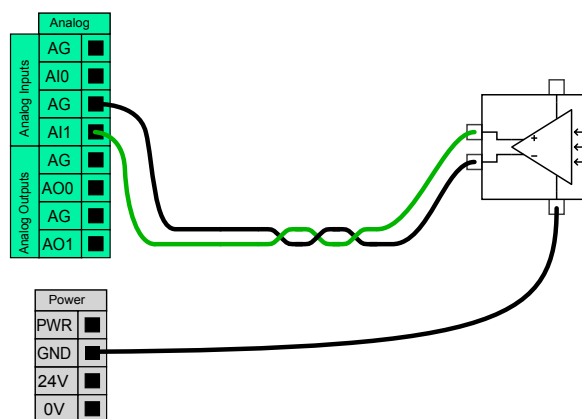
5.3.6.1 Ved hjelp av en analog utgang

Over er et eksempel på hvordan man kontrollerer et transportbånd med en analog hastighetskontrollinngang.



5.3.6.2 Ved hjelp av en analog inngang

Over er et eksempel på hvordan man kobler til en analog sensor.



5.3.7 Ekstern PÅ / AV-styring

Ekstern PÅ/AV-kontroll kan brukes for å slå kontrollboksen av og på uten å bruke teach-tillegget. Det brukes vanligvis i følgende applikasjoner:

- Når teach-tillegget er utilgjengelig.
- Når et PLC-system må ha full kontroll.
- Når flere roboter må slås på eller av samtidig.

Den eksterne PÅ/AV-kontrollen gir en liten tilleggsforsyning på 12 V, som holdes aktiv når styringsenheten er slått av. Inngangene "på" og "av" er kun beregnet for korttidsaktivering. "På"-inngangen fungerer på samme måte som strømbryteren. Bruk alltid "av"-inngangen for fjernstyrt "av"-kontroll, ettersom dette signalet lar styreenheten lagre åpne filer og slås ordentlig av.

De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

Terminaler	Parametre	Min.	Type	Maks.	Enhet
[12V - GND]	Spenning	10	12	13	V
[12V - GND]	Strøm	-	-	100	mA
[PÅ { AV]	Inaktiv spenning	0	-	0,5	V
[PÅ { AV]	Aktiv spenning	5	-	12	V
[PÅ { AV]	Inngangsstrøm	-	1	-	mA
[PÅ]	Aktiveringstid	200	-	600	ms

Følgende eksempel viser hvordan du bruker ekstern PÅ/AV.



MERK:

En spesialfunksjon i programvaren kan brukes for å laste inn og starte programmer automatisk, se del II.

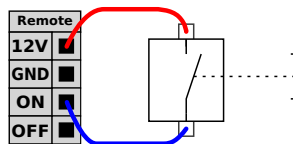


FORSIKTIG:

1. Bruk aldri "på"-inngangen eller strømbryteren for å slå av kontrollboksen.

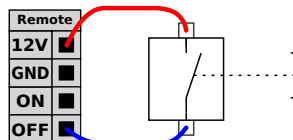
5.3.7.1 Ekstern PÅ-knapp

Illustrasjonen under viser hvordan du kobler til en ekstern på-knapp.



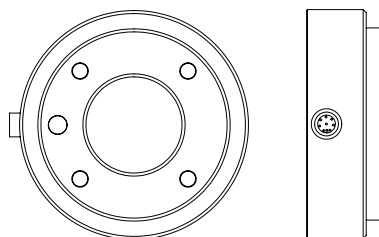
5.3.7.2 Ekstern AV-knapp

Illustrasjonen under viser hvordan du kobler til en ekstern av-knapp.



5.4 Verktøy-I/O

I verktøyenden av roboten er det en liten kontakt med åtte pinner, se illustrasjon under.



Dette tilkoblingspunktet gir strøm og styresignaler til de grunnleggende griperne og sensorene som brukes på et spesifikt robotverktøy. Følgende industrielle kabler er passende:

- Lumberg RKMV 8-354.

De åtte ledningene på innsiden av kabelen har ulike farger. De ulike fargene betegner ulike funksjoner, se tabell under:

Farge	Signal
Rød	0 V (GND)
Grå	0 V / +12 V / +24 V (STRØM)
Blå	Verktøyutgang 0 (TO0)
Rosa	Verktøyutgang 1 (TO1)
Gul	Verktøyinngang 0 (TI0)
Grønn	Verktøyinngang 1 (TI1)
Hvit	Analog inngang 2 (AI2)
Brun	Analog inngang 3 (AI3)

Den interne strømtilførselen kan settes til enten 0 V, 12 V eller 24 V i kategorien I/O i GUI, se del II De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor:

Parametre	Min.	Type	Maks.	Enhet
Nettspenning i 24 V-modus	-	24	-	V
Nettspenning i 12V-modus	-	12	-	V
Nettspenning i begge modi*	-	-	600	mA

Merk: *Vi anbefaler sterkt å bruke en beskyttende diode for induktiv last

Følgende avsnitt beskriver de forskjellige I/O av verktøyet.



FARE:

1. Koble til verktøy og gripere på en måte slik at et strømbrydd ikke vil skape noen fare, f.eks. ved at en del som arbeides med faller ut av verktøyet.
2. Vær forsiktig ved bruk av 12 V, siden en feil fra programmereren kan føre til at spenningen endres til 24 V, som kan skade utstyret eller føre til brann.



MERK:

Flensverktøyet er koblet til jord (samme som den røde lederen).

5.4.1 Verktøydigitale utganger

De digitale utgangene er implementert som NPN. Når en digital utgang aktiveres, drives den korresponderende tilkoblingen til GND, og når den deaktiveres, er den korresponderende tilkoblingen åpen (åpen tilkobling / åpent avløp). De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor:

Parametre	Min.	Type	Maks.	Enhet
Spenning når åpen	-0,5	-	26	V
Spenning ved senkning 1 A	-	0,05	0,20	V
Strøm ved senkning	0	-	600	mA
Strøm gjennom GND	0	-	600	mA

Noen eksempler på hvordan man bruker en digital utgang vises i følgende underavsnitt.

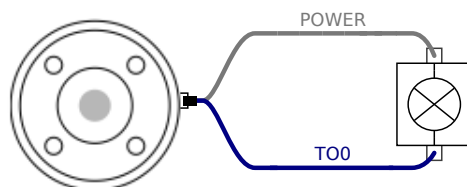


FORSIKTIG:

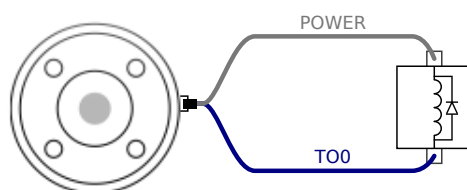
1. De digitale utgangene i verktøyet er ikke strømbegrenset, og hvis de overstiger spesifiserte data, kan det føre til permanent skade.

5.4.1.1 Å bruke verktøyets digitale utganger

Dette eksempelet illustrerer hvordan man slår på belastning når man bruker den interne 12 V eller 24 V strømtilførselen. Husk at du må definere utgangsspenningen i kategorien I/U. Husk at det er spenning mellom STRØM-tilkoblingen og skjermen/jordingen, selv når belastningen er slått av.



Merk: Vi anbefaler sterkt å bruke en beskyttende diode for induktiv last, som vist nedenfor.



5.4.2 Verktøy digitale innganger

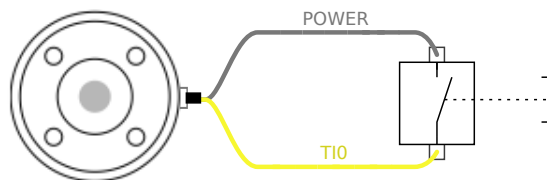
De digitale inngangene implementeres som PNP med svak nedtrekksmotstand. Dette betyr at en flytende inngang alltid vil lese lavt. De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

Parametre	Min.	Type	Maks.	Enhet
Inngangsspenning	-0,5	-	26	V
Aktiv spenning	-	-	2,0	V
Inaktiv spenning	5,5	-	-	V
Inngangsmotstand	-	47 k	-	Ω

Noen eksempler på hvordan man bruker en digital inngang vises i følgende underavsnitt.

5.4.2.1 Å bruke verktøyets digitale innganger

Eksempelet under viser hvordan du kobler til en enkelt knapp.



5.4.3 Verktøyets analoge innganger

Verktøyets analoge innganger er ikke-differensiale og kan settes til enten spenning eller strøm i I/O-kategorien, se del II. De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

Parametre	Min.	Type	Maks.	Enhet
Inngangsspenning i spenningsmodus	-0,5	-	26	V
Inngangsmotstand ved område 0V til 10V	-	10,7	-	kΩ
Oppløsning	-	12	-	bit
Inngangsspenning i strømmodus	-0,5	-	5,0	V
Inngangsstrøm i strømmodus	-2,5	-	25	mA
Inngangsmotstand ved område 4mA til 20mA	-	182	188	Ω
Oppløsning	-	12	-	bit

To eksempler på hvordan man bruker analoge innganger vises i følgende underkategorier.

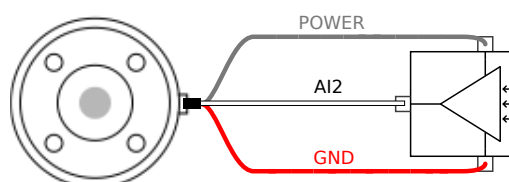


FORSIKTIG:

1. Analoge innganger beskyttes ikke mot overspenning i strømmodus. Overvurdering av grenset i den elektriske spesifikasjonen kan forårsake permanent skade på inngangen.

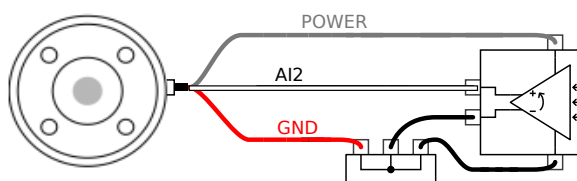
5.4.3.1 Å bruke verktøyets analoge innganger, ikke-differensielle

Eksempelet under viser hvordan du kobler til en analog sensor med en ikke-differensial utgang. Sensorutgangen kan være enten strøm eller spenning, så lenge inngangsmodusen til den analoge inngangen er satt til det samme i kategorien I/U. Husk å kontrollere at en sensor med spenningsutgang kan drive den interne motstanden til verktøyet, ellers kan målingen være ugyldig.



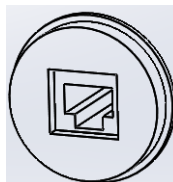
5.4.3.2 Å bruke verktøyets analoge innganger, differensiell

Eksempelet under viser hvordan du kobler til en analog sensor med en differensial utgang. Koble den negative utgangsdelen til GND (0 V) med en klemmerekke og den vil fungere på samme måte som en ikke-differensial sensor.



5.5 Ethernet

Det finnes en -tilkobling nederst på kontrollboksen, se illustrasjon under.



Ethernet-grensesnittet kan brukes til følgende:

- MODBUS I/O utvidelsesmoduler. Se mer i del II.
- Ekstern tilgang og kontroll.

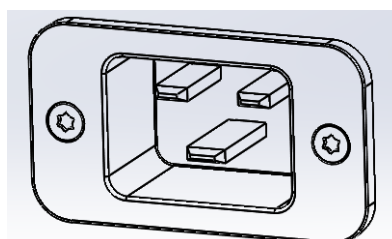
De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

Parametre	Min.	Type	Maks.	Enhet
Kommunikasjonshastighet	10	-	1000	Mb/s

5.6 Strømtilkobling

Nettkabelen fra styreenheten har en standard IEC-plugg i enden. Koble en landspesifikk nett-plugg eller -kabel til IEC-pluggen.

For å kunne tilføre energi til roboten må kontrollboksen være koblet til strømmettet. Dette må gjøres via standard IEC C20-støpselet på bunnen av kontrollboksen gjennom en korresponderende IEC C19-kabel, se illustrasjon under.



Strømmettet skal være utstyrt med følgende som minimum:

- Jordforbindelse.
- Hovedsikring.
- Reststrømenhet.

Det anbefales å installere en hovedbryter for å slå av alt utstyret i robotapplikasjonen som et lett tiltak for vedlikeholds sikring under service.

De elektriske spesifikasjonene vises i tabellen nedenfor.

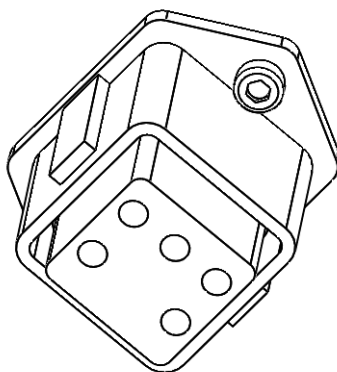
Parametre	Min.	Type	Maks.	Enhet
Inngangsspenning	100	-	265	VAC
Ekstern hovedsikring (@ 100-200 V)	8	-	16	A
Ekstern hovedsikring (@ 200-265V)	8	-	16	A
Inngangsfrekvens	47	-	63	Hz
Reservestrøm	-	-	0,5	W
Nominell driftseffekt	90	150	325	W

**FARE:**

1. Sørg for at roboten er jordnet på riktig måte (Elektrisk tilkobling til jord). Bruk ubrukte bolter forbundet med jordingsymboler inne i styreenheten for å skape felles jording av alt utstyr i systemet. Jordlederen skal minst ha kapasiteten til den høyeste strømmen i systemet.
2. Kontroller at inngangsstrømmen til styreenheten er beskyttet med en RCD (reststrømbryter) og riktig sikring.
3. Lås og merk ut all strøm for hele robotinstallasjonen under service. Annet utstyr skal ikke levere spenning til robot I/O når systemet er låst ute.
4. Kontroller at alle kablene er koblet riktig før det settes strøm på styreenheten. Bruk alltid en original og riktig strømkabel.

5.7 Robottilkobling

Kabelen fra roboten må kobles til tilkoblingen nederst på kontrollboksen, se illustrasjon under. Pass på at tilkoblingen er skikkelig låst før du skrur på robotarmen. Frakobling av robotkabelen kan bare gjøres når roboten er slått av.

**FORSIKTIG:**

1. Ikke koble fra robotkabelen når robotarmen er slått på.
2. Ikke forleng eller modifiser den originale kabelen.

6 Vedlikehold og reparasjon

Du må utføre vedlikehold og reparasjonsjobber i samsvar med alle sikkerhetsinstruksjonene i denne håndboken.

Du må utføre vedlikehold, kalibrering og reparasjonsjobber i henhold til de siste versjonene av servicehåndbøker på støttenettstiden <http://www.universal-robots.com/support>.

Kun autoriserte systemintegratorer, eller Universal Robots, skal utføre reparasjoner.

Alle deler som returneres til Universal Robots skal være i henhold til servicehåndboken.

6.1 Sikkerhetsinstruksjoner

Etter vedlikehold og reparasjonsarbeider, må kontroller utføres for å sikre det nødvendige sikkerhetsnivå. Kontroller må rette seg etter gyldige nasjonale eller regionale arbeidssikkerhetsforskrifter. Korrekt funksjon av alle sikkerhetsfunksjonene skal også testes.

Hensikten med vedlikeholds- og reparasjonsarbeider er å sikre at systemet holdes i drift eller, i tilfelle av en feil, returnerer systemet til en operativ tilstand. Reparasjonsarbeidet omfatter feilsøking i tillegg til selve reparasjonen.

Når du utfører arbeid på robotarmen eller kontrollboksen, må du følge alle prosedyrer og advarsler nedenfor.



FARE:

1. Ikke endre noe i sikkerhetskonsfigurasjonen til programvaren (f.eks. kraftgrense). Sikkerhetskonsfigurasjonen er beskrevet i PolyScope-håndboken. Hvis noen sikkerhetsparametere endres, skal det fullstendige robotsystemet anses som nytt, noe som betyr at den generelle sikkerhetsgodkjenningsprosessen, herunder risikovurdering, skal oppdateres tilsvarende.
2. Bytt defekte komponenter med nye komponenter med samme artikkelnumre eller tilsvarende komponenter som er godkjent av Universal Robots for dette formålet.
3. Reaktiver alle deaktiverte sikkerhetstiltak umiddelbart etter at arbeidet er fullført.
4. Dokumenter alle reparasjoner og lagre denne dokumentasjonen i den tekniske dokumentasjonen knyttet til det komplette robotsystemet.

**FARE:**

1. Fjern strømkabelen fra bunnen av kontrollboksen for å sikre at den er helt uten strøm. Koble av eventuell annen energikilde som er koblet til robotarmen eller styreenheten. Ta nødvendige forholdsregler for å hindre at andre personer fra å koble til strøm under reparasjonsperioden.
2. Kontroller jordforbindelsen før du setter strøm på systemet.
3. Observer ESD-forskrifter når deler av robotarmen eller kontrollboksen demonteres.
4. Unngå å demontere strømforsyningene inne i styreenheten. Høye spenninger (opptil 600 V) kan være til stede inne i disse strømforsyningene i flere timer etter at kontrollboksen er slått av.
5. Unngå at vann og støv kommer inn i robotarmen eller kontrollboksen.

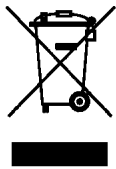
7 Avhending og miljø

UR roboter må kastes i henhold til gjeldende nasjonale lover, forskrifter og standarder.

UR roboter er produsert med begrenset bruk av miljøfarlige stoffer for å beskytte miljøet, som definert av EUs RoHS-direktiv 2011/65/EU. Disse stoffene omfatter kvikksølv, kadmium, bly, krom VI, polybromerte bifenyler og polybromerte difenyletere.

Avgift for deponering og håndtering av elektronisk avfall av UR roboter som selges på det danske markedet er forhåndsbetalt til DPA-systemet av Universal Robots A/S. Importører i land som omfattes av det europeiske WEEE-direktivet 2012/19/EU må lage sin egen påmelding til det nasjonale WEEE-registeret i sitt land. Avgiften er vanligvis mindre enn 1 € pr. robot. En liste over nasjonale registre finner man her: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

Følgende symboler er plassert på roboten for å indikere samsvar med ovennevnte lovgivning:



8 Sertifiseringer

Dette kapittelet presenterer sertifikater og erklæringer som tilhører produktet.

8.1 Tredjeparts sertifisering

Tredjeparts sertifisering er frivillig. Men for å yte den beste service til robotintegratorer, velger UR å sertifisere våre roboter på følgende anerkjente testinstitutter:



TÜV NORD UR roboter er sikkerhetsgodkjent av TÜV NORD, et anerkjent organ under maskindirektivet 2006/42/EF i EU. Du finner en kopi av godkjent sikkerhet-sertifikatet til TÜV NORD i vedlegg B.



DELTA UR roboter er ytelsestestet av DELTA. Du finner testsertifikater for elektromagnetisk samsvar (EMC) og miljø i vedlegg B.



TÜV SÜD UR-roboter er renromtestet av TÜV SÜD. Du finner en kopi av rent rom-sertifikatet i vedlegg B.



CHINA RoHS URs roboter retter seg etter CHINA RoHS sine behandlingsmetoder for å kontrollere forurensning fra elektroniske informatikk-produkter.

8.2 Tredjeparts sertifisering for leverandører



Miljø Som mottatt av våre leverandører, samsvarer UR robotenes paller med de danske kravene for produksjon av trepakkematerialer, ISMPM-15, og er markedsført i henhold til dette programmet.

8.3 Testsertifisering for produsent



UR

UR roboter gjennomgår kontinuerlig intern testing og sluttlinje-testprosedyrer. UR sine testprosesser får kontinuerlig gjennomgang og forbedring.

8.4 Erklæringer ifølge EU-direktiver

Selv om de er mest relevant for Europa, bruker og krever også noen land utenfor Europa **EU-erklæringer**. EU-direktiver er tilgjengelig på den offisielle hjemmesiden: <http://eur-lex.europa.eu>.

UR-roboter er sertifisert i henhold til direktivene som er oppført nedenfor.

2006/42/EF — Maskindirektivet (MD)

I henhold til maskineridirektivet 2006/42/EF, er UR-roboter **delvis fullstendig maskineri**, og behøver derfor ikke CE-merking.

Merk: Hvis UR-roboten brukes i et bruksområde for plantevernmiddel, legg merke til tilstedeværelse av direktiv 2009/127/EF. Erklæringen om innlemmelse i henhold til 2006/42/EF vedlegg II 1.b. er vist i vedlegg B.

2006/95/EF — Lavspenningsdirektiv (LVD)

2004/108/EF — Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)

2011/65/EU — Begrensning av bruk av enkelte farlige substanser (RoHS)

2012/19/EU — Avfall av elektrisk og elektronisk utstyr (WEEE)

I erklæringen om innlemmelse i vedlegg B, finner du en liste over samsvarserklæringer for ovennevnte.

Et CE-merke er festet på i henhold til CE-merkingsdirektiver ovenfor. Informasjon om avfall fra både elektrisk og elektronisk utstyr finner du i kapittel 7.

Informasjon om standardene som gjelder under utviklingen av roboten finner du i vedlegg C.

9 Garantier

9.1 Produktgaranti

Uten forbindelse til noen krav brukeren (kunden) må ha til en forhandler, skal kunden få en garanti fra produsenten, som er fastsatt nedenfor:

I tilfeller der nye enheter og deres komponenter viser seg å være defekte som et resultat av produksjons- og/eller materialfeil innen 12 måneder fra enheten ble tatt i bruk (maksimalt 15 måneder fra levering), skal Universal Robots levere nødvendige reservedeler, mens brukeren (kunden) skal sørge for arbeidstimene som kreves for å skifte ut deler, enten ved å skifte ut delen med en annen del som fungerer, eller reparere nevnte del. Denne garantien er ugyldig hvis den defekte enheten skyldes feilaktig behandling og/eller man ikke følger informasjonen som er gitt i brukerveiledningene. Denne garantien gjelder ikke service som utføres av autorisert forhandler eller kunden selv (f.eks. installasjon, konfigurasjon, nedlasting av programvare). Kjøpskvitteringen, sammen med kjøpsdato, må fremlegges som bevis ved påkalling av garantien. Krav under garantien må sendes inn innen to måneder etter at feilen oppstår. Eierskap av enheter eller komponenten som erstattes av og returneres til Universal Robots skal overdras til Universal Robots. Alle andre krav som er resultat av eller i forbindelse med enheten skal ekskluderes fra denne garantien. Ingenting i denne garantien skal forsøke å begrense eller ekskludere en kundes lovbestemte rettigheter, heller ikke produsentens ansvar for dødsfall eller personskader som kommer av produsentens uaktsomhet. Varigheten til garantien skal ikke utvides av tjenestene som er gjengitt under vilkårene i denne garantien. I den grad det ikke finnes noen garantifeil, forbeholder Universal Robots seg retten til å ta betalt av kunden for utskiftning eller reparasjon. Bestemmelsene ovenfor innebærer ikke en endring i bevisbyrden på bekostning av kunden. Dersom en enhet har feil, skal ikke Universal Robots dekke eventuelle indirekte, tilfældige, spesielle eller følgeskader, inkludert, men ikke begrenset til, tapt fortjeneste, tap av bruk, tap av produksjon eller skade på annet produksjonsutstyr.

Dersom en enhet har feil, skal ikke Universal Robots dekke eventuelle følgeskader eller tap, slik som tap av produksjon eller skade på annet produksjonsutstyr.

9.2 Ansvarsfraskrivelse

Universal Robots fortsetter å forbedre driftssikkerheten og ytelsen på sine produkter, og forbeholder seg derfor retten til å oppgradere produktet uten varsel. Universal Robots er nøye med at innholdet i denne brukerveiledningen er nøyaktig og korrekt, men tar ikke ansvar for eventuelle feil eller manglende informasjon.

A Stopptid og stoppavstand

Informasjonen om stopptider og avstander er tilgjengelig både for stopp-kategori 0 og stopp-kategori¹ 1. Dette vedlegget inneholder informasjonen om stopp-kategori 0. Informasjon om stopp-kategori 1 er tilgjengelig på <http://universal-robots.com/support/>.

A.1 Kategori 0-stoppavstander og -tider

Tabellen under inneholder stoppavstander og -tider målt når et stopp-kategori 0 utløses. Disse målingene korresponderer til følgende konfigurasjon av roboten:

- Forlengelse: 100 % (robotarmen er fullt horisontalt forlenget).
- Hastighet: 100 % (den generelle hastigheten til roboten er satt til 100 %, og bevegelsen utføres med en leddhastighet på 183 °/s).
- Nyttelast: maksimal nyttelast som roboten håndterer som er knyttet til TCP (5 kg).

Testen på ledd 0 ble utført ved å gjennomføre en horisontal bevegelse, dvs. at rotasjonsaksen var vinkelrett på bakken. I løpet av testen for ledd 1 og 2 fulgte roboten et vertikalt trajektorie, dvs. rotasjonsakselen var parallell til bakken, og stoppet ble utført mens roboten beveget seg nedover.

	Stoppavstand (rad)	Stopptid (ms]
Ledd 0 (BASE)	0.31	244
Ledd 1 (SKULDER)	0.70	530
Ledd 2 (ALBUE)	0.22	164

¹I henhold til IEC 60204-1, se ordliste for mer detaljer.

B Erklæringer og sertifikater

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-sammenstillingserklæring (oversettelse av den originale)

I henhold til EU-direktiv 2006/42/EF vedlegg II 1.B.

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

erklærer herved at produktet beskrevet nedenfor

Industriell robot UR5/CB3

kan ikke tas i bruk før maskineriet der den vil bli innarbeidet er erklært å være i samsvar med bestemmelsene i direktiv 2006/42/EF, som endret ved direktiv 2009/127/EF, og med de forskrifter som gjennomfører det i nasjonal lov.

Sikkerhetsfunksjonene produktet er forberedt for samsvarer med alle vesentlige krav i direktiv 2006/42/EF under riktige innlemmelse forhold, se produktmanualen. Samsvar med alle vesentlige krav i direktiv 2006/42/EF er avhengig av den spesifikke robotinstallasjonen og den endelige risikovurderingen.

Relevant teknisk dokumentasjon er utarbeidet i henhold til direktiv 2006/42/EF tillegg VII del B og er tilgjengelig i elektronisk form til nasjonale autoriteter ved forespørsel med grunnlag. Undertegnede er basert ved produsentens adresse og autorisert til å utarbeide denne dokumentasjonen.

I tillegg, er produktet erklært i samsvar med følgende direktiver, som bekrefter at produktet er CE-merket:

2014/35/EU — Lavspenningsdirektiv (LVD)

2014/30/EU — Elektromagnetisk kompatibilitet-direktiv (EMC)

2011/65/EU — Begrensning av bruk av enkelte farlige substanser (RoHS)

En komplett liste over anvendte harmoniserte standarder, inkludert tilhørende spesifikasjoner, er gitt i produktmanualen.

Odense, 20. april, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.3 Sertifikat for sikkerhetssystemet



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

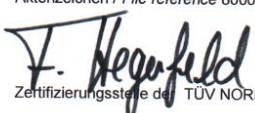
Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

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 Sertifikat for miljøtest



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 Sertifikat for EMC-test



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 Sertifikater for renromstest



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 Anvendte standarder

Dette avsnittet beskriver relevante standarder som er blitt anvendt under utviklingen av robotarmen og kontrollboksen. Når et nummer fra det europeiske direktivet er notert i parenteser, viser det til at standarden overholder dette direktivet.

En standard er ikke en lov. En standard er et dokument utviklet av interessenter innen en gitt bransje, som definerer vanlige sikkerhets- og ytelseskrav for et produkt eller en produktgruppe.

Forkortelser betyr følgende:

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

Overholdelse av de følgende standardene er kun garantert hvis alle monteringsinstrukser, sikkerhetsinstrukser og veiledninger i denne håndboken følges.

ISO 13849-1:2006 [PLd]

ISO 13849-1:2015 [PLd]

ISO 13849-2:2012

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

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

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

Sikkerhetssystemet er laget som ytelsesnivå (Performance Level) d (PLd) i henhold til kravene til disse standardene.

ISO 13850:2006 [Stoppkategori 1]

ISO 13850:2015 [Stoppkategori 1]

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

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

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

Nødstopp-funksjonen er laget som en stoppkategori 1 i henhold til denne standarden. Stoppkategori 1

er et kontrollert stopp der kraft tilføres til motorene for å oppnå stoppet og deretter fjernes når stoppet er oppnådd.

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

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

UR-roboter evalueres i henhold til prinsippene i denne standarden.

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

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

Denne standarden er beregnet til robotprodusenten, ikke integratoren. Den andre delen (ISO 10218-2) er beregnet til robotintegratoren, ettersom den handler om installasjon og design av robotapplikasjonen.

Forfatterne av standardene så implisitt for seg tradisjonelle industriroboter som tradisjonelt sett er sikret med gjerder og lysgardiner. UR-roboter er laget med kraft- og strømbegrensning som er aktivert hele tiden. Derfor er noen konsepter tydeliggjort og forklart nærmere under.

Hvis en UR-robot brukes i en farlig applikasjon, kan det kreves ytterligere sikkerhetstiltak, se kapittel 1 i denne håndboken.

Presisering:

- “3.24.3 Sikringsplass” defineres av perimeteret sikring. Det sikrede området er typisk et område bak et gjerde som beskytter folk fra de skadelige tradisjonelle robotene. UR-roboter er laget for å jobbe uten et gjerde ved å bruke en innebygget sikkerhetsfunksjon for strøm- og kraftbegrensning, og derfor uten at et faresikret område er blitt definert i utkanten til et gjerde.
- “5.4.2 Ytelseskrav”. Alle sikkerhetsfunksjonene konstrueres som PLd i henhold til ISO 13849-1:2006. Roboten er laget med overflødige kodesystemer i hvert ledd, og de sikkerhetsrelaterte I/O-ene er konstruert med en kategori¹ 3-struktur. Sikkerhetsrelaterte I/O-er må kobles til i samsvar med denne håndboken til kategori 3 sikkerhetsrelatert utstyr for å danne en PLd-struktur av den fullstendige sikkerhetsfunksjonen.
- “5.7 Driftsmodi”. UR-roboter har ikke ulike driftsmodi og har derfor ikke en modusvelger.
- “5.8 Tilleggscontroller”. Dette avsnittet definerer beskyttende funksjoner for teach-tillegget, når det skal brukes innenfor et farlig sikret område. Ettersom UR-roboter er designet med innebygget sikkerhetsfunksjoner, finnes det ikke noe faresikret område slik det gjør med tradisjonelle roboter. UR-roboter er sikrere å lære opp enn tradisjonelle roboter. I stedet for å måtte utløse en tre-posisjonerings aktiveringsenhet, kan operatøren bare stoppe roboten med hånden sin. Hvis en UR-robot installeres i en faresikret applikasjon, kan en tre-posisjons aktiveringsenhet kobles til som beskrevet i denne manualen. Du finner flere detaljer i ISO/TS 15066 klausul 5.4.5.
- “5.10 Krav til samarbeidende drift”. UR-robotenes innebygde sikkerhetsfunksjoner for strøm- og kraftbegrensning er alltid aktive. Det visuelle designet til UR-robotene indikerer at robotene kan brukes for samarbeidende funksjoner. Funksjonene for strøm- og kraftbegrensning er laget i hen-

¹I henhold til ISO 13849-1, se ordliste for mer detaljer.

hold til ISO 10218-1 klausul 5.10.5. Du finner flere detaljer i ISO/TS 15066 klausul 5.5.4.

- “5.12.3 Sikkerhetsrelatert myk akse og plassbegrensning”. Denne sikkerhetsfunksjonen er én av flere sikkerhetsfunksjoner som er konfigurerbare gjennom programvare. En hash-kode genereres fra rundene av alle disse sikkerhetsfunksjonene, og fremstår som en sikkerhetskontrollidentifikator i GUI.

ISO/TS 15066:2016

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

Dette er en teknisk spesifikasjon (TS), **ikke** en standard. Formålet med en TS er å fremstille et stedd av umodne krav for å se om de er nyttige for en gitt industri. Ved definisjon, er TS ikke moden nok til å harmoniseres under EUs direktiver.

Denne TS er for både robotprodusenter og ansvarlige for robotintegrering. UR-roboter samsvarer med de deler som er relevante for selve roboten og ansvarlig for integrering kan velge å bruke TS under integreringen.

Denne TS presenterer de frivillige krav og veiledning som er supplerende til ISO 10218-standardene innenfor faget samarbeidsroboter. I tillegg til hovedteksten, inneholder TS et vedlegg A med en tabell som presenterer forslag for begrensninger for kraft og trykkraft, som er basert på smerte og **ikke** skade. Det er viktig å lese og forstå notatene i denne tabellen, da mange av begrensningene er basert kun på konservative anslag og lesematerialer. Alle tall kan endres i fremtiden, når nye resultater fra vitenskapelige tester er klare. Vedlegg A er en uformell og frivillig del av TS og ansvarlig for integrering kan derfor deklare samsvar med TS uten å ta i bruk begrensningene i vedlegg A.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

Den amerikanske standarden er ISO-standardene ISO 10218-1 og ISO 10218-2 kombinert i ett dokument. Språket er endret fra britisk engelsk til amerikansk engelsk, men innholdet er det samme.

Vær oppmerksom på at del to (ISO 10218-2) av denne standarden er beregnet for integratoren av robot-systemet, og ikke Universal Robots.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

Den kanadiske standarden er ISO-standardene ISO 10218-1 (se over) og -2 kombinert i ett dokument. CSA har lagt til ytterligere krav for brukeren av robotsystemet. Det kan hende at noen av disse kravene må tas opp av robotintegratoren.

Vær oppmerksom på at del to (ISO 10218-2) av denne standarden er beregnet for integratoren av robot-systemet, og ikke Universal Robots.

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

Electromagnetic compatibility (EMC)

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

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

Disse standardene definerer krav for de elektriske og elektromagnetiske forstyrrelsene. Samsvar med disse standardene sørger for at UR-robotene yter godt i industrielle omgivelser, og at de ikke forstyrrer annet utstyr.

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

Denne standarden definerer utvidede EMC-immunitetskrav for sikkerhetsrelaterte funksjoner. Samsvar med denne standarden sørger for at sikkerhetsfunksjonene til UR-robotene gir sikkerhet selv om annet utstyr overskrider EMC-utslippsgrensene som er definert i IEC 61000-standardene.

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

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

Både normale og sikkerhetsrelaterte 24 V I/O-er er konstruert i henhold til kravene til denne standarden for å sørge for pålitelig kommunikasjon med andre PLC-system.

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

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

Disse to standardene er veldig like. De definerer sikkerhetsprinsipper for å unngå uventet oppstart, både som følge av utilsiktet gjenstart under vedlikehold eller reparasjon og som følge av utilsiktede oppstartskommander fra et kontrollperspektiv.

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

Low-voltage switchgear and controlgear

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

Den direkte åpningshandling og sikkerhetslåsemekanismen til nødstopknappen overholder kravene i denne standarden.

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

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

Denne standarden definerer kapslingsgrader i henhold til beskyttelse mot støv og vann. UR-roboter er laget og klassifisert med en IP-kode i henhold til denne standarden, se robotens merke.

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

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

Nettinnngangskabelen overholder denne standarden.

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

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

Verktøyflensen på UR-robotene samsvarer med type 50-4-M6 i denne standarden. Robotverktøy kan også konstrueres i henhold til denne standarden for å sikre passende montering.

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

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

Part 1: Hot surfaces

UR-robotene er laget slik at overflatetemperaturen holdes under de ergonomiske grensene som er definert i denne standarden.

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

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

UR-robotene er konstruert i samsvar med denne standarden for å gi beskyttelse mot elektrisk sjokk. En beskyttende jordtilkobling/jordet tilkobling er obligatorisk, som definert i Maskinvareinstallasjonshåndbok.

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

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

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

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

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

UR-roboter er testet i henhold til testmetodene definert i disse standardene.

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

Industrial communication networks – Profiles

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

Denne standarden definerer krav for sikkerhetsrelaterte kommunikasjonstjenester.

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

Safety of machinery – Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

De generelle prinsippene til denne standarden gjelder.

IEC 60664-1:2007
IEC 60664-5:2007
EN 60664-1:2007 [2006/95/EF]
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 elektriske kretsene til UR-robotene er laget i samsvar med denne standarden.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

UR-robotene som er utstyrt med E67-tilbehørsmodulen til grensesnittets sprøyte-støpemaskiner overholder denne standarden.

D Tekniske spesifikasjoner

Robottype	UR5
Vekt	18.4 kg / 40.6 lb
Maksimal nyttelast (se seksjon 4.4)	5 kg / 11 lb
Rekkevidde	850 mm / 33.5 in
Leddkategori	$\pm 360^\circ$ for alle ledd
Hastighet	Ledd: Maks 180 %s. Verktøy: Ca. 1 m/s / Ca. 39.4 in/s.
Repeterbarhet	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
Fotavtrykk	Ø149 mm / 5.9 in
Grader av frihet	6 roterende ledd
Størrelse på kontrollboks (B × H × D)	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 in
Kontrollboks I/O-porter	16 digitale inn, 16 digitale ut, 2 analoge inn, 2 analoge ut
Verktøy-I/O-porter	2 digitale inn, 2 digitale ut, 2 analoge inn
Strømforsyning til I/O	24 V 2 A i kontrollboks og 12 V/24 V 600 mA i verktøy
Kommunikasjon	TCP/IP 100 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-TX ethernet-kontakt, Modbus-TCP & ethernet/IP-adapter, Profinet
Programmering	PolyScope grafisk brukergrensesnitt på 12berøringsskjerm
Støy	72 dB(A)
IP-klassifisering	IP54
Renromklassifisering	Robotarm: ISO-klasse 5 Kontrollboks: ISO-klasse 6
Strømforbruk	Ca. 200 W bruker et typisk program
Samarbeidende operasjon	15 avanserte sikkerhetsfunksjoner. I overensstemmelse med: EN ISO 13849-1:2008, PLd og EN ISO 10218-1:2011, klausul 5.10.5
Materialer	Aluminium, PP-plast
Temperatur	Roboten kan jobbe i et temperaturområde på 0-50 °C
Strømforsyning	100-240 VAC, 50-60 Hz
Kabling	Kabel mellom robot og kontrollboks (6 m / 236 in) Kabel mellom berøringsskjerm og kontrollboks (4.5 m / 177 in)

E Safety Functions Tables

E.1 Table 1

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

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
SF0	Internal	Emergency Stop 1, 2, 3, 4 <i>There are two Emergency Stop safety functions</i>	Pressing Estop on the Teach Pendant ¹ or the External Estop (if using the Estop Safety Input configured for Estop) results in both a Cat 0 & a Cat 1 stop according to IEC 60204-1 (NFPA79) ³ . These are SF0 and SF1, respectively. • SF0: 524ms timer setting in each safety controller's microprocessor. At the end of the 524ms, Cat 0 stop³ (IEC 60204-1) is initiated by each microprocessor. • SF1: Command¹ all joints and power to stop. This is a Cat 1 stop³ per IEC 60204-1. • The stopping times⁴ of the SF0 and SF1 Estop safety functions differ. • SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3 which stops power immediately with a worst-case scenario stopping time of 1250ms, even if all joint monitoring failed at the same time and the robot is at maximum speed after 524ms. • SF1 has a safety rating of PLd Cat2 (see page 6) with a maximum stop time of 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for more information. The stop time can be reduced by the application's safety limit (SF3, 4, 6, 7, 8, 9) settings and the stop times provided in the User Manual.	Robot Arm
SF1				
SF2	Logic and outputs INTERNAL	Safeguard Stop (Protective Stop)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which initiates a Cat 2 stop ³ per IEC 60204-1. <i>For the safety rating of the completely integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of SF2. If a PLd Cat3 stop is needed for protective devices, connect the protective device and configure the input as if it were an external Estop input (See SF0).</i>	Robot Arm
SF3	Internal	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Exceeding the Joint Position limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). Each joint can have its own limit. <i>Limits the set of allowed Joint Positions that the joints can move to. It is set directly in the safety setup part of the UI where you can enter values. It is a means of safety-rated soft axis limiting and space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.</i>	Joint (each)
SF4	Internal	Joint Speed Limit	Exceeding a Joint Speed limit results in a Cat 0 stop ⁵ per IEC 60204-1. Each joint can have its own limit.	Joint (each)

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

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

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

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

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

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

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

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
			Limits the set of allowed Joint Speeds. It is in the Teach Pendant's safety setup where you can enter values. It can be used to limit fast joint movements, for instance to limit risks related to singularities.	
SF5	Internal	Joint Torque Limit	Exceeding the joint torque limit results in a Cat 0 stop ⁵ (per IEC 60204-1). This is not accessible to the user as it is a factory setting, part of the force limiting safety function.	Joint (each)
SF6	Internal	TCP Pose Limit	Monitors the TCP position and orientation. Any violation of a safety plane or TCP Pose Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). This safety function consists of two parts: (1) The safety planes which limit the possible TCP positions by providing TCP inclusion/exclusion zones, and (2) The TCP orientation limit, which has an allowed direction and a tolerance. When a limit (plane or TCP pose) is violated, a Cat 0 stop is initiated.	TCP
SF7	Internal	TCP Speed Limit	Exceeding the TCP speed limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1).	TCP
SF8	Internal	TCP Force Limit	Exceeding the TCP force limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). Limits the external clamping force exerted by the robot. See also Joint Torque Limit (SF5).	TCP
SF9	Internal	Momentum Limit	Exceeding the Momentum Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). The Momentum Limit is useful for limiting transient impacts and affects the entire robot arm.	Robot Arm
SF10	Internal	Power Limit	Exceeding the Power Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot. This affects the current to, and the speed of, the robot arm. This function dynamically limits the current/torque but maintain the speed.	Robot Arm
SF11	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Estop Output	When configured for Estop output and there is an Estop condition (see SF1), the dual outputs are LOW. If there is no Estop condition, dual outputs are HIGH. Pulses are not used but are tolerated. For the integrated functional safety rating with an external Estop device, add the PFHd of the UR Estop function (SF0 or SF1) to the PFHd of the external logic (if any) and its components (e.g. Estop pushbutton). ⁶	External connection to logic &/or equipment
SF12	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving, the dual Digital Outputs are LOW. Outputs are HIGH when the robot is not moving. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF13	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (i.e., in the process of stopping or in a stand-still condition) the dual Digital Outputs are HIGH. When outputs are LOW, robot is NOT in the process or stopping and NOT in a stand-still condition. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF14	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is in Reduced Mode , the dual Digital Outputs are LOW. See Robot Reduced Mode below. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF15	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not Reduced Mode:	Whenever the robot is NOT in Reduced Mode, the dual Digital Outputs are LOW. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment

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

E.1 Table 1

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
		Digital Output		
Robot Reduced Mode	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Reduced Mode Input	Reduced Mode is initiated by a safety plane/boundary (starting at 2cm of the plane) or by use of an input to initiate (will achieve reduced settings within 500ms). When the external connections are LOW, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL Reduced Mode limits are ACTIVE. <i>Reduced Mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: SF3 Joint Position, SF4 Joint Speed, SF6 TCP pose limit, SF7 TCP speed, SF8 TCP force, SF9 Momentum, and SF10 power.</i>	Robot Arm
Safeguard Reset	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Safeguard Reset Input	When configured for Safeguard Reset and the external connections transition from LOW to HIGH, the safeguard stop RESETS. Safety input to initiate a reset of safeguard stop safety function SF2.	Robot
Enabling Device	External Enabling Device as input to UR Robot logic	Three- Position Enabling Device INPUT	When the external Enabling Device connections are LOW, a Safeguard Stop (SF2) is initiated. Recommendation: Use with a mode switch as a safety input. If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the Teach Pendant. If the Teach Pendant is in Run Mode—the enabling device will not be active. Programming Mode—the enabling device will be active. Password protection is available to change modes.	Robot
Mode Selection	External Mode Switch using dual Inputs (1 through 4) and internal logic	Mode Switch INPUT	When the external connections are LOW, Operation Mode (running) is in effect. When HIGH, it is Programming or Teach Mode. Must be used with an Enabling Device as a safety input. When in Teach/Program Mode, the switch inputs are HIGH, and enabling device is required. When in Teach/Program Mode, the TCP Speed is limited to 250mm/s. The speed can be increased using the Teach Pendant “speed-slider,” but upon activating the enabling device, the speed limit resets to 250mm/s.	Robot

E.2 Table 2

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

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1 ⁹	IEC 61800-5-2 Stop: power to switching devices retained for Category 2 Stop	PL	Cat	PFHd UR 3/5/10
SF0	Emergency Stop ^{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14} <i>There are two separate Emergency Stop safety functions: SF0 and SF1</i>	No	Cat 1 Stop 524ms time-delay before Cat 0 Stop is initiated	NA	d	3	4.38E-8 See ¹⁰
SF1	Emergency Stop ^{11, 13, 14} <i>There are two safety functions: SF0 & SF1</i>	No	Cat 1 Stop when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	SS1 ¹⁵ when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	d	2	3.16E-07 See ¹⁰
SF2	Safeguard Stop (Protective Stop)	No	Cat 2	SS2 ¹⁶	d	2	3.15E-07

⁷ All safety functions are individual safety functions.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

E.2 Table 2

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

NOTES:

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

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

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

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

SF2 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a reliable (see functional safety information) and realistic maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for specific information. The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9, 10) settings and the use of the stop time information provided in the manual.

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

Communications and Safety Functions:

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

Del II

Brukerveiledning til PolyScope

10 Sikkerhetskonnfigurasjon

10.1 Innledning

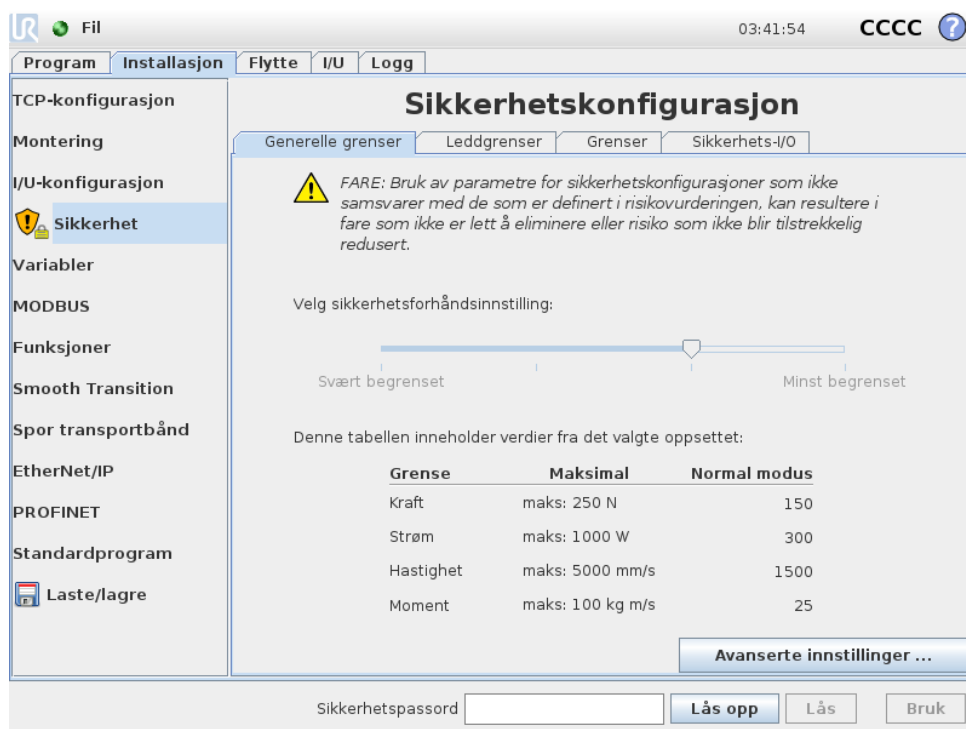
Roboten er utstyrt med et avansert sikkerhetssystem. Avhengig av de spesielle egenskapene til arbeidsplassen, må innstillingene for sikkerhetssystemet konfigureres til å garantere sikkerheten til alt personale og utstyr rundt roboten. Å bruke innstillingene definert av risikovurdering er det første en integrerer må gjøre. For detaljer om sikkerhetssystemet, se Maskinvareinstallasjonshåndbok.



FARE:

1. Bruk og konfigurasjon av sikkerhetsfunksjoner og -brugerflater må gjøres i henhold til risikovurderingen som integrerer utfører for en spesiell robotapplikasjon, se Maskinvareinstallasjonshåndbok.
2. Sikkerhetsinnstillinger for oppsett og opplæring må brukes i henhold til risikovurderingen utført av integrerer og før robotarmen blir slått på for første gang.
3. Alle sikkerhetsinnstillinger tilgjengelige på denne skjermen og dens underkategorier må stilles inn i henhold til risikovurderingen utført av integrerer.
4. Integrerer må sørge for å sikre at alle endringer i sikkerhetsinnstillingene er gjort i henhold til risikovurderingen.
5. Integrerer må hindre at uautoriserte personer endrer på sikkerhetsinnstillingene, f.eks. ved å bruke passordbeskyttelse.

Man kan gå inn på sikkerhetskonnfigurasjon-skjermen fra velkomstscreen (se 11.4) ved å trykke på knappen `programmer robot`, og velge kategorien `installasjon` og trykke på `sikkerhet`. Sikkerhetskonnfigurasjonen er passordbeskyttet, se 10.8.



Sikkerhetsinnstillingene består av en rekke grenseverdier som brukes til å begrense bevegelsene til robotarmen, og sikkerhetsfunksjon-innstillinger for de konfigurerbare inngangene og utgangene. De er definert i de følgende underkategoriene av sikkerhetsskjermen:

- **Generelle grenser**-underkategorien definerer maksimal *kraft*, *strøm*, *hastighet* og *moment* av robotarmen. Når risikoen for å treffe et menneske eller en kollisjon med en del av miljøet er spesielt høy, må disse innstillingene settes til lave verdier. Hvis risikoen er lav, gjør høyere generelle grenser det mulig for roboten å bevege seg raskere og utøve mer kraft på omgivelsene. For ytterligere detaljer, se 10.10.
- **Leddgrenser**-underkategorien består av *leddhastighet* og *leddposisjon*-grenser. *Leddhastighet*-grensene definerer den maksimale vinkelhastigheten av de enkelte leddene og tjener til å begrense hastigheten av robotarmen ytterligere. *Leddposisjon*-grensene definerer tillatt posisjonsområde av de individuelle leddene (i leddplass). For ytterligere detaljer, se 10.11.
- **Grenser**-kategorien definerer sikkerhetsplan (på kartesisk plass) og en verktøyorienteringsgrense for robot-TCP. Sikkerhetsplanene kan konfigureres enten som harde grenser for plasseringen av robot-TCP, eller som utløsere for å aktivere sikkerhetsgrensene til *redusert* modus (se 10.6)). Verktøyorienteringsgrensen setter en hard grense på orienteringen til robot-TCP. For ytterligere detaljer, se 10.12.
- **Sikkerhets I/O**-kategorien definerer sikkerhetsfunksjonene for konfigurerbare innganger og utganger (se 13.2). For eksempel kan *nødstop* konfigureres som en inngang. For ytterligere detaljer, se 10.13.

10.2 Endre sikkerhetskonfigurasjon

Sikkerhetsinnstillingene skal kun forandres i henhold til risikovurderingen utført av integrerer. Anbefalt prosedyre for endring av sikkerhetskonfigurasjon er som følgende:

10.3 Sikkerhetssynkronisering og feil

1. Sørg for at forandringene stemmer i henhold til risikovurderingen som er utført av integrerer.
2. Juster sikkerhetsinnstillingene til et passende nivå, definert av risikovurderingen utført av integrerer.
3. Dobbeltsjekk at sikkerhetsinnstillingene er på plass.
4. Sett følgende tekst i operatørens håndbøker: "Før du jobber i nærheten av roboten må du sørge for at sikkerhetskonnfigurasjonen er som forventet. Dette kan verifiseres ved å f.eks. kontrollere sjekksummen i øvre høyre hjørne til PolyScope (se 10.5 i Brukerveiledning til PolyScope)."

10.3 Sikkerhetssynkronisering og feil

Tilstanden til den anvendte sikkerhetskonnfigurasjonen sammenlignet med hva slags robotinstallasjon GUI har lastet inn, er avbildet av skjold-ikonet ved siden av teksten *Sikkerhet* på venstre side av skjermen. Disse ikonene gir en rask indikator for nåværende tilstand. De er definert under:

-  *Konfigurasjon synkronisert:* Viser at GUI-installasjonen er identisk med den gjeldende anvendte sikkerhetskonnfigurasjonen. Ingen endringer har blitt gjort.
-  *Konfigurasjon endret:* Viser at GUI-installasjonen er forskjellig fra den gjeldende anvendte sikkerhetskonnfigurasjonen.

Når man endrer sikkerhetskonnfigurasjonen, vil skjold-ikonet informere deg om de aktuelle innstillingene har blitt tatt i bruk eller ikke.

Hvis noen av tekstfeltene i *sikkerhet*-fanen inneholder ugyldige angivelser, er sikkerhetskonnfigurasjonen i en feiltilstand. Dette indikere på flere måter:

1. Et rødt feilikon vises ved siden av teksten *Sikkerhet* på venstre side av skjermen.
2. Underkategorien(e) med feil er merket med et rødt feilikon på toppen.
3. Tekstfeltet inneholder feil som er markert med en rød bakgrunn.

Når det finnes feil og man prøver å navigere bort fra *installasjon*-kategorien, dukker en dialog opp med følgende alternativer:

1. Løs problemet/problemene slik at alle feil har blitt fjernet. Dette vil være synlig når det røde feilikonet ikke lenger vises ved siden av teksten *Sikkerhet* på venstre side av skjermen.
2. Tilbakestill til den forrige anvendte sikkerhetskonnfigurasjonen. Dette vil se bort fra alle endringer og la deg fortsette til ønsket destinasjon.

Hvis det ikke finnes noen feil og man prøver å navigere bort, dukker en annen dialog opp med følgende alternativer:

1. Anvend endringer og start systemet på nytt. Dette vil anvende endringene i sikkerhetskonnfigurasjonen på systemet og starte på nytt. Merk: Dette innebærer ikke at noen endringer har blitt lagret; driftstans av roboten på dette punktet vil miste alle endringer til robotens installasjon, inkludert sikkerhetskonnfigurasjonen.
2. Tilbakestill til den forrige anvendte sikkerhetskonnfigurasjonen. Dette vil se bort fra alle endringer og la deg fortsette til ønsket valgt destinasjon.

10.4 Toleranser

Robotarmen bruker innebygde toleranser som hindrer sikkerhetsbrudd. En sikkerhetstoleranse er forskjellen mellom en sikkerhetsgrense og en maksimal driftsverdi. For eksempel, den generelle hastighetstoleransen er -150mm/s . Dette betyr at om brukeren konfigurerer en hastighetsgrense på 250mm/s , vil maksimal driftsverdi være $250 - 150 = 100\text{mm/s}$. Sikkerhetstoleranser hindrer sikkerhetsbrudd mens de tillater svingninger i programadferd. For eksempel, når man håndterer en tung nyttelast, kan det oppstå situasjoner hvor *robotarmen* i et kort øyeblikk må operere over normal maksimal driftshastighet for å kunne følge en programmert bane. Et eksempel på dette er vist i figuren 10.1.



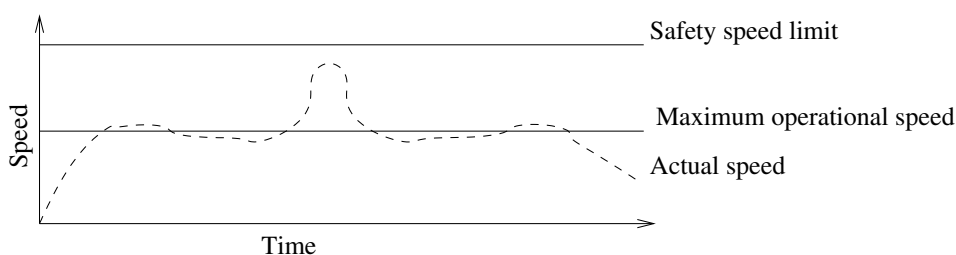
ADVARSEL:

En risikovurdering er alltid nødvendig ved å bruke grenseverdiene uten toleranser.



ADVARSEL:

Toleranser er spesifikke til programvarens versjon. Oppdatering av programvare kan endre toleransene. Konsulter versjonsmerkene for endringer mellom versjonene.



Figur 10.1: Eksempel på sikkerhetstoleranse.

10.5 Sikkerhetssjekksum

Teksten i øvre høyre hjørne av skjermen gir en kort fremstilling av sikkerhetskonfigurasjonen som for tiden brukes av roboten. Når teksten endres, tilsier dette at gjeldende sikkerhetskonfigurasjon har endret seg også. Ved å klikke på sjekksummen viser den detaljer om den gjeldende aktive sikkerhetskonfigurasjonen.

10.6 Sikkerhetsmodi

Under normale forhold (f.eks. når ingen beskyttende stopp er i bruk), fungerer sikkerhetssystemet i en av de følgende *sikkerhetsmodiene*, hver med et tilknyttet sett med sikkerhetsgrenser:

Normal modus: Sikkerhetsmodusen som er aktiv ved standard;

Redusert modus: Aktiv når robot-TCP er posisjonert utover et *Trigger redusert modus-plan* (se 10.12), eller når det utløses av en konfigurert inngang (se 10.13).

Gjenoppsettmodus: Når robotarmen er i strid med én av de andre modiene (f.eks. *normal* eller *redusert* modus) og et kategori 0-stopp har oppstått,¹ starter robotarmen opp i **gjenoppsettmodus**. Denne modusen lar roboten bevege seg sakte bakover til det tillatte området ved hjelp av **Flyttekategorien** eller **Freedrive**. Det er ikke mulig å kjøre programmer for roboten i denne modusen.

**ADVARSEL:**

Vær oppmerksom på at grensene for *leddposisjon*, *TCP-posisjon* og *TCP-orientering* er deaktivert i *gjenoppsettmodus*, så vær forsiktig når du flytter robotarmen tilbake innenfor grensene.

Underkategoriene til sikkerhetskonnfigurasjon-skjermen lar brukeren definere separate sett av sikkerhetsgrenser for *normal* og *redusert* modus. *Redusert* modus er grensene for hastigheten på verktøy, ledd og moment pålagt å være mer restriktive enn sine *normal* modusmotstykker.

Når en sikkerhetsgrense fra den aktive grensen brytes, utfører robotarmen et kategori 0-stopp. Hvis en aktiv sikkerhetsgrense, slik som en leddposisjonsgrense eller en sikkerhetsgrense, brytes når robotarmen er slått på, starter den opp i *gjenoppsettmodus*. Dette gjør det mulig å flytte robotarmen tilbake innenfor sikkerhetsgrensene. Bevegelsen til robotarmen er begrenset av en fast satt grense, som brukeren ikke kan definere, når den er i *gjenoppsettmodus*. For detaljer om grensene til *gjenoppsettmodus*, se Maskinvareinstallasjonshåndbok.

10.7 Freedrive-modus

Når du er i *Freedrive*-modus (se 13.1.5) og bevegelse av robotarmen kommer nær visse grenser, vil brukeren føle en frastøtende kraft. Denne kraften genereres for grenser på posisjon, orientering og hastighet av robot-TCP og posisjonen og hastigheten av leddene.

Hensikten med denne frastøtende kraften er å informere brukeren om at den gjeldende posisjonen eller hastigheten er nær en grense, og for å hindre at roboten bryter den grensen. Men, hvis det påføres nok kraft av brukeren til robotarmen, kan grensen bli krenket. Størrelsen av kraften øker når robotarmen kommer nærmere grensen.

10.7.1 Tilbakekjøring

I *Freedrive*-modus kan robotleddene beveges med relativt lite kraft fordi bremsene ikke er på. Når bremsene slippes under initialisering av robotarmen, kan det oppstå små vibrasjoner. I noen situasjoner, som når roboten er nær ved å kolliderer, kan slike vibrasjoner være uønsket og *Backdrive*-funksjonen kan brukes til å tvinge spesifikke ledd inn i ønsket posisjon uten å slippe alle bremsene i robotarmen.

Slik aktiverer du *Backdrive*:

1. Trykk på PÅ for å slå på strømmen til leddene. Robotens tilstand er stilt inn til "Idle". **Ikke** slipp bremsene (altså, ikke trykk på START).
2. Trykk på og hold inne *Freedrive*-knappen. Robotens tilstand endres til "Backdrive".
3. Bremsene slippes kun i leddene hvor betydelig trykk blir tilført, så lenge *Freedrive*-knappen er trykket ned. Roboten vil føles tung å bevege når du bruker *Backdrive*.

¹i henhold til IEC 60204-1, se ordliste for mer detaljer.

10.8 Passordbeskyttelse

Alle innstillingene på denne skjermen er låst til det riktige sikkerhetspassordet (se 15.3) blir skrevet inn i det hvite tekstfeltet i bunnen av skjermen og **Lås opp**-knappen trykkes inn. Skjermen kan låses igjen ved å klikke på **Lås**-knappen. Fanen **Sikkerhet** låses automatisk når du navigerer bort fra sikkerhetskonnfigurasjon-skjermbildet. Et rødt feilikon vises ved siden av teksten **Sikkerhet** på venstre side av skjermen når innstillingene er låst. Et lås opp-ikon vises når innstillingene er låst opp.



MERK:

Vær oppmerksom på at robotarmen slås av når skjermen for sikkerhetskonnfigurasjon låses opp.

10.9 Bruk

Når man låser opp sikkerhetskonnfigurasjonen, slås robotarmen av mens endringene blir gjort. Robotarmen kan ikke slås på til endringene har blitt anvendt eller tilbakestilt, og en manuell start utføres fra initialiseringsskjermen.

Alle endringer fra sikkerhetskonnfigurasjonen må anvendes eller tilbakestilles før du navigerer bort fra installasjon-kategorien. Disse endringene trer *ikke* i kraft før **Bruk**-knappen trykkes inn og det har blitt bekreftet. Bekreftelse krever visuell inspeksjon av endringene som er gitt til robotarmen. For sikkerhetsgrunner gjengis informasjonen som vises i SI-enheter. Et eksempel på bekreftelsesdialogen vises under.

Bekreftelse av anvendt sikkerhetskonnfigurasjon

Generelle grenser

Leddgrenser

Grenser

Sikkerhets-I/O

Diverse

Grense	Normal modus	Redusert modus
Kraft	150,00	120,00 N
Strøm	300,00	200,00 W
Hastighet	1,50	0,75 m/s
Moment	25,00	10,00 kg m/s

Bekreft sikkerhetskonnfigurasjon

Avslå

Videre vil endringene ved bekreftelse lagres automatisk som en del av den gjeldende robotinstallasjonen. Se 13.5 for ytterligere informasjon om lagring av robotinstallasjonen.

10.10 Generelle grenser

De generelle sikkerhetsgrensene tjener til å begrense den lineære hastigheten av robot-TCP, så vel som kraften den kan utøve på miljøet. De er sammensatt av følgende verdier:

Kraft: En grense for den maksimale kraften som robot-TCP utøver på miljøet.

Strøm: En grense for den maksimale mekaniske arbeidet som produseres av roboten på miljøet, tatt i betraktning at nyttelasten er en del av roboten, og ikke av miljøet.

Hastighet: En grense for den maksimale lineære hastigheten til robot-TCP.

Moment: En grense for maksimalt moment på robotarmen.

Det er to tilgjengelige midler for å konfigurere de generelle sikkerhetsgrensene innenfor installasjonen, *Grunninnstillinger* og *Avanserte innstillinger* som er nærmere beskrevet nedenfor.

Å definere de generelle sikkerhetsgrensene definerer kun grensene for verktøyet, ikke de generelle grensene til robotarmen. Dette betyr at selv om en hastighetsgrense er spesifisert, garanterer det *ikke* at andre deler av robotarmen vil følge de samme begrensningene.

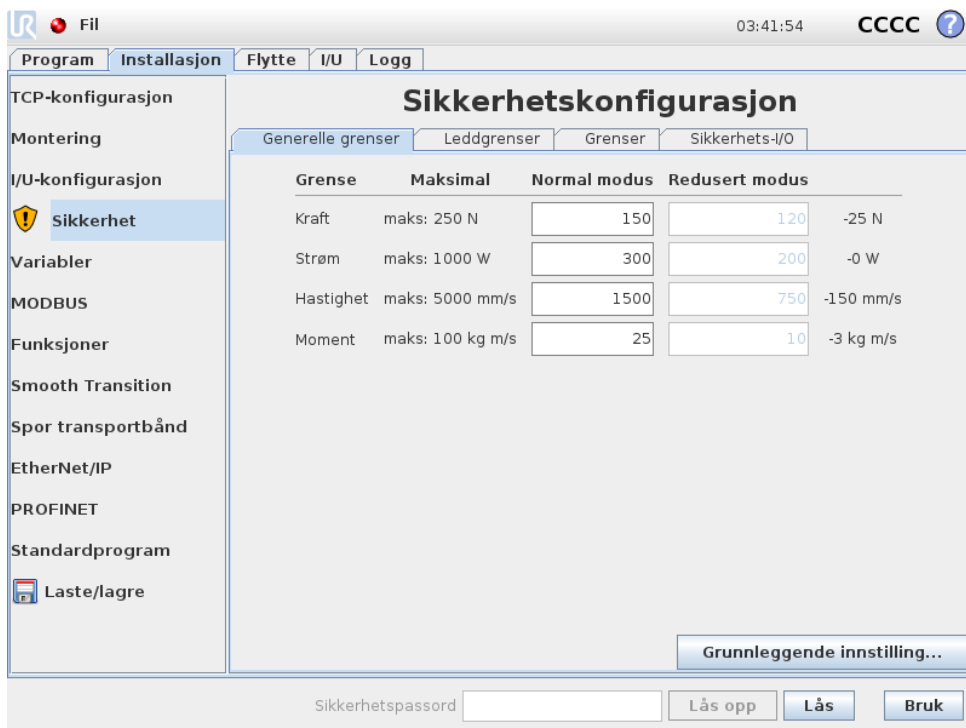
Når du er i *Freedrive*-modus (se 13.1.5), og den gjeldende hastigheten av robot-TCP er nær *hastighets*-grensen, vil brukeren føle en frastøtende kraft som øker i omfang jo nærmere hastigheten kommer til grensen. Kraften genereres når gjeldende hastighet er innenfor ca. 250 mm/s av grensen.

Grunnleggende innstillinger Underpanelet for de innledende generelle grensene, som vises som standard skjerm, har en glidebryter med følgende fire forhåndsdefinerte sett med verdier for kraft-, effekt-, fart- og bevegelsesmengde-begrensninger i både *normal* og *redusert* modus:

De spesifikke settene av verdier vises i GUI-en. Predefinert sett med verdier er kun forslag og skal ikke erstatte korrekte evalueringsprosesser for risiko.

Bytte til avanserte innstillinger Dersom *ingen* av de forhåndsdefinerte settene med verdier er tilfredsstillende, kan *Avanserte innstillinger ...*-knappen trykkes for å gå inn i avanserte generelle grenser-skjermen.

Avanserte innstillinger



Grense	Maksimal	Normal modus	Redusert modus	
Kraft	maks: 250 N	150	120	-25 N
Strøm	maks: 1000 W	300	200	-0 W
Hastighet	maks: 5000 mm/s	1500	750	-150 mm/s
Moment	maks: 100 kg m/s	25	10	-3 kg m/s

Her kan hver av de generelle begrensningene som er beskrevet i 10.10 endres uavhengig av de andre. Dette gjøres ved å trykke på det tilhørende tekstfeltet og skrive inn den nye verdien. Den høyeste aksepterte verdien for hver av grensene er oppført i kolonnen med tittelen *Maksimal*. Kraftgrensen kan bli satt til en verdi mellom 100 N og 250 N, og effektgrensen kan bli satt til en verdi mellom 80 W og 1000 W.

Merk: Feltene for grensene i *redusert* modus er deaktivert når verken et sikkerhetsplan eller en konfigurerbar inngang er satt til å utløse den (se 10.12 og 10.13 for mer informasjon). Videre må *hastighet* og *moment*-grensene i *redusert* modus ikke være høyere enn de tilsvarende i *normal* modus.

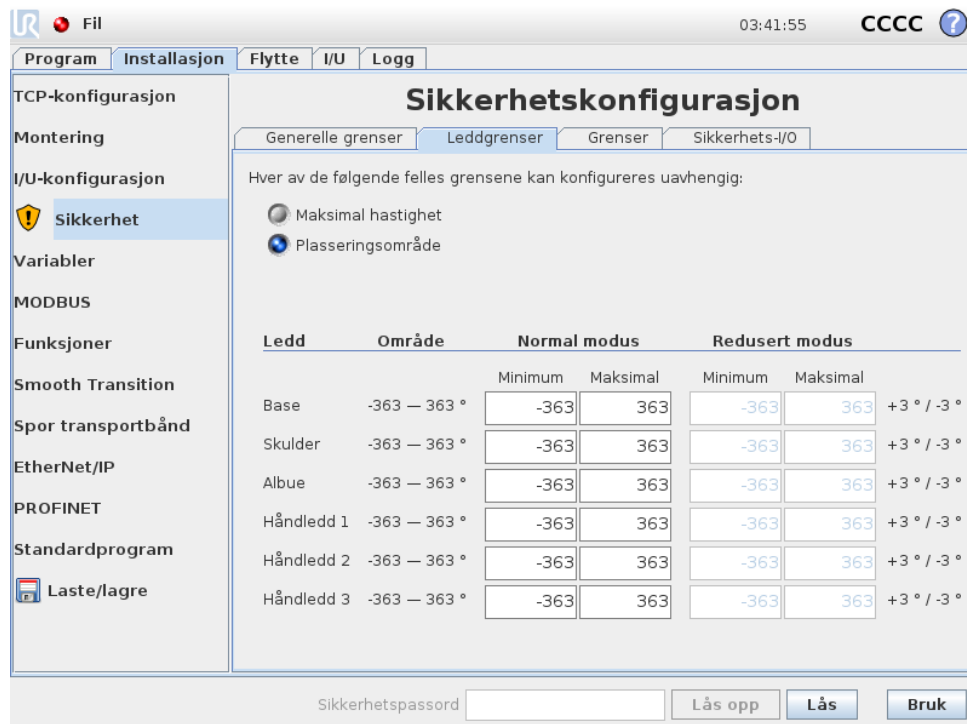
Toleransen og enheten for hver grense er oppført på slutten av rekken som korresponderer med den. Når et program kjører, justeres hastigheten til robotarmen automatisk for å ikke overskride noen av de angitte verdiene minus toleransen (se 10.4). Vær oppmerksom på at minustegnet som vises med toleranseverdien kun er der for å indikere at toleransen er trukket fra den faktiske angitte verdien. Hvis robotarmen skulle overskride grensen (uten toleranse), utfører sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.


ADVARSEL:

Hastighetsgrensen er kun pålagt robot-TCP, slik at andre deler av robotarmen kan bevege seg raskere enn den definerte verdien.

Bytte til grunnleggende innstillinger Å trykke på *Grunnleggende innstillinger ...*-knappen bytter tilbake til skjermbildet for grunnleggende generelle grenser og alle de generelle grensene blir tilbakestilt til *standard*innstillingene. Skulle dette føre at noen egendefinerte verdier går tapt, vises en pop-up-dialogboks for å bekrefte handlingen.

10.11 Leddgrenser



Leddgrensene begrenser bevegelsen av de enkelte leddene i leddrommet, det vil si at de ikke refererer til kartesisk plass, men heller til den indre (rotasjon) posisjonen i leddene, og deres rotasjonshastighet. Radioknappene i den øvre delen av underpanelet gjør det mulig å uavhengig konfigurere maksimal hastighet og plasseringsområde for leddene.

Når du er i *Freedrive*-modus (se 13.1.5), og den gjeldende hastigheten eller posisjonen av et ledd er nær grensen, vil brukeren føle en frastøtende kraft som øker i omfang jo nærmere leddet kommer til grensen. Kraften som genereres når leddhastigheten er innenfor omtrent 20°/s av hastighetsgrensen eller leddposisjonen er innenfor omtrent 8° for leddgrensen.

Maksimal hastighet Dette alternativet definerer den maksimale vinkelhastigheten for hvert ledd. Dette gjøres ved å trykke på det tilhørende tekstfeltet og skrive inn den nye verdien. Den høyeste aksepterte verdien er oppført i kolonnen med tittelen *Maksimal*. Ingen av verdiene kan settes under toleranseverdien.

Legg merke til at feltene for grensene i *redusert* modus er deaktivert når verken et sikkerhetsplan eller en konfigurerbar inngang er satt til å utløse den (se 10.12 og 10.13 for mer informasjon). Videre må grensene for *redusert* modus ikke være høyere enn de tilsvarende i *normal* modus.

Toleransen og enheten for hver grense er oppført på slutten av rekken som korresponderer med den. Når et program kjører, justeres hastigheten til robotarmen automatisk for å ikke overskride noen av de angitte verdiene minus toleransen (se 10.4). Vær oppmerksom på at minustegnet som vises med hver toleranseverdi kun er der for å indikere at toleransen er trukket fra den faktiske angitte verdien. Hvis vinkelhastigheten til noen ledd allikevel skulle overskride den angitte verdien (uten toleranse), utfører sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

Plasseringsområde Denne skjermen definerer plasseringsområdet for hvert ledd. Dette gjøres ved å trykke på tilsvarende tekstfelt og legge inn nye verdier for de nedre og øvre leddposisjons-grensene. Det innlagte intervallet må falle innenfor de verdiene som er oppført i kolonne med tittelen *Område* og den nedre grensen kan ikke overstige øvre grense.

Merk: Feltene for grensene i *redusert* modus er deaktivert når verken et sikkerhetsplan eller en konfigurerbar inngang er satt til å utløse den (se 10.12 og 10.13 for mer informasjon).

Toleransen og enheten for hver grense er oppført på slutten av rekken som korresponderer med den. Den første toleranseverdien gjelder minsteverdien og den andre gjelder den maksimale verdien. Programkjøring avbrytes når posisjonen til et ledd er i ferd med å overskride spennet som et resultat av å ha lagt til den første toleransen til den angitte minsteverdien og trukket fra den andre toleransen fra den angitte maksimale verdien, hvis det fortsetter å bevege seg langs den anslåtte banen. Vær oppmerksom på at minustegnet som vises med toleranseverdien kun er der for å indikere at toleransen er trukket fra den faktiske angitte verdien. Hvis leddposisjonen allikevel skulle overskride den angitte kategorien, utfører sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

10.12 Grenser

I denne kategorien kan du konfigurere endegrenser som består av sikkerhetsplan og en grense på maksimalt tillatt avvik på robotverktøyets orientering. Det er også mulig å definere planer som utløser en overgang til *redusert* modus.

Sikkerhetsplanene kan brukes til å begrense det tillatte arbeidsområdet av roboten ved å håndheve at robot-TCP holder seg på riktig side av de definerte planene og ikke passere gjennom dem. Opptil åtte sikkerhetsplan kan konfigureres. Begrensningen for orientering av verktøyet kan benyttes til å sikre at robotverktøyets orientering ikke avviker mer enn en viss spesifikk mengde fra en ønsket orientering.



ADVARSEL:

Definering av sikkerhetsplan definerer kun en grense for TCP og ikke den totale grensen for robotarmen. Dette betyr at selv om et sikkerhetsplan er spesifisert, garanterer det *ikke* at andre deler av robotarmen vil følge de samme begrensningene.

Konfigurasjonen av hver endegrense er basert på en av funksjonene som er angitt i gjeldende robotinstallasjon (se 13.12).



MERK:

Det anbefales sterkt at du oppretter alle funksjonen som behøves for konfigurasjonen av alle ønskede sluttgrenser og tilordner dem passende navn før du endrer sikkerhetskonnfigurasjonen. Vær oppmerksom på at siden robotarmen er slått av med en gang *sikkerhet*-kategorien har blitt låst opp, vil ikke *verktøy*-funksjonen (som inneholder den gjeldende plasseringen og orienteringen av robot-TCP) samt *Frikjørings*-modus (se 13.1.5) være tilgjengelige.

Når du er i *Feedrive*-modus (se 13.1.5), og den aktuelle posisjonen til robot-TCP er nær et sikkerhetsplan, eller avviket av orienteringen til robotverktøyet fra ønsket orientering er nær det

10.12 Grenser

angitte maksimale avviket, vil brukeren føle en frastøtende kraft som øker i omfang som TCP nærmer seg grensen. Kraften genereres når TCP er innenfor omtrent 5 cm av et sikkerhetsplan, eller avviket av orienteringen til verktøyet er omtrent 3° fra det spesifiserte maksimumsavviket.

Når et plan er definert som et *Trigger redusert modus*-plan og TCP går utover den, går sikkerhetssystemet over i *redusert* modus som bruker sikkerhetsinnstillingene for *redusert* modus. Utløserplanene følger de samme reglene som vanlige sikkerhetsplan med unntak av at de tillater robotarmen å passere gjennom dem.

10.12.1 Å velge en grense til å konfigurere

Sikkerhetsgrenser-panelet på venstre side av kategorien brukes til å velge en endegrense som skal konfigureres.

For å sette opp et sikkerhetsplan, klikk på en av de åtte øverste oppføringene i panelet. Hvis det valgte sikkerhetsplanet er konfigurert, er den tilsvarende 3D-representasjonen av planet uthevet i 3D-visningen (se 10.12.2) til høyre for dette panelet. Sikkerhetsplanet kan settes opp i delen *Sikkerhetsplan egenskaper* (se 10.12.3) på bunnen av kategorien.

Klikk på *Verktøygrense*-oppføringen for å konfigurere orienteringsendegrense for robotverktøyet. Konfigurasjonen av grensen kan spesifiseres i delen *Verktøygrense-egenskaper* (se 10.12.4) på bunnen av kategorien.

Klikk på  /  -knappen for å veksle 3D-visualisering av endegrense på / av. Hvis en endegrense er aktiv, angis *sikkerhetsmodus* (se 10.12.3 og 10.12.4) av ett av de følgende ikonene  /  / .

10.12.2 3D-visualisering

3D-visningen viser de konfigurerte sikkerhetsplanene og orienteringsendegrense for robotverktøyet sammen med den aktuelle posisjonen til robotarmen. Alle konfigurerte grenseoppføringer der synlighetsveksling er valgt (dvs. viser  -ikonet) i *Sikkerhetsgrenser*-delen vises sammen med gjeldende valgt endegrense.

De (aktive) sikkerhetsplanene er vist i gult og svart med en liten pil som representerer planet normalt, noe som indikerer den siden av planet som robot-TCP er tillatt å bli posisjoneres på. Utløserplan vises i blått og grønt. En liten pil viser siden av planet som *ikke* utløser overgangen til *redusert* modus. Hvis et sikkerhetsplan er valgt i panelet på venstre side av kategorien, er den tilsvarende 3D-representasjonen uthevet.

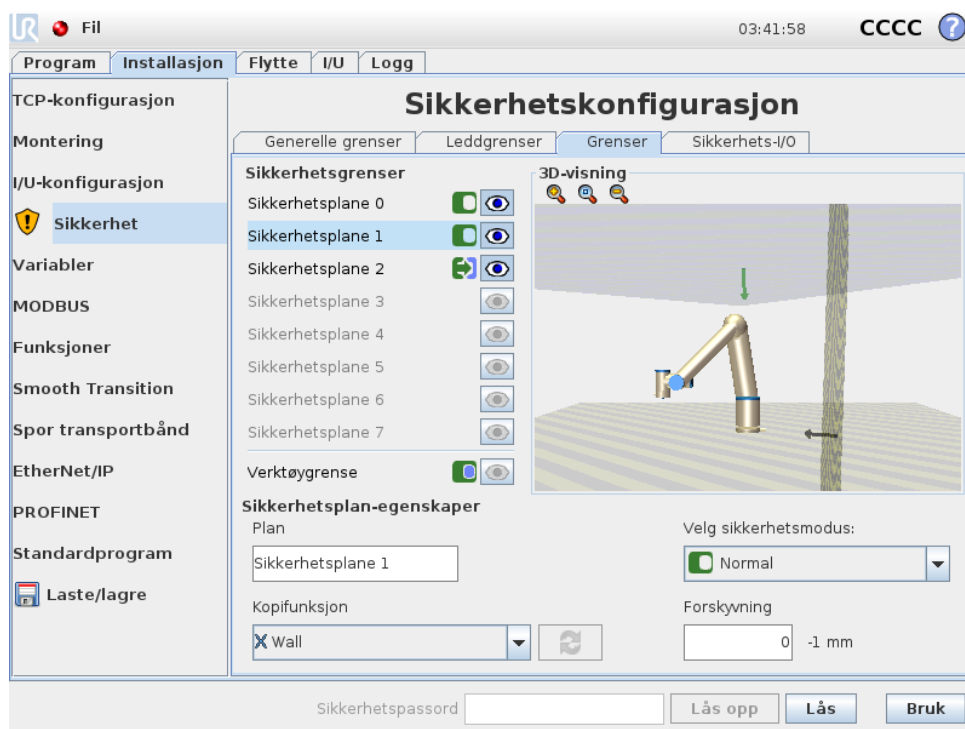
Verktøyets orienteringsendegrense visualiseres ved hjelp av en sfærisk kjegle sammen med en vektor som angir den aktuelle retningen til robotverktøyet. På innsiden av kjeglen representerer den tillatte det området for verktøyets orientering (vektor).

Når et plan eller en verktøy orienteringsendegrense er konfigurert, men ikke aktiv, er visualiseringen grå.

Trykk på forstørrelsesglass-ikonene for å zoome inn/ut, eller dra en finger over for å endre visningen.

10.12.3 Sikkerhetsplan-konfigurasjon

Sikkerhetsplan egenskaper-delen nederst i kategorien definerer konfigurasjon av det valgte sikkerhetsplanet i *Sikkerhetsgrenser*-panelet i øvre venstre delen av fanen.



Navn Tekstfeltet navn lar brukeren tilordne et navn til det valgte sikkerhetsplanet. Endre navnet ved å trykke på tekstfeltet og skrive inn et nytt navn.

Kopifunksjon Posisjonen og normalen på sikkerhetsplanet angis ved hjelp av en funksjon (se 13.12) fra den aktuelle robotinstallasjonen. Bruk nedtrekksmenyen i nedre venstre del av Sikkerhetsplan egenskaper for å velge en funksjon. Bare punkt- og plantype-funksjonene er tilgjengelige. Å velge <Undefined>-elementet fjerner konfigurasjonen i planet.

Z-aksen av den valgte funksjon vil peke på underkjent-området og planet normalt vil peke i motsatt retning, bortsett fra når Base-funksjonen er valgt, i hvilket tilfelle planet normalt vil peke i samme retning. Hvis planet er konfigurert som et *trigger redusert modus*-plan (se 10.12.3), indikerer planet normalt den siden av planet som *ikke* utløser overgang til *redusert* modus.

Det bør bemerkes at når sikkerhetsplanet har blitt konfigurert ved å velge en funksjon, er posisjonsinformasjonen bare *kopiert* til sikkerhetsplanet; planet blir *ikke* knyttet til den funksjonen. Dette betyr at hvis det er endringer i posisjonen eller orienteringen av en funksjon som er brukt til å konfigurere et sikkerhetsplan, blir ikke sikkerhetsplanet oppdatert automatisk. Hvis funksjonen har endret seg, angis dette med et  ikon plassert over funksjonsvelgeren. Klikk på  -knappen ved siden av velgeren for å oppdatere sikkerhetsplanet med den aktuelle posisjonen og retningen på den funksjonen.  -ikonet vises også dersom den valgte funksjonen har blitt slettet fra installasjonen.

Sikkerhetsmodus Nedtrekksmenyen på høyre side av Sikkerhetsplanegenskaper-panelet brukes for å velge *sikkerhetsmodus* for sikkerhetsplanet, med følgende tilgjengelige modi:

Deaktivert	Sikkerhetsplanet er <i>aldri aktivt</i> .
 Normal	Når sikkerhetssystemet er i <i>normal</i> modus, er et <i>normal</i> modus-plan <i>aktivt</i> og det fungerer som en <i>streng grense</i> på plasseringen av robot-TCP.
 Redusert	Når sikkerhetssystemet er i <i>normal</i> modus, er et <i>normal</i> modus-plan <i>aktivt</i> og det fungerer som en <i>streng grense</i> på plasseringen av robot-TCP.
 Normal & redusert	Når sikkerhetssystemet er i enten <i>normal</i> eller <i>redusert</i> modus, er et <i>normal & redusert</i> modus-plan <i>aktivt</i> og det fungerer som en <i>streng grense</i> på plasseringen av robot-TCP.
 Utløser redusert modus	Når sikkerhetssystemet er i enten <i>normal</i> eller <i>redusert</i> modus, er et <i>trigger redusert modus-plan</i> <i>aktivt</i> og det får sikkerhetssystemet til å endre til <i>redusert</i> modus så lenge robot-TCP er plassert utover det.

Den valgte *sikkerhetsmodusen* indikeres med et ikon i den tilsvarende oppføringen i Sikkerhetsgrenser-panelet. Hvis *sikkerhetsmodus* er satt til *Deaktivert*, vises det ikke noe ikon.

Forskyvning Når en funksjon er valgt i nedtrekksmenyen i nedre venstre del av Sikkerhetsplan egenskaper-panelet, kan sikkerhetsplanet settes ved å trykke på *Forskyvning*-tekstfeltet i nedre høyre del av dette panelet, og angi en verdi. Å skrive inn en positiv verdi, øker det tillatte arbeidsområdet til roboten ved å bevege planet i motsatt retning av planet normalt, mens en negativ verdi reduserer det tillatte område ved å føre planet i retningen av planet normalt.

Enheten for forskyvning og toleranse for grenseplanet er vist til høyre fra tekstfeltet.

Effekt av *streng grense-planer* Programkjøring avbrytes når TCP-posisjon er i ferd med å krysse et aktivt, strengt grensesikkerhetsplan minus toleranse (se 10.4), hvis det fortsetter å bevege seg langs den anslåtte banen. Vær oppmerksom på at minustegnet som vises med toleranseverdien kun er der for å indikere at toleransen er trukket fra den faktiske angitte verdien. Hvis TCP-posisjon skulle overskride grensen (uten toleranse), utfører sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

Effekt av *trigger redusert modus-planer* Når ikke noe beskyttende stopp er aktivt og sikkerhetssystemet ikke er i den spesielle *gjennopprettingsmodusen* (se 10.6), brukes det enten i *normal* eller *redusert* modus, og bevegelsene til robotarmen begrenses av de respektive grensesettet.

Ved standard er sikkerhetssystemet i *normal* modus. Den går over i *redusert* modus når en av følgende situasjoner oppstår:

- Robot-TCP er plassert utover noen *Trigger redusert modus-planer*, dvs. it det befinner seg på siden av planet som er *på motsatt side av* retningen til den lille pilen i visualiseringen av planet.
- Sikkerhetsinngangsfunksjonen for *redusert modus* er konfigurert og signalene er lave (se 10.13 for flere detaljer).

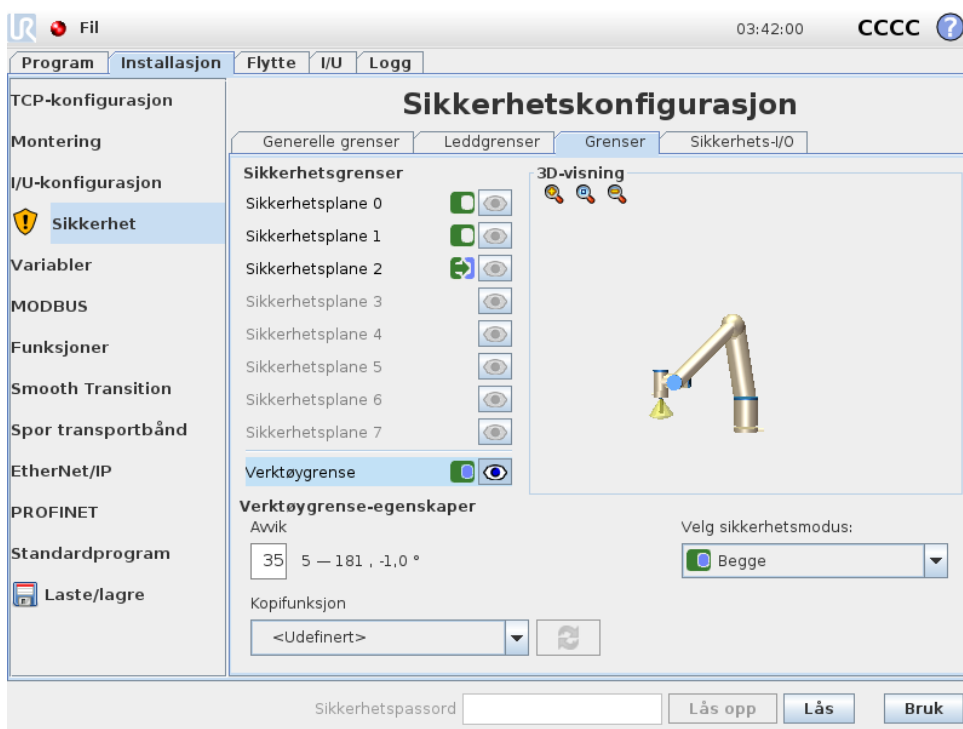
Når ikke noe av det overstående gjelder, går sikkerhetssystemet tilbake til *normal* modus.

Når overgangen fra *redusert* til *normal* modus forårsakes ved å passere gjennom ettrigger *redusert modus*-plan, oppstår en overgang fra grensesettet til *redusert* modus til grensesettet til *normal* modus. Så fort robot-TCP er plassert 20 mm eller nærmere fra *Trigger redusert modus*-planet (men fortsatt på siden for *normal* modus), anvendes de mer ettergivende grensene for *normal* og *redusert* modus for hver grenseverdi. Så fort robot-TCP passerer *Trigger redusert modus*-planet, er ikke grensesettet for *normal* modus lenger aktivt, og grensesettet for *redusert* modus trer i kraft.

Når en overgang fra *redusert* til *normal* modus forårsakes ved å passere gjennom ettrigger *redusert modus*-plan, oppstår en overgang fra grensesettet til *redusert* modus til grensesettet til *normal* modus. Så fort robot-TCP passerer *Trigger redusert modus*-planet (men fortsatt på siden for *normal* modus), anvendes de mer ettergivende grensene for *normal* og *redusert* modus for hver grenseverdi. Så fort robot-TCP er plassert 20 mm eller lengre vekk fra *Trigger redusert modus*-planet (men fortsatt på siden for *normal* modus), er grensesettet for *redusert* modus ikke lenger aktivt og grensesettet for *normal* modus trer i kraft.

Hvis den anslåtte banen tar robot-TCP gjennom et *trigger redusert modus*-plan, vil robotarmen begynne å bremse før den passerer gjennom planet hvis den er i ferd med å overskride leddhastighet, verktøyhastighet eller momentgrensen i det nye grensesettet. Vær oppmerksom på at disse grensene påkreves å være mer begrensende i *redusert* modus grensesett. Slik prematur bremsing kan kun oppstå ved overgang fra *normal* til *redusert* modus.

10.12.4 Verktøygrense-konfigurasjon



Verktøygrense-egenskaper-panelet ved bunnen av kategorien definerer en grense for orienteringen av robotverktøyet sammensatt av en ønsket verktøyorientering, og en verdi for det maksimale tillatte avviket fra denne orienteringen.

Avvik Avvik-tekstfeltet viser verdien for maksimalt tillatt avvik på orienteringen til robot-verktøyet fra den ønskede orienteringen. Endre denne verdien ved å trykke på tekstfeltet og skrive inn den nye verdien.

Det aksepterte verdiområdet, sammen med toleransen og enheten av avviket er oppført ved siden av tekstfeltet.

Kopifunksjon Den ønskede orienteringen på robotverktøyet angis ved hjelp av en funksjon (se 13.12) fra den aktuelle robotinstallasjonen. Z-aksen av den valgte funksjonen vil bli brukt som den ønskede verktøyorienteringsvektoren for denne grensen.

Bruk nedtrekksmenyen i nedre venstre del av Verktøygrense-egenskaper-panelet for å velge en funksjon. Bare punkt- og plantype-funksjonene er tilgjengelige. Å velge <Undefined>-elementet fjerner konfigurasjonen i planet.

Det bør bemerkes at når grensen har blitt konfigurert ved å velge en funksjon, er orienteringsinformasjonen bare *kopiert* til grensen; grensen blir *ikke* knyttet til den funksjonen. Dette betyr at hvis det er endringer i posisjonen og orienteringen av en funksjon som er brukt til å konfigurere en grense, blir ikke grensen oppdatert automatisk. Hvis funksjonen har endret seg, angis dette med et  ikon plassert over funksjonsvelgeren. Klikk på  -knappen ved siden av velgeren for å oppdatere grensen med den gjeldende orienteringen på funksjonen.  -ikonet vises også dersom den valgte funksjonen har blitt slettet fra installasjonen.

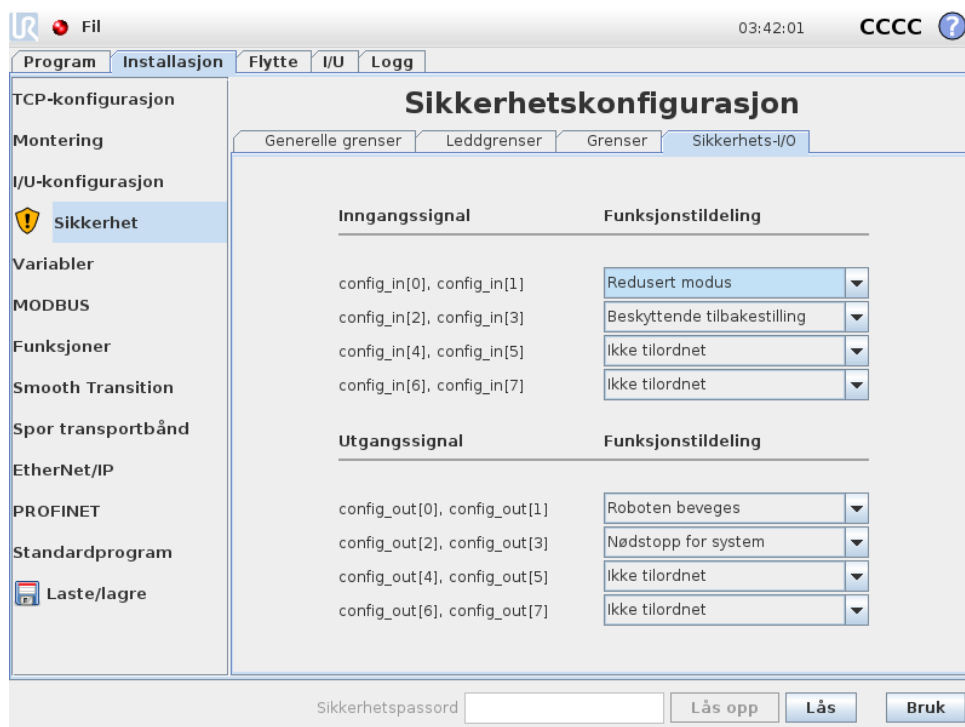
Sikkerhetsmodus Nedtrekksmenyen på høyre side av Verktøygrense-egenskaper-panelet brukes for å velge *sikkerhetsmodus* for verktøyorienteringsgrensen. De tilgjengelige alternativene er:

Deaktivert	Verktøygrensens grense er aldri aktiv.
 Normal	Når sikkerhetssystemet er i <i>normal</i> modus, er verktøygrensens grense aktiv.
 Redusert	Når sikkerhetssystemet er i <i>reduisert</i> modus, er verktøygrensens grense aktiv.
 Normal & redusert	Når sikkerhetssystemet er i enten <i>normal</i> eller <i>reduisert</i> modus, er verktøygrensens grense aktiv.

Den valgte *sikkerhetsmodusen* indikeres med et ikon i den tilsvarende oppføringen i Sikkerhetsgrense-panelet. Hvis *sikkerhetsmodus* er satt til *Deaktivert*, vises det ikke noe ikon.

Effekt Programkjøring avbrytes når avviket til verktøyorienteringen er i ferd med å overskride det angitte maksimale avviket minus toleranse (se 10.4), hvis det fortsetter å bevege seg langs den anslåtte banen. Vær oppmerksom på at minustegnet som vises med toleranseverdien kun er der for å indikere at toleransen er trukket fra den faktiske angitte verdien. Hvis verktøyorienteringen skulle overskride grensen (uten toleranse), utfører sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

10.13 Sikkerhets-I/O



Denne skjermen definerer *sikkerhetsfunksjoner* for konfigurerbare innganger og utganger (I/O-er). I/O-ene er delt mellom innganger og utganger, og er synkroniserte slik at hver funksjon tilbyr en kategori² 3 og PLd-I/O.

Hver *sikkerhetsfunksjon* kan kun kontrollere ett par I/O. Å prøve å velge samme sikkerhetsfunksjon en andre gang fjerner den fra det første paret I/O som tidligere er definert. Det er fem *sikkerhetsfunksjoner* for inngangssignaler og fem for utgangssignaler.

10.13.1 Inngangssignaler

For inngangssignaler kan følgende *sikkerhetsfunksjoner* velges: Systemnødstop, Redusert modus, Beskyttende tilbakestilling, 3-posisjon aktiverer enhet og Operasjonsmodus.

Systemnødstop Når konfigurert, er det mulig å ha en ekstra nødstop-knapp i tillegg til den Nødstopknapp på læringsdelen. Denne funksjonen krever bruk av en enhet som retter seg etter ISO 13850.

Redusert modus Alle sikkerhetsgrenser har to modi som de kan anvendes i: *Normal* modus, som spesifiserer standard sikkerhetskonfigurasjon, og *redusert* modus (se 10.6 for flere opplysninger). Når denne inngangssikkerhetsfunksjonen er valgt, gjør et lavt signal som gis til inngangene at sikkerhetssystemet går over til *Redusert* modus. Ved behov reduseres hastigheten på robotarmen for å oppfylle den satte grensen til *redusert* modus. Hvis robotarmen fortsatt bryter noen av grensene til *redusert* modus, utfører den et kategori 0-stopp. Overgangen tilbake til *normal* modus foregår på samme måte. Vær oppmerksom på at sikkerhetsplaner også kan forårsake en overgang til *redusert* modus (se 10.12.3 for flere opplysninger).

²I henhold til ISO 13849-1, se ordliste for mer detaljer.

Beskyttende tilbakestilling Hvis Vernestopp er kablet i sikkerhets-I/O-ene, kan tilbakestill vernestopp brukes til å sikre at vernestopp-tilstanden fortsetter inntil en tilbakestilling utløses. Robotarmen vil ikke bevege seg når den befinner seg i tilstanden vernestopp.



ADVARSEL:

Som standard er funksjonen *Beskyttende tilbakestilling* konfigurert for inngangspinnene 0 og 1. Ved å deaktivere det fullstendig medfører det at robotarmen kan opphøre å være vernestoppet så snart Vernestopp-inngangen blir høy. Med andre ord, uten en *Beskyttende tilbakestilling*, bestemmer Vernestopp-inngangene SI0 og SI1 (se Maskinvareinstallasjonshåndbok) fullstendig om tilstanden til vernestoppet er aktiv eller ikke.

3-posisjon aktiverer enhet og Operasjonsmodus Disse lar deg bruke en 3-posisjons aktiveringsenhet som et ekstra sikkerhetstiltak under installering og programmering av roboten. Med inngangen til 3-posisjon aktiverer enhet konfigurert, vil roboten være enten i "kjøremodus" eller "programmeringsmodus". Et ikon vil bli synlig i øvre høyre hjørne som viser nåværende operasjonsmodus:

-  *Kjøremodus*: Roboten kan kun utføre oppgaver som er blitt definert på forhånd. Fanen for bevegelse og frikjøringsmodus vil være utilgjengelige.
-  *Programmeringsmodus*: Begrensningene som finnes i *kjøremodus* er ikke lenger gjeldende. Når tilførsel fra 3-posisjon aktiverer enhet er lav, vil roboten få vernestans. I tillegg vil glidebryteren for fart bli stilt inn til en verdi som korresponderer med 250 mm/s og kan gradvis økes for å nå høyere fart. Glidebryteren for fart vil også igjeninnstilles til en lav verdi når tilførsel fra 3-posisjon aktiverer enhet går fra lav til høy.

Det finnes to metoder for å konfigurere valg for operasjonsmodus:

1. For å velge operasjonsmodus ved å bruke en ekstern enhet for modusvalg, konfigurer tilførsel for Operasjonsmodus. Du vil kunne velge å konfigurere den i listemenyene når tilførsel for 3-posisjon aktiverer enhet har blitt konfigurert. Roboten vil være i *kjøremodus* når tilførsel for Operasjonsmodus er lav og i *programmeringsmodus* når den er høy.
2. For å velge operasjonsmodus fra Polyscope, må kun tilførsel for 3-posisjon aktiverer enhet konfigureres og brukt for sikkerhetskonnfigurasjon. I dette tilfellet, vil standardmodus være *kjøremodus*. For å kunne bytte til *programmeringsmodus*, velg "programmer robot"-knappen på velkomstskjermen. For å bytte tilbake til *kjøremodus*, trenger du bare å gå ut av "programmer robot"-skjermen.


MERK:

- Etter at konfigurasjon for sikkerhets-I/O med 3-posisjon aktiverer enhet aktivert er bekreftet, vil velkomstskjermen vises automatisk. Velkomstskjermen vises også automatisk når operasjonsmodus byttes fra *programmeringsmodus* til *kjøremodus*.
- Velgeren for fysisk tilstand, om denne brukes, må fullstendig samsvare med ISO 10218-1: artikkel 5.7.1 for valg.
- Bryteren med 3 posisjoner, i tillegg til dens adferd, ytelsekarakteristikk og drift, må fullstendig samsvare med ISO 10218-1: artikkel 5.7.1, for en aktivert enhet.

10.13.2 Utgangssignaler

For utgangssignalene kan følgende *sikkerhetsfunksjoner* brukes. Alle signaler går tilbake til lav når tilstanden som utløste høyt signal er fjernet:

Systemnødstop Lavt signal gis når sikkerhetssystemet er utløst i en nødstop-tilstand av Robotnødstop-inngangen eller Nødstop-knapp. Hvis nødstop-tilstand utløses av Systemnødstop-inngangen, vil det ikke angis lavt signal for å unngå vranglås.


MERK:

Eksternt maskineri som får nødstop-tilstand fra roboten gjennom systemnødstop-utgangen må rette seg etter ISO 13850. Dette er spesielt viktig ved innstillinger hvor Robotnødstop-inngangen er koblet til en ekstern nødstoppenhet. I slike tilfeller, vil systemnødstop-utgangen bli satt til høy når den eksterne nødstoppenheten utløses. Dette vil si at nødstop-tilstanden for det eksterne maskineriet vil tilbakestilles uten at det krever en manuell handling fra robotoperatøren. Derfor, for at det eksterne maskineriet skal rette seg etter sikkerhetsstandardene, må det kreves en manuell handling for å kunne fortsette.

Roboten beveger seg Et lavt signal gis når robotarmen er i en mobil tilstand. Når robotarmen er i en fast stilling, gis et høyt signal.

Robot stopper ikke Når robotarmen er bedt om å stoppe, vil det gå litt tid fra forespørselen til armen stopper. I løpet av denne tiden signalet vil være høy. Når robotarmen beveger seg og har ikke blitt bedt om å stoppe, eller når robotarmen er i en stoppet posisjon, vil signalet være lavt.

Redusert modus Sender et lavt signal når robotarmen er plassert i *reduert* modus eller hvis sikkerhetsinngangen er konfigurert med en *reduert* modus-inngang og signalet for øyeblikket er lavt. Ellers er signalet er høyt.

Ikke-reduisert modus Dette er det motsatte av *reduisert modus* som er definert over.

11 Begynn programmeringen

11.1 Innledning

Universal Robot-armen består av rør og ledd. Leddene med deres vanlige navnene er vist i figur 11.1. **Basen** er hvor roboten er montert, og i den andre enden (**Håndledd 3**) er verktøyet til roboten festet. Ved å koordinere bevegelsen til hvert ledd, kan roboten bevege verktøyet fritt, med unntak av området direkte over og under basen.

PolyScope er det grafiske brukergrensesnittet (GUI) som lar deg betjene robotarmen og kontrollboksen, kjøre robotprogrammer og enkelt lage nye.

Følgende avsnitt får deg i gang med roboten. Senere forklares skjermene og funksjonaliteten til PolyScope i mer detalj.

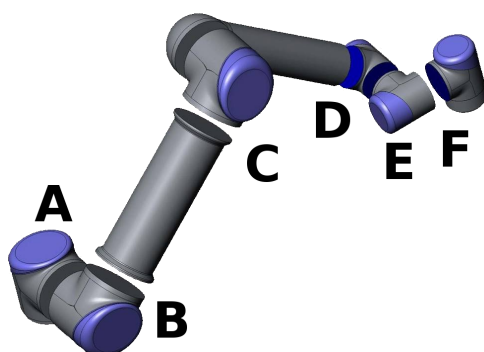


FARE:

1. Maskinvareinstallasjonshåndbok inneholder viktig informasjon om sikkerhet, som må bli lest og forstått av integrerer av UR-roboter før roboten slås på for første gang.
2. Integrerer må stille inn sikkerhetskonsfigurasjonenes parametre som definert i risikovurderingen før robotarmen slås på for første gang, se kapittel 10.

11.2 Komme i gang

Før du bruker PolyScope, må robotarmen og kontrollboksen monteres og kontrollboksen må slås på.



Figur 11.1: Leddene i roboten. A: *Base*, B: *Skulder*, C: *Albue* og D, E, F: *Håndledd 1, 2, 3*

11.2.1 Installere robotarmen og kontrollboksen

Gjør følgende for å installere robotarmen og kontrollboksen:

1. Pakke ut robotarmen og kontrollboksen.
2. Monter robotarmen på et solid og vibrasjonsfritt underlag.
3. Plasser betjeningspanelet på foten.
4. Plugg robotkabelen mellom roboten og kontrollboksen.
5. Plugg inn strømkontakten fra kontrollboksen.



ADVARSEL:

Veltefare. Hvis roboten ikke er trygt plassert på et stødig underlag, kan roboten velte og forårsake personskade.

Detaljerte installasjonsinstruksjoner finnes i Maskinvareinstallasjonshåndbok. Merk at det kreves en risikovurdering før du bruker robotarmen til å gjøre noe arbeid.

11.2.2 Slå kontrollboksen av og på

Kontrollboksen slås på ved å trykke på strømknappen på forsiden av panelet med berøringsskjermen. Dette panelet er vanligvis referert til som *teach-tillegget*. Når kontrollboksen er slått på, vil tekst fra det underliggende operativsystemet vises på berøringsskjermen. Etter rundt ett minutt, vil noen få knapper vises på skjermen, og en pop-up leder brukeren til initialiseringsskjermen (se 11.5).

For å slå av kontrollboksen, trykk på den grønne knappen på skjermen, eller bruk **Slå av**-knappen på velkomstskjermen (se 11.4).



ADVARSEL:

Å stenge ned ved å trekke ut strømkabelen fra veggkontakten kan det føre til skade på robotens filsystem, noe som kan føre til feil-funksjon på roboten.

11.2.3 Slå robotarmen av og på

Robotarmen kan slås på hvis kontrollboksen er slått på, og hvis ingen nødstopppknapper er aktivert. Å snu robotarmen gjøres i initialiseringsskjermen (se 11.5) ved å trykke på **PÅ**-knappen på den skjermen, og deretter trykke **Start**. Når en robot settes i gang lager den en lyd og beveger seg litt mens bremsene slippes opp.

Strømmen til robotarmen kan slås av ved å trykke på **AV**-knappen på initialiseringsskjermen. Robotarmen slås også av automatisk når kontrollboksen slås av.

11.2.4 Hurtigstart

For å raskt starte opp roboten etter at den er installert, må du utføre følgende trinn:

1. Trykk på nødstopppknappen foran på opplæring-anhenget.

2. Trykk på strømknappen på Teach-delen.
3. Vent mens systemet starter opp, til det viser tekst på berøringsskjermen.
4. Når systemet er klart, vil en pop-up vises på berøringsskjermen som sier at roboten må initialiseres.
5. Trykk på knappen på pop-up-dialogen. Du kommer til skjermbildet initialisering.
6. Vente på dialogen Bekreftelse av anvendt sikkerhetskonnfigurasjon og trykk på *Bekreft anvendt sikkerhetskonnfigurasjon*-knappen. Dette gjelder et innledende sett av sikkerhetsparametere som må justeres basert på en risikovurdering.
7. Lås opp nødstopppknappen. Robotens tilstand endres fra Nødstop til Slå av.
8. Trinn utenfor rekkevidden (arbeidsområdet) til roboten.
9. Trykk på På-knappen på berøringsskjermen. Vent noen sekunder til robotens tilstand endres til Inaktiv.
10. Kontroller at valgt nyttelastmasse og montering er riktig. Du vil bli varslet hvis den oppdagede monteringen basert på sensor-data ikke samsvarer med den valgte monteringen.
11. Trykk på Start-knappen på berøringsskjermen. Roboten lager nå en lyd og beveger seg litt mens bremsene slippes opp.
12. Trykk på OK-knappen, og bringer deg til Velkomst-skjermen.

11.2.5 Det første programmet

Et program er en liste over kommandoer som forteller roboten hva å gjøre. PolyScope tillater folk med lite programmeringserfaring å programmere roboten. For de fleste oppgaver kan programmeringen utføres helt ved hjelp av berøringspanelet uten at det skrives inn noen kryptiske kommandoer.

Verktøyets bevegelse er den delen av et robotprogram som lærer robotarmen hvordan å bevege seg. I PolyScope, settes verktøybevegelser ved å bruke en serie av **vendepunkter**. De kombinerte vendepunktene danner en sti som robotarmen skal følge. Et vendepunkt settes ved å bruke Flytt-kategorien, ved å flytte roboten til en bestemt posisjon manuelt, eller den kan beregnes ved å bruke en programvare. Bruk Flytt-kategorien (se 13.1) for å flytte robotarmen til ønsket posisjon eller lær posisjonen ved å trekke robotarmen på plass mens du holder Freedrive-knappen bak Teach Pendant.

Foruten å bevege seg gjennom vendepunkter, kan programmet sende I/O-signaler til andre maskiner på enkelte punkter i robotens bane, og utføre kommandoer som **hvis...så** og **sløyfe**, basert på variabler og I/O-signaler.

Følgende er et enkelt program som tillater robotarmen som har startet å flytte mellom to vendepunkter.

1. Trykk på Programmer robot-knappen og velg Tomt program.
2. Trykk på Neste-knappen (nederst til høyre) slik at den <tomme> linjen er valgt i trestrukturen på venstre side av skjermen.
3. Gå til kategorien Struktur.
4. Trykk på Flytt-knappen.
5. Gå til kategorien Kommando.

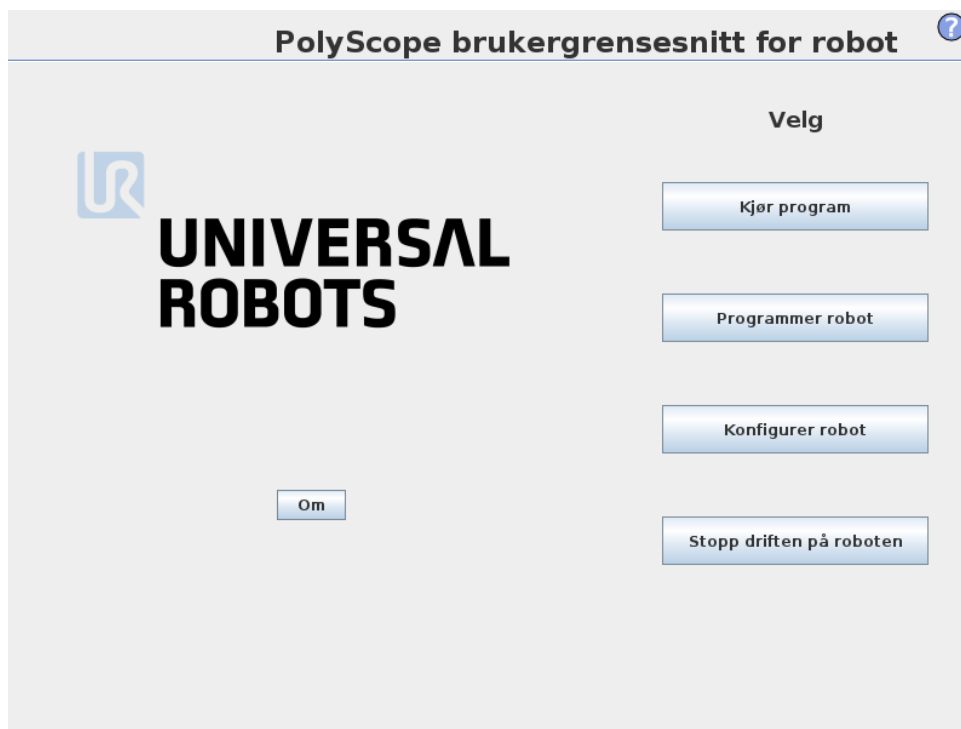
6. Trykk på Neste-knappen for å gå til Vendepunkt-innstillinger.
7. Trykk på Bruk dette vendepunktet-knappen ved siden av "?"-bildet.
8. På Flytte-skjermen flyttes roboten ved at du trykker på de ulike blå pilene, eller ved at du holder inne knappen Freedrive, plassert på teach-tilleggets bakside, mens man trekker i robotarmen.
9. Trykk OK.
10. Trykk på Legg til vendepunkt før.
11. Trykk på Bruk dette vendepunktet-knappen ved siden av "?"-bildet.
12. På Flytte-skjermen flyttes roboten ved at du trykker på de ulike blå pilene, eller ved at du holder inne knappen Freedrive, plassert på teach-tilleggets bakside, mens man trekker i robotarmen.
13. Trykk OK.
14. Programmet er klart. Roboten vil bevege seg mellom de to punktene når du trykker på "Play"-symbolet. Hold avstand, hold på nødstoppknappen og trykk på "Play".
15. Gratulerer! Du har nå opprettet ditt første robotprogram som beveger roboten mellom de to angitte vendepunktene.

**ADVARSEL:**

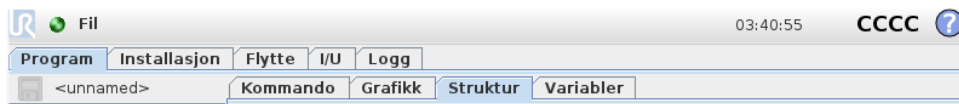
1. Ikke kjør roboten inn i seg selv eller noe annet, da dette kan føre til skader på roboten.
2. Hold hodet og overkroppen din utenfor rekkevidden (arbeidsområdet) til roboten. Ikke plasser fingrene hvor de kan bli fanget.
3. Dette er bare en hurtigstart-guide til å vise hvor enkelt det er å bruke en UR-robot. Det forutsetter et ufarlig miljø og en svært forsiktig bruker. Ikke øk hastigheten eller akselerasjonen over standardverdiene. Foreta alltid en risikovurdering før du setter roboten i drift.

11.3 PolyScope programmeringsgrensesnitt

PolyScope kjører på berøringsskjermen som er festet til styreenheten.



Bildet ovenfor viser velkomstskjermen. De blåaktige områdene på skjermen er knapper du kan trykke på ved å trykke en finger eller baksiden av en penn mot skjermen. PolyScope har en hierarkisk struktur for skjermene. I programmeringsmiljøet er skjermene ordnet i *kategorier*, for enkel tilgang til skjermene.

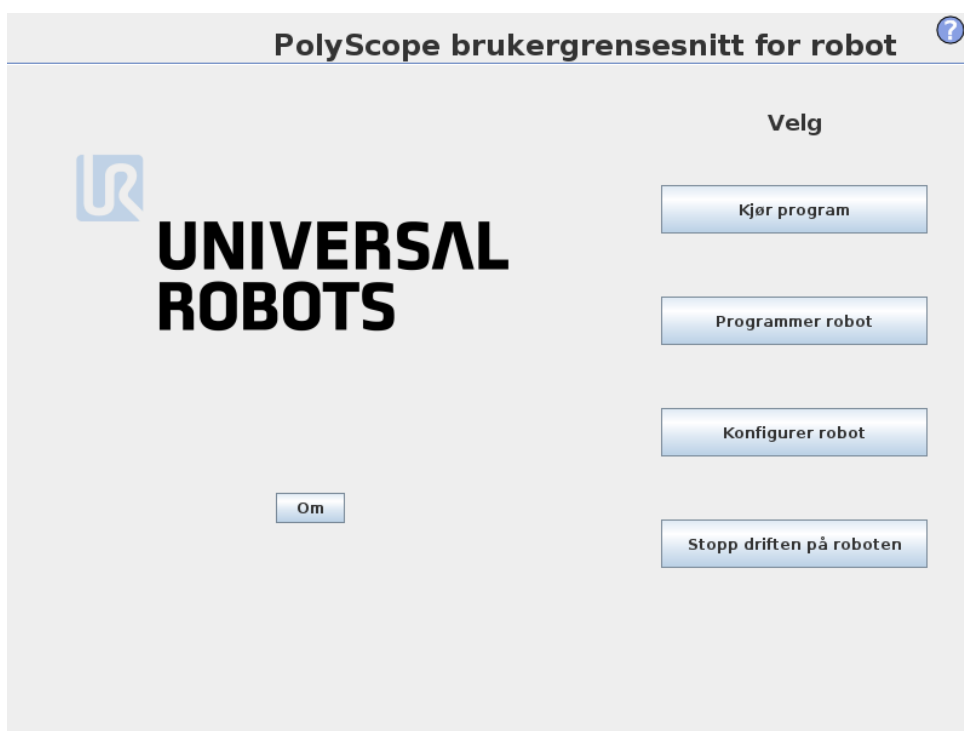


I dette eksempelet er kategorien **Program** valgt på toppnivået, og under den er kategorien **Struktur** valgt. Program-kategorien inneholder informasjon relatert til gjeldende lastet program. Hvis kategorien **Flytte** er valgt, endres skjermbildet til **Flytte**-skjermen, hvor robotarmen kan flyttes. På samme måte kan den gjeldende tilstanden til de elektriske I/U-ene overvåkes og endres ved å velge kategorien **I/U**.

Det er mulig å koble til en mus og et tastatur til kontrollboksen eller teach-tillegget, men dette er ikke nødvendig. Nesten alle tekstfelt er berøringsaktivert. Hvis de berøres, vises det et tastatur på skjermen.

De ulike skjermene til PolyScope er beskrevet i følgende deler.

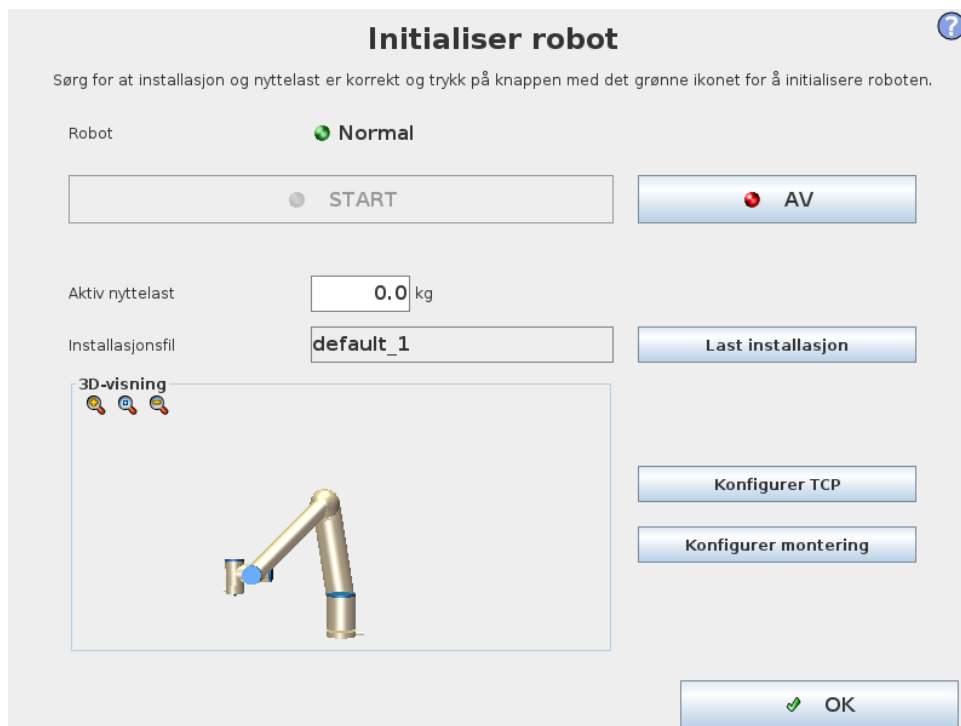
11.4 Velkomstskjerm



Velkomstskjermen vises etter oppstart av styreenhets-PC-en. Skjermen gir følgende alternativer:

- **Kjør program:** Velg og kjør et eksisterende program. Dette er den enkleste måte å operere robotarmen og styreenheten på.
- **Programmer robot:** Endre et program eller opprette et nytt program.
- **Innstillinger for robot:** Forandre språk, sett passord, oppgrader programvare, osv.
- **Slå av robot:** Slår av robotarmen og stenger ned styreenheten.
- **Om:** Gir detaljer relatert til programvare-versjoner, vertsnavn, IP-adresse, serienummer og juridisk informasjon.

11.5 Initialiseringsskjerm



På dette skjermbildet kan du kontrollere initialiseringen av robotarmen.

Robotarmens tilstandsindikator

Status-LED gir en indikasjon av robotarmens kjøretilstand:

- En rød LED indikerer at robotarmen er i en stanset tilstand, og det kan være flere årsaker til dette.
- En gul LED indikerer at robotarmen er slått på, men ikke er klar for normal drift.
- Til slutt, indikerer en grønn LED at robotarmen er slått på, og klar for normal drift.

Den teksten som vises ved siden av LED spesifiserer ytterligere den nåværende tilstanden av robotarmen.

Aktiv nyttelast og installasjon

Når robotarmen er slått på, vises nyttelast-massen som benyttes av kontrolleren ved drift av robotarmen i det lille hvite tekstfeltet. Denne verdien kan endres ved å trykke på tekstfeltet og skrive inn en ny verdi.

Merk: å sette denne verdien ikke endrer nyttelast i robotens installasjon (se 13.6), den setter bare nyttelastmassen som skal brukes av kontrollenheten.

Tilsvarende vises navnet på installasjonsfilen som for øyeblikket er lastet i det grå tekstfeltet. En annen installasjon kan lastes inn ved å trykke på tekstfeltet, eller ved å bruke **Last**-knappen ved siden av den. Alternativt kan den lastede installasjon tilpasses ved hjelp av knappene ved siden av 3D-visningen i den nedre delen av skjermen.

Før du starter opp robotarmen, er det svært viktig å kontrollere at både den aktive nyttelasten og aktive installasjonen samsvarer med den faktiske situasjonen robotarmen er i for øyeblikket.

Initialisering av robotarmen



FARE:

Kontroller alltid at den faktiske nyttelasten og installasjonen er riktig før du starter opp robotarmen. Hvis disse innstillingene er feil, vil ikke robotarmen og kontrollboksen fungere riktig, og kan være farlig for mennesker eller utstyr rundt dem.



FORSIKTIG:

Utvis stor forsiktighet dersom robotarmen berører en hindring eller et bord, ettersom at om robotarmen kjøres inn i hindringen kan skade en leddgirkasse.

Den store knappen med det grønne ikonet tjener til å utføre selve initialiseringen av robotarmen. Teksten på den, og handlingen den utfører, endres avhengig av den nåværende tilstanden av robotarmen.

- Etter at kontroller-PC-en starter opp, må knappen trykkes inn en gang for å slå på robotarmen. Robotarmens tilstand endres til **Slås på** deretter til **Inaktiv**. Merk at når en nødstop er aktiv, kan ikke robotarmen slås på, slik at knappen vil bli deaktivert.
- Når robotarmens tilstand er **Inaktiv**, må knappen trykkes en gang igjen for å starte opp robotarmen. Foreløpig kontrolleres sensor-data mot den konfigurerte monteringen av robotarm. Hvis en feil blir funnet (med en toleranse på 30°), deaktiveres knappen og en feilmelding vises nedenfor.

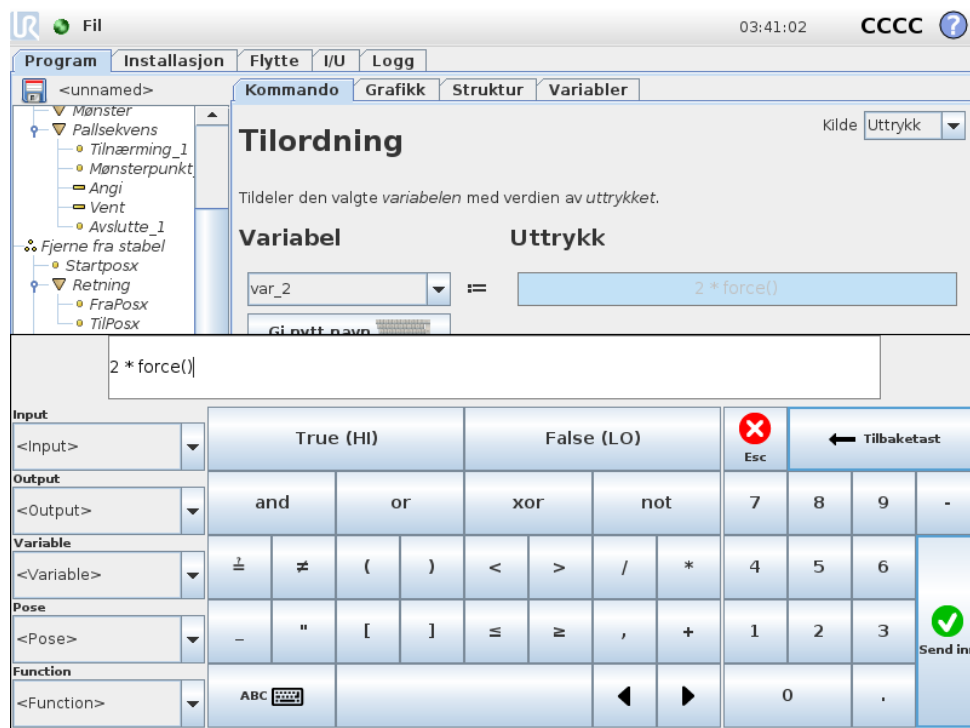
Hvis monteringsverifisering er vellykket, vil alle leddbremsene slippes når knappen trykkes og robotarmen er klar for normal drift. Legg merke til at roboten lager en lyd og beveger seg litt mens bremsene slippes opp.

- Hvis robotarmen bryter en av sikkerhetsgrensene etter at den starter opp, går den over i en spesiell **gjennopprettingsmodus**. I denne modusen, bytter man til en gjenoppretting-flytteskjermen hvor robotarmen kan flyttes tilbake innenfor sikkerhetsgrenser ved å trykke på knappen.
- Hvis det oppstår en feil, kan kontrolleren startes på nytt ved hjelp av knappen.
- Hvis kontrolleren for øyeblikket ikke er i gang, trykk på knappen for å starte den.

Til slutt tjener den mindre knappen med det røde ikonet til å slå av robotarmen.

12 Redigeringsprogrammer på skjermen

12.1 Uttrykksredigeringsprogram på skjermen



Mens uttrykket i seg selv redigeres som tekst, har uttrykksredigeringsprogrammet et antall knapper og funksjoner for å sette inn spesielle uttrykkssymboler, slik som * for multiplikasjon og $\leq$ for mindre enn eller er lik. Tastatursymbolknappen øverst til venstre i skjermen bytter til tekstredigering av uttrykket. Alle definerte variabler kan bli funnet i Variabel-velgeren, mens navnene på inn- og utganger finnes i Inngang- og Utgang-velgerne. Noen spesialfunksjoner finnes i Funksjon.

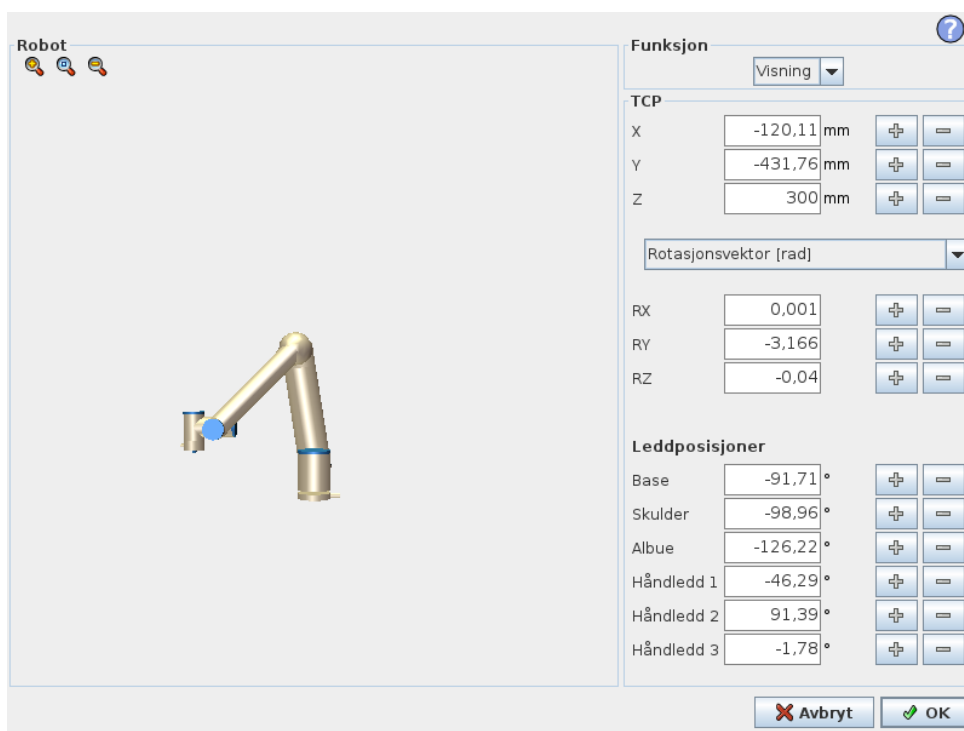
Uttrykket sjekkes for grammatiske feil når man trykker på Ok-knappen. Med Avbryt-knappen forlater man skjermbildet og forkaster alle endringer.

Et uttrykk kan se slik ut:

```
digital.i[1]?Sann og analog.i[0]<0,5
```

12.2 Positur-redigeringsskjerm

På denne skjermen kan du angi mål-leddposisjoner, eller en målpositur (posisjon og retning) til robotverktøyet. Denne skjermen er "frakoblet" og styrer ikke robotarmen direkte.



Robot

Den aktuelle posisjonen til robotarmen, og den angitte nye målposisjonen vises i 3D-grafikk. 3D-tegning av robotarmen viser den aktuelle posisjonen til robotarmen, og "skyggen" av robotarmen viser målets posisjon for robotarmen som styres av de angitte verdiene på høyre side av skjermen. Trykk på forstørrelsesglass-ikonene for å zoome inn/ut, eller dra en finger over for å endre visningen.

Hvis den angitte posisjonen til robot-TCP er nær et sikkerhets- eller utløserplan, eller retningen på robotens verktøy er nær verktøyets orienteringsendegrense (se 10.12), vil det vises en 3D-representasjon av den nærmeste endegrensen.

Sikkerhetsplanene er visualiseres i gult og svart med en liten pil som representerer planet normalt, noe som indikerer den siden av planet som robot-TCP er tillatt å bli posisjoneres på. Utløserplan vises i blått og grønt, og en liten pil som peker mot den siden av planet hvor grensene for *normal* modus er aktiv (se 10.6). Verktøyets orienteringsendegrense visualiseres ved hjelp av en sfærisk kjegle sammen med en vektor som angir den aktuelle retningen til robotverktøyet. På innsiden av kjeglen representerer den tillatte det området for verktøyets orientering (vektor).

Når målrobot-TCP ikke lenger er i nærheten av grensen, forsvinner 3D-representasjonen. Hvis mål-TCP er i strid med eller svært nær å bryte en endegrense, blir visualiseringen av grensen rød.

Funksjon og verktøyposisjon

I øverste høyre hjørne av skjermen finnes funksjonsvelgeren. Den definerer hvilken funksjon å styre robotarmen i forhold til

Under funksjonsvelgeren velgeren vises navnet på det aktive verktøysmidtpunktet (TCP). Se 13.6 for ytterligere informasjon om konfigurering av flere navngitte TCP-er. Tekstboksene viser de fullstendige verdiene til TCP i forhold til den valgte funksjonen. X, Y og Z styrer plasseringen av verktøyet, mens RX, RY og RZ styrer orienteringen av verktøyet.

Bruk rullegardinmenyen ovenfor RX, RY og RZ-boksene for å velge orienteringen. Tilgjengelige typer er:

- **Rotasjonsvektor [rad]** Orienteringen angis som en *rotasjonsvektor*. Lengden på aksene er vinkelen som skal roteres i radianer, og vektoren angir selv aksene som den skal rotere rundt. Dette er standardinnstillingen.
- **Rotasjonsvektor [°]** Orienteringen gis som en *rotasjonsvektor*, der lengden på vektoren er vinkelen som skal roteres i grader.
- **RPY [rad]** Rull, helling og vertikal (RPY) vinkler, der vinklene er i radianer. RPY-rotasjonsmatrise (X, Y', Z''-rotasjon) angis med:

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

- **RPY [°]** rull, helling og vertikal (RPY) vinkler, hvor vinklene er i grader.

Verdier kan redigeres ved å klikke på koordinatsystemet. Trykk på +- eller --knappene til høyre for en boks for å legge til eller trekke fra en verdi til/fra aktuell verdi. Trykk og hold nede en knapp for å direkte øke / redusere verdien. Jo lenger knappen er nede, jo større vil økningen / reduksjonen bli.

Leddposisjoner

Gjør det mulig å spesifisere de enkelte leddposisjonene direkte. Hver leddposisjon kan ha en verdi i området -360° til 360° , som er *leddgrensene*. Verdier kan redigeres ved å klikke på leddposisjonen. Trykk på +- eller --knappene til høyre for en boks for å legge til eller trekke fra en verdi til/fra aktuell verdi. Trykk og hold nede en knapp for å direkte øke / redusere verdien. Jo lenger knappen er nede, jo større vil økningen / reduksjonen bli.

OK-knapp

Hvis dette skjermbildet ble aktivert fra kategorien `Flytt` (se 13.1), vil du gå tilbake til `Flytt`-kategorien ved å klikke på OK-knappen hvor robotarmen vil flytte til det angitte målet. Hvis den siste angitte verdien var et verktøykoordinat, vil robotarmen flytte til målposisjon ved hjelp av *Flytte-li*-bevegelsestypen, mens robotarmen vil flytte til målposisjon ved hjelp av *Flytte-le*-bevegelsestypen, hvis en leddposisjon ble oppgitt sist. De forskjellige bevegelsestypene er beskrevet i 14.5.

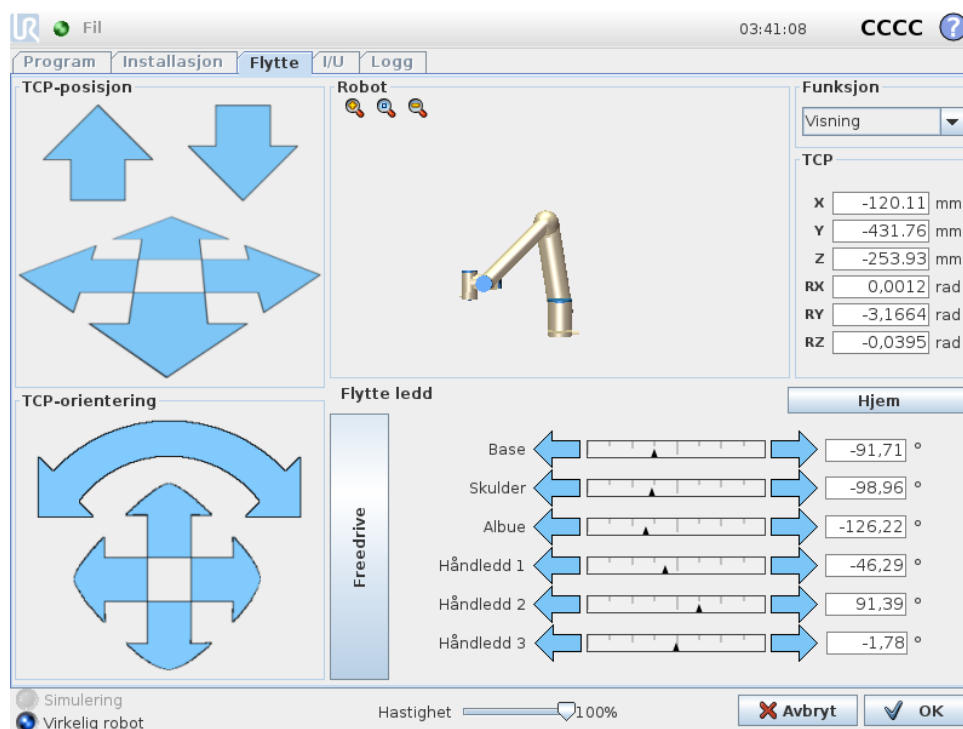
Avbryt-knapp

Trykk på Avbryt-knappen for å forlate skjermbildet og forkaste alle endringer.

13 Robotkontroll

13.1 Flytte-kategorien

På dette skjermbildet kan du alltid flytte (trinne) robotarmen direkte, enten ved å flytte / rotere robotverktøyet, eller ved å flytte robotleddene individuelt.



13.1.1 Robot

Den aktuelle posisjonen til robotarmen er vises i 3D-grafikk. Trykk på forstørrelsesglass-ikonene for å zoomme inn/ut, eller dra en finger over for å endre visningen. For å få den beste følelsen for å styre robotarmen, velger du **Visning**-funksjonen og roterer visningsvinkelen på 3D-tegningen for å samsvare med måten du ser den virkelige robotarmen.

Hvis den aktuelle posisjonen til robot-TCP kommer nær et sikkerhets- eller utløserplan, eller retningen på robotverktøyet er nær verktøyets orienteringsendegrense (se 10.12), vil det vises en 3D-representasjon av den nærmeste endegrensen. Vær oppmerksom på at visualiseringen av endegrensene blir deaktivert når roboten kjører et program.

Sikkerhetsplanene er visualiseres i gult og svart med en liten pil som representerer planet normalt, noe som indikerer den siden av planet som robot-TCP er tillatt å bli posisjoneres på. Utløserplan vises i blått og grønt, og en liten pil som peker mot den siden av planet hvor grensene for **normal** modus (se 10.6) er aktiv. Verktøyets orienteringsendegrense visualiseres ved hjelp av en sfærisk kjegle sammen med en vektor som angir den aktuelle retningen til robotverktøyet. På innsiden av kjeglen representerer den tillatte det området for verktøyets orientering (vektor).

Når robot-TCP ikke lenger er i nærheten av grensen, forsvinner 3D-representasjonen. Hvis TCP er i strid med eller svært nær å bryte en endegrense, blir visualiseringen av grensen rød.

13.1.2 Funksjon og verktøyposisjon

I øverste høyre hjørne av skjermen finnes funksjonsvelgeren. Den definerer hvilken funksjon å styre robotarmen i forhold til.

Navnet på gjeldende verktøyssenterpunkt (TCP) vises under funksjonsvelgeren. Tekstboksene viser de fullstendige verdiene til TCP i forhold til den valgte funksjonen. (Se 13.6) for ytterligere informasjon om konfigurering av flere navngitte TCP-er.

Verdier kan redigeres manuelt ved å klikke på koordinaten eller leddposisjonen. Dette vil ta deg til positur-redigeringsskjerm (se 12.2), der du kan angi en målposisjon og orientering for verktøyet eller mål-leddposisjoner.

13.1.3 Flytt verktøy

- Ved å holde nede oversettingspilen (toppen) flytter man verktøystuppen av roboten i den indikerte retningen.
- Ved å holde nede roteringspilen (nederst) endrer man orientering av robotens verktøy i den indikerte retningen. Rotasjonspunktet er Tool Center Point (TCP), dvs. punktet på enden av robotarmen som gir et karakteristisk punkt på robotens verktøy. TCP er vist som en liten blå ball.

Merk: Slipp knappen for å stoppe bevegelsen til enhver tid

13.1.4 Flytte ledd

Gjør det mulig å kontrollere de individuelle leddene direkte. Hvert ledd kan flyttes fra -360° til $+360^\circ$, som er standard *leddgrenser* som er illustrert ved den horisontale linjen for hvert ledd. Hvis et ledd når sin leddgrense, kan den ikke kjøres videre. Dersom grensene for et ledd er konfigurert med et posisjonsområde som avviker fra standarden (se 10.11), er indikeres området med rødt i den horisontale linjen.

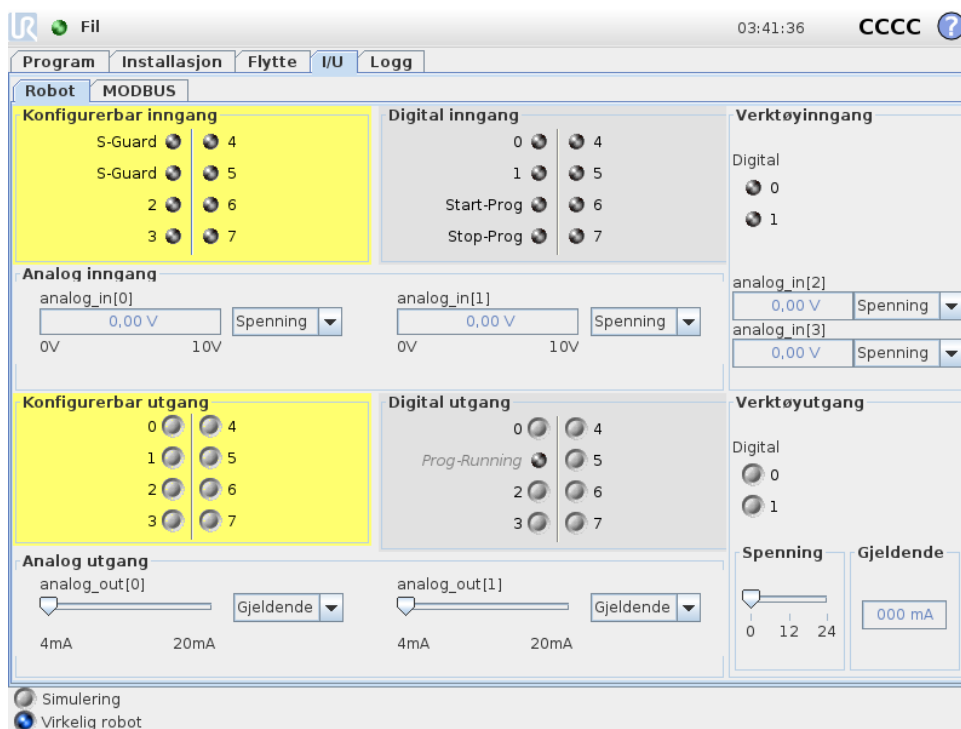
13.1.5 Freedrive

Mens *Freedrive*-knappen holdes nede, er det mulig å fysisk ta tak i robotarmen og dra den dit du vil den skal være. Hvis gravitasjonsinnstillingen (se 13.7) i kategorien **Oppsett** er feil, eller robotarmen bærer en tung last, kan robotarmen begynne å bevege seg (falle) når **Freedrive**-knappen trykkes inn. I så fall slipper du **Freedrive**-knappen igjen.

**ADVARSEL:**

1. Sørg for å bruke riktig installasjonsinnstillinger (f.eks. robotens monteringsvinkel, vekt på TCP, TCP offset). Lagre og last ned installasjonsfilene sammen med programmet.
2. Kontroller at TCP-innstillingene og robotmonteringsinnstillingene er riktig før du bruker **Freedrive**-knappen. Hvis disse innstillingene ikke er korrekte, vil robotarmen bevege seg når **Freedrive**-knappen aktiveres.
3. Freedrive-funksjonen (**impedans/kjøring**) skal bare brukes i installasjoner der risikovurderingen tillater det. Verktøy og hindringer skal ikke ha skarpe kanter eller klempunkter. Sørg for at alt personell holder seg utenfor rekkevidden av robotarmen.

13.2 I/U-kategori



På dette skjermbildet kan du alltid overvåke og angi direkte I/U-signaler fra / til robotens . Skjermbildet viser gjeldende tilstand for I/U, inkludert under programkjøring. Hvis noe endres under programkjøring, stopper programmet. Ved programstopp beholder alle utgangssignaler sine tilstander. Skjermbildet oppdateres ved bare 10 Hz, så et svært hurtig signal vises kanskje ikke skikkelig.

Konfigurerbare I/U-er kan være reservert for spesielle sikkerhetsinnstillinger som er definert i avsnittet for konfigurasjon av sikkerhets I/U for installasjonen (se 10.13). De som er reservert vil ha navnet på sikkerhetsfunksjonen i stedet for et standard eller brukerdefinert navn.

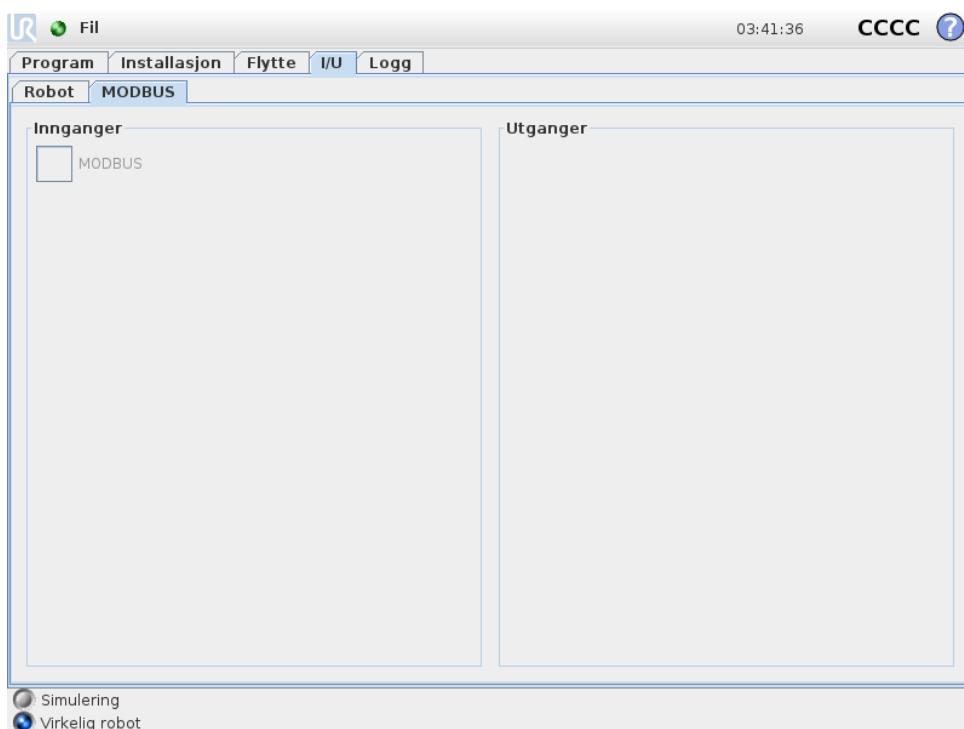
Konfigurerbare utganger som er reservert for sikkerhetsinnstillinger er ikke vekslingsbare og vil kun bli vist som LED.

De elektriske detaljene til signalene er beskrevet i kapittel 5.3.

Analoge domeneinnstillinger De analoge I/O kan settes til enten strøm [4-20mA] eller spenning [0-10V]-utsignal. Innstillingene blir husket for eventuelle senere oppstarter av styreenheten til roboten når et program lagres.

13.3 MODBUS-klient I/U

Her vises de digitale I/U-signalene til MODBUS-klienten, slik de er konfigurert i installasjonen. Hvis signaltilkoblingen brytes, er den tilsvarende oppføringen på denne skjermen deaktivert.



Innganger

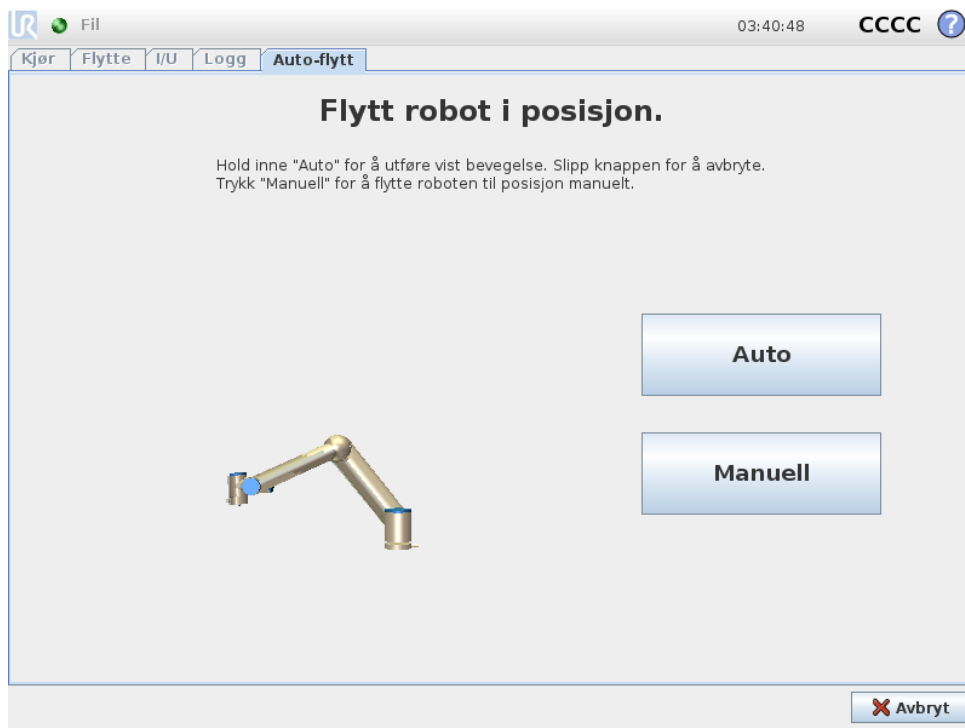
Se tilstanden til digitale MODBUS-innganger .

Utganger

Vis og endre tilstanden til digitale MODBUS-utganger. Et signal kan bare endres hvis valget for I/O-kategorikontroll (se 13.8) tillater det.

13.4 Kategorien Autoflytt

Autoflytt-kategorien brukes når robotarmen må flyttes til en bestemt posisjon i sitt arbeidsområde. Eksempler er når robotarmen må gå til startposisjonen av et program før du kjører det, eller når du flytter til et vendepunkt når du endrer et program.



Animasjon

Animasjonen viser bevegelsen robotarmen er i ferd med å utføre.



FORSIKTIG:

Sammenlign animasjonen med plasseringen av den virkelige robotarmen og sørg for at robotarmen kan trygt utføre bevegelsen uten å treffe noen hindringer.



FORSIKTIG:

Autoflytt-funksjonen beveger roboten langsmed den skyggelagte banen. Kollisjon kan skade roboten eller annet utstyr.

Auto

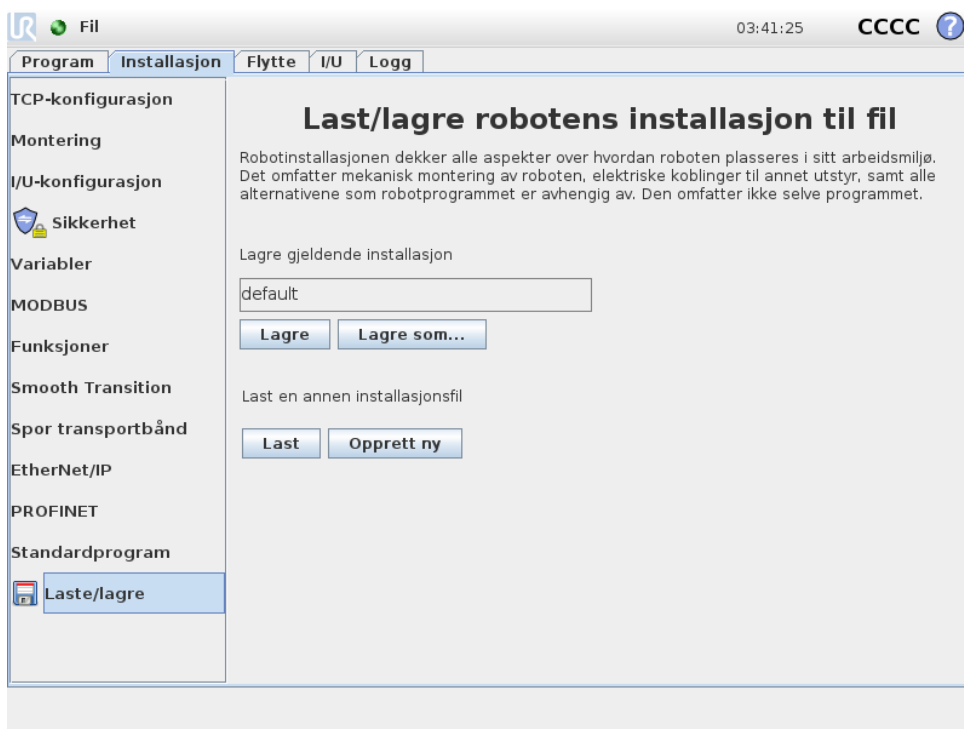
Hold nede **Auto**-knappen for å flytte robotarmen som vist i animasjonen.

Merk: Slipp knappen for å stoppe bevegelsen til enhver tid.

Manuell

Å trykke på **Manuell**-knappen vil ta deg til **Flytt**-kategorien, hvor robotarmen kan beveges manuelt. Dette er kun nødvendig hvis bevegelsen i animasjonen ikke er å foretrekke.

13.5 Installasjon → Last / Lagre



Robotinstallasjon dekker alle aspektene av hvordan robotarmen og kontrollboksen er plassert i arbeidsmiljøet. Det omfatter mekanisk montering av robotarmen, elektriske koblinger til annet utstyr, samt alle alternativene som robotprogrammet er avhengig av. Den omfatter ikke selve programmet.

Disse innstillingene kan angis ved hjelp av ulike skjermbilder under kategorien **Installasjon**, bortsett fra I/O-domener som settes i kategorien **I/O** (se 13.2).

Det er mulig å ha mer enn én installasjonsfil for roboten. Opprettede programmer vil bruke den aktive installasjonen og vil laste denne installasjonen automatisk ved bruk.

Eventuelle endringer i en installasjon må lagres for å bli bevart når strømmen slås av. Hvis det er ulagrede endringer i installasjonen, vises et diskett-ikon ved siden av **Laste/lagre**-teksten på venstre side av kategorien **Installasjon**.

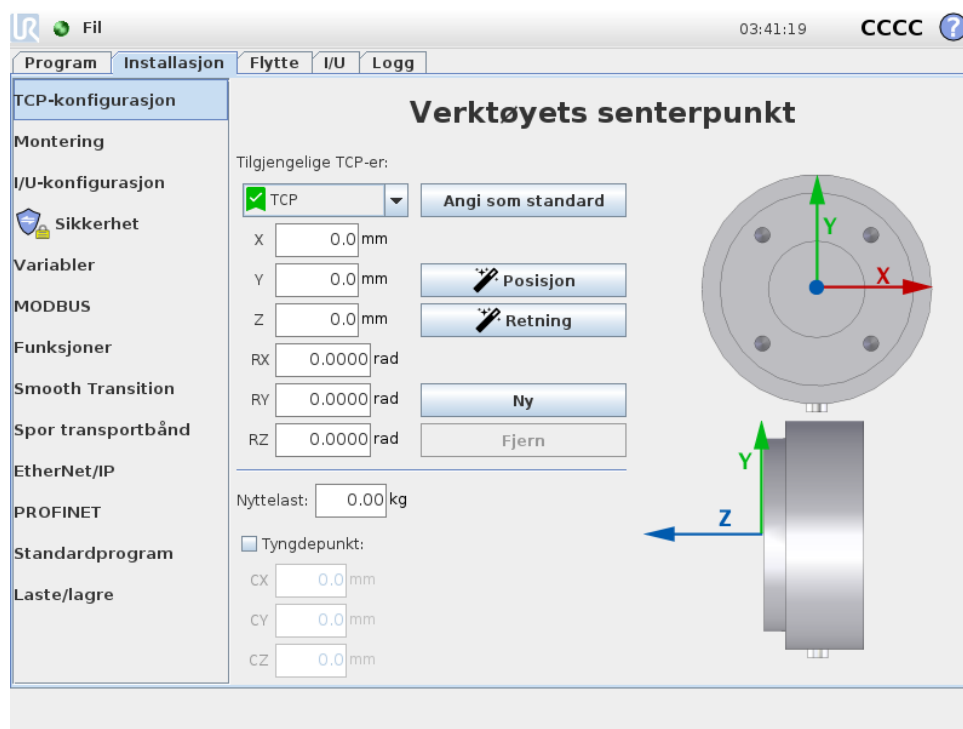
Lagring av en installasjon kan gjøres ved å trykke på **Lagre** eller **Lagre som...**-knappen. Alternativt lagres også den aktive installasjonen når er program lagres. For å laste inn en annen installasjonsfil, bruk **Last ned**-knappen. **Knappen** Opprett ny tilbakestiller alle innstillingene i robotinstallasjonen til fabrikkinnstillingene.



FORSIKTIG:

Bruk av roboten med en installasjon lastet fra en USB-stasjon er ikke anbefalt. For å bruke en installasjon som er lagret på en USB-stasjon, last den først og lagre den deretter i den lokale **programmer**-mappen ved å bruke **Lagre som...**-knappen.

13.6 Installasjon → TCP-konfigurasjon



Et **verktøysenterpunkt** (TCP) er et punkt på robotens verktøy. TCP er definert og navngitt i Installasjonsfanen **Oppsett for verktøysenter**-skjermen (vist ovenfor). Hver TCP inneholder en oversettelse og en rotasjon i forhold til midten av verktøyutgangsslensen.

Når den er programmert til å returnere til et tidligere lagret vendepunkt, beveger roboten TCP til posisjon og orientering lagret i vendepunktet. Når programmert for lineær bevegelse, flyttes TCP lineært.

X, Y og Z-koordinater angir plasseringen av TCP, mens RX, RY og RZ styrer orienteringen. Når alle verdier er null, sammenfaller TCP med midten av verktøyutgangsslensen og anvender koordinatsystemet som vises på skjermen.

13.6.1 Legge til, endre og fjerne TCP-er

For å definere en ny TCP, trykk på **Ny**-knappen. TCP som ble opprettet mottar et unikt navn automatisk og blir valgt i nedtrekksmenyen. Du kan endre oversettelsen og rotasjonen til den valgte TCP ved å trykke på de respektive hvite tekstfeltene og skrive inn nye verdier. For å fjerne den valgte TCP, trykker du ganske enkelt på **Fjern**-knappen. Siste gjenværende TCP kan ikke slettes.

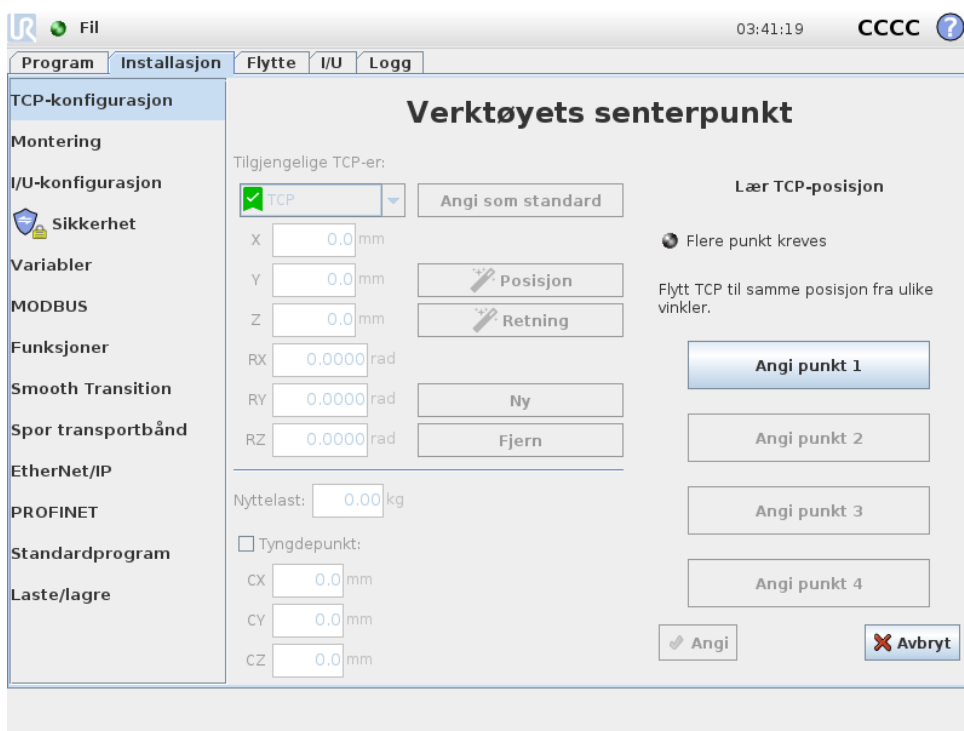
13.6.2 Standard og aktiv TCP

Det er en standardkonfigurert TCP, merket med et grønt merkemerkeikon til venstre for navnet sitt i **Tilgjengelig TCP**-rullegardinmenyen. For å sette en TCP som standard, velger du ønsket TCP og trykk på **Angi som standard**.

En TCP-forskyvning er betegnet som *aktivt* for å bestemme alle lineære bevegelser i kartesisk koordinatsystem. Bevegelsen til aktiv TCP visualiseres i grafikk-kategorien (se 14.29). Før

et program starter, settes standard TCP som aktiv TCP. I et program kan noen av de spesifiserte TCP-ene bli angitt som *aktiv* for en bestemt bevegelse av roboten (se 14.5 og 14.10).

13.6.3 Lære TCP-posisjon

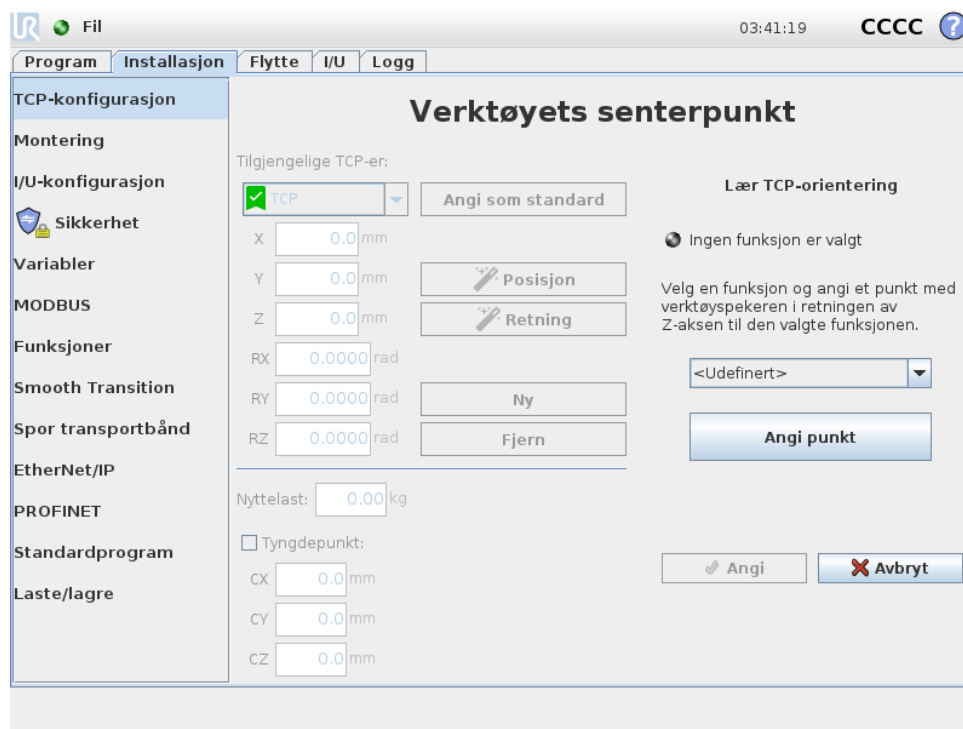


Koordinatene til TCP-posisjonen kan beregnes på følgende måte:

1. Trykk på **Posisjon**.
2. Velg et fast punkt i robotens arbeidsområde.
3. Bruk posisjonspiler på høyre side av skjermen til å flytte TCP fra minst tre ulike vinkler og lagre de tilsvarende posisjonene på verktøyets utgangsplensen.
4. Bruk **Sett**-knappen å bruke de verifiserte koordinatene til riktig TCP. Posisjonene må være tilstrekkelig varierte for at beregningen skal fungere ordentlig. Hvis de ikke er tilstrekkelig varierte, lyser status-LED-en over knappene rødt.

Selv om tre posisjoner er tilstrekkelig til å bestemme TCP, kan den fjerde posisjonen brukes til ytterligere å bekrefte at beregningen er riktig. Kvaliteten på hvert lagret punkt med hensyn til den beregnede TCP indikeres ved hjelp av en grønn, gul eller rød LED på den tilhørende knappen.

13.6.4 Lære TCP-orientering



1. Trykk **Orientering**.
2. Velg en funksjon fra nedtrekkslisten. (Se 13.12) for ytterligere informasjon om hvordan å definere nye funksjoner
3. Trykk på **Velg punkt** og bruk **Flytt verktøypiler** til en posisjon der verktøyets orientering og tilhørende TCP sammenfaller med koordinatsystemet til den valgte funksjonen.
4. Kontroller den beregnede TCP-orienteringen og bruk den på den valgte TCP ved å trykke på **Sett**-knappen.

13.6.5 Nyttelast

Vekten til robotens verktøy spesifiseres i nedre del av skjermen. Denne innstillingen kan endres ved å trykke på det hvite tekstfeltet og skrive inn en ny vekt. Denne innstillingen gjelder for alle definerte TCP-er. Les i installasjonsmanualen for maskinvare for mer detaljer om maksimalt tillatt nyttelast.

Estimering av nyttelast

Denne funksjonen lar roboten sette riktig nyttelast og tyngdepunktet.

Bruke veiviseren for nyttelastestimering

1. I installasjonsfeltet, under Generelt, velger du **TCP**
2. På TCP-skjermen, under nyttelast og tyngdepunkt, trykker du på **-ikonet**.
3. I veiviseren for nyttelastestimering, trykk på **Neste**
4. Følg trinnene for å angi de fire posisjonene.
Ved innstilling av de fire posisjonene, skal robotarmen beveges i fire forskjellige posisjoner. Hver posisjon måles. Individuelle målinger kan endres ved å trykke på feltene til tyngdepunktet og legge inn verdier.

5. Når alle målingene er ferdige, trykk på **Fullfør**


MERK:

Følg disse retningslinjene for de beste resultatene for lastestimat:

- Sjekk at de fire TCP-posisjonene er så forskjellige som mulig fra hverandre
- Utfør målingene innen kort tid


ADVARSEL:

- Unngå å trekke på verktøyet og/eller festet nyttelast før og under estimeringen
- Robotmonteringen og vinkelen må være riktig definert i installasjonen

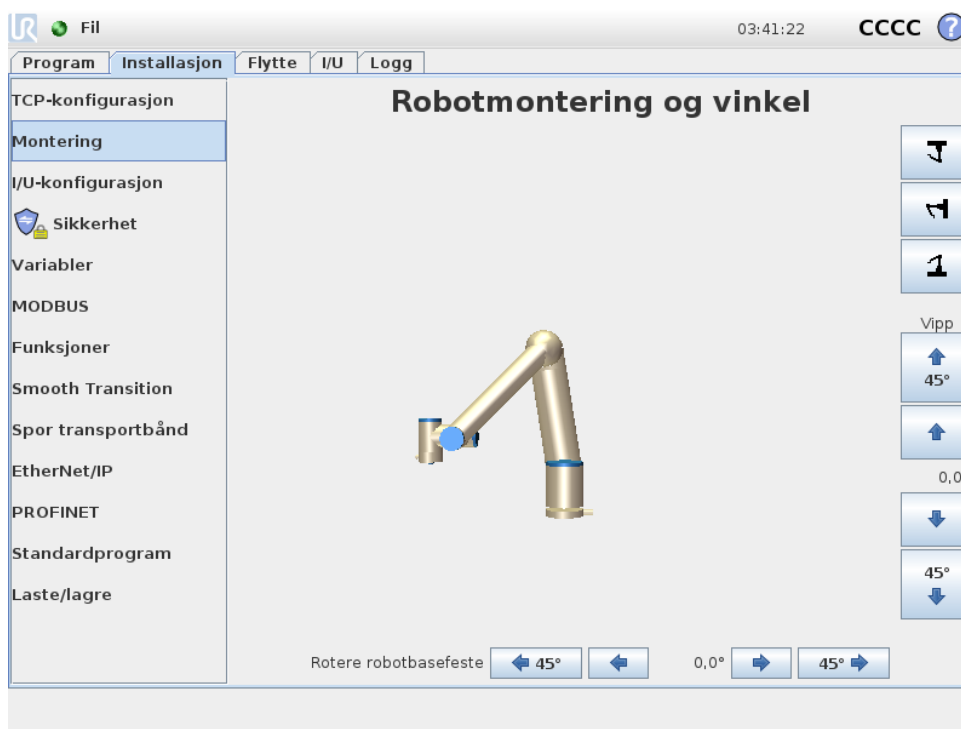
13.6.6 Tyngdepunkt

Verktøyets tyngdepunktet spesifiseres ved å bruke feltene CX, CY og CZ. Hvis ikke spesifisert, antas TCP å være verktøyets tyngdepunkt. Innstillingene gjelder for alle definerte TCP-er.


ADVARSEL:

Bruk riktige installasjonsinnstillinger. Lagre og last ned installasjonsfilene med programmet.

13.7 Installasjon → Montering



Spesifisering av montering av robotarmen har to formål:

1. Montering av robotarmen vises riktig på skjermen.
2. Fortelle styreenheten om gravitasjonsretningen.

En avansert dynamikkmodell gir robotarmene glatte og presise bevegelser og lar robotarmen holde seg i **Freedrive-modus**. Av denne grunn er det viktig å montere robottarmen riktig.



ADVARSEL:

Unnlatelse av å installere robotarmen på en riktig måte kan resultere i hyppige sikkerhetsstopper og/eller robotarmen beveger seg når **Freedrive**-tasten trykkes.

Hvis robotarmen monteres på et flatt bord eller gulv, er det ikke nødvendig med endringer i dette skjermbildet. Men hvis robotarmen er **takmontert**, **veggmontert** eller **montert i vinkel**, må dette justeres ved knappene.

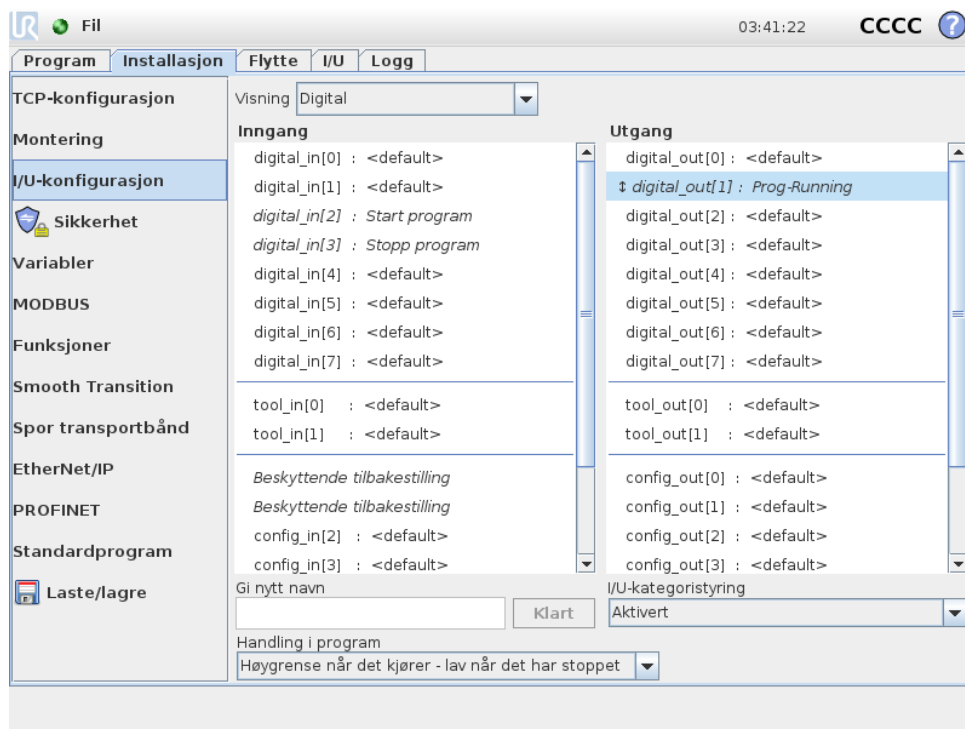
Knappene på høyre side av skjermen er for å stille vinkelen på robotarmens montering. De tre øverste høyre sideknappene angir vinkelen til **tak** (180°), **vegg** (90°), **gulv** (0°). **Vippe**-knappene angir en fri vinkel.

Knappene på den nedre delen av skjermen brukes til å rotere monteringen av robotarmen til å tilpasse den faktiske monteringen.


ADVARSEL:

Bruk riktige installasjonsinnstillinger. Lagre og last ned installasjonsfilene med programmet.

13.8 Installasjon → I/U-konfigurasjon



På I/O-oppsettsskjermen, kan brukerne definere I/O-signaler og konfigurere handlinger med I/O-fanekontrollen.

Delene **Inngang** og **Utgang** inneholder lister over typer I/O-signaler, som:

- Digital (standard generell bruk, konfigurerbart og verktøy)
- Analog (standard generell bruk og verktøy)
- MODBUS
- Registre for generell bruk (boolsk, heltall og float) Registrene for generell bruk kan vurderes av en feltbuss (f.eks. Profinet og Ethernet/IP).

13.8.1 I/O-signaltype

Hvis du vil begrense antallet signaler i listen til delene **Inngang** og **Utgang** kan du bruke nedtrekksmenyen **Vis** øverst på skjermbildet for å endre hvilket innhold som skal vises basert på signaltype.

13.8.2 Tildele brukerdefinerte navn

For å huske hva signaler gjør mens roboten brukes, kan brukerne knytte navn til inngangs- og utgangssignaler.

1. Velg ønsket signal
2. Klikk på tekstfeltet nederst på skjermbildet for å angi navn.
3. For å tilbakestille navnet til standard, trykk på **Slett**.

Et generell formålregister må ha et brukerdefinert navn for å gjøre det tilgjengelig i programmet (f.eks. for en **Vent**-kommando eller det betingede uttrykket for en **Hvis**-kommando) Kommandoene **Vent** og **Hvis**, beskrives i (14.9) og (14.18). Du kan finne de navngitte registrene for generell bruk i velgeren for **Inngang** eller **Utgang** på skjermbildet **Uttrykksredigering**.

13.8.3 I/O-handlinger og I/O-kategoristyring

Inngangshandlinger: De åtte standard digitale inngangene for generell bruk og de to digitale verktøyinngangene, samt registrene for generell bruk-inngang av *boolsk* type, kan utløse en handling. Tilgjengelige handlinger inkluderer evnen til å utføre følgende handlinger på en stigende kant:

- Å starte gjeldende program
- Å stoppe gjeldende program
- Å sette gjeldende program på pause

Videre kan en handling konfigureres for å gå inn eller forlate Freedrive-modus når inngangen er høy/lav. (som ved å trykke eller slippe **Freedrive**-knappen på baksiden av Teach Pendant).

Utgangshandlinger og I/O-kategoristyring: Som standard, bevarer utganger sine verdier etter at programet slutter å kjøre. Det er også mulig å konfigurere en utgang med en standardverdi som brukes når ingen programmer kjøres.

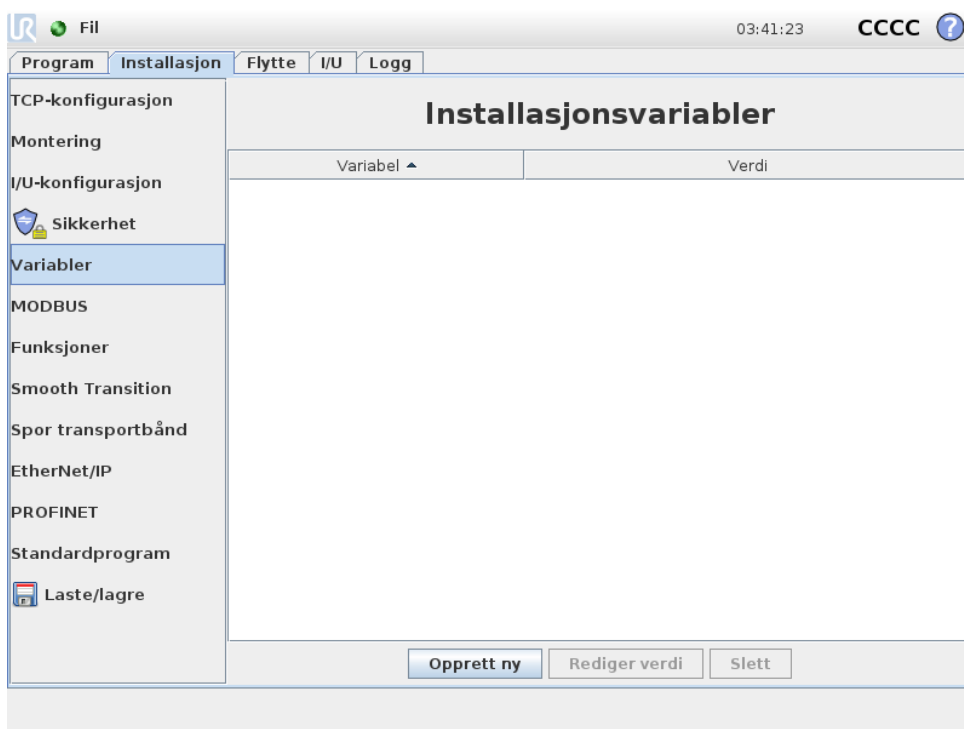
De åtte digitale utgangene for generell bruk og de to utgangene for digitale verktøy kan dessuten konfigureres til å reflektere hvis et program kjører. Utgangen er dermed høy når et program kjører og lav når det ikke kjører eller er på pause. Ellers er utgangen lav når programmet kjører og høy når det ikke kjører eller er på pause. Disse verdiene kan stilles inn mens programmet kjører. Utgangsregistre for generell bruk av *boolsk* type og digitale MODBUS-utgangssignaler støtter også dette.

Til slutt kan du også angi om en utgang kan kontrolleres på I/O-kategorien (av enten programmerere, eller både operatører og programmerere), eller om det bare er robotprogram som kan endre utgangsverdien.

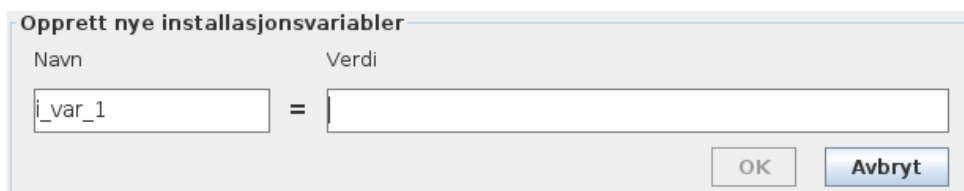
13.9 Installasjon → Sikkerhet

Se kapittel 10.

13.10 Installasjon → Variabler



Variabler som opprettes i Variabler-skjermen her kalles Installasjonsvariabler, og kan brukes akkurat som vanlige programvariabler. Installasjonsvariabler er tydelige fordi de beholder verdien selv om programmet stoppes og startes igjen, og når robotarmen og/eller kontrollboksen slås av og på igjen. Deres navn og verdier lagres med installasjonen, slik at det er mulig å bruke samme variabel i flere programmer.



Ved å trykke **Opprett ny** vil det vises et panel med et forslag til navn på den nye variabelen. Navnet kan endres, og dens verdi kan legges inn ved å trykke på et av tekstfeltene. **OK**-knappen kan bare klikkes hvis det nye navnet er ubrukt i denne installasjonen.

Det er mulig å endre verdien av en installasjonsvariabel ved å markere variabelen i listen, og deretter klikke på **Rediger verdi**.

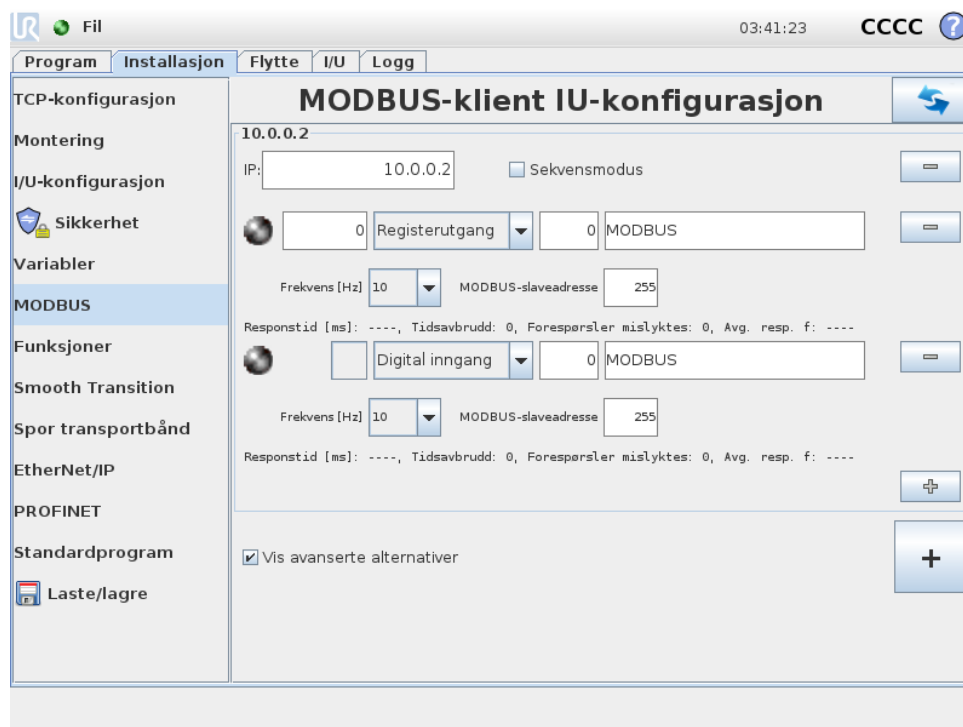
For å slette en variabel, velg den og trykk på **Slett**.

Etter å ha konfigurert installasjonsvariablene, må selve installasjonen lagres for å beholde denne konfigurasjonen, (se 13.5).

Installasjonsvariablene og deres verdier blir også automatisk lagret hvert 10. minutt.

Hvis et program eller en installasjon lastes og en eller flere av programvariablene har samme navn som installasjonsvariablene, blir brukeren presentert med alternativer for å løse problemet ved å bruke installasjonsvariablene med samme navn i stedet for programvariablene eller å løse problemet automatisk ved å omdøpe de motstridende variablene.

13.11 Installasjon → MODBUS-klient I/O oppsett



Her kan I/U-signaler for MODBUS-klient (master) konfigureres. Tilkoblinger til MODBUS-servere (eller slaver) på spesifiserte IP-adresser kan opprettes med inn-/ut-signaler (registre eller digitale). Hvert signal har et unikt navn slik at det kan brukes i programmer.

Oppdater

Trykk på denne knappen for å oppdatere alle MODBUS-tilkoblinger. Hvis du oppdaterer, vil alle modbus-enheter kobles fra, og deretter kobles til igjen. Alle statistikker vil bli slettet.

Legg til enhet

Trykk på denne knappen for å legge til en ny MODBUS-enhet.

Slett enhet

Trykk på denne knappen for å slette MODBUS-enheten og alle signaler som er lagt til enheten.

Angi enhetens IP

Her vises IP-adressen til MODBUS-enheten. Trykk på knappen for å endre den.

Sekvensmodus

Kun tilgjengelig når Vis avanserte alternativer (se 13.11) er valgt. Hvis du velger denne avmerkingsboksen, vil dette tvinge modbus-klienten til å vente på svar før den sender neste forespørsel. Denne modusen er et krav for noen feltbuss-enheter. Hvis du skruer på dette alternativet, kan det hjelpe når det finnes flere signaler, og hvis du øker antall forespørsler, vil dette føre til at signalet blir koblet fra. Merk at den faktiske signalfrekvensen kan være lavere enn forespurt når

flere signaler er definert i sekvensmodus. Faktisk signalfrekvens kan observeres i signalstatistikker (se delen 13.11). Signalindikasjonslampen vil lyse gult hvis den faktiske signalfrekvensen er lavere enn halve verdien som er valgt fra nedtrekksmenyen "Frekvens".

Legg til signal

Trykk på denne knappen for å legge til et signal til den tilsvarende MODBUS-enheten.

Slett signal

Trykk på denne knappen for å slette et MODBUS-signal til den tilsvarende MODBUS-enheten.

Angi signaltype

Bruk denne rullegardinmenyen til å velge signaltype. Tilgjengelige typer er:

Digital inngang: En digital inngang er en én-bits kvantitet som leses fra MODBUS-enheten på spolen som er angitt i adressefeltet til signalet. Funksjonskode 0x02 (les diskre innganger) brukes.

Digital utgang: En digital utgang (spiral) er en en-bits kvantitet som kan settes til enten høy eller lav. Før verdien av denne utgangen er blitt satt av brukeren, leses verdien fra den eksterne MODBUS-enheten. Dette betyr at funksjonskoden 0x01 (les spoler) brukes. Når produksjonen er satt av et robotprogram eller ved å trykke på **angi signalverdi**-knappen, brukes funksjonskoden 0x05 (skriv enkel spole) videre.

Registerinngang: En registerinngang er en 16-bits kvantitet lest fra adressen oppgitt i adressefeltet. Funksjonskoden 0x04 (les registerinngang) brukes.

Registerutgang: En registerutgang er en 16-bits kvantitet som kan angis av brukeren. Før verdien av registeret er blitt satt av brukeren, leses verdien av det fra den eksterne MODBUS-enheten. Dette betyr at funksjonskoden 0x03 (les holderegistre) brukes. Når produksjonen er angitt av et robotprogram eller ved å spesifisere en signalverdi i **angi signalverdi**-feltet, brukes funksjonskoden 0x06 (skriv enkelt register) til å angi verdien på den eksterne MODBUS-enheten.

Angi signalnavn

Dette feltet viser adressen på den eksterne MODBUS-serveren. Bruk tastaturet på skjermen for å velge en annen adresse. Gyldige adresser avhenger av produsent og konfigurasjon av MODBUS-enheten.

Angi signalnavn

Brukeren kan gi signalet et navn ved hjelp av tastaturet på skjermen. Dette navnet brukes når signalet blir brukt i programmer.

Signalverdi

Her vises den nåværende verdien av signalet. For registersignaler, uttrykkes verdien som et usignert heltall. For utgangssignaler kan den ønskede signalverdien angis ved hjelp av knappen. Også for en registerutgang må verdien for å skrive til enheten sendes som et usignert heltall.

Signalets tilkoblingsstatus

Dette ikonet viser om signalet kan bli riktig lest/skrevet (grønn), eller hvis enheten svarer uventet eller ikke er tilgjengelig (grå). Hvis et MODBUS-unntakssvar mottas, vises svarkoden. MODBUS-TCP-unntakssvarene er:

- E1: ULOVLIG FUNKSJON (0x01) Funksjonskoden som er mottatt i søket er ikke en tillatt handling for serveren (eller slaven).
- E2: ULOVLIG DATAADRESSE (0x02) Funksjonskoden som er mottatt i søket er ikke en tillatt handling for serveren (eller slaven), sjekk at den oppgitte signaladressen stemmer overens med oppsettet av den eksterne MODBUS-serveren.
- E3: ULOVLIG DATAVERDI (0x03) En verdi som finnes i forespørselsdatafeltet er ikke en tillatt verdi for serveren (eller slaven), sjekk at den angitte signalverdien er gyldig for den angitte adressen på den eksterne MODBUS-serveren.
- E4: FEIL PÅ SLAVEENHET (0x04) En uopprettelig feil oppsto mens serveren (eller slaven) forsøkte å utføre den forespurte handlingen.
- E5: BEKREFT (0x05) Spesialisert bruk i forbindelse med programmeringskommandoer som sendes til den eksterne MODBUS-enheten.
- E6: SLAVEENHET ER OPPTATT (0x06) Spesialisert bruk i forbindelse med programmeringskommandoer som sendes til den eksterne MODBUS-enheten, slaven (serveren) er ikke i stand til å svare nå.

Vis avanserte alternativer

Denne avkrysningsboksen viser/gjemmer de avanserte alternativene for hvert signal.

Avanserte alternativer

Oppdater hyppighet: Denne menyen kan brukes til å endre oppdateringshyppigheten av signalet. Med dette menes hvor ofte forespørsler sendes til den eksterne MODBUS-enheten for enten lesing eller skriving av signalverdien. Når frekvensen er angitt som 0, vil modbus-forespørsler startes ved behov, ved bruk av skriptfunksjonene *modbus_hent_signal_status*, *modbus_angi_utgangs_register*, og *modbus_angi_utgangs_signal*.

Slaveadresse: Dette tekstfeltet kan brukes til å angi en bestemt slaveadresse til forespørslene som tilhører et bestemt signal. Verdien må være i området 0-255 begge inkludert, og standard er 255. Hvis du endrer denne verdien, anbefales det å se bruksanvisningen til den eksterne MODBUS-enheten for å kontrollere funksjonaliteten ved endring av slaveadresse.

Koble til igjen telling: Antall ganger TCP-tilkobling ble avbrutt, og koblet til igjen.

Tilkoblingsstatus: TCP-tilkoblingsstatus.

Responstid [ms]: Tid fra modbus-forespørselen ble sendt og svar mottatt – denne oppdateres kun når kommunikasjon er aktiv.

Feil ved modbus-pakke: Antall mottatte pakker som inneholdt feil (f.eks. feil lengde, manglende data, feil ved TCP-sokkel).

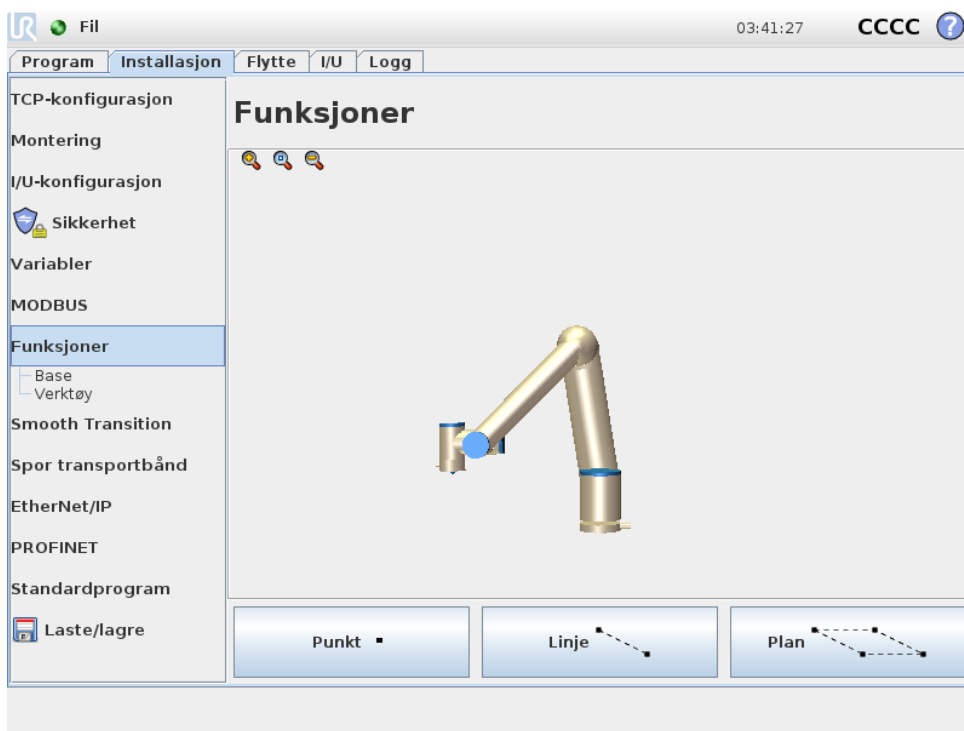
Tidsavbrudd: Antall modbus-forespørsler som ikke fikk svar.

Forespørsler mislyktes: Antall pakker som ikke kunne sendes på grunn av ugyldig sokkel-status.

Faktisk frekv.: Gjennomsnittlig frekvens på signalstatusoppdateringer for klient (master). Denne verdien regnes om igjen hver gang signalet mottar et svar fra serveren (eller slave).

Alle tellere opptil 65535, og deretter nullinnstilt igjen.

13.12 Installasjon → Funksjoner



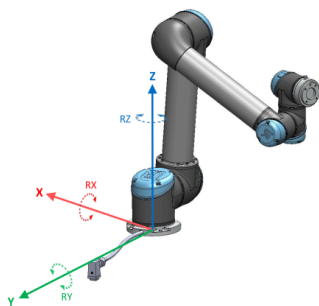
Funksjonen er mer eller mindre en representasjon av en slik gjenstand som er definert ved navn for referanse i fremtiden, og en seksdimensjonal positur (posisjon og orientering) relativ til robotens sokkel.

Enkelte delpartene til et robotprogram består av bevegelser som utføres relativt til spesifikke gjenstander i stedet for robotarmens sokkel. Disse gjenstandene kan være bord, andre maskiner, arbeidsmateriale, belter, paller, overvåkingssystemer, tomrom eller grenser, som befinner seg i nærheten av robotarmen. To forhåndsdefinerte funksjoner eksisterer alltid for roboten. Hver funksjon har sin posisjon definert av konfigurasjonen av robotarmen:

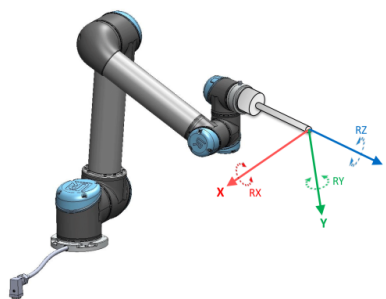
- Sokkelfunksjonen er plassert med opprinnelsespunktet i robotsokkelens senter (se figur 13.1)
- Verktøyfunksjonen er plassert med opprinnelsespunktet i senteret til den gjeldende TCP-en (se figur 13.2)

Brukerdefinerte funksjoner er plassert ved å bruke en metode som bruker den nåværende posisjonen til TCP i arbeidsområdet. Dette betyr at brukerne kan lære om plasseringer av funksjoner ved å bruke Freedrive -modus eller "jogging" til å flytte roboten til den ønskede posituren.

Tre forskjellige strategier eksisterer (**punkt**, **linje** og **plan**) for å definere funksjonens positur. Den beste strategien for en gitt applikasjon avhenger av hvilken type objekt som brukes og presisjonskravene. Generelt foretrekkes en funksjon basert på flere inngangspunkter (**linje** og



Figur 13.1: Sokkelfunksjon



Figur 13.2: Verktøyfunksjon (TCP)

plan) hvis det gjelder det bestemte objektet.

For å nøyaktig definere retningen for en lineær transportør, skal to punkter av en linje-funksjon defineres med så mye fysisk separasjon som mulig. Punkt-funksjonen kan også brukes til å definere en lineær transportør, men brukeren må peke TCP i retning av transportørbevegelsen. Hvis du bruker flere punkter til å definere posituren til et bord, betyr det at orienteringen er basert på posisjonene i stedet for orienteringen til én enkelt TCP. En enkel TCP-orientering er vanskeligere å konfigurere med høy presisjon.

For å lære om de forskjellige metodene for å definere en funksjon, se (avsnitt: 13.12.2), (13.12.3) og (13.12.4).

13.12.1 Bruke en funksjon

Når en funksjon er definert i installasjonen, kan du referere til denne fra robotprogrammet, for å relatere robotbevegelser (f.eks. **MoveL** og **MoveP**-kommandoer) til funksjonen (se delen 14.5). Dette gjør det enkelt å tilpasse et robotprogram (f.eks. når det er flere robotstasjoner, når en gjenstand flyttes under kjøring av et program eller når en gjenstand flyttes permanent i scenen). Ved å justere funksjonen til et objekt, flyttes alle programbevegelser i forhold til objektet. For ytterligere eksempler, se (avsnitt 13.12.5) og (13.12.6).

Funksjoner som blir konfigurert som joggbare er også et nyttige verktøy når du skal flytte roboten manuelt i kategorien Flytt (delen 13.1) eller skjermbildet **positurredigering** (se 12.2). Når en funksjon har blitt valgt som en referanse, vil Flytt verktøy-knappene for oversettelse og rotasjon operere i det valgte funksjonsområdet (se 13.1.2) og (13.1.3), lesing av TCP koordinatene. Hvis en tabell er for eksempel definert som en funksjon og er valgt som en referanse i Flytt-kategorien, flytter oversettelse-pilene (f. eks. opp/ned, venstre/høyre, fremover/bakover) roboten i disse retningene i forhold til bordet. I tillegg vil TCP-koordinatene ligge i rammen av tabellen.

Gi nytt navn

Denne knappen omdøper en funksjon.

Slett

Denne knappen sletter en valgt funksjon og alle underfunksjoner, hvis disse finnes.

Vis akser

Velg om koordinasjonsaksene for den valgte funksjonen skal være synlig i 3D-grafikken. Valget gjelder på denne skjermen og på Flytt-skjermen.

Endre punkt

Bruk **Endre dette punkt**-knappen til å angi eller endre den valgte funksjonen. **Flytt**-kategorien (delen 13.1) vises, og en ny funksjonsposisjon kan stilles inn.

Kan legges under

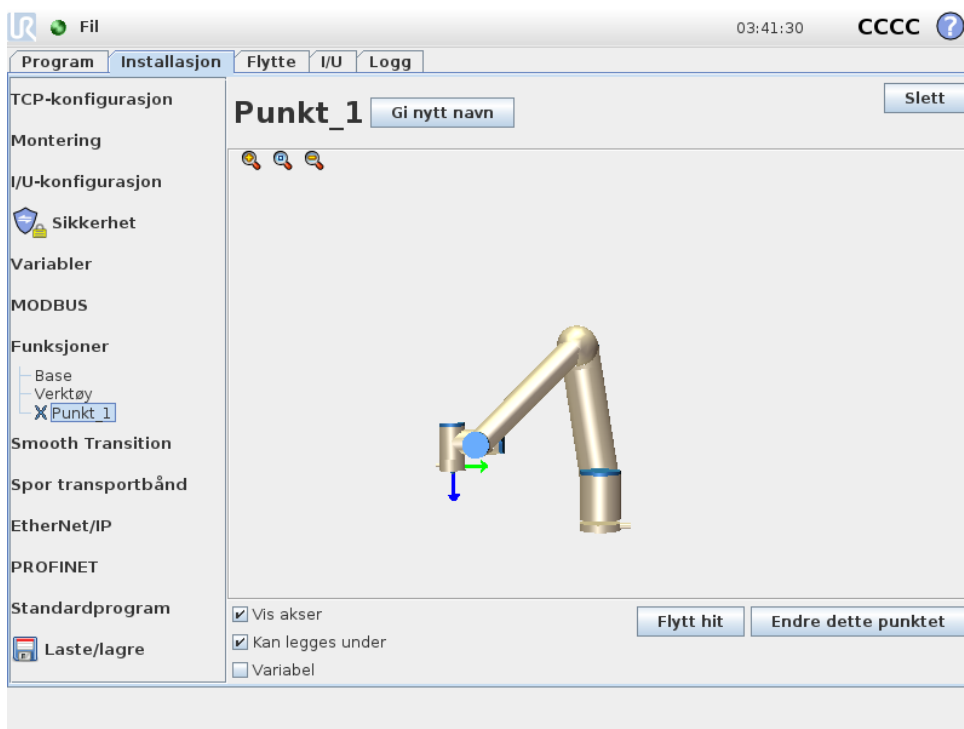
Velg om den valgte funksjonen skal kunne legges under dette. Dette bestemmer om funksjonen vises i funksjonsmenyen på Flytt-skjermen.

Bruke Flytt robot her

Trykk på **Flytt robot her**-knappen slik at robotarmen flyttes mot den valgte funksjonen. På slutten av denne bevegelsen, vil koordinasjonssystemene til funksjonen og TCP stemme overens.

13.12.2 Nytt punkt

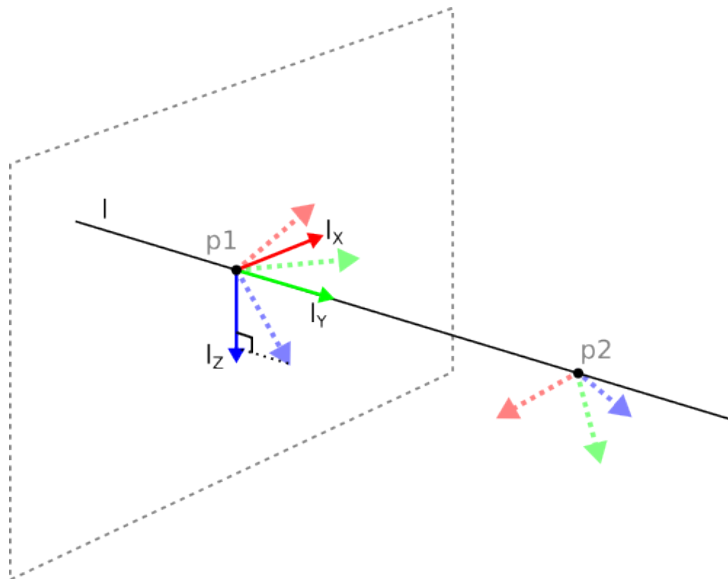
Trykk på **Punkt**-knappen for å legge til en punktfunksjon i installasjonen. Punkt-funksjonen definerer en sikkerhetsgrense eller en global hjemmekonfigurasjon for robotarmen. Posituren til punktfunksjonen er definert som posisjonen og orienteringen til TCP-en.



13.12.3 Ny linje

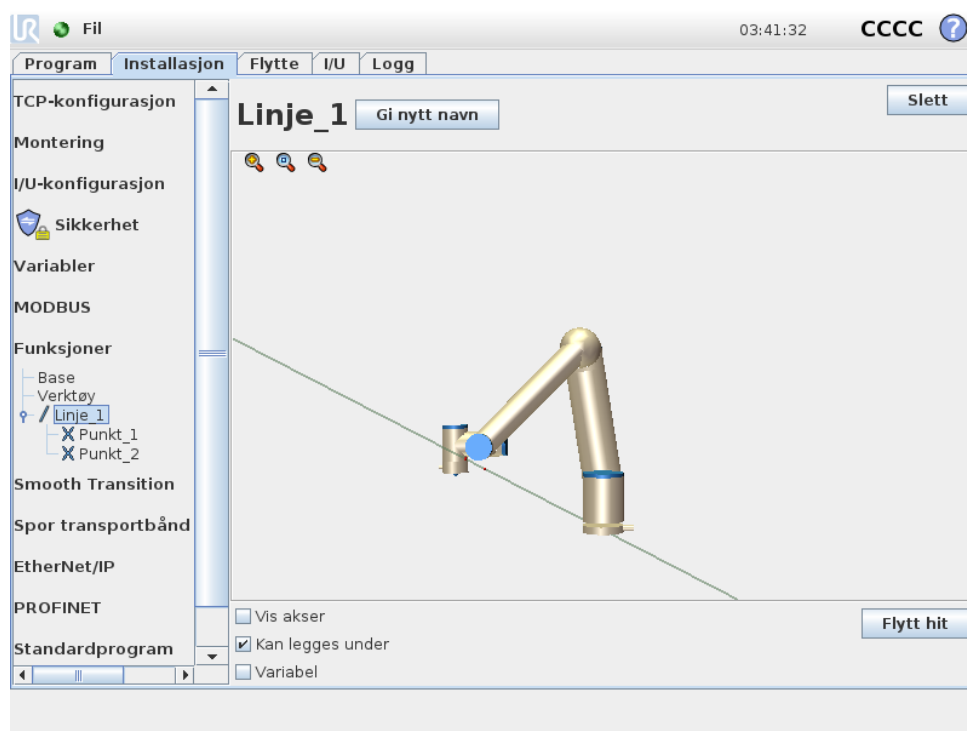
Trykk på **line**-knappen for å legge til en linjefunksjon i installasjonen. Linje-funksjonen definerer linjer som roboten må følge. (f.eks. ved bruk av transportsporing). En linje l defineres som en akse mellom to punktfunksjoner $p1$ og $p2$ som vist i figuren 13.3.

I figur 13.3 utgjør akse som er rettet fra det første punktet mot det andre punktet, y-aksen i koordinasjonssystemet til linjen. Z-aksen er definert av projeksjonen av z-aksen til $p1$ på den rette



Figur 13.3: Definisjon av linjefunksjonen

vinkelen på linjen. Plasseringen av linjens koordinasjonssystem er den samme som posisjonen til $p1$.



13.12.4 Plan-funksjon

Velg plan-funksjonen når du trenger en ramme med høy presisjon, f.eks. når du arbeider med et overvåkingssystem eller når du kjører bevegelser som er relative til et bord.

Legg til en plan

1. I Installasjon, velg **Funksjoner**.

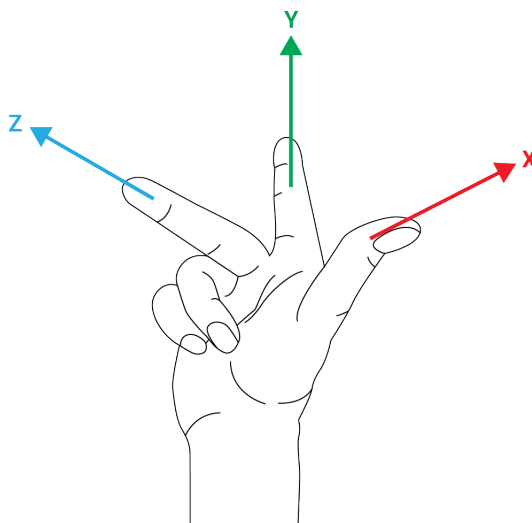
2. Under Funksjoner, velg **Plan**.

Lær om en plan

Når du trykker på plan-knappen for å opprette en ny plan, hjelper skjermveiledningen til å lage en plan.

1. Velg Origo
2. Flytt roboten for å definere retningen av planens positive x-aksen
3. Flytt roboten for å definere retningen av planens positive y-aksen

Planen defineres med høyrehåndsregelen, slik at z-aksen representerer kryssproduktet til x-aksen og y-aksen, som illustrert nedenfor.



MERK:

Du kan undervise planen i motsatt retning av x-aksen, hvis du vil at planen skal være normalt i motsatt retning.

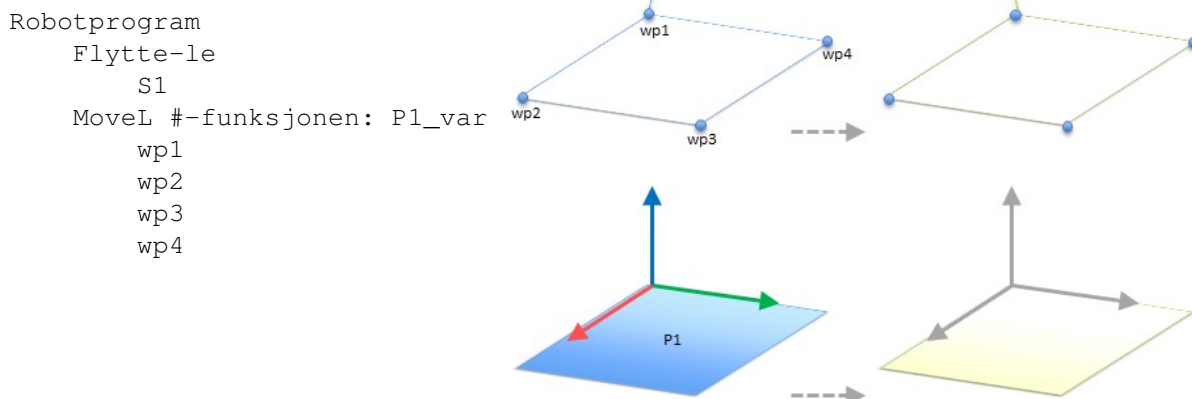
Endre en eksisterende plan ved å velge Plan og trykk Endre plan. Du vil da bruke samme veiledning som for å lære en ny plan.

13.12.5 Eksempel: Manuell oppdatering av en funksjon for å justere et program

Forestill deg en applikasjon hvor flere deler av et robotprogram er relative til et bord. Figur 13.4 illustrerer bevegelsen fra vendepunkt wp1 og helt til wp4.

Applikasjonen krever at programmet brukes for flere robotinstallasjoner, hvor kun posisjonen til bordet kan variere litt. Bevegelsen relativ til bordet er den samme. Ved å definere bordets posisjon som en funksjon *P1* i installasjonen, kan programmet med en *MoveL*-kommando som er konfigurert som relativ til planen, enkelt brukes på flere roboter kun ved å oppdatere installasjonen med den faktiske posisjonen til bordet.

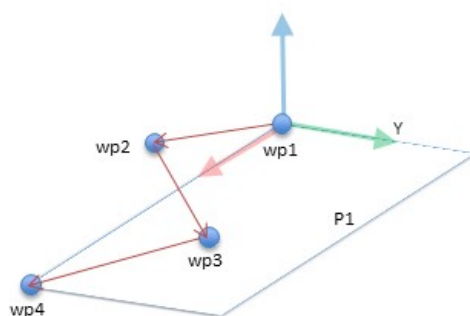
Dette konseptet gjelder alle funksjoner i en applikasjon, for å skape et fleksibelt program som kan løse samme oppgave på mange roboter selv andre steder i arbeidsområdet kan variere mellom installasjoner.



Figur 13.4: Enkelt program med fire veipunkter relativ til et funksjonsplan som blir manuelt oppdatert ved endring av funksjon

13.12.6 Eksempel: Dynamisk oppdatering av en funksjonspostur

Forestill deg en lignende applikasjon hvor roboten må bevege seg i et spesifikt mønster oppå et bord for å løse en angitt oppgave (se 13.5).



Figur 13.5: A *MoveL* kommanderer med fire veipunkter i henhold til planfunksjon

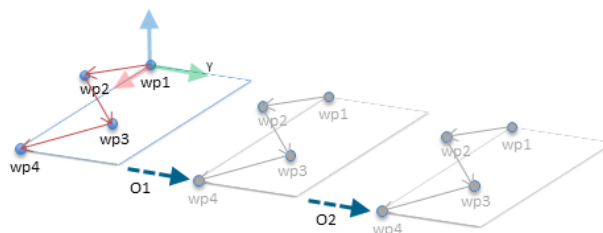
Bevegelsen i forhold til *P1* gjentas flere ganger, hver gang med en forskyvning o . I dette eksemplet er forskyvningen satt til 10 cm i Y-retningen (se figur 13.6, forskyvninger *O1* og *O2*). Dette oppnås ved å bruke skriptfunksjonene *positur_add()* eller *positur_trans()* for å manipulere variabelen.

Det er mulig å bytte til en ny funksjon mens programmet kjører, i stedet for å legge til en utligning. Dette er vist i eksempelet nedenfor (se figuren 13.7), hvor referansefunksjonen for *MoveL*-kommandoen *P1_var* kan bytte mellom to planer *P1* og *P2*.

13.13 Konfigurasjon av transportbåndsporing

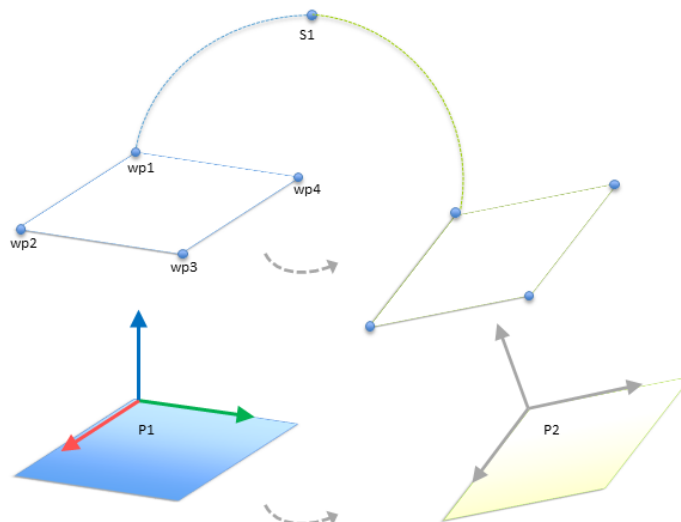
Når du bruker et transportbånd, kan roboten konfigureres til å spore bevegelsen. Innstillingene for transportbåndsporing gir flere valg for å konfigurere roboten, for at den kan arbeide med

```
Robotprogram
  Flytte-le
    wp1
  y = 0,01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  P1_var = positur_trans(P1_var,
  MoveL #-funksjonen: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



Figur 13.6: Angi utligning for planfunksjonen

```
Robotprogram
  Flytte-le
    S1
  hvis (digital_inndata[0]) s
    P1_var = P1
  annet
    P1_var = P2
  MoveL #-funksjonen: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



Figur 13.7: Bytte fra én planfunksjon til en annen

absolutte og trinnvise kodere, så vel som lineære og sirkulære transportbånd.

Transportbåndparametre

Gradvis økende: kodere kan kobles til digitale innganger 0 og 3. Dekoding av digitale signaler kjører på 40 kHz. Bruk av **Kvadratur**-koder (krever to innganger), gjør at roboten kan vurdere farten og retningen på transportbåndet. Hvis retningen til transportbåndet er konstant, kan en enkel inngang brukes, som vil registrere enten hevet, senket, eller hevet og senket kanter som bestemmer farten til transportbåndet.

Absolutte: kodere kan kobles til via et MODBUS-signal. Du må forhåndsinnstille en digital MODBUS-inngang i (seksjon 13.11).

Lineære transportbånd

Når et lineært transportbånd er valgt, kan du konfigurere en linjefunksjon i **Funksjoner**-delen av installasjonen for å bestemme retningen på transportbåndet. Linjefunksjonen skal være parallell med retningen på transportbåndet, og det må være stor avstand mellom de to punktene som definerer linjefunksjonen. Konfigurer linjefunksjonen ved å plassere verktøyet fast mot siden av transportbåndet når man setter opp de to punktene. Dersom linjefunksjonens retning går motsatt av transportbåndets bevegelse, bruk **Reverser retning**-knappen.

Feltet **Avmerkinger per meter** viser antall avmerkinger koderen genererer når transportbåndet beveger seg én meter.

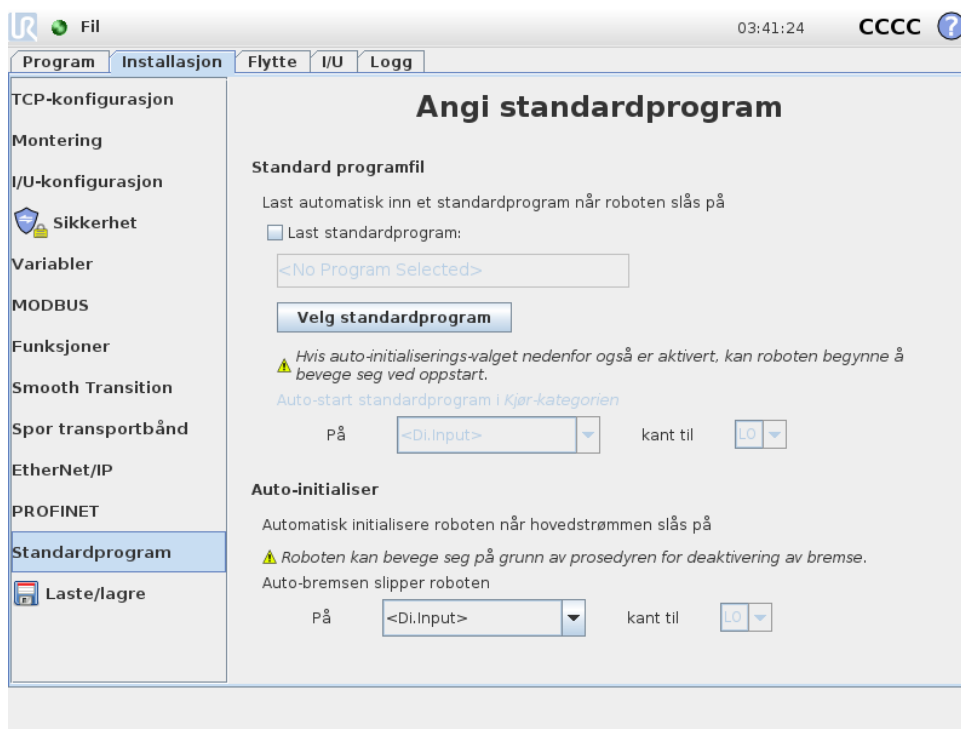
$$\text{Avmerkinger per meter} = \frac{\text{avmerkinger per rotasjon på koder}}{2\pi \cdot \text{radius på koder disc[m]}} \quad (13.1)$$

Sirkulære transportbånd

Ved sporing av en sirkulær transportør, må transportørens midtpunkt defineres.

1. Definer midtpunktet i **Funksjoner**-delen av installasjonen. Verdien av **Avmerkinger per rotasjon** må være antall avmerkinger som koderen genererer når transportbåndet roterer én full runde.
2. Velg **Roter verktøy med transportbånd**-avkrysningsboksen hvis verktøyets orientering skal være i forhold til transportbåndet (f.eks hvis verktøyet er vinkelrett på transportøren, vil det forbli vinkelrett under bevegelsen).
3. Opphev valget av **Roter verktøy med transportbånd**-avkrysningsboksen hvis orientering skal kontrolleres av banen.

13.14 Installasjon → Standardprogram



Oppstartsskjermen inneholder innstillinger for automatisk lasting og oppstart av et standardprogram, og for auto-initialisering av robotarmen ved oppstart.


ADVARSEL:

1. Når automatisk belastning, automatisk start og automatisk oppstart aktiveres, kjører roboten programmet så snart kontrollboksen slås på hvis inngangssignalet samsvarer med det valgte signalnivået. For eksempel vil kantsovergangen til det valgte signalnivået ikke være nødvendig i dette tilfellet.
2. Vær forsiktig når signalnivået er satt til LAV. Inngangssignaler er lave som standard, noe som fører til at programmet kjøres automatisk uten å utløses av et eksternt signal.

Laste et standardprogram

At standardprogram blir lastet når kontrollboken slås på. Videre vil standardprogrammet også lastes automatisk når **Kjør program**-skjermbildet (se 11.4) kommer opp og ingen program er lastet.

Starte et standardprogram

Standardprogrammet vil startes automatisk i skjermbildet **Kjør program**. Når standardprogrammet er lastet, og det angitte eksterne inngangssignalet kantovergang blir oppdaget, startes programmet automatisk.

Ved oppstart, er det nåværende inngangssignalnivået udefinert. Å velge en overgang som samsvarer med signalnivået ved oppstart, starter programmet umiddelbart. Videre hvis en forlater skjermbildet **Kjør program** eller trykker på stopp-knappen i kontrollpanelet, vil det deaktivere auto-startfunksjonen inntil kjø-knappen trykkes på nytt.

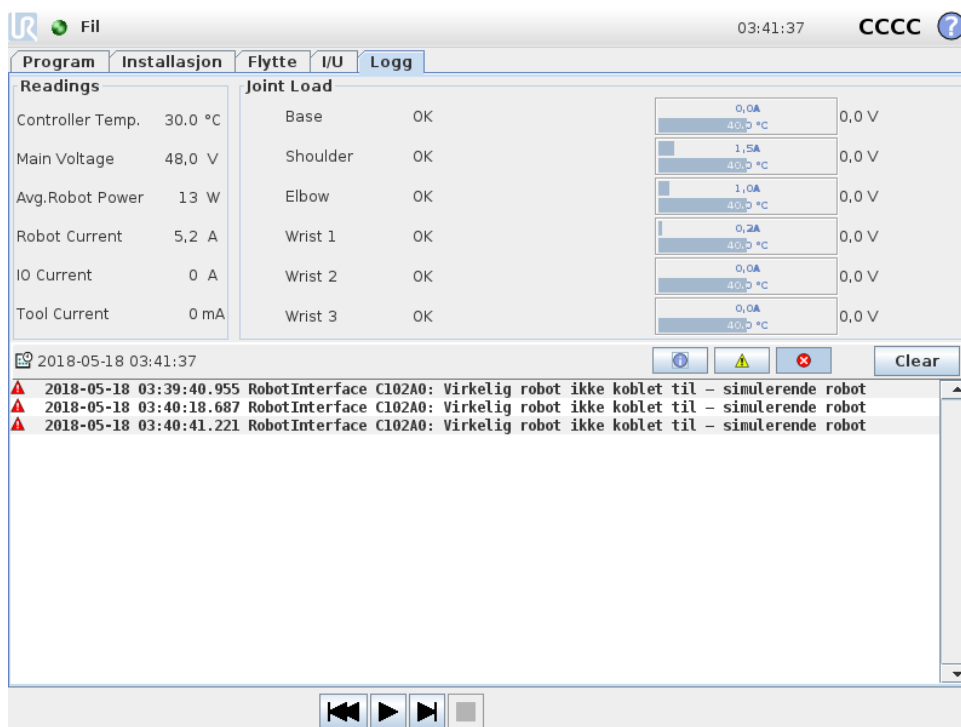
Auto-initialisering

Robotarmen initialiseres automatisk. Ved det spesifiserte eksterne inngangssignalets kantovergang, vil robotarmen være fullstendig klargjort, uten hensyn til den synlige skjermen.

Bremsefrigivelse representerer den endelige initialiseringsfasen. Under bremsefrigivelsen, vil robotarmen gjøre en mindre bevegelse og en klikkestøy. Videre kan ikke bremsene automatisk frigjøres dersom den konfigurerte monteringen ikke samsvarer med monteringen som er oppdaget (basert på sensor-data). I dette tilfellet, må roboten initialiseres manuelt via initialiseringsskjermen (se 11.5).

Ved oppstart, er det nåværende inngangssignalnivået udefinert. Å velge en overgang som samsvarer med signalnivået ved oppstart, starter robotarmen umiddelbart.

13.15 Logg-kategorien



Robothelse Den øverste halvdelen av skjermen viser tilstanden for robotarmen og kontrollboksen.

Den venstre delen av skjermen viser informasjon relatert til kontrollboksen, mens den høyre delen av skjermen viser informasjon om robotledd. Hvert ledd viser informasjon om temperaturen til motoren og elektronikken, belastningen til leddet og spenningen.

Robotlogg På nederste halvdel av skjermen vises det meldinger. Den første kolonnen kategoriserer alvorlighetsgraden av loggoppføringen. Den andre kolonnen viser tidspunkt for mottak av meldingen. Den neste kolonnen viser avsenderen av meldingen. Den siste kolonnen viser selve meldingen. Meldinger kan filtreres ved å velge de avlange knappene som korresponderer til alvorlighetsgraden av loggoppføringen. Figuren ovenfor viser feil som vil vises mens informasjons- og varselmeldinger vil bli filtrert. Noen loggmeldinger er utformet for å gi mer informasjon som kan nås ved å velge loggoppføringen.

13.15.1 Lagrer feilrapporter

Når en feil oppstår i PolyScope, genereres en logg av feilen. I Log-fanen kan du spore og/eller eksportere genererte rapporter til en USB-stasjon (se 13.15). Følgende listen over feil kan spores og eksporteres:

- Feil
- Interne PolyScope-unntak
- Beskyttende stans
- Uhåndtert unntak i URCap

- Overtredelse

Den eksporterte rapporten inneholder et brukerprogram, en logg, en installasjon og en liste over tjenester som kjører.

Feilrapport En detaljert statusrapport er tilgjengelig når et ikon for papirklipp vises på logglinjen.

- Velg en logglinje og trykk på knappen lagre rapport for å lagre rapporten til en USB-stasjon.
- Rapporten kan lagres mens et program kjører.



MERK:

Den eldste rapporten slettes når en ny genereres. Kun de fem siste rapportene lagres.

13.16 Lasteskjerm

I dette skjermbildet kan du velge hvilke program som skal lastes. Det finnes to versjoner av denne skjermen: en som skal brukes når du kun vil laste et program og utføre det, og en som brukes når du faktisk vil redigere et program.



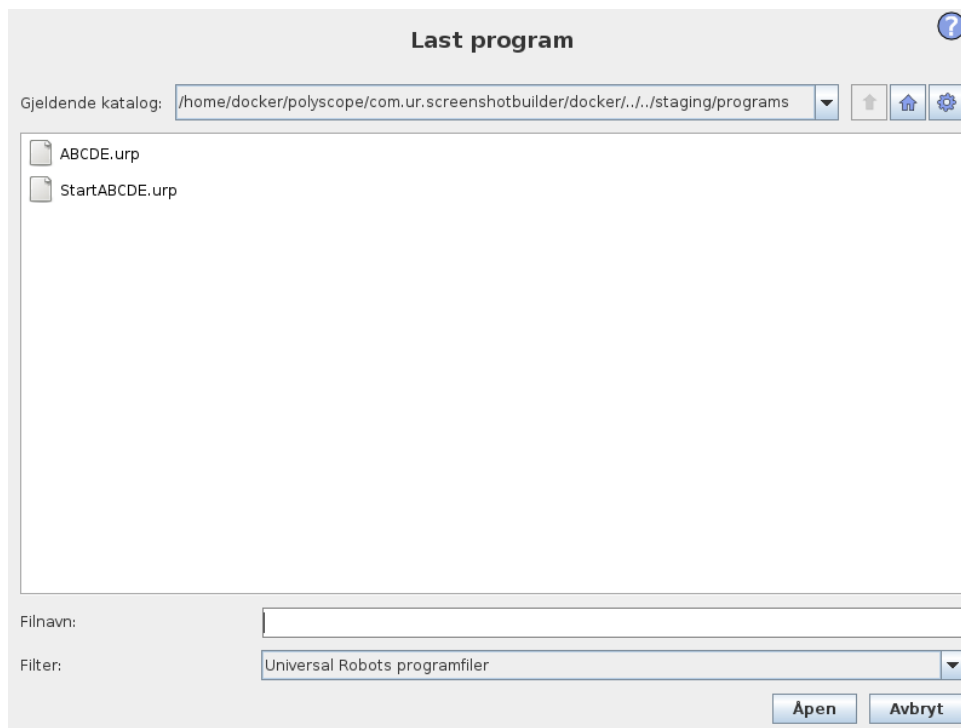
MERK:

Å kjøre et program fra en USB-stasjon er ikke anbefalt. For å kjøre et program som er lagret på en USB-stasjon, last det først inn og lagre det deretter den lokale programmer-mappen hjelp av **Lagre som...** på **Fil**-menyen.

Den største forskjellen ligger i hvilke handlinger som er tilgjengelig for brukeren. På den grunnleggende lasteskjermen kan brukeren kun få tilgang til filer – ikke endre eller slette dem. Videre kan ikke brukeren forlate kategoristrukturen som er lavere enn programmer-mappen. Brukeren kan gå ned til en underkatalog, men brukeren kan ikke gå noe høyere enn programmer-mappen.

Derfor bør alle programmer plasseres i programmer-mappen og / eller undermapper under programmer-mappen.

Skjermlayout



Dette bildet viser den faktiske lasteskjermen. Den består av følgende viktige områder og knapper:

Banehistorikk Banehistorikken viser en liste over de banene som fører opp til den nåværende plasseringen. Dette betyr at alle overordnede mappene opp til roten av datamaskinen vises. Her vil du legge merke til at du kanskje ikke være i stand til å få tilgang til alle katalogene over program-mappen.

Ved å velge et mappenavn i listen, endres lastedialogboksen til den katalogen og viser den i filvalg-området (se 13.16).

Filvalg-område I dette området av dialogen er innholdet i det aktuelle området til stede. Det gir brukeren muligheten til å velge en fil ved å enkelt-klikke på navnet sitt eller å åpne filen ved å dobbeltklikke på navnet sitt.

Direktiver velges med et langt trykk på omtrent 0,5 s. Du kan gå inn i en mappe og vise dens innhold med ett enkelt trykk.

Fil-filter Ved å bruke fil-filteret kan man begrense filene som vises til å omfatte den filtypen som man ønsker. Ved å velge **Sikkerhetskopierte filer** viser filvalg-området de siste ti lagrede versjonene av hvert program, der .old0 er den nyeste og .old9 er den eldste.

Filfelt Her vises den valgte filen. Brukeren har muligheten til å skrive inn filnavnet på en fil manuelt ved å klikke på tastaturikonet til høyre for feltet. Dette vil føre til at det dukker opp et tastatur på skjermen hvor brukeren kan skrive inn filnavnet direkte på skjermen.

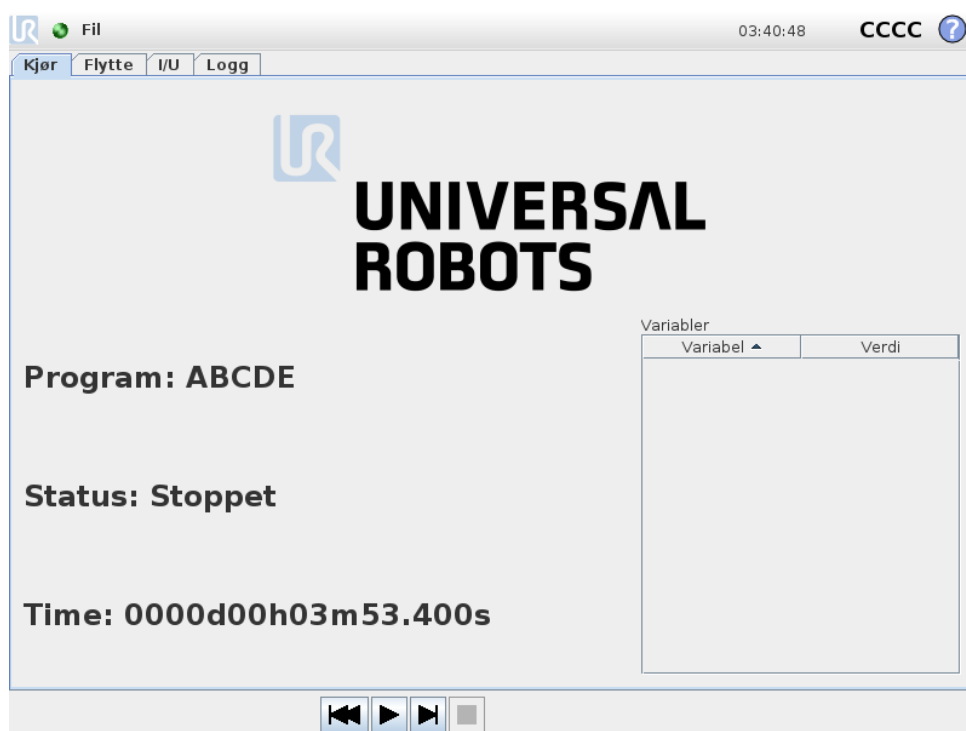
Åpne-knapp Ved å klikke på Åpne-knappen, vil den valgte filen åpnes og gå tilbake til forrige skjerm.

Avbryt-knapp Å klikke på Avbryt-knappen vil avbryte den aktuelle lasteprosessen og føre til at skjermen bytter til det forrige skjermbildet.

Handlingsknapper En rekke knapper gir brukeren muligheten til å utføre noen av de handlinger som normalt vil være tilgjengelig ved å høyreklikke på et filnavn i en konvensjonell fil-dialog. I tillegg har man muligheten til å gå opp i katalogstrukturen og direkte til program-mappen.

- Primær: Flytt oppover i katalogstrukturen. Knappen vil ikke bli aktivert i to tilfeller: når gjeldende katalog er øverste katalog eller hvis skjermen er i begrenset modus og gjeldende katalog er programmappen.
- Gå til programmappe: Gå hjem
- Handlinger: Handlinger slik som opprette katalog, slette fil osv.

13.17 Kjøre-kategorien

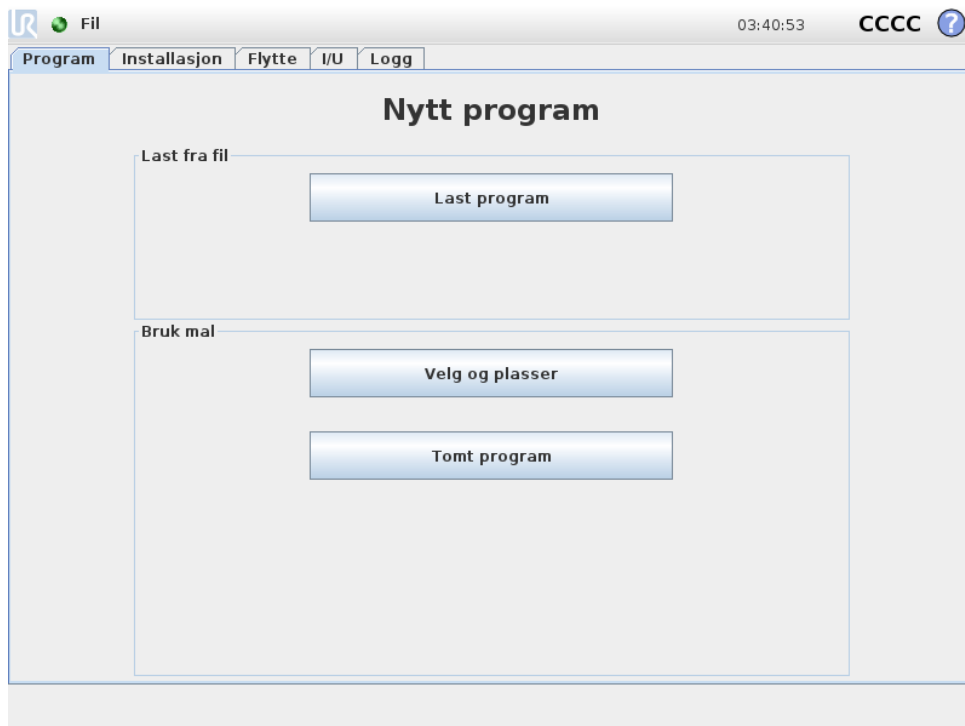


Denne kategorien gir en svært enkel måte å drive robotarmen og styreenheten på, med så få knapper og alternativer som mulig. Dette kan med fordel kombineres med å passord-beskytte programmeringsdelen av PolyScope (se 15.3), for å gjøre roboten til et verktøy som utelukkende kan kjøre forhåndsskrevne programmer.

Videre i denne kategorien kan et standardprogram lastes inn automatisk og startes basert på et eksternt inngangssignal på kantovergang (se 13.14). Kombinasjonen av automatisk lasting og starting av et standardprogram og automatisk initialisering ved innkobling kan for eksempel brukes til å integrere robotarmen inn i andre maskiner.

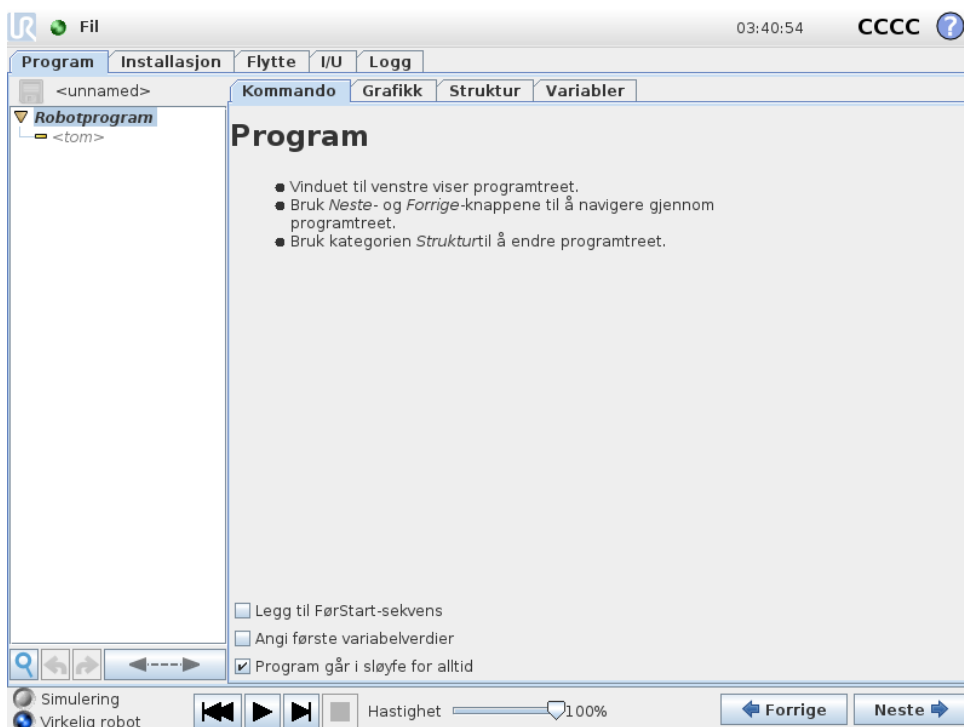
14 Programmering

14.1 Nytt program



Et nytt robotprogram kan starte fra enten en *mal* eller fra et eksisterende (lagret) robotprogram. En *mal* kan gi den totale programstrukturen, slik at bare detaljene til programmet må fylles inn.

14.2 Program-kategorien



Program-kategorien viser programmet som redigeres.

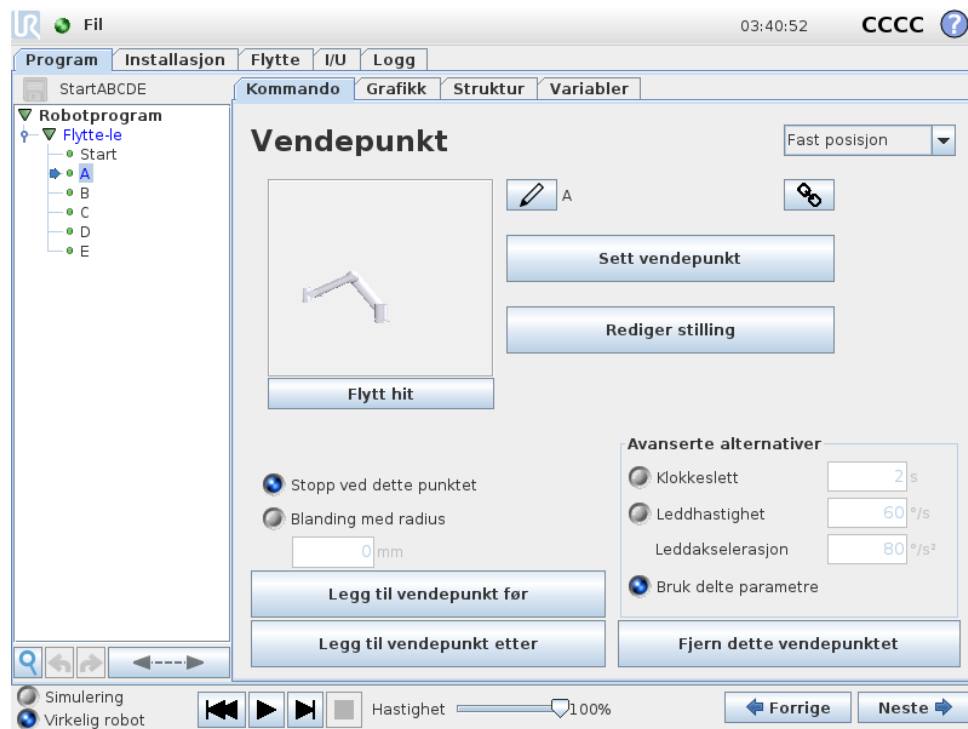
14.2.1 Programtre

Programtreet på venstre side av skjermen viser programmet som en liste kommandoer, mens området på høyre siden av skjermen viser informasjon knyttet til aktuell kommando.

Aktuell kommando velges ved å klikke på kommandolisten eller ved å bruke knappene **Forrige** og **Neste** nederst til høyre på skjermen. Kommandoer kan settes inn eller fjernes via kategorien **Struktur**. Programnavnet vises direkte over kommandolisten, med et lite diskikon som kan klikkes for å lagre programmet raskt.

I Programtreet er kommandoen som utføres for øyeblikket uthevet som beskrevet i 14.2.2.

14.2.2 Indikasjon av programkjøring



Programtreet treet inneholder visuelle signaler som informerer om kommandoen som blir utført av roboten på gjeldende tidspunkt. Et lite  indikatorikon vises til venstre for kommandoikonet, og navnet på kommandoen som utføres og noen overordnede kommandoer (identifiseres vanligvis av kommandoikonene  /  kommando-ikoner) er uthevet i blått. Dette gjør det lettere for brukeren å finne kommandoen som utføres i dette treet.

Hvis for eksempel robotarmen beveger seg mot et veipunkt, er den tilsvarende vendepunkt-underkommandoen merket med  -ikonet og dets navn sammen med navnet på flyttekommandoen (se 14.5) som den tilhører vises i blått.

Hvis programmet settes på pause, merker indikatorikonet for programkjøring den siste kommandoen som ble utført.

Når du klikker på  -ikonet under programtreet, vil du gå direkte til kommandoen som kjøres for øyeblikket eller siste kommando ble kjørt i treet. Hvis du klikker på en kommando mens et program er i gang, vil kategorien kommando fortsette å vise informasjonen relatert til den valgte kommandoen. Når du trykker på  -knappen, viser Kommando-fanen informasjon om kommandoene som kjøres kontinuerlig.

14.2.3 Søk-knapp

Trykk på  for å utføre et tekstsøk i programtreet. Når trykket på, kan en søketekst bli skrevet inn og program-noder som er like vil bli uthevet i gult. I tillegg er navigasjonsknappene tilgjengelige for å navigere gjennom kampene. Trykk på ikonet  for å gå ut av søkmodus. Merk: Programtreet må utvides for å få tilgang til de ekstra navigasjonsknappene.

14.2.4 Angre / gjøre om-knapp

Knappene med ikonene  og  i verktøylinjen nederst på programtreet brukes til å angre og gjøre om endringer som er gjort i programtreet og i kommandoene i treet.

14.2.5 Programkontrollpanel

Den nedre delen av skjermen er *instrumentbordet*. *Instrumentbordet* har en rekke knapper som en gammeldags båndopptaker, der programmer kan startes og stoppes, styres med enkelttrinn og startes på nytt. *Hastighet-glidebryteren* lar deg justere programmets hastighet til enhver tid, noe som direkte påvirker hastigheten som robotarmen beveger seg med. I tillegg viser *hastighet-glidebryteren* i sanntid den relative hastigheten som robotarmen beveger seg med og tar hensyn til sikkerhetsinnstillingene. Den angitte prosentandelen er den maksimale, oppnåelige hastigheten for å kjøre programmet uten å bryte sikkerhetsgrensene.

Til venstre for *instrumentbordet* kan du veksle mellom simulering og å kjøre programmet på en ekte robot med knappene *Simulering* og *Ekte Robot*. Når du kjører i simulering flyttes ikke robotarmen, og kan dermed ikke skade seg selv eller utstyr i nærheten i kollisjoner. Bruk simuleringen til testprogrammer hvis du er usikker om hva robotarmen vil gjøre.



FARE:

1. Sørg for å oppholde deg utenfor robotens arbeidsområde når *Spill av*-knappen trykkes inn. Bevegelsen som du programmerte kan være annerledes enn forventet.
2. Bruk *Trinn*-knappen kun når det er absolutt nødvendig. Sørg for å oppholde deg utenfor robotens arbeidsområde når *Trinn*-knappen trykkes inn.
3. Sørg for å alltid teste programmet ved å redusere hastigheten med *hastighet-glidebryteren*. Logiske programmeringsfeil som er gjort av integratoren kan føre til uventede bevegelser av robotarmen.
4. Når et nødstopp eller en verneinstans har oppstått, vil robotprogrammet stoppe. Dette kan startes opp igjen så lenge ingen ledd har beveget seg mer enn 10°. Når man trykker på start, vil roboten bevege seg langsomt tilbake i banen sin igjen, og fortsette utførelsen av programmet.

Mens programmet skrives, vises bevegelsen av robotarmen illustrert ved hjelp av en 3D-tegning i kategorien *Grafikk*, beskrevet i 14.29.

Ved siden av hver programkommando er det et lite ikon som er rødt, gult eller grønt. Et rødt ikon betyr at det er en feil i kommandoen, gult betyr at kommandoen ikke er fullført og grønt betyr at alt er OK. Et program kan bare kjøres når alle kommandoer er grønne.

14.3 Variabler

Et robotprogram kan bruke variabler til å lagre og oppdatere ulike verdier under kjøring. To typer variabler er tilgjengelige:

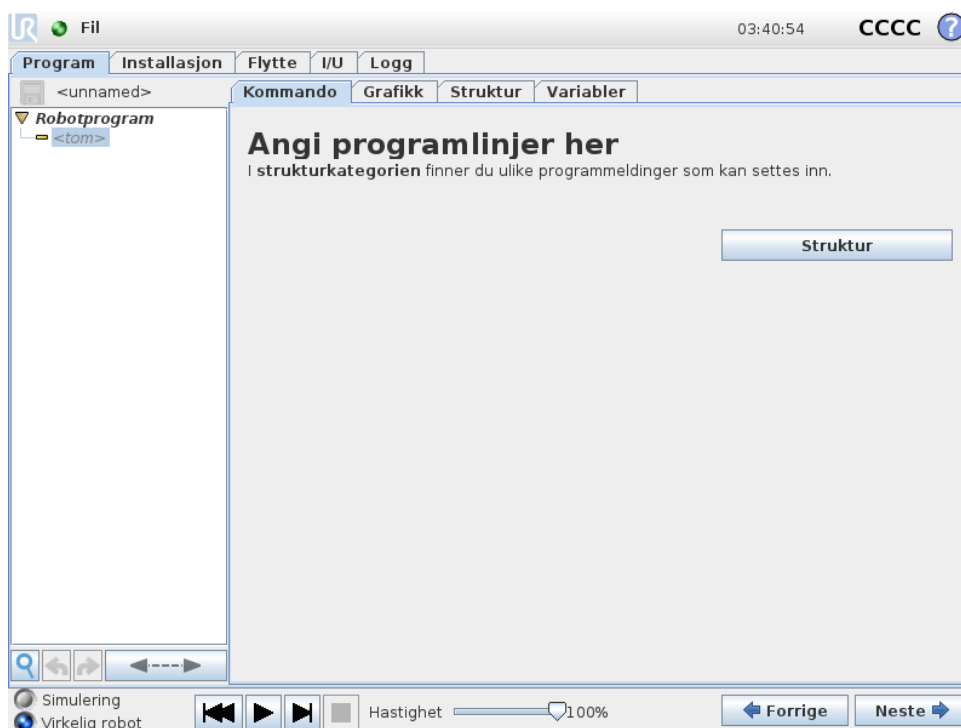
Installasjonsvariabler: Disse kan brukes av flere programmer og deres navn og verdier er faste sammen med robotinstallasjonen (se 13.10). Variabler for installasjon beholder verdien sin etter at roboten og kontrollboksen har blitt startet på nytt.

Vanlige programvariablene: Disse er kun tilgjengelige for det kjørende programmet og deres verdier går tapt så snart programmet stoppes.

Følgende variabeltyper er tilgjengelige:

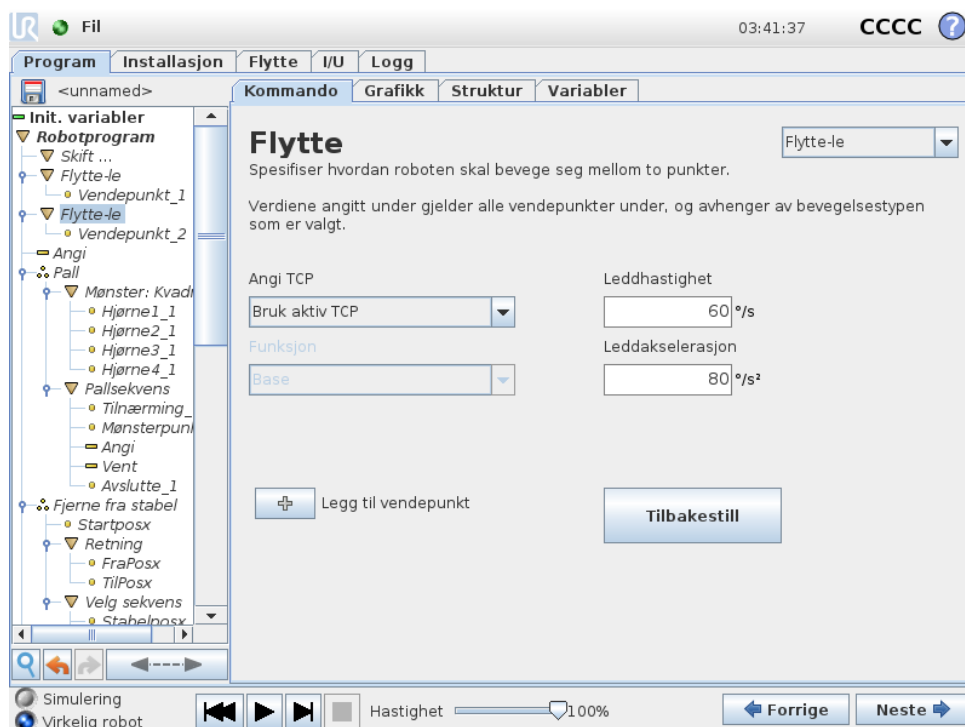
<i>bool</i>	En boolsk variabel der verdien er enten sann eller usann.
<i>int</i>	Et heltall i området -2147483648 til 2147483647 (32 bit).
<i>flyt</i>	Et nummer for flytende punkt (desimal) (32 bit).
<i>kjede</i>	En sekvens av tegn.
<i>stilling</i>	En vektor som beskriver plassering og orientering i kartesisk plass. Det er en kombinasjon av en posisjonsvektor (x, y, z) og en rotasjonsvektor (rx, ry, rz) som representerer orienteringen skrevet som $p[x, y, z, rx, ry, rz]$.
<i>liste</i>	En sekvens av variabler.

14.4 Kommando: Tom



Programkommandoer må settes inn her. Trykk på **Struktur**-knappen for å gå til kategorien struktur, hvor de ulike valgbare programlinjene er plassert. Et program kan ikke kjøre før alle linjer er spesifisert og definert.

14.5 Kommando: Flytte



Flytt-kommandoen kontrollerer robotbevegelsen gjennom de underliggende vendepunktene. Vendepunkter må være under en Flytte-kommando. Flytt-kommandoen definerer akselerasjonen og hastigheten som robotarmen beveger seg mellom disse vendepunktene.

Bevegelsestyper

Du kan velge én av tre bevegelsestyper: **MoveJ**, **MoveL** og **MoveP**. Hver bevegelsestype er beskrevet nedenfor.

- **moveJ** utfører bevegelser som er utregnet i robotarmen **leddrom**. Hvert ledd kontrolleres for å nå ønsket endelokasjon samtidig. Denne bevegelsestypen resulterer i en buet bane for verktøyet. De delte parametre som gjelder for denne bevegelsestypen er den maksimale leddhastigheten og leddakselerasjonen som kan brukes for bevegelsesberegninger, angitt i henholdsvis grader/s og grader/s^2 . Hvis det er ønskelig å la robotarmen bevege seg raskt mellom vendepunktene, uten hensyn til banen for verktøyet mellom disse vendepunktene, er denne bevegelsestypen et gunstig valg.
- **moveL** beveger Verktøyets senterpunkt lineært mellom vendepunkter. Dette betyr at hvert ledd utfører en mer komplisert bevegelse for å holde verktøyet i en rett bane. De delte parametrene som kan stilles for denne bevegelsestypen er ønsket verktøyhastighet og verktøyakselerasjon spesifisert i henholdsvis mm/s og mm/s^2 , og også en funksjon. Den valgte funksjonen vil avgjøre funksjonsområder der verktøyposisjonene til vendepunktene blir representert i.
- **moveP** beveger verktøyet lineært med konstant hastighet med sirkulære blandinger, og er tiltenkt for enkelte prosessbetjening, slik som liming eller dispensering. Størrelsen på blandingsradius er som standard en felles verdi mellom alle vendepunktene. En lavere

verdi gjør at banen svinger skarpere, mens en høyere verdi gjør banen jevnere. Mens robotarmen beveger seg gjennom vendepunktene med konstant hastighet, kan robotens kontrollboks ikke vente på enten en I / O-operasjon eller en handling fra operatøren. Dette kan føre til stopp av robotarmens bevegelse, eller forårsake et beskyttende stopp.

- **Sirkelbevegelse** kan bli lagt til en **moveP** for å utføre en sirkelbevegelse. Roboten starter bevegelsen fra gjeldende posisjon eller startpunkt, beveger seg gjennom et **ViaPunkt** spesifisert på den sirkulære buen, og et **SluttPunkt**, som fullfører sirkelbevegelsen. En modus blir brukt til å regne ut verktøyorientering, gjennom den sirkulære buen. Modusen kan være:
 - Fastsatt: kun startpunktet blir brukt til å definere verktøyorientering
 - Ubegrenset: startpunktet transformerer seg til **SluttPunkt** for å definere verktøyorientering



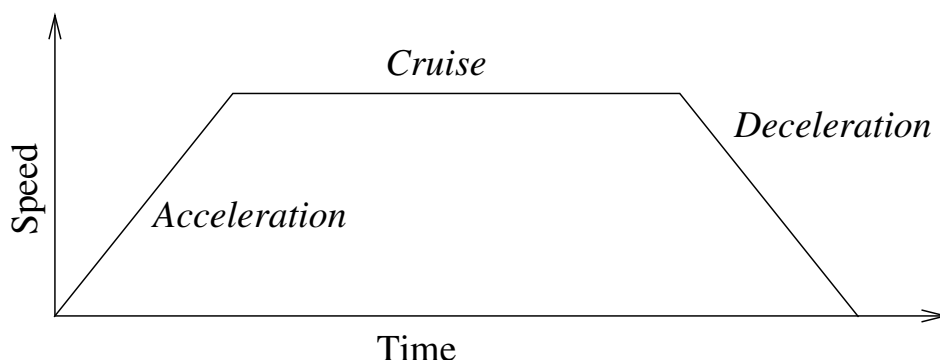
Delte parametre

Innstillingene for de delte parametrene nederst i høyre hjørne av flytt-skjermen gjelder bevegelsen fra robotarmens forrige posisjon til det første vendepunktet under kommandoen, og derfra til hver av de følgende vendepunktene. Innstillingene for Flytte-kommandoen gjelder ikke for banen som går *fra* det siste vendepunktet under den kommandoen.

TCP-valg

Du kan velge TCP som brukes til vendepunktene under denne flyttekommandoen fra nedtrekksmenyen. Du kan velge fra brukerdefinerte TCP-er fra installasjonen, den aktive TCP-en eller ganske enkelt ved å bruke verktøyflensen. Hvis en brukerdefinert TCP eller den aktive TCP-en er valgt, vil bevegelsen under denne flyttekommandoen justeres i forhold til dette. Hvis Bruk verktøyflens er valgt, vil ingen TCP brukes og bevegelsen under denne flyttekommandoen vil være i henhold til verktøyflensen (dvs. ingen justering på bevegelsen).

Hvis den aktive TCP for denne bevegelsen bestemmes mens programmet kjøres, må det angis



Figur 14.1: Hastighetsprofil for en bevegelse. Kurven er delt inn i tre segmenter: *akselerasjon*, *cruise* og *retardasjon*. Nivået for *cruise*-fasen er gitt ved hastigheten av bevegelsen, mens stigningen til *akselerasjon*- og *retardasjon*-faser settes med akselerasjonsparameteren.

dynamisk ved å velge Angi-kommandoen (se 14.10), eller ved hjelp av skriptkommandoer. (Se 13.6) for ytterligere informasjon om konfigurering av navngitte TCP-er.

Funksjonsvalg

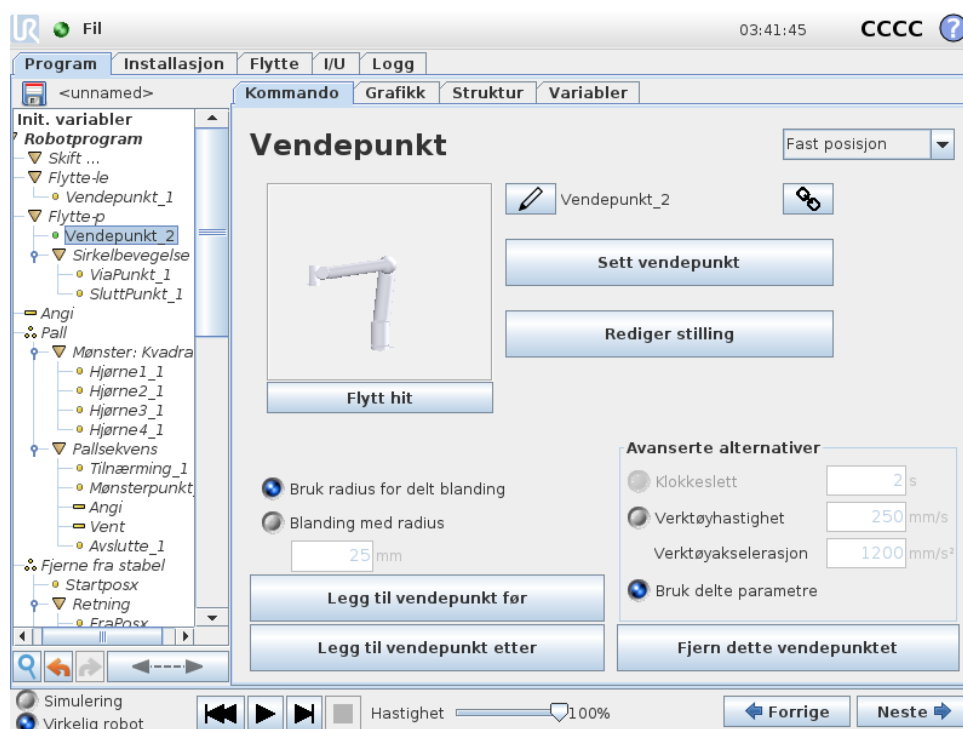
funksjonen plasserer vendepunktene under Flytte-kommando, som bør være representert når du spesifiserer disse vendepunktene (se avsnitt 13.12). Dette betyr at når du angir et vendepunkt, vil programmet huske verktøykoordinatene i funksjonsplassen for den valgte funksjonen. Det er noen få situasjoner som må forklares nærmere:

Relative vendepunkter: Den valgte funksjonen har ingen innvirkning på relative vendepunkter. Den relative bevegelsen utføres alltid med hensyn til posisjonen av **basen**.

Variable vendepunkter: Når robotarmen beveger seg til et variabelt vendepunkt, beregnes verktøyets målposisjon som koordinatene til variabelen i plassen til den valgte funksjonen. Derfor vil robotarmens bevegelse for et variabelt vendepunkt endre seg hvis en annen funksjon blir valgt.

Variabel funksjon: Hvis noen av funksjonene i den gjeldende lastede installasjonen er valgt som variabel, vil disse tilhørende variablene også være valgbare i funksjonsvalgmenyen. Hvis en funksjonsvariabel (oppkalt etter navnet på funksjonen med endelsen “_var”) er valgt, vil robotarmens bevegelser (unntatt **relative vendepunkter**) avhenge av den faktiske verdien av variabelen når programmet kjører. Startverdien for funksjonsvariabelen er verdien av den faktiske funksjonen som konfigurert under installasjonen. Hvis denne verdien endres, endres også bevegelsene til roboten.

14.6 Kommando: Fast vendepunkt



Et punkt i robotbanen. Vendepunkter er den mest sentrale delen av et robotprogram, som forteller robotarmen hvor den skal være. Et fast vendepunkt gis ved å fysisk flytte robotarmen til posisjonen.

Angi vendepunktet

Trykk på denne knappen for å gå inn i Flytt-skjermen hvor du kan spesifisere robotarmens posisjon for dette vendepunktet. Hvis vendepunktet plasseres under en Flytte-kommando lineært (**Flytte-li** eller **Flytte-p**), må en gyldig funksjon være valgt for denne Flytte-kommandoen for at man skal kunne trykke på knappen.

Vendepunktnavn

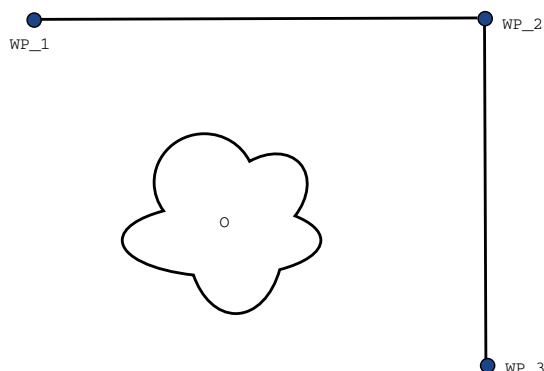
Vendepunkt får automatisk et unikt navn. Navnet kan endres av brukeren. Ved å velge koblingssikonet, kobles vendepunkter sammen og deler posisjonsinformasjon. Annen vendepunktinformasjon slik som blanderadius, verktøy-/leddhastighet er konfigurert for individuelle vendepunkter, selv om de kan være knyttet.

Blanding

Blanding gjør at roboten lett kan skifte mellom to baner uten å måtte stoppe ved vendepunktet mellom dem.

Eksempel Ta et plukk og plasser-program som et eksempel (se figur 14.2), hvor roboten er ved vendepunkt 1 (WP_1), og den må plukke opp en gjenstand ved vendepunkt 3 (WP_3).

For å unngå kollisjon med gjenstanden eller hindringer (O), må roboten nærme seg WP_3 i retningen fra vendepunkt 2 (WP_2). Så tre vendepunkter introduseres for å lage en bane som oppnår kravene.



Figur 14.2: WP_1: startposisjon, WP_2: via punkt, WP_3: plukkeposisjon, O: hindring.

Uten å konfigurere andre innstillinger, vil roboten stoppe ved hvert vendepunkt, før den fortsetter bevegelsen. Et stopp ved WP_2 er ikke optimalt for denne oppgaven, siden en jevn sving krever mindre tid og energi og allikevel oppnår kravene. Det er til og med akseptabelt at roboten ikke når WP_2 helt, så lenge overgangen fra den første banen til den andre skjer nær denne posisjonen.

Et stopp ved WP_2 kan unngås ved å konfigurere en blanding for vendepunktet, slik at roboten kan regne ut en jevn overgang inn i neste bane. Den primære parameteren for blandingen er en radius. Når roboten er inne i vendepunktets blanderadius, kan den begynne å blande og fravike fra den opprinnelige banen. Siden roboten da ikke trenger å sakke ned og øke hastigheten, får den raskere og jevnere bevegelser.

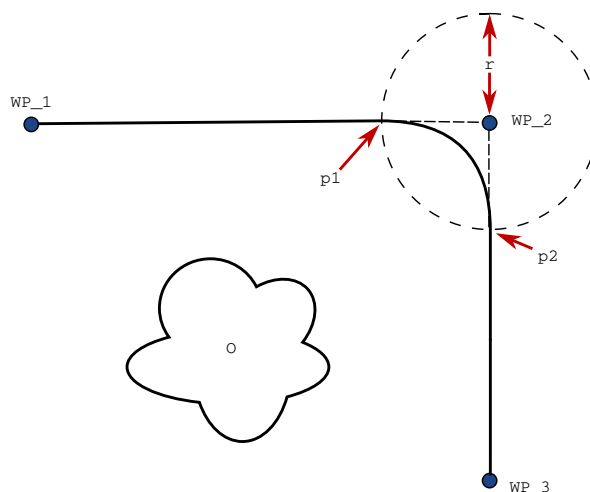
Blandeparametere I tillegg til vendepunktene, kan blandebanen også påvirkes av flere parametre (se figur 14.3):

- blanderadiusen (r)
- robotens første og siste hastighet (ved posisjon p1 og p2)
- bevegelsestiden (f.eks. hvis du angir en spesifikk tid for en bane, vil dette påvirke robotens første/siste hastighet)
- banetyper som roboten blander til og fra (MoveL, MoveJ)

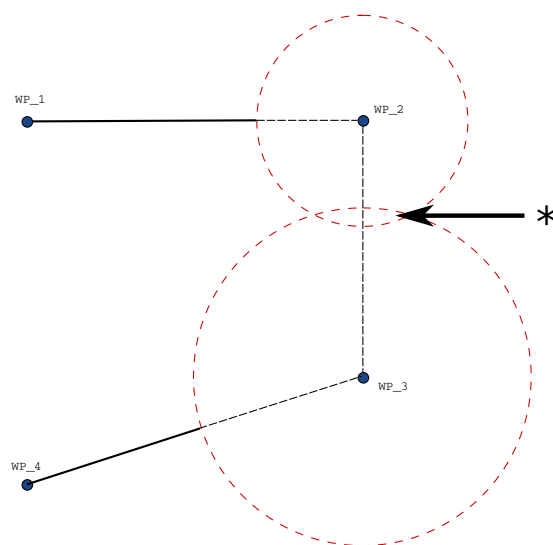
Hvis blandingsradiusen er satt, blander robotarmen banen rundt vendepunktet slik at robotarmen ikke stopper på det punktet.

Blandinger kan ikke overlappe, så det er ikke mulig å angi en blandingsradius som overlapper en blandingsradius for et tidligere eller følgende vendepunkt, som vist i figur 14.4.

Forutsatte blandebaner Blandebanen påvirkes både av vendepunktet hvor blanderadius er angitt og det neste vendepunktet i programtreet. For eksempel, i programmet i figur 14.5 er blandingen rundt WP_1 påvirket av WP_2. Konsekvensene av dette blir mer synlige når blandingen foregår rundt WP_2 i dette eksempelet. Det fins to mulige siste posisjoner og for å finne ut



Figur 14.3: Bland over WP_2 med radius r , første blandeposisjon ved $p1$ og siste blandeposisjon ved $p2$. O er en hindring.

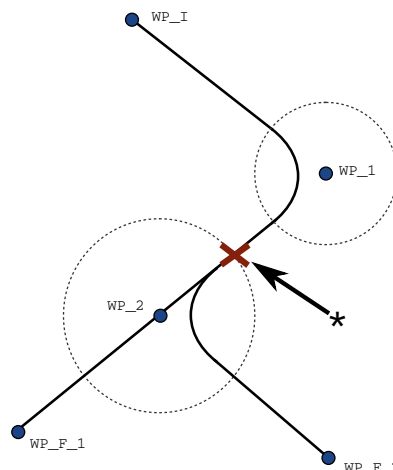


Figur 14.4: Overlappning av blanderadius er ikke tillatt (*).

hvilket vendepunkt som er det neste som skal blandes til, må roboten evaluere nåværende resultat for `digital_inndata[1]` allerede når den går inn i blanderadiusen. Det betyr at **hvis...så**-uttrykket (eller andre nødvendige uttrykk for å finne ut neste vendepunkt, f.eks. variable vendepunkter) evalueres før vi når WP_2 , som virker litt unaturlig når man ser på programsekvensen. Hvis et vendepunkt er et stoppunkt og etterfølges av forutsatte uttrykk for å finne ut neste vendepunkt (f.eks. I/O-kommandoen), vil dette utføres når robotarmen har stoppet ved vendepunktet.

Banetypekombinasjoner Det er mulig å blande mellom alle fire kombinasjonene av bane typer for **MoveJ** og **MoveL**, men de spesifikke kombinasjonene vil påvirke blandebanen som er regnet ut. Det finnes 4 mulige kombinasjoner:

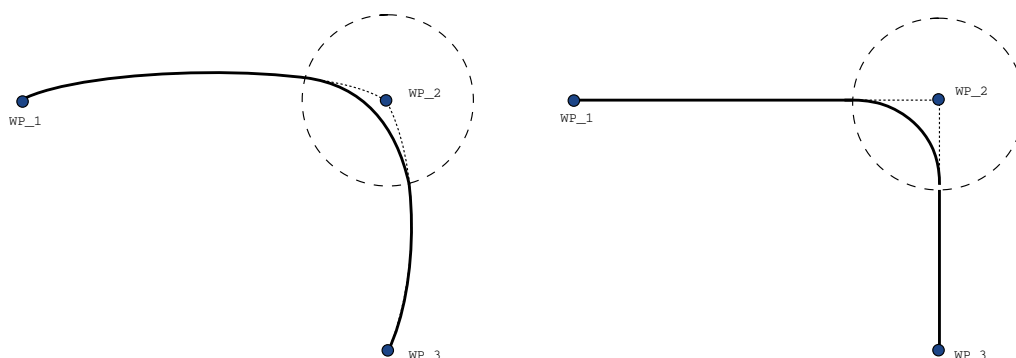
```
MoveL
  WP_I
  WP_1 (blanding)
  WP_2 (blanding)
  hvis (digital_inndata[1]) så
    WP_F_1
  annet
    WP_F_2
```



Figur 14.5: WP_I er første vendepunkt og det er to potensielle siste vendepunkter WP_F_1 og WP_F_2, avhengig av et betinget uttrykk. Det betingede hvis-uttrykket blir evaluert når robotarmen går inn i andre blandesyklus (*).

1. **MoveJ** til **MoveJ** (Ren Leddromsblanding)
2. **MoveJ** til **MoveL**
3. **MoveL** til **MoveL** (Ren kartesisk rom-blanding)
4. **MoveL** til **MoveJ**

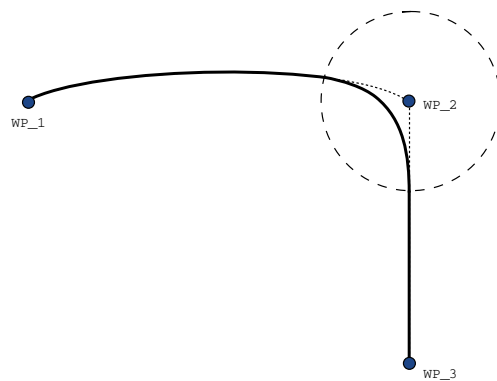
Ren leddromsblanding (punkt 1) vs. ren kartesisk rom-blanding (punkt 3) sammenlignes i figur 14.6. Det viser to potensielle baner for verktøyet med de samme vendepunktene.



Figur 14.6: Leddrom (MoveJ) vs. kartesisk rom (MoveL) bevegelse og blanding.

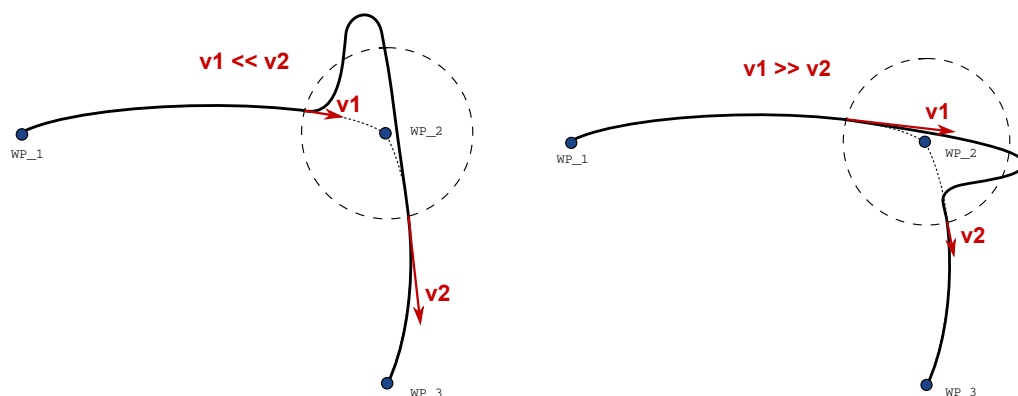
Av disse forskjellige kombinasjonene, vil punkt 2, 3 og 4 resultere i baner som holder seg innenfor grensene til den opprinnelige banen i kartesisk rom. Du kan se et eksempel på en blanding mellom forskjellige banetyper (punkt 2) i figur 14.7.

Rene leddromsblandinger (punkt 1) derimot, kan oppføre seg på en måte som virker litt unaturlig, siden roboten vil prøve å oppnå en så jevn bane som mulig i leddrom, og vil ta hensyn til



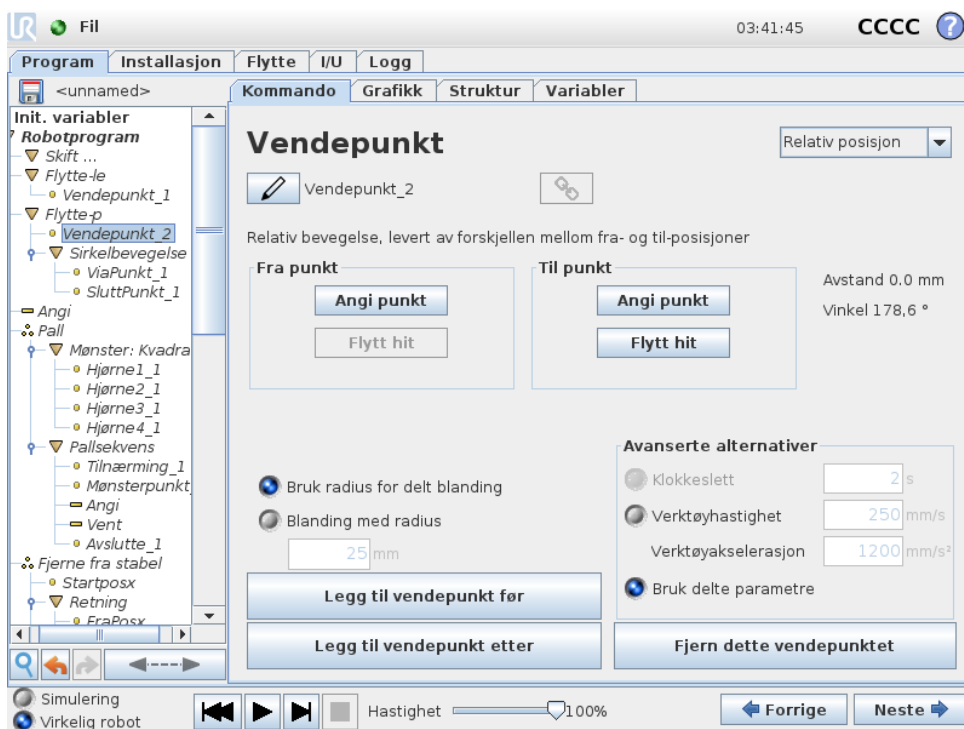
Figur 14.7: Blanding fra en bevegelse i leddrom (MoveJ) til lineær verktøybevegelse (MoveL).

hastighet og tidskrav. På grunn av dette, kan de fravike fra kursen som er spesifisert av vendepunktene. Dette gjelder spesielt hvis det er tydelige hastighetsforskjeller i et ledd mellom de to banene. *Advarsel:* hvis hastighetsforskjellen er veldig stor (f.eks. ved å spesifisere avanserte innstillinger - enten hastighet eller tid - for et spesifikt vendepunkt) kan dette resultere i store avvik fra den opprinnelige banen, som vist i figur 14.8. Hvis du trenger å blande mellom forskjellige hastigheter og ikke kan akseptere dette avviket, kan du vurdere å bruke en blanding i kartesisk rom ved å bruke **MoveL** i stedet.



Figur 14.8: Blanding i leddrom når første hastighet v_1 er betydelig mindre enn siste hastighet v_2 eller omvendt.

14.7 Kommando: Relative vendepunkt

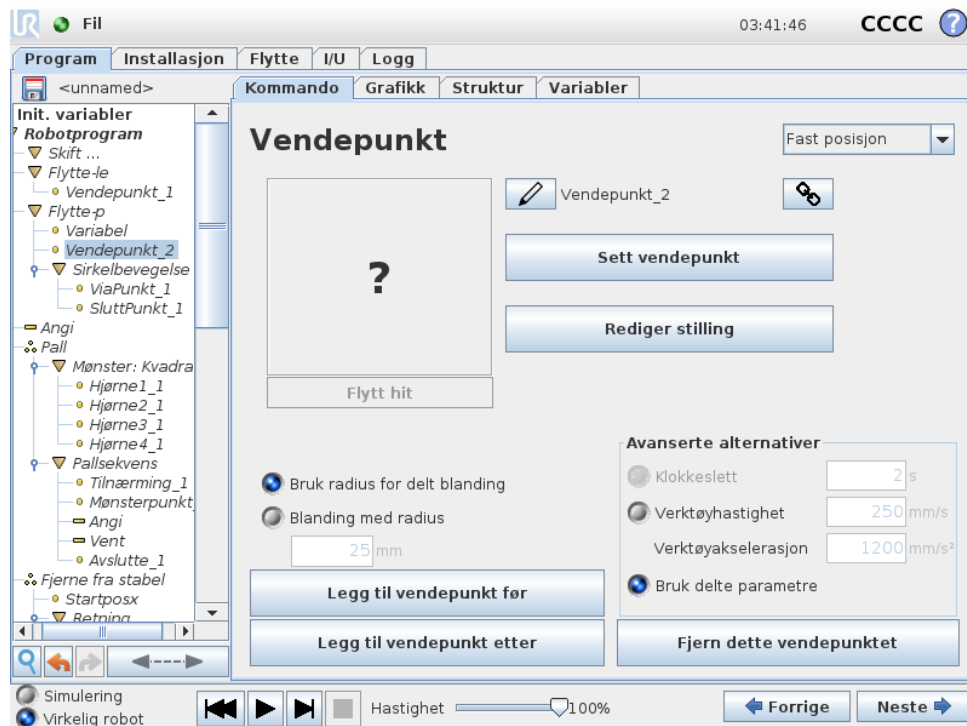


Et vendepunkt med posisjonen gitt i forhold til robotarmens tidligere posisjon, slik som “to centimeter til venstre”. Den relative posisjonen er definert som forskjellen mellom de to angitte posisjonene (venstre til høyre).

Merk: gjentatte relative posisjoner kan flytte robotarmen ut av sitt arbeidsområde.

Avstanden her er den kartesiske avstanden mellom TCP-en i de to posisjonene. Vinkelen angir hvor mye TCP-retningen endres mellom de to posisjonene. Mer presist, lengden av rotasjonsvektoren som beskriver endringen i retning.

14.8 Kommando: Variabelt vendepunkt



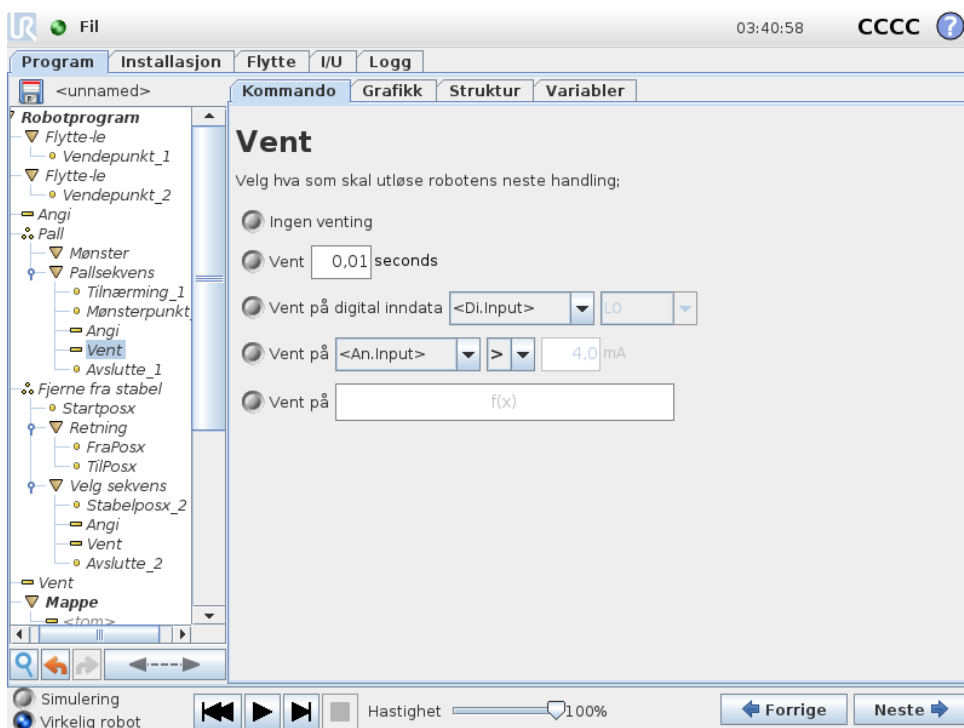
Et vendepunkt der posisjonen gis av en variabel, i dette tilfellet `beregnet_pos`. Variabelen må være en *positur* slik som

`var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. De tre første er *x*, *y*, *z* og de siste tre er retningen angitt som en *rotasjonsvektor* gitt av vektoren *rx*, *ry*, *rz*. Lengden på aksene er vinkelen som skal roteres i radianer, og vektoren angir selv aksene som den skal rotere rundt. Posisjonen er alltid gitt i forbindelse med en referanseramme eller et koordinasjonssystem definert av den valgte funksjonen. Om blanderadius har blitt satt på et bestemt punkt og punktene som kommer før og etter er variable, eller hvis blanderadius er satt på et variabelt punkt, da vil blanderadius ikke bli sjekket for overflyt (se 14.6). Hvis, når programmet kjører, blanderadius flyter over et punkt, vil roboten ignorere dette og fortsette til neste punkt.

For eksempel, for å flytte roboten 20 mm langs z-aksen til verktøyet:

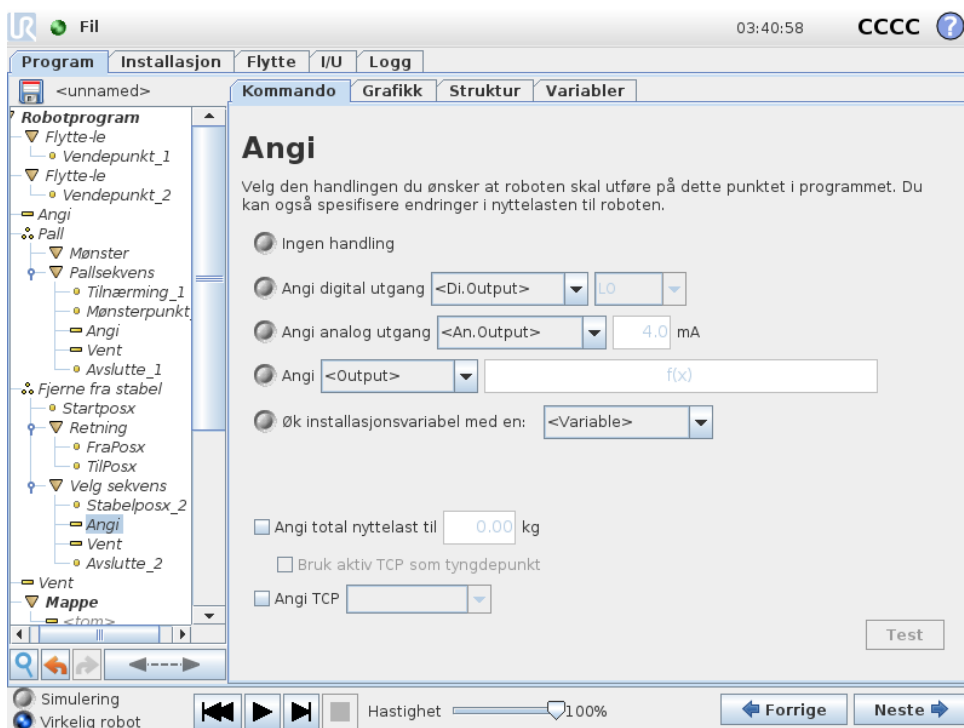
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Flytte-li
  Vendepunkt_1 (variabel posisjon):
    Bruk variabel=var_1, Funksjon=Verktøy
```

14.9 Kommando: Vent



Vent stopper I/O-signalet midlertidig, eller uttrykket, i et angitt tidsrom. Hvis **Ingen venting** er valgt, vil ingenting skje.

14.10 Kommando: Angi

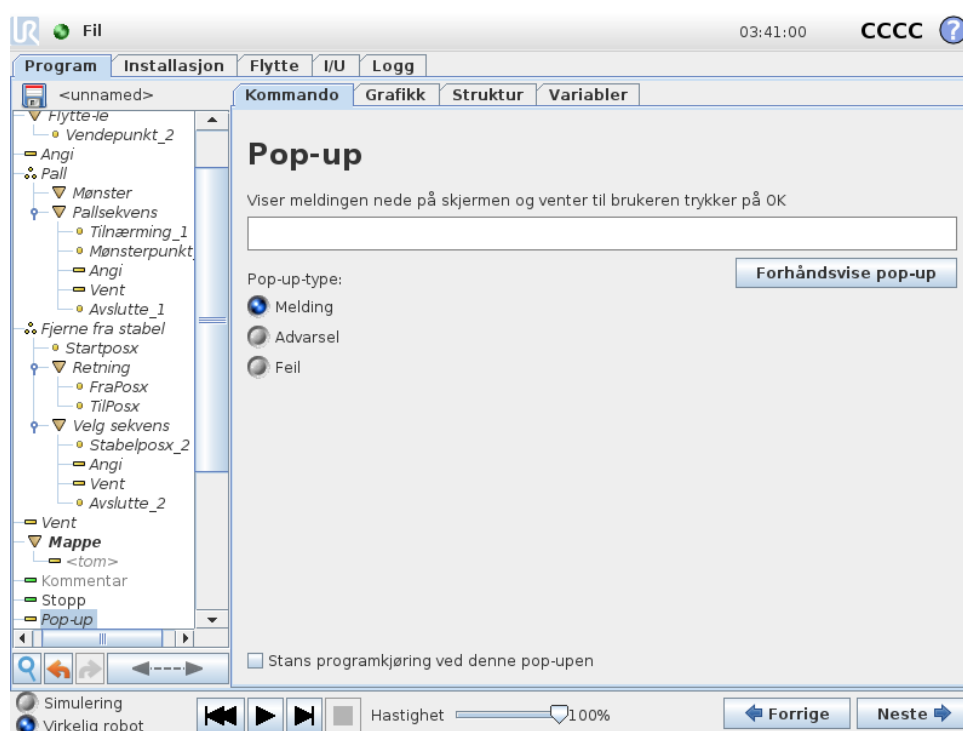


Setter enten digitale og analoge utganger til en gitt verdi.

Kommandoen kan også brukes til å angi robotarmens nyttelast. Det kan være nødvendig å justere nyttelasten for å forhindre at roboten uventet utfører et vernestopp når vekten på verktøyet er ulik den forventede nyttelasten. Den aktive TCP-en vil også brukes som tyngdepunkt som standard. Hvis den aktive TCP-en ikke burde brukes som tyngdepunkt, kan du fjerne merket fra avmerkingsboksen.

Den aktive TCP-en kan modifiseres ved bruk av en **angi**-kommando. Bare kryss av i avmerkingsboksen, og velg en av TCP-forskyvningene fra menyen. Hvis den aktive TCP-en for en bestemt bevegelse er kjent når programmet skrives, kan du vurdere å bruke TCP-valgene på **flytt**-kortet i stedet (se 14.5). (Se 13.6) for ytterligere informasjon om konfigurering av navngitte TCP-er.

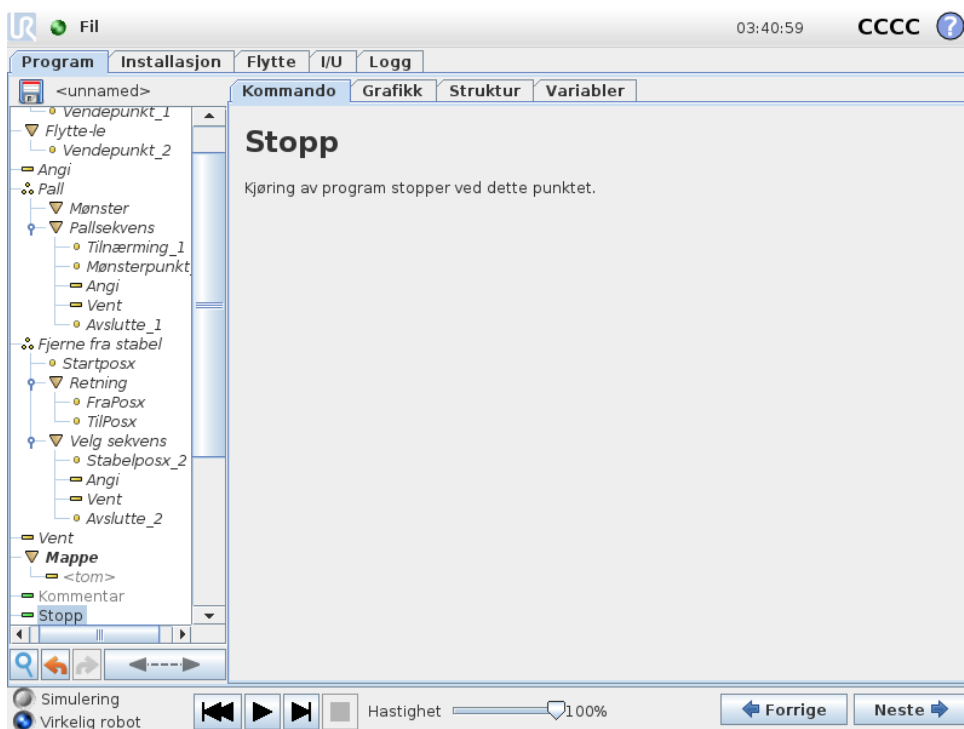
14.11 Kommando: Pop-up



Pop-up er en melding som dukker opp på skjermen når programmet kommer til denne kommandoen. Stilen på meldingen kan velges, og teksten kan skrives inn med tastaturet på skjermen. Roboten venter på at brukeren/operatøren skal trykke på "OK" i en pop-up før programmet fortsetter. Hvis elementet "Stopp programutføring" er valgt, stopper robotprogrammet ved denne pop-up-meldingen.

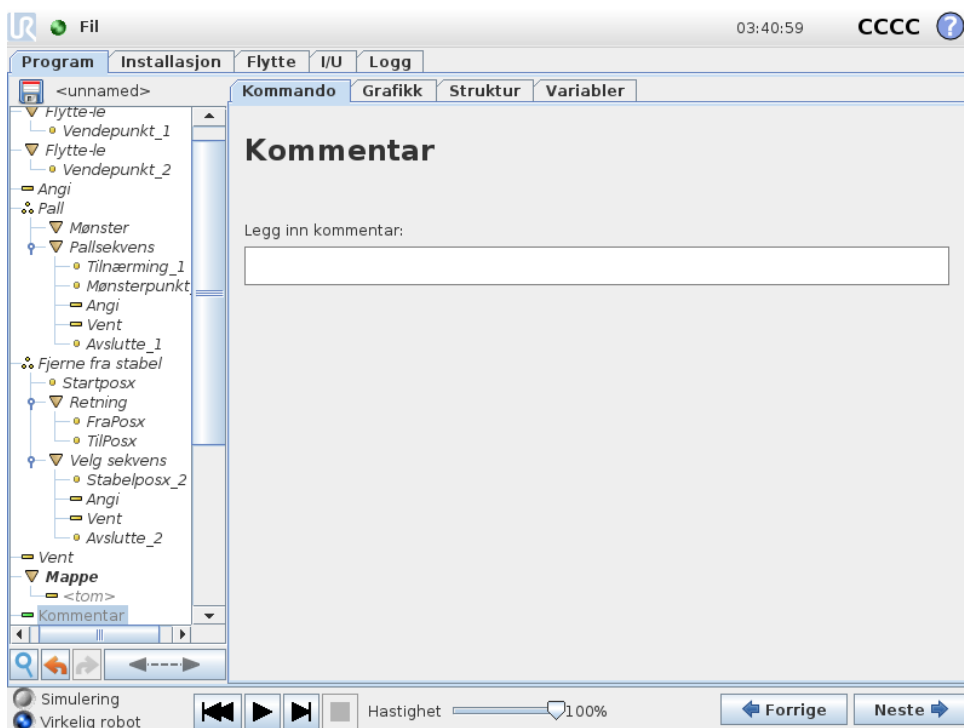
Merk: Meldinger er begrenset til maksimalt 255 tegn.

14.12 Kommando: Stopp



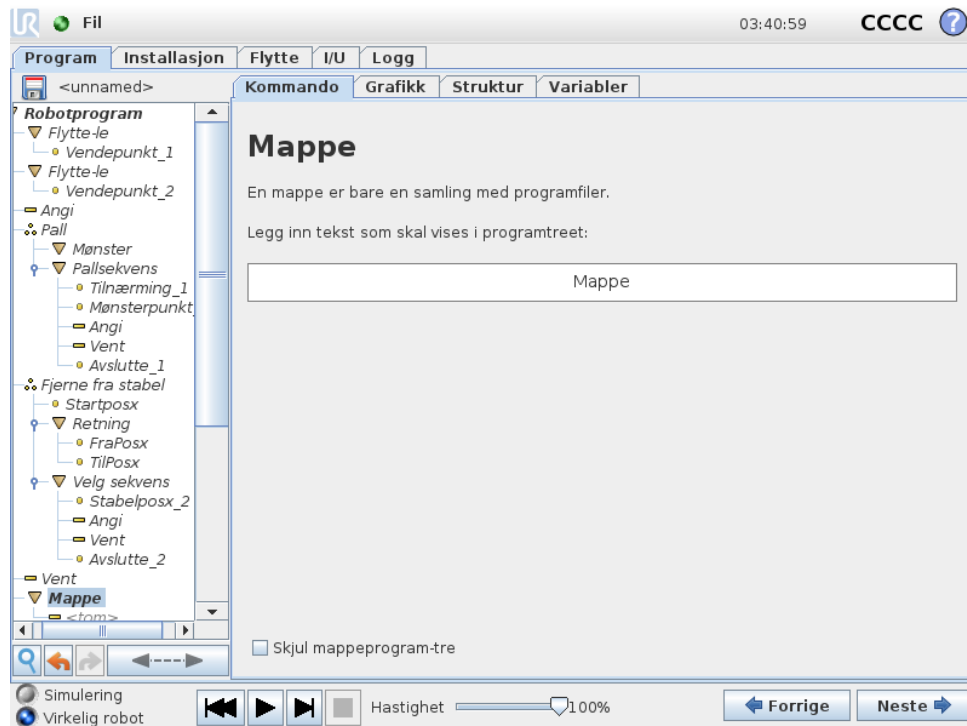
Kjøring av programmet stopper ved dette punktet.

14.13 Kommando: Kommentar



Gir programmereren valget om å legge en linje med tekst til programmet. Denne tekstlinjen gjør ingenting under utføring av programmet.

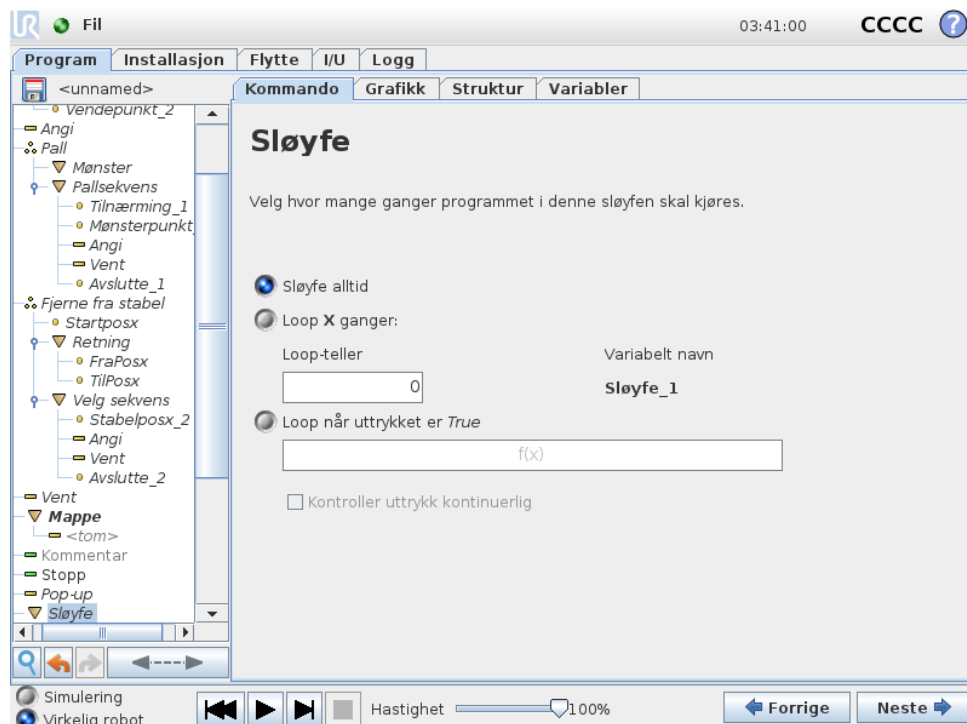
14.14 Kommando: Mappe



En **mappe** brukes til å organisere og merke spesifikke deler av et program, til å rense program-treet og gjøre det enklere å lese og navigere i programmet.

Mapper har ingen innvirkning på programmet og dens gjennomføring.

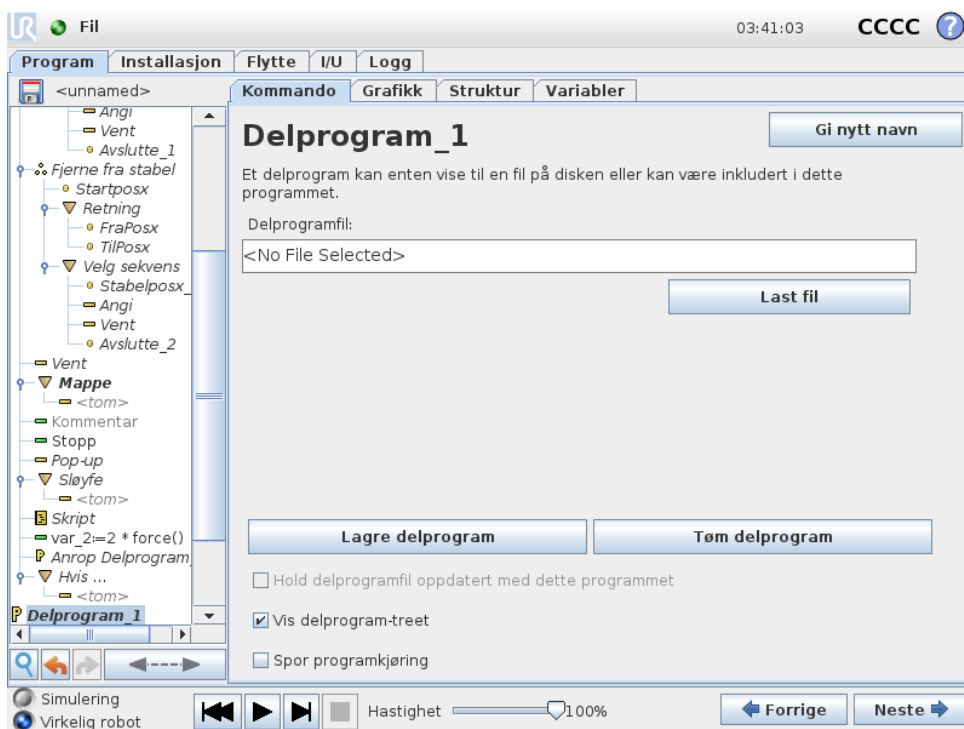
14.15 Kommando: Sløyfe



Sløyfer i de underliggende programkommandoene. Avhengig av valget er de underliggende programkommandoene enten satt i sløyfe uendelig, et visst antall ganger eller så lenge den gitte tilstanden er sann. Når sløyfen er på et visst antall ganger, opprettes en dedikert sløyfevariabel (kalt `sløyfe_1` i skjermbildet ovenfor), som kan brukes i uttrykk innen sløyfen. Sløyfevariabelen teller fra 0 til $N - 1$.

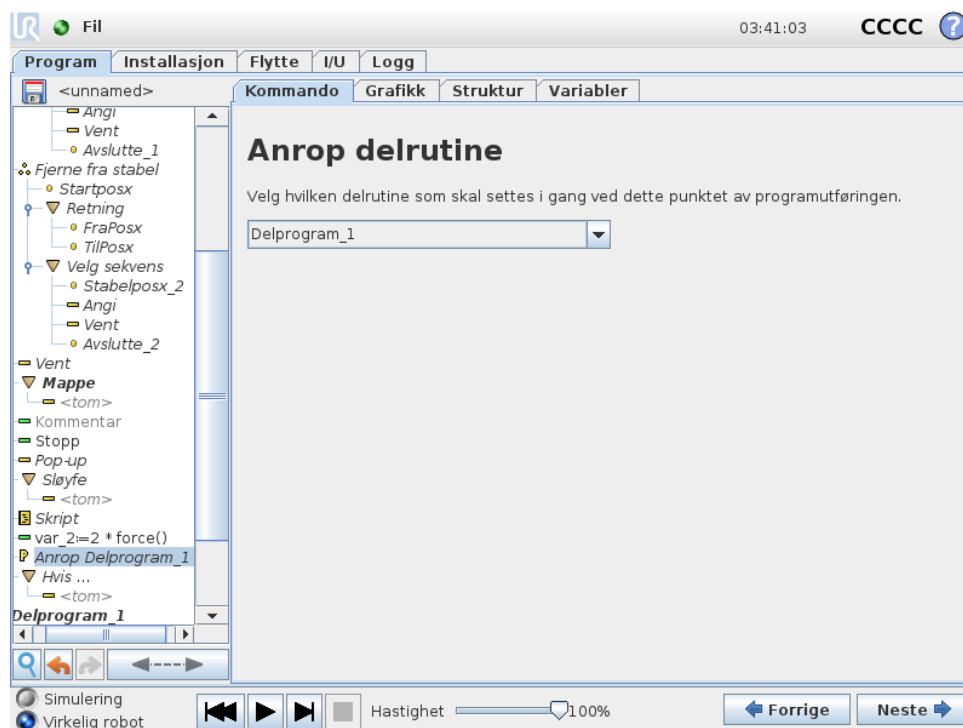
Når bruk av sløyfe bruker et uttrykk som slutttilstand, gir PolyScope et alternativ for kontinuerlig evaluering av dette uttrykket. På denne måten kan “sløyfen” avbrytes når som helst under utføring, og ikke bare rett etter hver gjentakelse.

14.16 Kommando: Delprogram



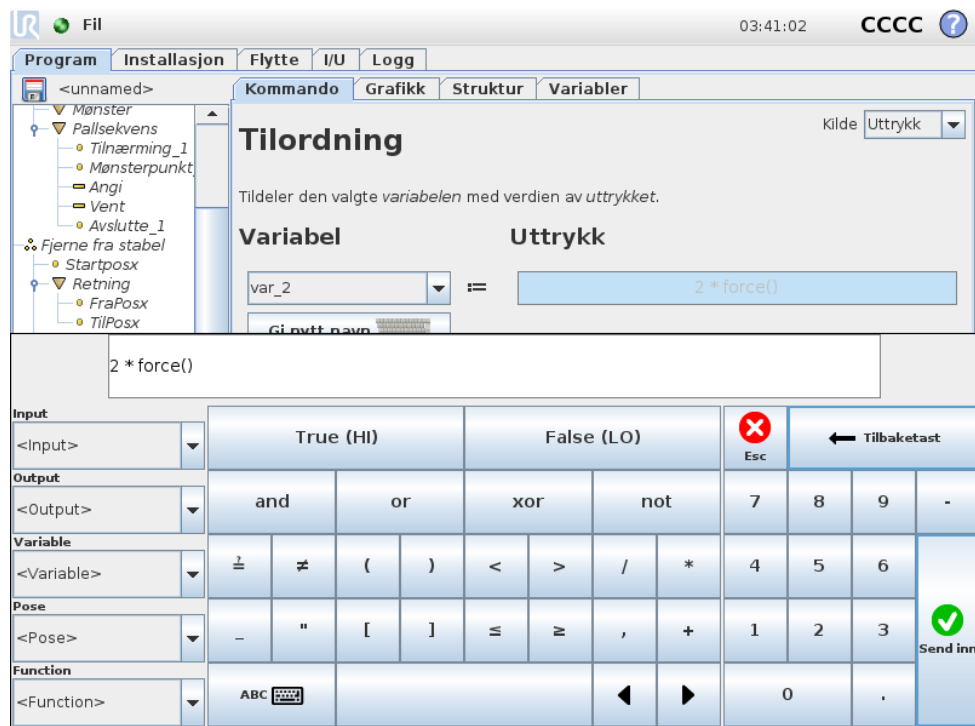
Et delprogram kan inneholde programdeler som trengs flere steder. Et delprogram kan være en separat fil på disken, og kan også være skjult for å beskytte mot tilfeldige endringer på delprogrammet.

Kommando: Kall opp delprogram



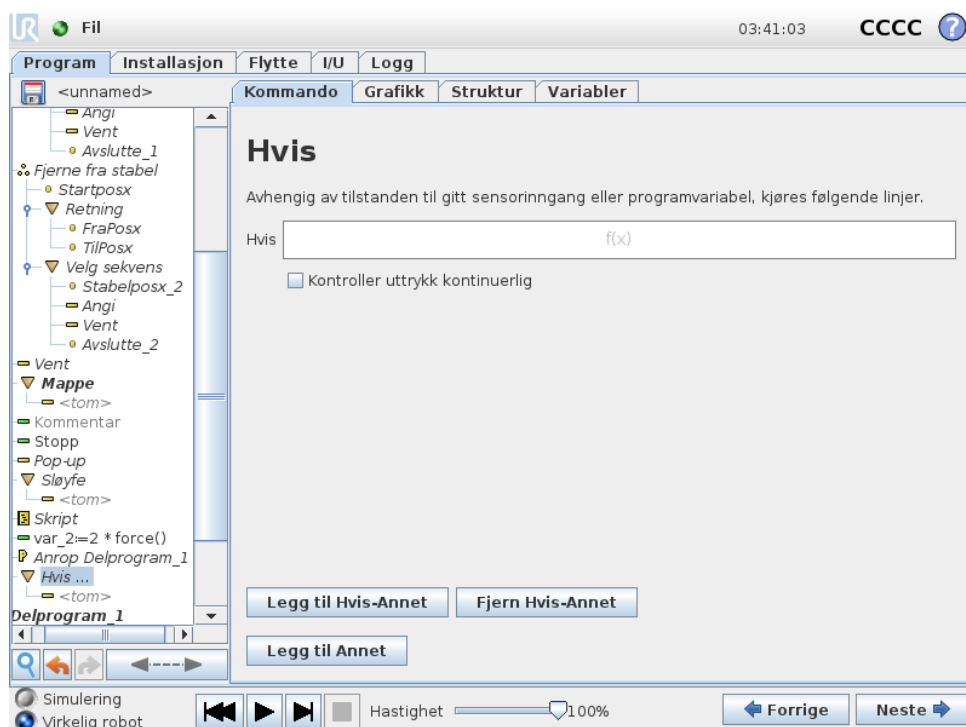
Et anrop til et delprogram kjører programlinjene inn i delprogrammet og returnerer deretter til følgende linje.

14.17 Kommando: Tilordning



Tilordne verdier til variabler. En tilordning setter den beregnede verdien på høyre side inn i variabelen på venstre side. Dette kan være nyttig i komplekse programmer.

14.18 Kommando: Hvis

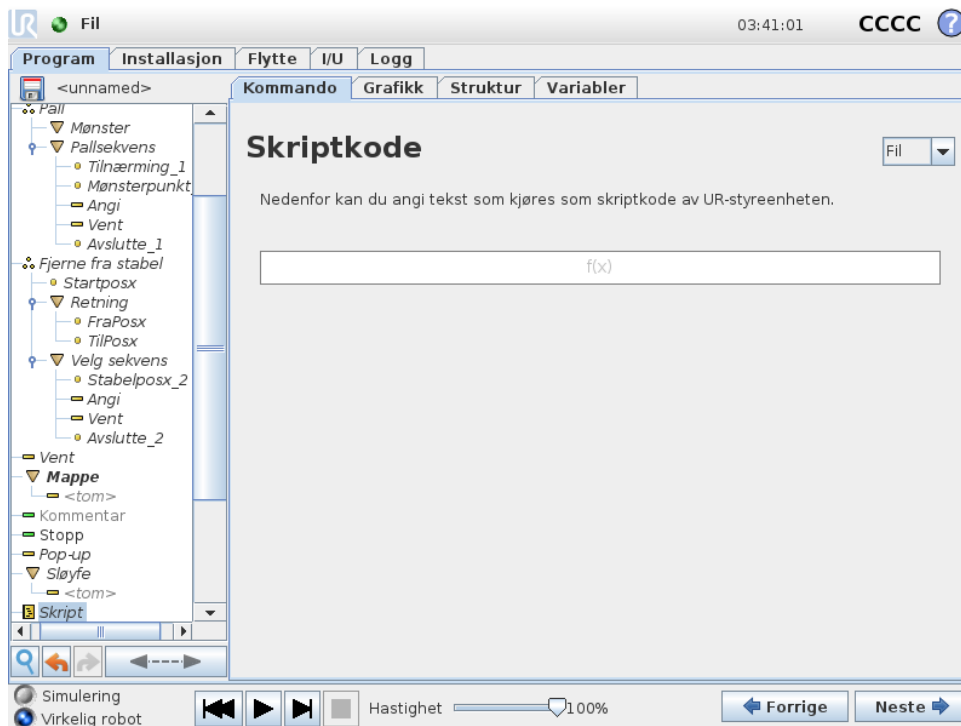


En **Hvis...Annet**-konstruksjon endrer robotens atferd basert på sensorinn ganger eller variable verdier. Bruk uttrykksredigeringsprogrammet til å beskrive under hvilken tilstand roboten skal fortsette uttalelsene fra denne **Hvis**-kommandoen. Hvis tilstanden er evaluert til Sann, blir erklæringene i denne **Hvis** kommandoen bli utført.

En **Hvis** kommando kan ha flere **Annet-Hvis**-uttalelser som kan legges til og fjernes ved å bruke **Legg til Annet-Hvis** og **Fjern Annet-Hvis**-knapper. Imidlertid kan en **Hvis**-kommando kun ha en **Annet** erklæring.

Merk: Du kan velge **Sjekk uttrykk på en kontinuerlig måte**-avkryssingsboksen for å tillate betingelsene for **Hvis**-kommando og **Annet-Hvis**-uttalelser å bli evaluert mens de inneholdende linjene utføres. Hvis et uttrykk i **Hvis**-kommando evalueres som Falsk, vil **Annet-Hvis** eller **Annet** uttalelser følges.

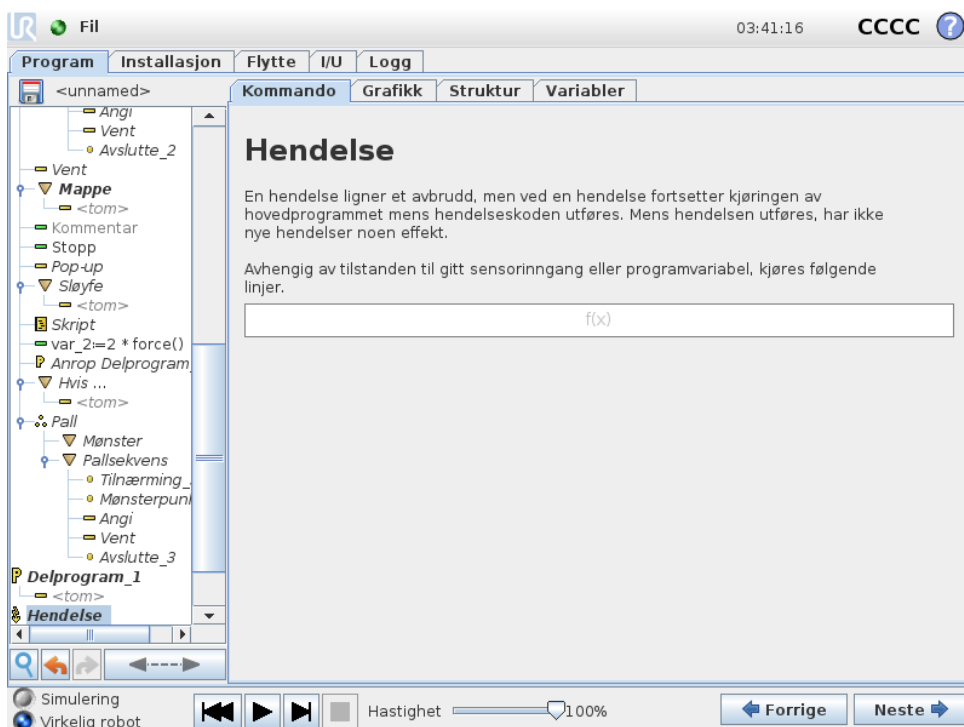
14.19 Kommando: Skript



Denne kommandoen gir tilgang til det underliggende sanntidsskriptspråket som utføres av styreenheten til roboten. Den er beregnet for avanserte brukere og instruksjoner om hvordan du bruker den kan finnes i Skript-håndboken på nettstedet for støtte (<http://www.universal-robots.com/support>).

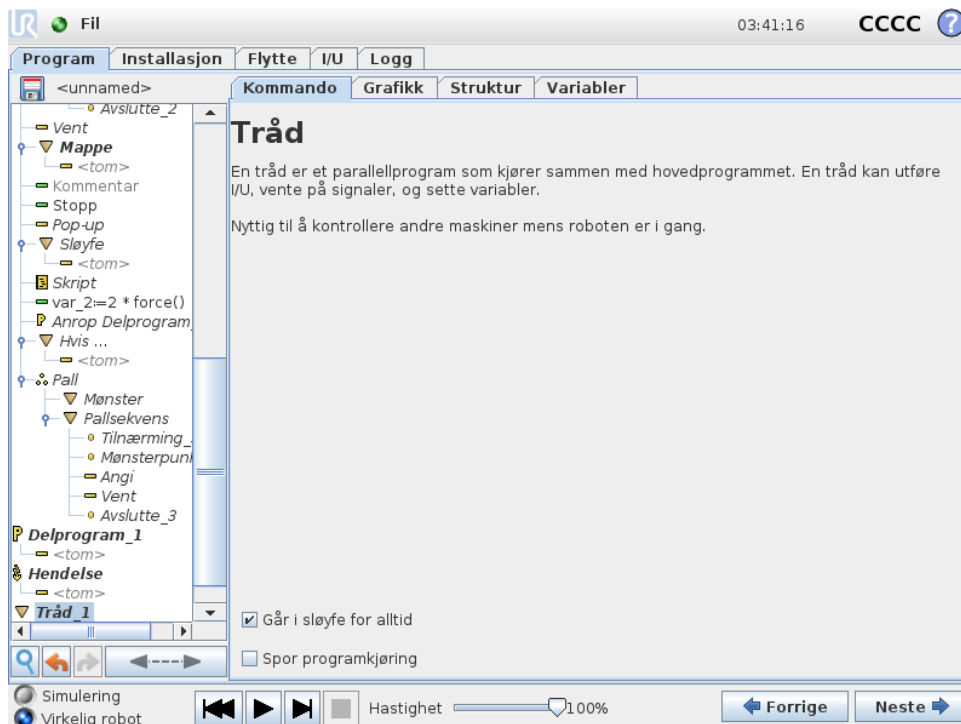
Hvis "Fil"-alternativet i øvre venstre hjørne er valgt, er det mulig å opprette og redigere skriptprogramfiler. På denne måten kan lange og komplekse skriptprogrammer brukes sammen med operatørvennlig programmering av PolyScope.

14.20 Kommando: Hendelse



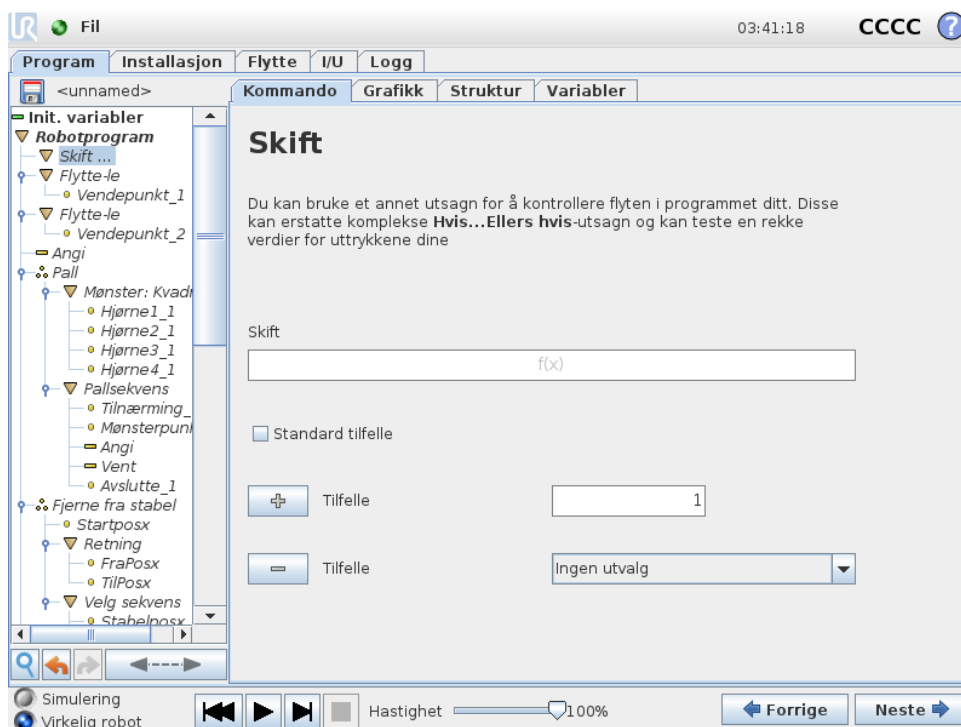
En hendelse kan brukes til å overvåke et inngangssignal og utføre en handling eller angi en variabel når inngangssignalet går høyt. Hvis for eksempel utgangssignalet går høyt, kan hendelsesprogrammet vente i 200 ms og deretter sette det tilbake til lavt igjen. Dette kan gjøre hovedprogramkoden mye enklere dersom en ekstern maskin utløses på en stigende flens i stedet for et høyt inngangsnivå. Hendelser vil bli sjekket en gang per kontrollsyklus (8 ms).

14.21 Kommando: Tråd



En tråd er en parallell prosess til robotprogrammet. En tråd kan brukes til å kontrollere en ekstern maskin uavhengig av robotarmen. En tråd kan kommunisere med robotprogrammet med variabler og utgangssignaler.

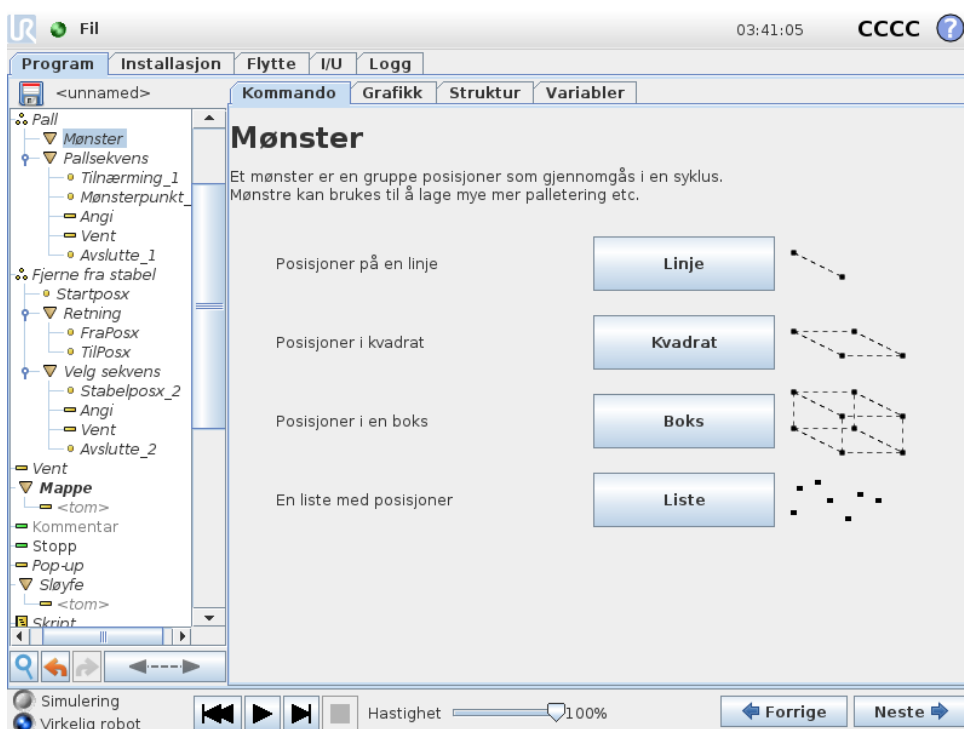
14.22 Kommando: Skift



En **Skifttilstand**-konstruksjon kan få roboten til å endre atferd basert på sensorinn ganger eller variable verdier. Bruk **uttrykkredigeringsprogrammet** til å beskrive under hvilken tilstand roboten skal fortsette til underkommandoene til dette skiftet. Hvis forholdet blir evaluert til å stemme overens med en av tilstandene, vil linjene inne i tilstanden bli kjørt. Hvis en standardtilstand har blitt spesifisert, vil linjene bli kjørt kun om ingen andre sanne forhold har blitt funnet.

Hvert skift kan ha flere tilstander og én standardtilstand. Skift kan kun ha ett tilfelle av hvilken som helst tilstandsverdi definert. Tilstander kan legges til ved bruk av knappene på skjermen. En tilstand-kommando kan fjernes fra skjermen for det skiftet.

14.23 Kommando: Mønster



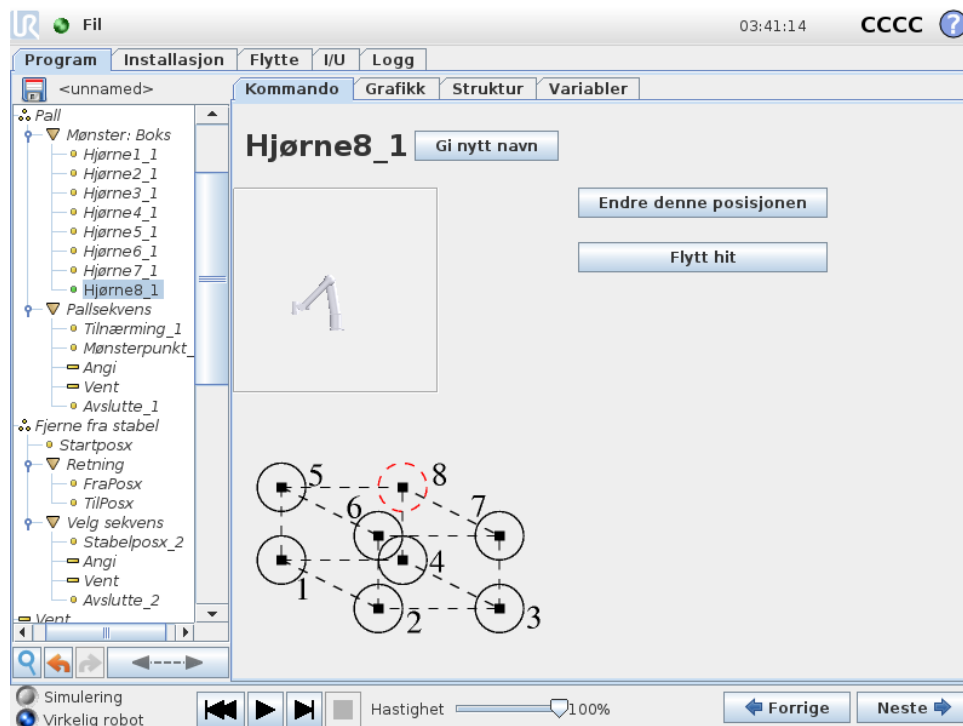
Mønster-kommandoen kan brukes til å bla gjennom posisjonene i robotprogrammet. **Mønster**-kommandoen korresponderer til en posisjon ved hver utføring.

Et mønster kan gis som én av fire typer. De første tre, **Linje**, **Kvadrat** eller **Boks**, kan brukes til posisjoner i et vanlig mønster. De vanlige mønstrene er definert av et antall karakteristiske punkter, hvor punktene definerer kantene til mønsteret. For **Linje** er dette de to endepunktene, for **Kvadrat** er dette tre av de fire hjørnepunktene, mens det for **Boks** er fire av de åtte hjørnepunktene. Programmereren angir antall posisjoner langs hver av kantene til mønsteret. Deretter beregner styreenheten til roboten de individuelle mønsterposisjonene ved å proporsjonalt legge sammen kantvektorene.

Hvis posisjonene som skal krysses, ikke faller inn i et vanlig mønster, kan alternativet **Liste** velges. Der finnes en liste over alle posisjonene som er lagt inn av programmereren. På denne måten kan alle ordninger av posisjonene realiseres.

Definerings av mønsteret

Når mønsteret **Boks** er valgt, endrer skjermen seg til slik det er vist nedenfor.



Et **Boks**-mønster bruker tre vektorer til å definere siden av boksen. Disse tre vektorene gis som fire punkter, der den første vektoren går fra punkt ett til punkt to, den andre vektoren går fra punkt to til punkt tre og den tredje vektoren går fra punkt tre til punkt fire. Hver vektor deles på antall intervallnumre. En spesifikk posisjon i mønsteret beregnes ved å legge sammen intervallvektorene proporsjonalt.

Mønstrene **Linje** og **Kvadrat** arbeider likt.

En motvariabel brukes ved kryssing av posisjonene til mønsteret. Navnet på variabelen kan ses på **Mønster**-kommandoskjermen. Variabelen kjøres gjennom numrene fra 0 til $X * Y * Z - 1$, antall posisjoner i mønsteret. Denne variabelen kan manipuleres ved bruk av tilordning og kan brukes i uttrykk.

14.24 Kommando: Kraft

Kraftmodus i robotens arbeidsrom gir mulighet for samsvar og kraft ved valgte akser. Alle robotarmbevegelser i henhold til en **kraft**-kommandoen vil være i **kraftmodus**. Når robotarmen beveger seg i **kraftmodus**, er det mulig å velge en eller flere akser der robotarmen er kompatibel. Robotarmen retter seg etter miljøet på en samsvarende akse. Dette betyr at robotarmen vil justere sin posisjon automatisk for å oppnå en valgt kraft. Det er også mulig å la robotarmen påføre kraft til sine omgivelser, for eksempel et arbeidsstykke.

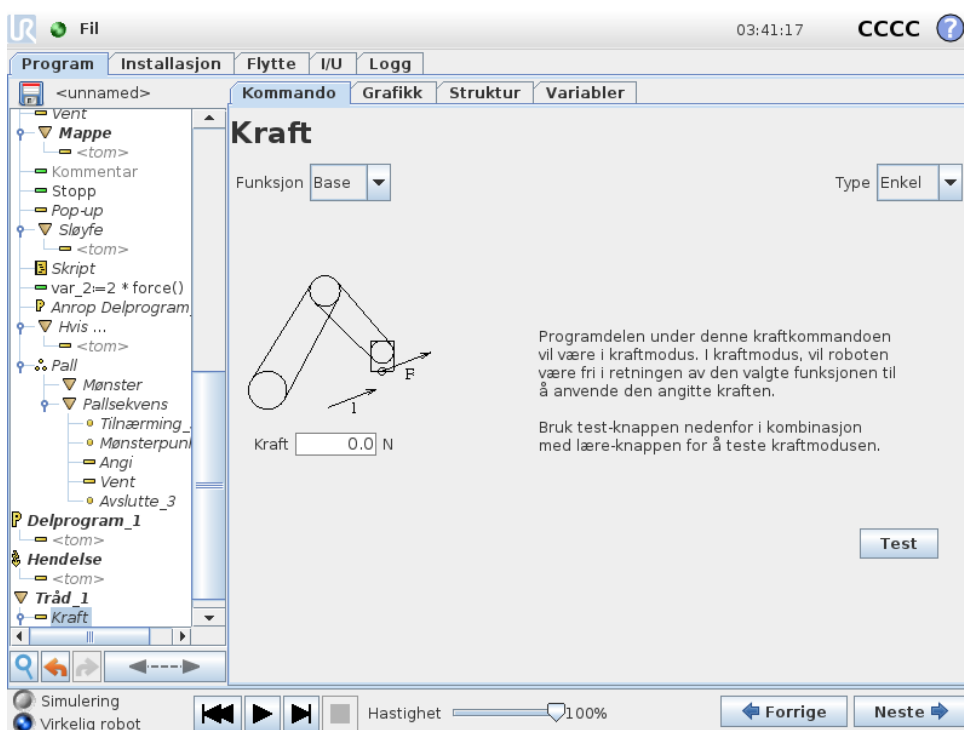
Kraftmodus er egnet for bruksområder der den faktiske TCP-posisjonen langs en forhåndsdefinert akse ikke er viktig, men det er nødvendig med en ønsket kraft langs aksene. For eksempel hvis robot-TCP-en ruller mot en buet overflate, eller skyver eller trekker et arbeidsstykke. **Kraftmodus** støtter også visse dreiemoment rundt forhåndsdefinerte akser.

Merk: hvis ingen hindringer møtes i en akse hvor en ikke-null kraft er satt, vil robotarmen prøve å akselerere langs / rundt den aksen.

Selv om en akse er satt til å være kompatibel, vil robotprogrammet fortsatt prøve å flytte roboten langs/rundt den aksen. Kraftkontroll sikrer at robotarmen fortsatt nærmer seg den angitte kraften.


ADVARSEL:

1. Unngå høy retardasjon rett før roboten går inn i kraftmodus.
2. Unngå høy akselerasjon i kraftmodus, siden dette vil redusere nøyaktigheten for kraftkontroll.
3. Unngå bevegelser parallelle med samsvarende akser før roboten går inn i kraftmodus.



Funksjonsvalg

Funksjonsmenyen brukes for å velge koordinatsystemet (aksene) roboten bruker mens den arbeider i kraftmodus. Funksjonene i menyen er de som har blitt definert i installasjonen, (se 13.12).

Kraftmodustype

Det er fire forskjellige typer kraftmodus som alle bestemmer hvordan den valgte funksjonen blir tolket.

- **Enkel:** Kun én akse vil være kompatibel i kraftmodus. Kraften langs denne aksen er justerbar. Ønsket kraft vil alltid utøves langs z-aksen til den valgte funksjonen. For linjefunksjoner er det imidlertid langs y-aksen.

- **Ramme:** Rammetypen muliggjør mer avansert bruk. Her kan kompatibilitet og kraft i alle seks frihetsgrader velges uavhengig av hverandre.
- **Punkt:** Når punktet er valgt, peker y-aksen til oppgaverammen fra robot-TCP-en mot opprinnelsepunktet til den valgte funksjonen. Avstanden mellom robot-TCP-en, og opprinnelsepunktet til den valgte funksjonen må være minst 10 mm. Merk at oppgaverammen vil endres under kjøring ettersom posisjonen til robot-TCP-en endrer seg. Oppgaverammens x- og z-akse er avhengige av den valgte funksjonens opprinnelige retning.
- **Bevegelse:** Bevegelse betyr at oppgaverammen vil endres i henhold til TCP-ens bevegelsesretning. X-aksen til oppgaverammen blir projeksjonen av TCP-bevegelsesretningen på planet som er dannet av x- og y-aksen for den valgte funksjonen. Y-aksen vil være vinkelrett i forhold til robotarmens bevegelse, og i x-y-planet til den valgte funksjonen. Dette kan være nyttig ved sliping langs en kompleks bane, hvor det er nødvendig med kraft loddrett i henhold til TCP-bevegelsen.

Obs, når robotarmen ikke er i bevegelse: Hvis kraft-modus aktiveres når robotarmen står stille, vil det ikke være noen kompatible akser inntil TCP-hastigheten er over null. Hvis, senere mens den fortsatt er i kraft-modus, robotarmen igjen står stille, vil oppgaverammen ha den samme orienteringen som forrige gang TCP-hastigheten var større enn null.

For de siste tre typene kan den faktiske oppgaverammen vises i sanntid under grafikk-kategorien (se 14.29), mens roboten arbeider i kraftmodus.

Valg av kraftverdi

- Kraftverdi eller dreiemomentverdi kan angis for samsvarende akser, og robotarmen justerer posisjonen sin for å oppnå valgt kraft.
- For ikke-samsvarende akser, vil robotarmen følge banen angitt av programmet.

For translasjonsparametere angis kraften i Newton [N], og for rotasjon spesifiseres dreiemoment i Newtonmeter [Nm].



MERK:

Du må gjøre følgende:

- Bruk skriptfunksjonen `hent_tcp_kraft()` i en separat tråd, for å lese faktisk kraft og dreiemoment.
- Hvis faktisk kraft og/eller dreiemoment er lavere enn ønsket, juster vektor på skiftenøkkelen.

Valg av grenseverdier

En grenseverdi kan settes for alle akser, men disse har forskjellig betydning avhengig av om aksene er samsvarende eller ikke-samsvarende.

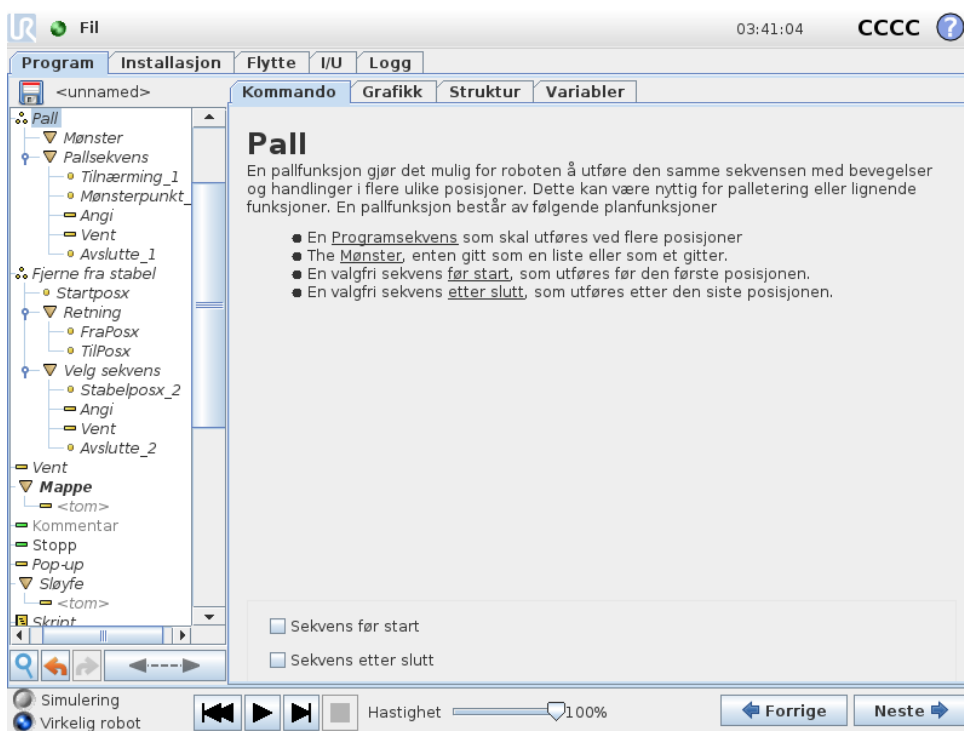
- **Samsvarende:** Denne grensen er den maksimale hastigheten som TCP er tillatt å oppnå langs / rundt aksene. Enheter er [mm/s] og [grader/s].
- **Ikke-samsvarende:** Denne grensen er det maksimale avviket fra programbanen som tillates før roboten utfører et beskyttende stopp. Enheter er [mm] og [grader].

Teste kraftinnstillinger

På-/av-knappen, merket med ordet **Test**, endrer funksjonen til **Freedrive**-knappen på baksiden av Teach-tillegget fra normal Freedrive-modus til test av kraftkommandoen.

Når **testknappen** er på og **Freedrive**-knappen på baksiden av Teach-tillegget trykkes ned, vil roboten operere som om programmet hadde nådd denne kraftkommandoen, og på denne måten kan innstillingene bekreftes før programmet kjøres i sin helhet. Denne muligheten er spesielt nyttig for å bekrefte at compatible akser og krefter er valgt korrekt. Hold robot-TCP med én hånd og trykk på **Freedrive**-knappen med den andre, og legg merke til i hvilke retninger robotarmen kan / ikke kan flyttes. Når du forlater dette skjermbildet, slås testknappen automatisk av. Dette betyr at **Freedrive**-knappen bak på Teach-delen igjen brukes til vanlig **Freedrive**-modus. Merk: **Freedrive**-knappen vil kun være i effekt når en gyldig funksjon er valgt for Kraft-kommandoen.

14.25 Kommando: Pall



En palloperasjon kan utføre en sekvens av bevegelser i et sett av bevegelser gitt som et mønster (se 14.23). Sekvensen med bevegelser kjøres i henhold til mønsterposisjonen ved hver av posisjonene i mønsteret.

Programmering av en pallfunksjon

Følg disse trinnene:

1. Definer mønsteret.
2. Lag en **Pallsekvens** for plukking/plassering for hvert enkelt punkt. Sekvensen beskriver hva som skal gjøres ved hver mønsterposisjon.

3. Bruk velgerinnretningen på sekvenskommandoskjermen for å definere hvilke av vendepunktene i sekvensen som skal korrespondere med mønsterposisjonene.

Pallsekvens/ankersekvens

I en **pallsekvens**-node, står bevegelsene til robotarmen i forhold til pallposisjonen. Oppførselen til en sekvens er slik at robotarmen vil være på den posisjonen som er spesifisert av mønsteret ved **ankerposisjonen/mønsterpunktet**. Gjenværende posisjoner flyttes rundt slik at dette passer.

Ikke bruk **Flytt**-kommandoen i en sekvens, siden den ikke står i forhold til ankerposisjonen.

“FørStart”

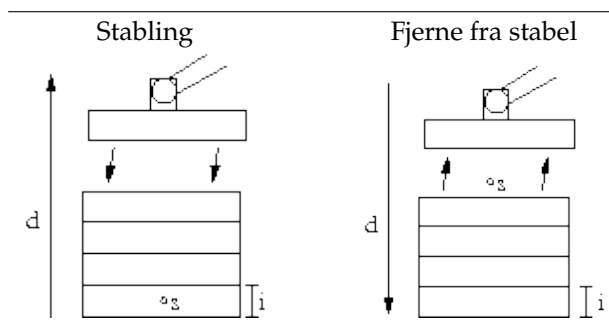
Den valgfrie **FørStart**-sekvensen kjøres rett før funksjonen starter. Denne kan brukes for å vente på klarsignaler.

“EtterSlutt”

Den valgfrie **EtterSlutt**-sekvensen kjøres når funksjonen er fullført. Denne kan brukes til å signalisere at transportbåndet skal starte, for å forberede neste pall.

14.26 Kommando: Søk

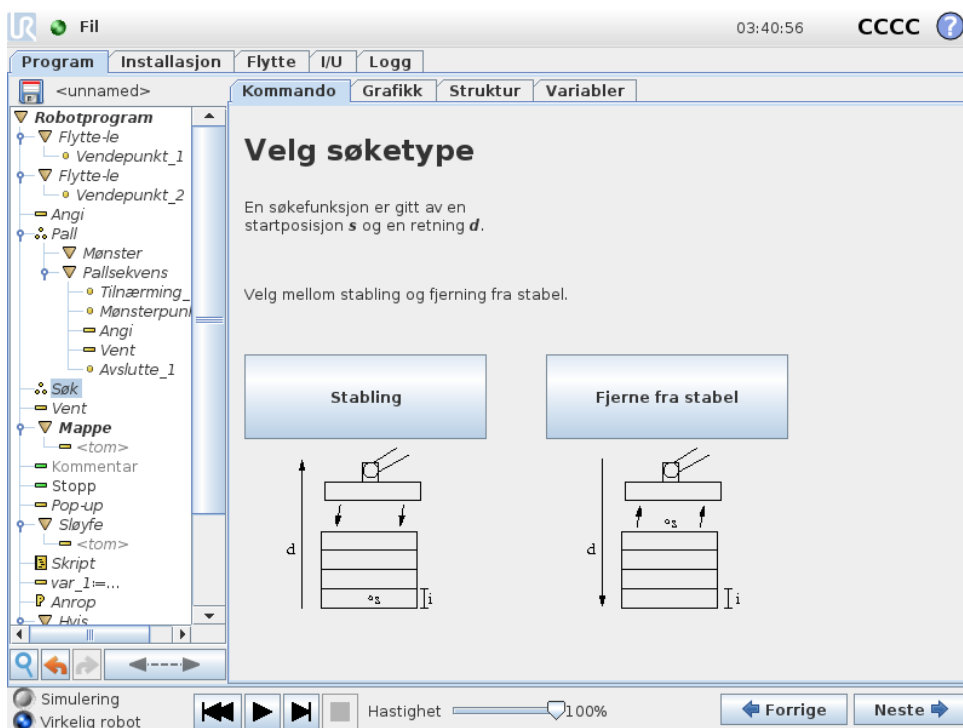
En søkefunksjon bruker en sensor til å avgjøre når den riktige posisjonen for å gripe eller slippe et element nås. Sensoren kan være en trykknappbryter, en trykksensor eller en kapasitiv sensor. Denne funksjonen er beregnet for arbeid med stabler med elementer med ulik tykkelse, eller der de nøyaktige posisjonene ikke er kjent eller er for vanskelig å programmere.



Ved programmering av en søkefunksjon ved arbeid på en stabel må man definere s startpunktet, d stabelretningen og i tykkelsen på elementene i stabelen.

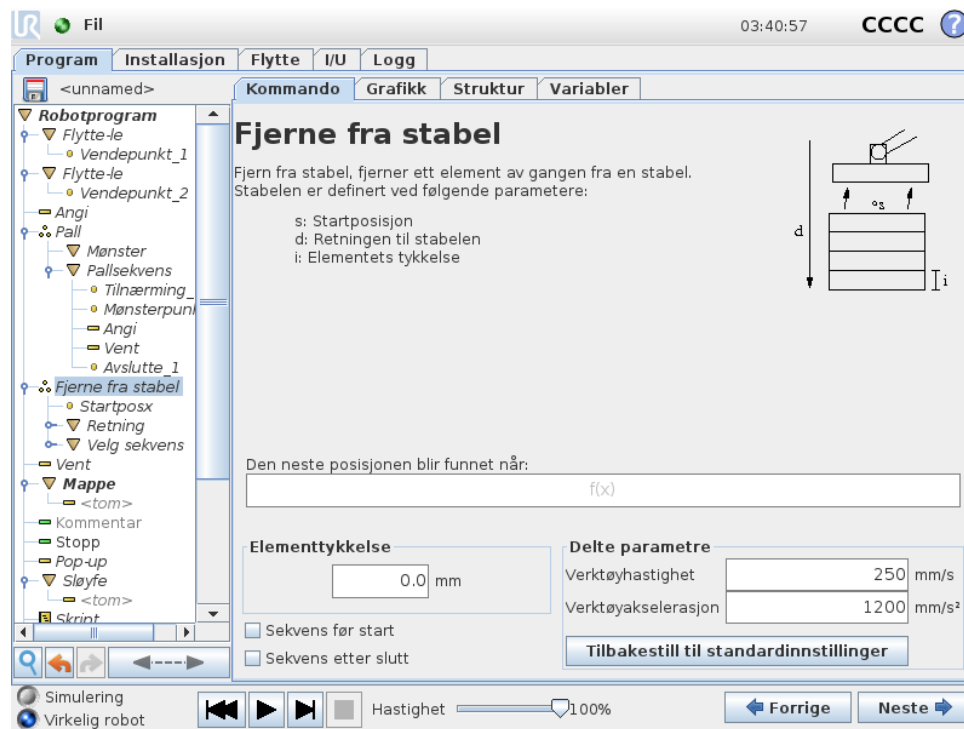
I tillegg til dette må man også definere tilstanden for når den neste stabelposisjonen nås, og en spesiell programsekvens som utføres ved hver av stabelposisjonene. Hastighet og akselerasjoner må også angis for bevegelsen som er involvert i stabelposisjonen.

Stabling



Ved stabling beveger robotarmen seg til startposisjonen og beveger seg deretter i *motsatt* retning for å søke etter den neste stabelposisjonen. Når det blir funnet, husker roboten posisjonen og utfører spesialsekvensen. Neste gang starter roboten søket fra den lagrede posisjonen inkrementert etter tykkelsen på elementet langs retningen. Stablingen er ferdig når stabelhøyden er større enn et definert nummer, eller når sensoren avgir et signal.

Fjerne fra stabel

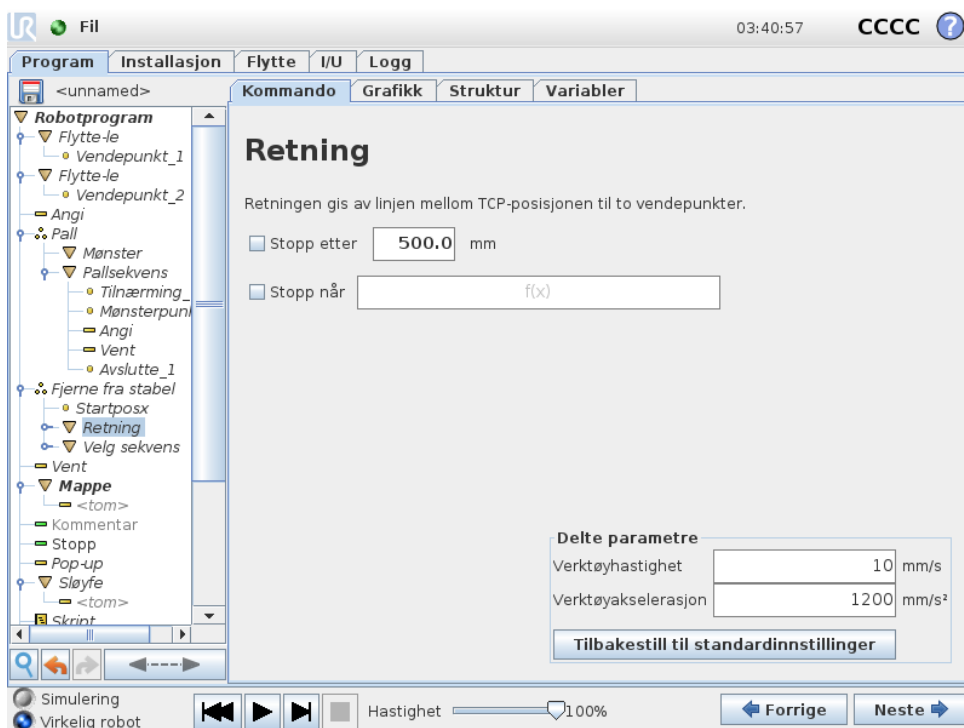


Ved ned-stabling beveger robotarmen seg fra utgangsposisjonen i angitt retning for å søke etter neste element. Tilstanden på skjermen bestemmer når neste element er nådd. Når betingelsen blir oppfylt, husker roboten posisjonen og utfører spesialsekvensen. Neste gang starter roboten søket fra den lagrede posisjonen inkrementert etter tykkelsen på elementet langs retningen.

Startposisjon

Startposisjonen er der hvor stablingfunksjonen starter. Hvis startposisjonen er utelatt, starter stabelen ved robotarmens nåværende posisjon.

Retning



Retningen angis med to posisjoner og beregnes som differansen fra den første posisjons TCP til andre posisjons TCP.

Merk: Retningen tar ikke hensyn til retningene til punktene.

Uttrykk for neste stablingsposisjon

Robotarmen beveger seg langs retningsvektoren samtidig som den vurderer om den neste stabelposisjonen er nådd. Når uttrykket er evaluert til *Sant* utføres spesialsekvensen.

“FørStart”

Den valgfrie *FørStart*-sekvensen kjøres rett før funksjonen starter. Denne kan brukes for å vente på klarsignaler.

“EtterSlutt”

Den valgfrie *EtterSlutt*-sekvensen kjøres når funksjonen er fullført. Denne kan brukes til å signalisere at transportbåndet skal starte, for å forberede neste stabel.

Plukk/plasser-sekvens

Som for pallfunksjonen (14.25), utføres en spesiell programsekvens ved hver stabelposisjon.

14.27 Kommando: Transportbåndsporing

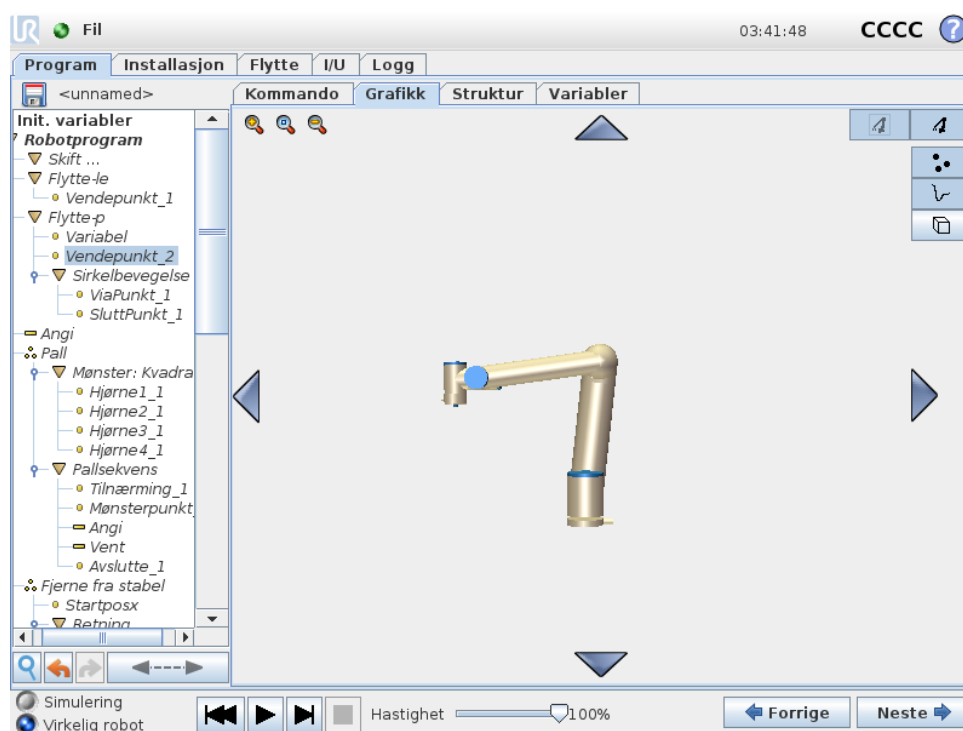
Når du bruker et transportbånd, kan roboten konfigureres til å spore bevegelsen. Når **transportbåndsporingen** som er definert i installasjonen er riktig konfigurert, vil roboten justere bevegelsene for å følge transportbåndet. **Transportbåndsporing**-programnoden er tilgjengelig for

kategorien **veivisere** under kategorien **struktur**. Alle bevegelser under denne noden vil være tillatt mens transportbåndet spores, men de er relative til bevegelsen til transportbåndet. Innstillingene for **transportbåndsporing** under kategorien **installasjon** (se avsnitt 13.13) gir flere valg for å konfigurere roboten, for at den kan arbeide med absolutte og trinnvise kodere, så vel som lineære og sirkulære transportbånd.

14.28 Kommando: Sperre

Sperrede programlinjer hoppes bare over når programmet kjøres. En sperret linje kan åpnes igjen på et senere tidspunkt. Dette er en rask måte å gjøre endringer i et program på, uten at det originale innholdet ødelegges.

14.29 Grafikk-kategorien



Grafisk representasjon av gjeldende robotprogram. Banen til TCP vises i 3D-visning, med bevegelsessegmenter i svart og blandingsssegmenter (overganger mellom bevegelsessegmenter) vist i grønt. De grønne prikkene spesifiserer posisjonene til TCP ved hvert av vendepunktene i programmet. 3D-tegningen av robotarmen viser den aktuelle posisjonen til robotarmen, og *skyggen* av robotarmen viser hvordan robotarmen har til hensikt å nå vendepunktet som er valgt på venstre side av skjermen.

Hvis den aktuelle posisjonen til robot-TCP kommer nær et sikkerhets- eller utløserplan, eller retningen på robotverktøyet er nær verktøyets orienteringsendegrense (se 10.12, vil det vises en 3D-representasjon av den nærmeste endegrensen.

Merk: visualiseringen av endegrensene blir deaktivert når roboten kjører et program.

Sikkerhetsplanene er visualiseres i gult og svart med en liten pil som representerer planet normalt, noe som indikerer den siden av planet som robot-TCP er tillatt å bli posisjoneres på.

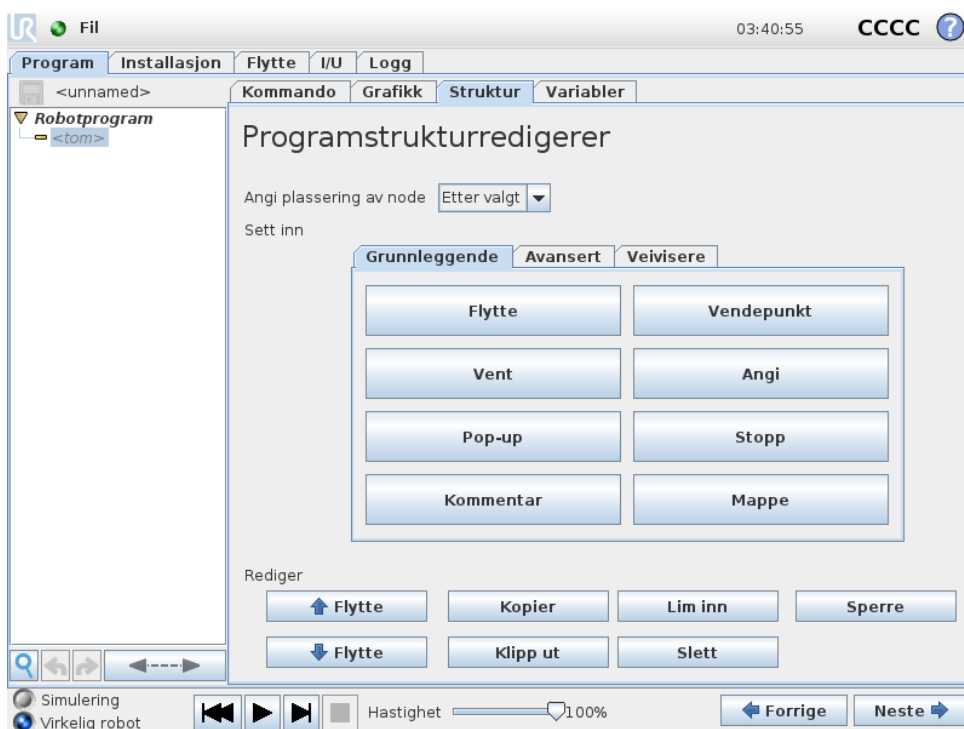
Utløserplan vises i blått og grønt, og en liten pil som peker mot den siden av planet hvor grensene for **normal** modus (se 10.6) er aktiv. Verktøyets orienteringsendegrense visualiseres ved hjelp av en sfærisk kjegle sammen med en vektor som angir den aktuelle retningen til robotverktøyet. På innsiden av kjeglen representerer den tillatte det området for verktøyets orientering (vektor).

Når målrobot-TCP ikke lenger er i nærheten av grensen, forsvinner 3D-representasjonen. Hvis TCP er i strid med eller svært nær å bryte en endegrense, blir visualiseringen av grensen rød.

3D-visningen kan zoomes og roteres for å få en bedre oversikt over robotarmen. Knappene øverst til høyre i skjermen kan deaktivere de ulike grafiske komponentene i 3D-visning. Den nederste knappen slår på / av visualisering av proksimale endegrenser.

Bevegelsessegmentene som vises avhenger av den valgte programnoden. Hvis en **Flytte**-node er valgt, er den viste banen bevegelsen som er definert av den flyttingen. Hvis en **Vendepunkt**-node er valgt, viser displayet de følgende ~ 10 trinnene for bevegelsen.

14.30 Struktur-kategori



Kategorien programstruktur gir mulighet til å sette inn, flytte, kopiere og fjerne de ulike kommandoene.

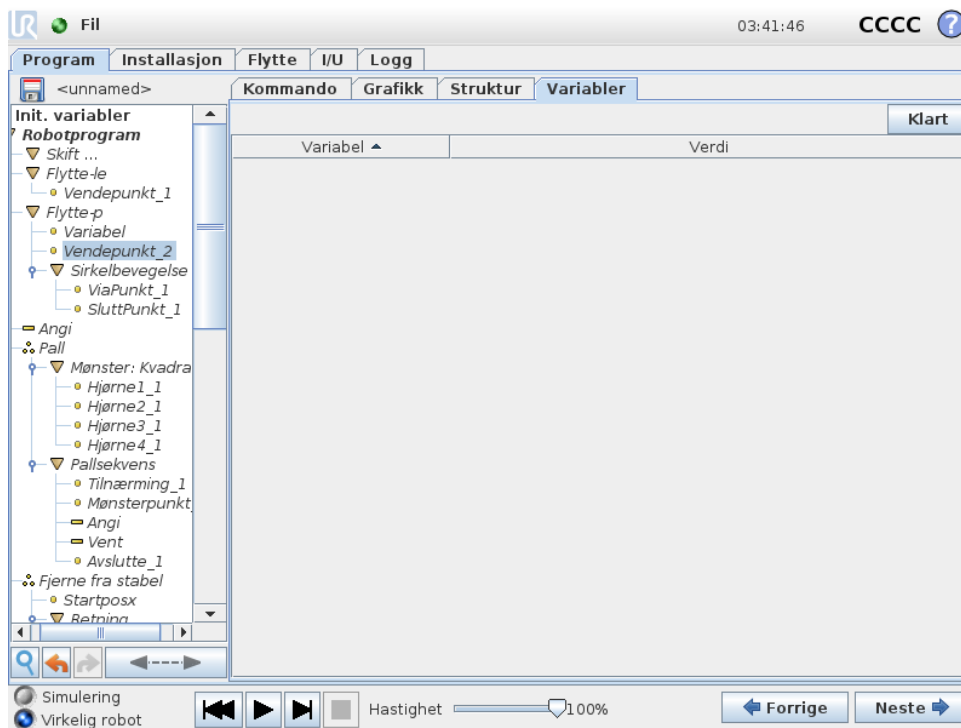
Følg disse trinnene for å sette inn nye kommandoer:

- 1) Velg en eksisterende programkommando.
- 2) Velg hvorvidt den nye kommandoen skal settes inn over eller under den valgte kommandoen.
- 3) Trykk på knappen for den kommandotypen du ønsker å sette inn. Gå til kategorien **Kommando** for å justere detaljene for den nye kommandoen.

Kommandoer kan flyttes/klones/slettes ved hjelp av knappene i redigeringsrammen. Hvis en kommando har delkommandoer (en trekant ved siden av kommandoen) er alle delkommandoer også flyttet/klonet/slettet.

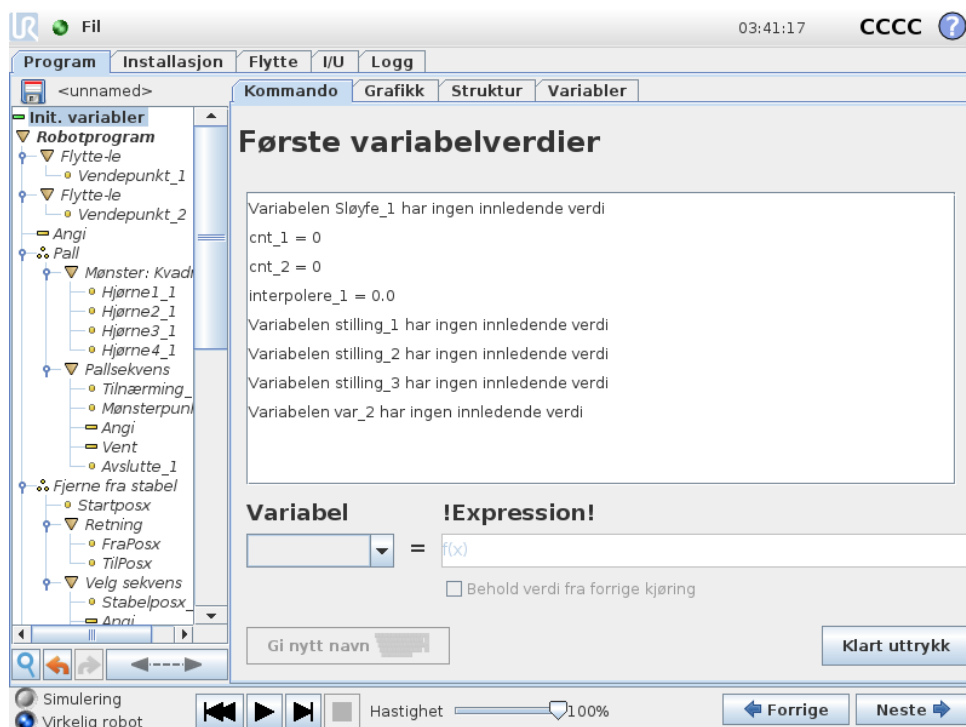
Ikke alle kommandoer passer alle steder i et program. Vendepunkt må være under en flyttekommando (ikke nødvendigvis direkte under). Annet-Hvis- og Annet-kommandoene må være etter en Hvis. Det kan ofte være vanskelig å flytte Annet-Hvis-kommandoer rundt. Variabler må ha tilordnede verdier før de blir brukt.

14.31 Variabler-kategorien



Kategorien **variabler** viser direkte verdiene av variablene i kjøreprogrammet, og holder en liste over variabler og verdier mellom kjøringer av programmer. Den vises bare når den har informasjon som skal vises. Variablene er sortert alfabetisk etter navn. Variabelnavnene på dette skjermbildet vises med maks. 50 tegn, og verdiene av variablene vises med maks. 500 tegn.

14.32 Kommando: Initialisering av variabler



I dette skjermbildet kan du stille inn variable verdier før programmet (og eventuelle tråder) starter å kjøre.

Velg en variabel fra listen over variabler ved å klikke på den eller ved å bruke valgboksen for variabler. Et uttrykk kan angis for en valgt variabel som skal brukes til å angi variabelverdien ved programstart.

Hvis **Behold verdi fra forrige kjøring** avkrysningsboksen er valgt, vil variabelen bli initialisert til verdien fra kategorien **Variabler** (se 14.31). Dette gjør det mulig for variablene å beholde sine verdier mellom programutførelser. Variabelen vil få sin verdi fra uttrykket hvis programmet kjøres for første gang, eller hvis verdikategorien har blitt tømt.

En variabel kan slettes fra programmet ved å angi navnet som tomt (kun mellomrom).

15 Konfigurasjonsskjerm



- **Initialiser robot** Går til skjermbildet initialisering, se 11.5.
- **Språk og enheter** Konfigurer språket og målenhetene for brukergrensesnittet, se 15.1.
- **Oppdater robot** Oppgraderer robotprogramvaren til en nyere versjon, se 15.2.
- **Sett passord** Gir mulighet til å låse programmeringsdelen av roboten for personer uten passord, se 15.3.
- **Kalibrer skjerm** Kalibrerer "berøringsdelen" av berøringsskjermen, se 15.4.
- **Konfigurer nettverk** Åpner grensesnittet for konfigurasjon av Ethernet-nettverket for robotens kontrollboks, se 15.5.
- **Still klokken** Angi klokkeslett og dato for systemet og konfigurer visningsformatene for klokken, se 15.6.
- **URCaps-konfigurasjon** Oversikt over installerte URCaps i tillegg til valg for installasjon og avinstallering, se 15.7.
- **Tilbake** Går tilbake til velkomstskjermen.

15.1 Språk og enheter



Konfigurer robot

Velg språk

System
Norsk

Tastatur
Int'l English

☒ English programming

Velg enheter

☒ Metriske enheter
☐ Vanlig i USA

Start PolyScope på nytt for at nye innstillinger skal tre i kraft

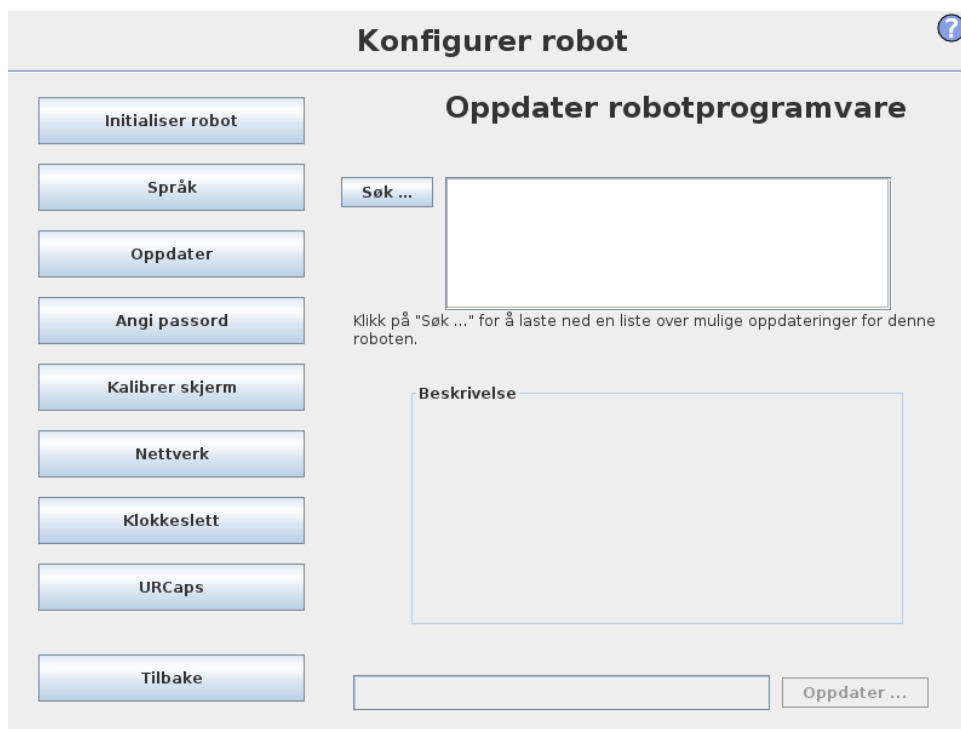
Omstart

Språk, enheter og tastaturspråk som brukes i PolyScope, kan velges i dette skjermbildet.

Det valgte språket vil bli brukt for den synlige teksten på de ulike skjermene til PolyScope så vel som i den innebygde hjelpeteksten. Kryss av “engelsk programmering” for å skrive navnene på kommandoer i robotprogrammene på engelsk. PolyScope må startes på nytt for at endringene skal tre i kraft.

Det valgte tastaturspråket vil bli brukt for alle tastatur som vises i PolyScope.

15.2 Oppdater robot



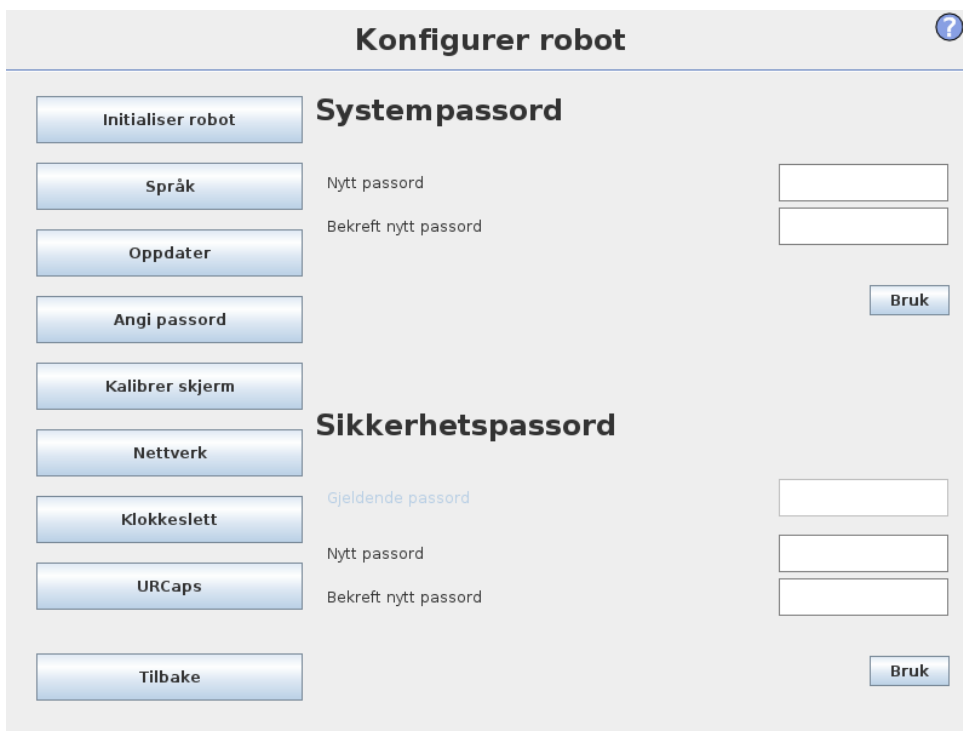
Programvareoppdateringer kan installeres fra USB-flashminne. Sett inn en USB-minnepinne og trykk deretter **Søk** for å vise innholdet. For å utføre en oppdatering, velger du en fil, klikk **Oppdater**, og følg instruksjonene på skjermen.



ADVARSEL:

Sjekk alltid programmene dine etter en programvareoppgradering. Oppgraderingen kan endre banene i programmet ditt. De oppdaterte programvarespesifikasjonene finner du ved å trykke på "?" knappen plassert øverst i høyre hjørne av GUI. Maskinvarespesifikasjonene er de samme, og kan finnes i den originale håndboken.

15.3 Angi passord



To passord støttes. Det første er et *valgfritt* systempassord som forhindrer uautorisert endring av konfigurasjonen til roboten. Når systempassord er satt, kan programmer lastes og kjøres uten passord, men det kreves et passord for å opprette eller endre programmer.

Det andre er et *påkrevd* sikkerhetspassord som må angis korrekt for å kunne endre sikkerhetskonfigurasjon.



MERK:

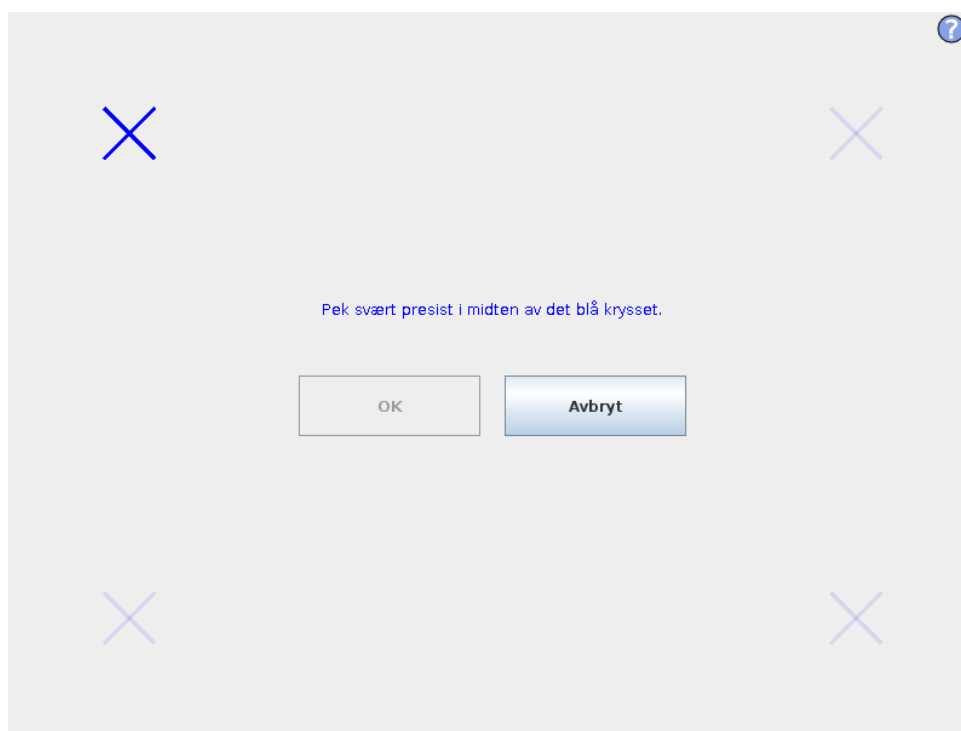
For å kunne endre sikkerhetskonfigurasjon må et sikkerhetspassord angis.



ADVARSEL:

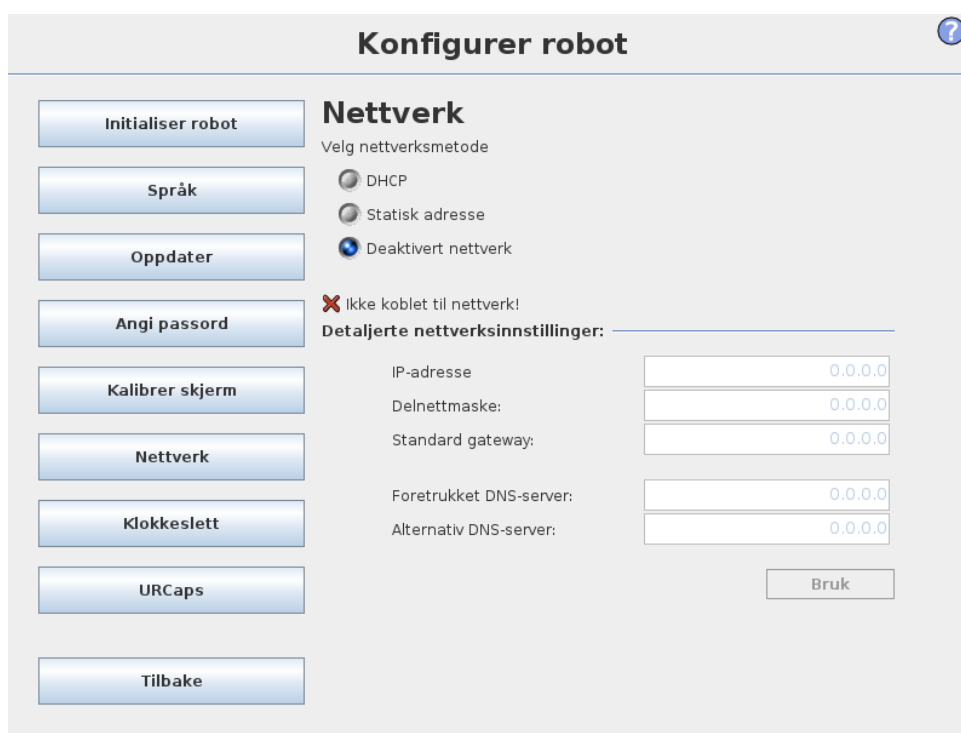
Legg inn et systempassord for å hindre at ikke-autoriserte personer kan endre robotinstallasjonen.

15.4 Kalibrer skjerm



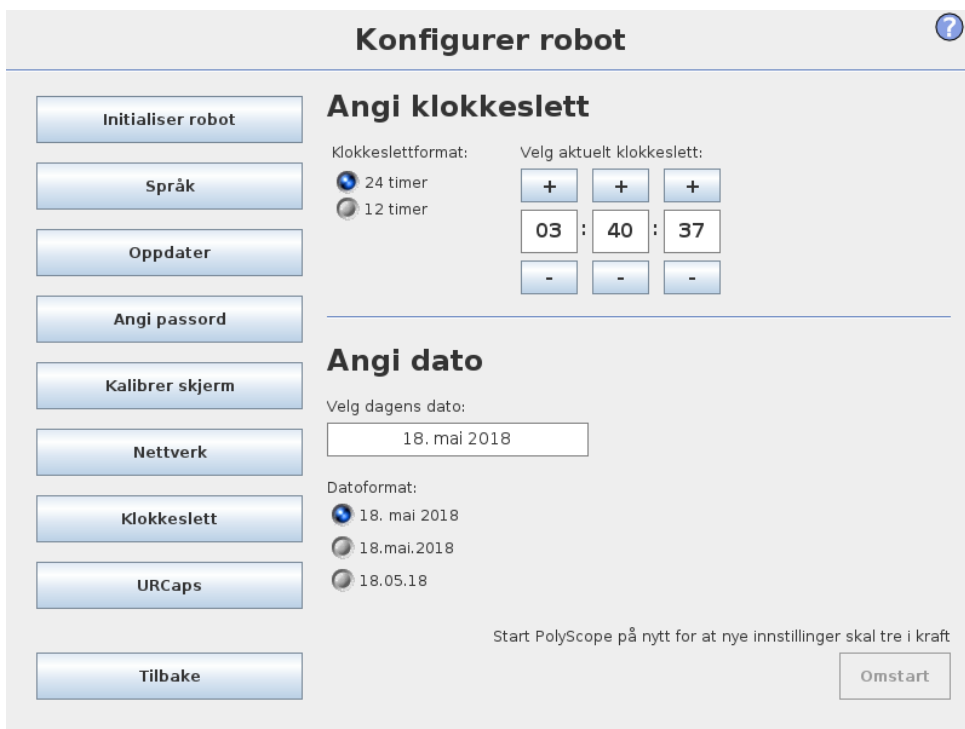
Kalibrere berøringsskjermen. Følg instruksjonene på skjermen for å kalibrere berøringsskjermen. Det anbefales at du bruker et spisst objekt som ikke er av metall, slik som en penn. Tålmodighet og forsiktighet kan bidra til å oppnå et bedre resultat.

15.5 Konfigurer nettverk



Panel for konfigurasjon av Ethernet-nettverket. En Ethernet-tilkobling er ikke nødvendig for de grunnleggende robotfunksjonene, og er deaktivert som standard.

15.6 Angi klokkeslett



Konfigurer robot

Angi klokkeslett

Klokkeslettformat: ☒ 24 timer ☐ 12 timer

Velg aktuelt klokkeslett:

03 : 40 : 37

Angi dato

Velg dagens dato: 18. mai 2018

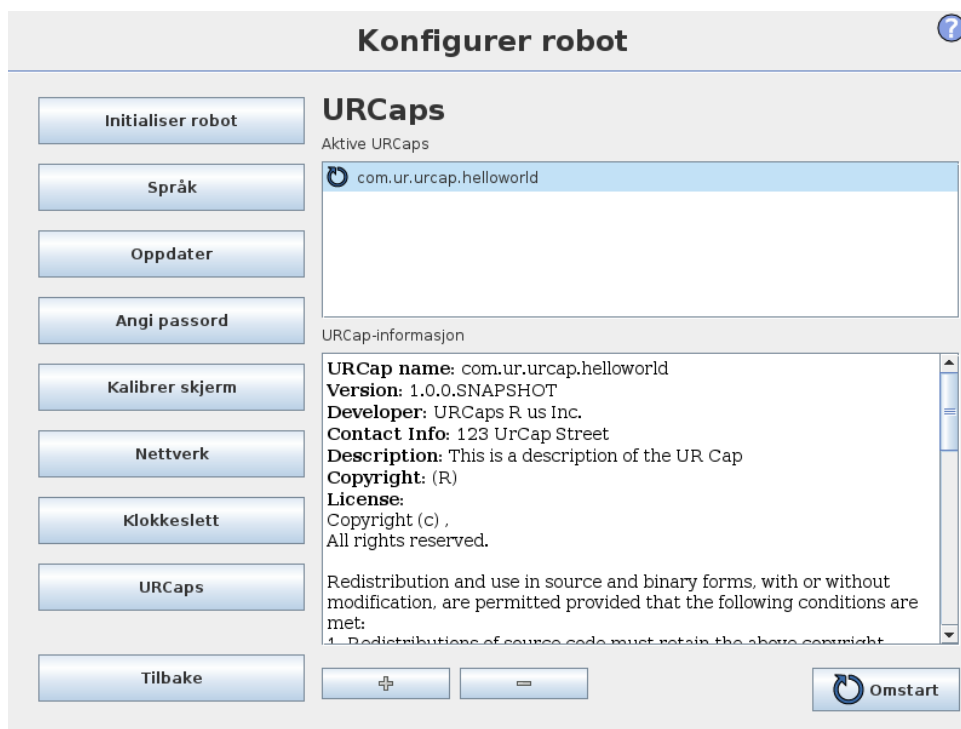
Datoformat: ☒ 18. mai 2018 ☐ 18.mai.2018 ☐ 18.05.18

Start PolyScope på nytt for at nye innstillinger skal tre i kraft

Tilbake **Omstart**

Angi klokkeslett og dato for systemet og konfigurer visningsformatene for klokken. Klokken vises på toppen av skjermbildene *Kjør program* og *Programmer robot*. Ved å peke på den vises datoen kort. GUI må startes på nytt for at endringene skal tre i kraft.

15.7 URCaps-konfigurasjon



I listen øverst finner du en oversikt over alle installerte *URCaps*. Klikk på en URCap for en fremvisning av dens meta-informasjon (inkludert navnet på URCapen, versjonen, lisens, osv.) i området URCap-informasjon under listen.

Klikk på +-knappen nederst på skjermen for å installere en ny URCap. En filvelger vises hvor en .urcap-fil kan velges. Klikk på Åpne og PolyScope vil gå tilbake til konfigurasjon-skjermen. Den valgte URCapen vil bli installert og en korresponderende innførsel vil vises på listen like etterpå. Nylige installerte eller avinstallerte URCaps krever PolyScope for å kunne starte på nytt og Start på nytt-knappen vil aktiveres.

For å avinstallere en URCap, trenger du bare å velge URCapen fra listen og klikke på --knappen. URCapen vil forsvinne fra listen, men omstart er fortsatt nødvendig.

Ikonet som vises ved siden av en innførsel på listen indikerer tilstanden til URCapen. De ulike tilstandene er beskrevet nedenfor:

-  **URCap ok:** URCapen er installert og kjører normalt.
-  **URCap-feil:** URCapen er installert, men kan ikke starte. Kontakt URCap-utvikler.
-  **URCap trenger omstart:** URCapen har akkurat blitt installert og krever en omstart.

Ordliste

- Stoppkategori 0:* Robotens bevegelse er stoppet av umiddelbar fjerning av strøm til roboten. Det er et ukontrollert stopp, der roboten kan fravike fra den programmerte banen, ettersom hvert ledd bremses så raskt som mulig. Denne beskyttende stoppen brukes hvis en sikkerhetsrelatert grense overskrides eller i tilfelle av en feil i de sikkerhetsrelaterte delene av styresystemet. For mer informasjon, se ISO 13850 eller IEC 60204-1.
- Stoppkategori 1:* Robotens bevegelse stoppes med strøm tilgjengelig for roboten for å oppnå stans og deretter fjerning av strøm når roboten har stanset. Det er et kontrollert stopp, hvor roboten vil fortsette langs den programmerte banen. Strømmen blir fjernet så snart roboten står stille. For mer informasjon, se ISO 13850 eller IEC 60204-1.
- Stoppkategori 2:* En kontrollert stopp med strøm tilgjengelig for roboten. Sikkerhetsstyringssystemet overvåker at roboten forblir på stoppstillingen. For mer informasjon, se IEC 60204-1.
- Kategori 3:* Uttrykket *kategori* må ikke forveksles med uttrykket *stoppkategori*. *Kategori* refererer til typen byggestruktur som er blitt brukt som grunnlag for et spesielt *utførelsesnivå*. En viktig egenskap hos en *kategori 3*-byggestruktur er at en individuell feil ikke kan føre til tap av sikkerhetsfunksjoner. For mer informasjon, se ISO 13849-1.
- Ytelsesnivå:* Et ytelsesnivå (PL) er et diskret nivå som brukes til å angi muligheten for sikkerhetsrelaterte deler av kontrollsystemene til å utføre en sikkerhetsfunksjon i henhold til forventede bruksforhold. PLd er den nest høyeste pålitelighetsklassifikasjonen, noe som betyr at sikkerhetsfunksjonen er svært pålitelig. For mer informasjon, se ISO 13849-1.
- Diagnostisk dekning (DC):* er et mål av effektivitet til diagnosene som er implementert for å oppnå det relaterte ytelsesnivået. For mer informasjon, se ISO 13849-1.
- MTTFd:* Gjennomsnittlig tid til farlig svikt (MTTFd) er en verdi basert på beregninger og tester som brukes for å oppnå nominelt ytelsesnivå. For mer informasjon, se ISO 13849-1.
- Integrator:* Integratoren er den enheten som designer den endelige robotinstallasjonen. Integratoren er ansvarlig for å utføre den endelige risikovurderingen og må sørge for at den endelige installasjonen overholder lokale lover og bestemmelser.
- Risikovurdering:* En risikovurdering En risikovurdering er den generelle prosessen med å identifisere alle risikoer og redusere dem til et passende nivå. En risikovurdering skal dokumenteres. Konsulter ISO 12100 for ytterligere informasjon.
- Samkjørt robot-applikasjon:* Uttrykket *samkjørt* refererer til samarbeidet mellom operatør og robot i en robot-applikasjon. Se detaljerte definisjoner og beskrivelser i ISO 10218-1 og ISO 10218-2.
- Sikkerhetskonfigurasjon:* Sikkerhetsrelaterte funksjoner og brukerflater kan konfigureres gjennom konfigurasjonsparametre for sikkerhet. Disse er definert gjennom programvare-brukerflaten, se del II.

Hovedsiden

A

Angi	II-81
Ankerposisjon	II-95

B

Base	II-23, II-72
Bevegelse	II-93
Blandeparametere	II-74
Blanding	II-73
Boksmønster	II-90, II-91

E

Enkel	II-92
Ethernet	I-41
EtherNet/IP	II-46
EtterSlutt	II-95

F

FørStart	II-95
Fareskilt	I-4
Flytt II-53, II-54, II-70, II-71, II-73, II-81, II-95	
Flytte	II-27
Freedrive	II-45, II-47, II-52, II-94
Funksjon	II-52, II-58
Funksjonsmeny	II-92

G

Garanti	I-51
Gjenopprettingsmodus	II-30

H

Håndledd 3	II-23
------------------	-------

I

I/O	I-27, I-29, I-30, II-46, II-47
I/O til generell bruk	I-29
I/U	II-27, II-37
Installasjon	II-48, II-99
Installasjonsvariabler	II-48
integrator	I-8

K

Konfigurerbar I/O	I-29
kontrollboks	ix, I-43, I-63, II-37, II-48, II-61

kontrollbokse	I-29
kontrollboksen	I-27
Kraftmodus	II-91
Kvadratmønster	II-90, II-91

L

Leddbelastning	II-61
leddrom	II-70
Linjemønster	II-90, II-91
Liste (mønster)	II-90

M

Mønster	II-90, II-91
Mappe	II-83
MODBUS	II-38, II-47, II-49, II-51, II-58
Monteringsbrakett	ix
MoveJ	II-70
MoveL	II-53, II-70
MoveP	II-53, II-70

N

Normal modus	II-100
--------------------	--------

P

Pallsekvens	II-95
PolyScope	ix, II-23, II-25, II-27, II-84, II-87
pop-up	II-81
Positurredigering	II-53
Program	II-27
Programtre	II-66, II-67
Punkt	II-93

R

Ramme	II-93
Relativt vendepunkt	II-72
risikovurdering	ix, I-3, I-8, I-10
Robotarm I-63, II-48, II-61, II-91, II-93, II-96, II-97	
robotarmen	I-27

S

Servicehåndbok	x
Sikkerhet-I/O	I-29–I-31
Sikkerhetsinnstillinger	I-3
Sikkerhetsinstruksjoner	I-45

Sikkerhetskonsfigurasjon	I-8
Skifttilstand-konstruksjon	II-90
Skripthåndbok	x
Sokkelfunksjon	II-52
standard	I-63, I-64, I-66
Struktur	II-99
styreenhet	II-28

T

Teach Pendant	II-47, II-94
Teach-tillegg	ix, II-94
Testknapp	II-94
Transporbåndsporing	II-98
Transportbåndsporing	II-57

U

URCaps	x
Uttrykkredigeringsprogram	II-90

V

Variabelt vendepunkt	II-72
Variabler	II-69, II-101
Veivisere	II-99
Vendepunkt ..	II-70, II-72, II-73, II-78, II-95, II-100
Vent	II-80
Verktøy-I/O.	I-38
Verktøyfunksjon	II-52
Verktøysenterpunkt	II-41

W

Waypoints	II-25
-----------------	-------