



UNIVERSAL ROBOTS

Manuale PolyScope



Versione 3.4.1

Traduzione delle istruzioni originali (it)

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà di Universal Robots A/S ed è vietato riprodurle in tutto o in parte senza previa autorizzazione scritta di Universal Robots A/S. Le informazioni qui contenute sono soggette a modifiche senza preavviso e non devono essere interpretate come un impegno da parte di Universal Robots A/S. Il presente manuale viene periodicamente rivisto e revisionato.

Universal Robots A/S declina ogni responsabilità per eventuali errori o omissioni presenti nel documento.

Copyright © 2009–2017 Universal Robots A/S

Il logo Universal Robots è un marchio registrato di Universal Robots A/S.

Indice

II	Manuale PolyScope	II-1
10	Configurazione di sicurezza	II-3
10.1	Introduzione	II-3
10.2	Modifica della configurazione di sicurezza	II-5
10.3	Sincronizzazione della sicurezza ed errori	II-5
10.4	Tolleranze	II-6
10.5	Somma di controllo sicurezza	II-6
10.6	Modalità di sicurezza	II-7
10.7	Modalità Freedrive.	II-7
10.7.1	Marcia indietro	II-8
10.8	Protezione con password	II-8
10.9	Applica	II-8
10.10	Limiti generali	II-9
10.11	Limiti giunto	II-12
10.12	Limiti	II-13
10.12.1	Selezione di un limite da configurare	II-14
10.12.2	Visualizzazione tridimensionale	II-14
10.12.3	Configurazione piano di sicurezza	II-15
10.12.4	Configurazione limite utensile	II-18
10.13	I/O di sicurezza	II-20
10.13.1	Segnali in ingresso	II-20
10.13.2	Segnali in uscita	II-22
11	Avvio della programmazione	II-25
11.1	Introduzione	II-25
11.2	Attività iniziali	II-26
11.2.1	Installazione del braccio robot e dell'unità di controllo	II-26
11.2.2	Accensione e spegnimento dell'unità di controllo	II-26
11.2.3	Accensione e spegnimento del braccio robot	II-26
11.2.4	Avviamento rapido	II-27
11.2.5	Il primo programma	II-27
11.3	Interfaccia di programmazione PolyScope	II-29
11.4	Schermata Benvenuto.	II-30
11.5	Schermata di inizializzazione	II-31
12	Editor su schermo	II-35
12.1	Editor espressioni su schermo.	II-35
12.2	Schermata dell'editor del posizionamento	II-35

13	Controllo robot	II-39
13.1	Scheda Muovi	II-39
13.1.1	Robot	II-39
13.1.2	Posizione della funzione e dell'utensile.	II-40
13.1.3	Muovi utensile	II-40
13.1.4	Muovi giunti	II-40
13.1.5	Freedrive	II-40
13.2	Scheda I/O	II-41
13.3	I/O client MODBUS	II-42
13.4	Scheda Automov.	II-43
13.5	Installazione → Carica/Salva	II-44
13.6	Installazione → configurazione posizione centro utensile	II-45
13.6.1	Aggiunta, modifica e rimozione dei PCU	II-45
13.6.2	PCU predefinito e attivo	II-46
13.6.3	Apprendimento della posizione del PCU	II-46
13.6.4	Apprendimento dell'orientamento del PCU	II-47
13.6.5	Carico utile	II-47
13.6.6	Centro di gravità	II-48
13.7	Installazione → Montaggio	II-48
13.8	Installazione → Setup I/O	II-49
13.8.1	Tipo di segnale I/O	II-50
13.8.2	Assegnare nomi definiti dall'utente	II-50
13.8.3	Controllo della scheda I/O e azioni I/O	II-50
13.9	Sicurezza → installazione	II-51
13.10	Variabili → di installazione.	II-51
13.11	Installazione → configurazione I/O del client MODBUS	II-52
13.12	Caratteristiche → dell'installazione	II-55
13.12.1	Usare una funzione	II-57
13.12.2	Nuovo punto	II-58
13.12.3	Nuova linea	II-58
13.12.4	Nuovo piano	II-60
13.12.5	Esempi: Aggiornando manualmente una funzione per modificare un programma	II-60
13.12.6	Esempi: Aggiornamento dinamico della posizione di una funzione	II-61
13.13	Configura allineamento del trasportatore.	II-62
13.14	Installazione → Programma predefinito	II-63
13.14.1	Caricamento di un programma predefinito	II-64
13.14.2	Avviamento di un programma predefinito	II-64
13.14.3	Inizializzazione automatica	II-64
13.15	Scheda Registro	II-65
13.16	Schermata caricamento	II-65
13.17	Scheda Esecuzione	II-68
14	Programmazione	II-69
14.1	Nuovo Programma.	II-69
14.2	Scheda Programma.	II-70
14.2.1	Albero del programma.	II-70
14.2.2	Indicazione di esecuzione del programma.	II-71

14.2.3 Pulsante Ricerca	II-71
14.2.4 Pulsanti Annulla/ripristina	II-72
14.2.5 Dashboard del programma	II-72
14.3 Variabili.	II-73
14.4 Comando: Vuoto	II-74
14.5 Comando: Muovi	II-75
14.6 Comando: Punto percorso fisso	II-78
14.7 Comando: Punto percorso relativo	II-84
14.8 Comando: Punto percorso variabile:	II-85
14.9 Comando: Attendere	II-86
14.10 Comando: Imposta.	II-86
14.11 Comando: Popup	II-87
14.12 Comando: Ferma	II-88
14.13 Comando: Commenta.	II-88
14.14 Comando: Cartella	II-89
14.15 Comando: Ciclo	II-90
14.16 Comando: SottoProgramma	II-91
14.17 Comando: Assegnazione	II-92
14.18 Comando: If	II-93
14.19 Comando: Script	II-94
14.20 Comando: Evento	II-95
14.21 Comando: Thread	II-96
14.22 Comando: Switch	II-96
14.23 Comando: Pattern	II-97
14.24 Comando: Forza.	II-98
14.25 Comando: Pallet.	II-101
14.26 Comando: Cerca.	II-102
14.27 Comando: Allineamento trasportatore.	II-106
14.28 Comando: Sopprimi	II-106
14.29 Scheda Grafica	II-106
14.30 Scheda struttura.	II-108
14.31 Scheda variabili	II-109
14.32 Comando: Inizializzazione variabili.	II-110
15 Schermata impostazioni	II-111
15.1 Lingua e unità di misura.	II-112
15.2 Aggiorna robot	II-113
15.3 Imposta password	II-114
15.4 Schermata calibrazione	II-115
15.5 Configura rete	II-115
15.6 Imposta ora	II-116
15.7 Impostazione URcap	II-117

Parte II

Manuale PolyScope

10 Configurazione di sicurezza

10.1 Introduzione

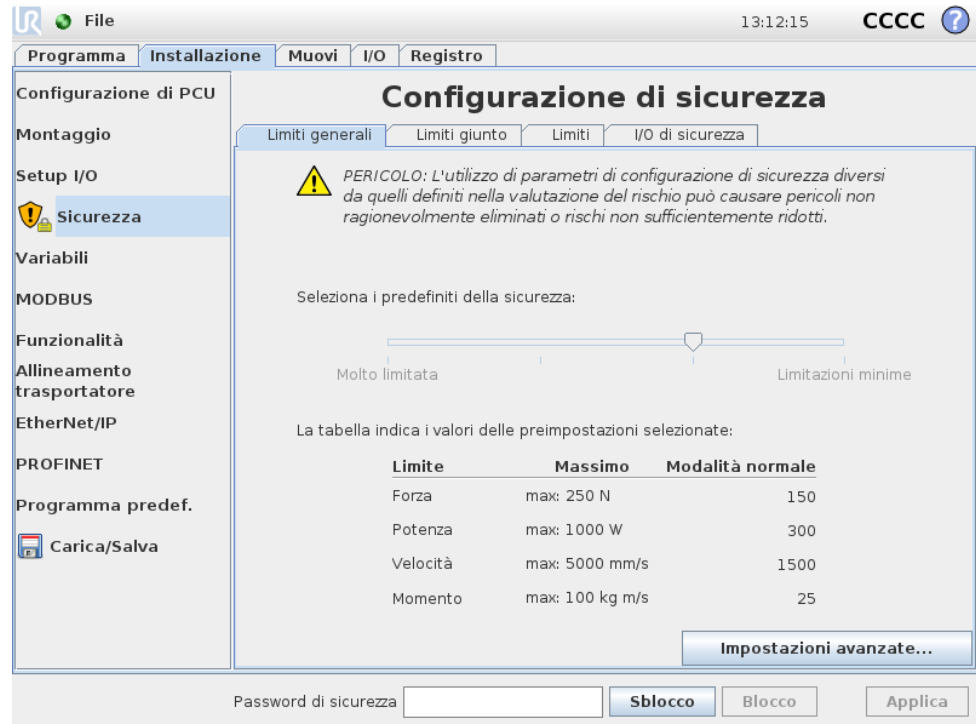
Il robot è dotato di un sistema di sicurezza evoluto. In base alle caratteristiche specifiche dello spazio di lavoro del robot, configurare le impostazioni del sistema di sicurezza in modo da garantire la sicurezza di tutto il personale e delle attrezzature circostanti al robot. La prima operazione dell'integratore è l'applicazione delle impostazioni definite nella valutazione del rischio. Per maggiori informazioni sul sistema di sicurezza, consultare il Manuale di installazione hardware.



PERICOLO:

1. Utilizzare e configurare le funzioni con classificazione di sicurezza nel rispetto della valutazione del rischio effettuata dall'integratore per l'applicazione specifica del robot. Consultare il Manuale di installazione hardware.
2. Applicare le impostazioni di configurazione di sicurezza per configurazione e apprendimento nel rispetto della valutazione del rischio effettuata dall'integratore e prima dell'accensione iniziale del robot.
3. Tutte le impostazioni di configurazione di sicurezza accessibili da questa schermata e dalle relative sottoschede devono essere impostate in base alla valutazione del rischio effettuata dall'integratore.
4. L'integratore deve verificare che tutte le modifiche alle impostazioni di configurazione di sicurezza vengano eseguite nel rispetto della valutazione del rischio.
5. L'integratore deve evitare che il personale non autorizzato modifichi la configurazione di sicurezza, utilizzando, ad esempio, una protezione con password.

Si può accedere alla schermata di Configurazione di sicurezza dalla schermata di Benvenuto (vedere 11.4) premendo il pulsante `Programma robot`, selezionando la scheda `Installazione` e selezionando `Sicurezza`. La configurazione di sicurezza è protetta da password, vedere 10.8.



Le impostazioni di sicurezza sono composte da un numero di valori limite utilizzati per limitare i movimenti del braccio robot e da impostazioni di funzioni di sicurezza per gli ingressi e le uscite configurabili. Vengono definite nelle seguenti sotto-schede della schermata di sicurezza:

- La sottoscheda **Limiti Generali** determina *forza, potenza, velocità e momento* massimi del braccio robot. Quando il rischio di colpire una persona o di entrare in collisione con un componente nel proprio ambiente è particolarmente alto, si devono selezionare valori bassi per queste impostazioni. Se il rischio è ridotto, dei limiti generali più alti permettono al robot di muoversi più rapidamente ed esercitare maggiore forza sull'ambiente circostante. Per ulteriori dettagli, vedere 10.10.
- La sotto-scheda **Limiti giunto** include i limiti di *velocità giunto* e *posizione giunto*. I limiti di *velocità giunto* determinano la velocità angolare massima di giunti singoli e servono a limitare ulteriormente la velocità del braccio robot. I limiti di *posizione giunto* determinano la gamma di posizioni ammesse dei giunti singoli (nello spazio giunto). Per ulteriori dettagli, vedere 10.11.
- La sotto-scheda **Limiti** definisce i piani di sicurezza (nello spazio cartesiano) e un limite di orientamento utensile per il centro utensile del robot. I piani di sicurezza possono essere configurati come limiti inflessibili per la posizione del centro utensile robot, o inneschi per l'attivazione dei limiti di sicurezza in modalità *Ridotta* (vedere 10.6)). Il limite di orientamento utensile stabilisce un limite inflessibile sull'orientamento del centro utensile robot. Per ulteriori dettagli, vedere 10.12.
- La sotto-scheda **I/O di sicurezza** definisce le funzioni di sicurezza per gli ingressi e le uscite configurabili (vedere 13.2). Ad esempio, l'*Arresto di emergenza* può essere configurato come ingresso. Per ulteriori dettagli, vedere 10.13.

10.2 Modifica della configurazione di sicurezza



Modificare le impostazioni di configurazione di sicurezza solo nel rispetto della valutazione del rischio effettuata dall'integratore.

La procedura consigliata per la modifica della configurazione di sicurezza è descritta qui sotto:

1. Verificare che le modifiche rispettino la valutazione del rischio effettuata dall'integratore.
2. Regolare le impostazioni di sicurezza ai livelli corretti definiti nella valutazione del rischio effettuata dall'integratore.
3. Verificare l'applicazione delle impostazioni di sicurezza.
4. Inserire il testo che segue nei manuali degli operatori: "Prima di eseguire interventi vicino al robot, verificare che la configurazione di sicurezza sia quella prevista. È possibile effettuare tale verifica ad esempio controllando la somma di controllo nell'angolo in alto a destra di PolyScope (vedere 10.5 nel Manuale PolyScope)."

10.3 Sincronizzazione della sicurezza ed errori

Lo stato della configurazione di sicurezza applicata in relazione all'installazione del robot caricata nel GUI viene indicato dall'icona a forma di scudo, accanto al testo *Sicurezza* nel lato sinistro della schermata. Queste icone forniscono un'indicazione rapida dello stato attuale. Le icone sono riportate qui sotto:

-  *Configurazione sincronizzata*: Indica la corrispondenza fra installazione del GUI e configurazione di sicurezza applicata al momento. Non è stata effettuata alcuna modifica.
-  *Configurazione modificata*: Indica la mancata corrispondenza fra installazione del GUI e configurazione di sicurezza applicata al momento.

In caso di modifica alla configurazione di sicurezza, l'icona a forma di scudo indica l'avvenuta o la mancata applicazione delle impostazioni attuali.

Se uno dei campi di testo nella scheda *Sicurezza* contiene dei valori non validi, la configurazione di sicurezza entra in stato di errore. Ciò viene segnalato in vari modi:

1. Un'icona rossa di errore compare vicino al testo *Sicurezza* sul lato sinistro della schermata.
2. La(e) sotto-scheda(e) che presenta degli errori viene marcata in alto con un'icona rossa di errore.
3. I campi di testo contenenti degli errori vengono evidenziati con uno sfondo rosso.

Quando sono presenti degli errori e si cerca di uscire dalla scheda di *Installazione*, appare un messaggio che offre le seguenti opzioni:

1. Risolvere il(i) problema(i) in modo da eliminare tutti gli errori. La risoluzione dei problemi sarà segnalata dalla assenza di icona rossa di errore vicino al testo *Sicurezza* sul lato sinistro della schermata.
2. Ripristino della configurazione di sicurezza applicata in precedenza. Questa opzione ignorerà tutte le modifiche e permetterà di passare alla destinazione desiderata.

Se non sono presenti errori quando si cerca di uscire dalla scheda, comparirà un messaggio differente offrendo le seguenti opzioni:

1. Applicare le modifiche e riavviare il sistema. In questo modo vengono applicate le modifiche della configurazione di sicurezza al sistema, causandone il riavvio. Nota: Ciò non implica che tutte le modifiche siano state salvate; lo spegnimento del robot in questa fase annulla tutte le modifiche all'installazione del robot, incluse quelle alla configurazione di sicurezza.
2. Ripristino della configurazione di sicurezza applicata in precedenza. Ciò ignorerà tutte le modifiche e permetterà di passare alla destinazione desiderata.

10.4 Tolleranze

Nella *Configurazione di sicurezza*, vengono impostati dei limiti fisici. I campi di immissione per questi limiti escludono le tolleranze: ove ciò sia necessario, le tolleranze vengono visualizzate di fianco al campo. Il *Sistema di sicurezza* riceve i valori dai campi di immissione e rileva tutte le violazioni di questi valori. Il *Braccio robot* tenta di evitare le violazioni del sistema di sicurezza ed esegue un arresto di protezione interrompendo l'esecuzione del programma quando raggiunge il limite di tolleranza. Nota: un programma potrebbe non essere in grado di eseguire movimenti molto vicini a un limite, ovvero il robot potrebbe non essere in grado di raggiungere con precisione la velocità massima specificato da un limite di velocità del giunto o dal limite di velocità del PCU.



AVVISO:

È sempre necessario eseguire una valutazione del rischio utilizzando i valori limite senza tolleranze.



AVVISO:

Le tolleranze sono specifiche alla versione del software. Se si aggiorna il software, le tolleranze potrebbero cambiare. Per le differenze tra le versioni, consultare le note di distribuzione.

10.5 Somma di controllo sicurezza

Il testo nell'angolo in alto a destra della schermata offre una rappresentazione abbreviata della configurazione di sicurezza attualmente utilizzata dal robot. Quando il testo cambia, ciò indica che anche la configurazione di sicurezza attuale è

cambiata. Facendo clic sulla somma di controllo si visualizzano i dettagli sulla configurazione di sicurezza attiva.

10.6 Modalità di sicurezza

In presenza di condizioni normali (ovvero quando non è attivo alcun arresto di protezione), il sistema di sicurezza funziona in una delle seguenti *modalità di sicurezza*, ciascuna con un set di limiti di sicurezza associati:

Modalità normale: La modalità di sicurezza attiva per impostazione predefinita.

Modalità ridotta: Attiva in caso di superamento del PCU di un piano di *Innesco modalità ridotta* (vedere 10.12) o se viene innescata tramite un ingresso configurabile (vedere 10.13).

Modalità di ripristino: In caso di violazione del braccio robot di una delle altre modalità (ovvero modalità *Normale* o *Ridotta*) e categoria di arresto 0¹, il braccio robot verrà avviato in modalità *Ripristino*. Tale modalità permette al braccio robot di essere spostato manualmente fino a risolvere tutte le violazioni. Non è possibile eseguire dei programmi del robot in questa modalità.



AVVISO:

Notare che i limiti per la *posizione del giunto*, la *posizione del centro utensile* e l'*orientamento del centro utensile* sono disabilitati in modalità di *Ripristino*, pertanto esercitare cautela mentre si riporta il braccio robot entro i limiti.

Le sotto-schede della schermata di Configurazione di sicurezza permettono all'utente di definire dei set di limiti di sicurezza indipendenti per le modalità *Normale* e *Ridotta*. Per l'utensile ed i giunti, è necessario che i limiti di velocità e momento della modalità *Ridotta* siano più restrittivi dei corrispondenti per la modalità *Normale*.

In caso di violazione di un limite di sicurezza appartenente al set di limiti attivo, il braccio robot esegue una categoria di arresto 0. Se un limite di sicurezza attivo, ad es. un limite di posizione di un giunto o un limite di sicurezza, è già stato violato quando il braccio robot si accende, questo si avvia in modalità di *Ripristino*. Ciò permette di riportare il braccio robot entro i limiti di sicurezza. In modalità di *Ripristino*, il movimento del braccio robot è limitato da un set fisso di limiti non personalizzabile dall'utente. Per ulteriori informazioni sui limiti della modalità di *Ripristino*, vedere il Manuale di installazione hardware.

10.7 Modalità Freedrive

In modalità *Freedrive* (vedere 13.1.5) e in caso di avvicinamento del movimento del braccio robot a determinati limiti, l'utente percepirà una forza di repulsione. Tale forza è generata a causa dei limiti su posizione, orientamento e velocità del centro utensile robot e la posizione e velocità dei giunti.

¹nel rispetto IEC 60204-1. Consultare il glossario per maggiori informazioni.

Lo scopo di tale forza repulsiva è di informare l'utente che la posizione o velocità attuale è vicina ad un limite, per impedire che il robot superi tale limite. Tuttavia, se l'utente esercita una forza sufficiente sul braccio robot, è possibile superare il limite. La grandezza della forza aumenta mentre il braccio robot si avvicina al limite.

10.7.1 Marcia indietro

In modalità *Freedrive*, sarà possibile spostare i giunti del robot con una forza relativamente contenuta a causa del rilascio dei freni. Durante l'inizializzazione del braccio robotico, potrebbero verificarsi vibrazioni minime al momento del rilascio dei freni del robot. In alcune situazioni, come ad esempio quando il robot è prossimo a una collisione, queste vibrazioni saranno di natura indesiderata e sarà possibile utilizzare la funzionalità *Marcia indietro* per forzare il movimento di giunti specifici alla posizione desiderata senza rilasciare tutti i freni del braccio robotico.

Per abilitare la *marcia indietro*:

1. Premere ON per abilitare l'alimentazione dei giunti. Lo stato del robot verrà impostato su "A riposo". **Non** rilasciare i freni (ad esempio, non premere AVVIO).
2. Tenere premuto il pulsante *Freedrive*. Lo stato del robot passa in "Marcia indietro".
3. I freni verranno rilasciati solo nei giunti a cui verrà applicata una pressione significativa, a patto che il pulsante *Freedrive* venga attivato/premuto. Durante l'utilizzo della *Marcia indietro*, il robot potrà spostarsi in ogni direzione.

10.8 Protezione con password

Tutte le impostazioni di questa schermata sono bloccate fino all'immissione della password di sicurezza corretta (vedere 15.3), nel campo di testo bianco nella parte inferiore della schermata, e alla pressione del pulsante *Sblocco*. La schermata si può bloccare di nuovo facendo clic sul pulsante *Blocco*. La scheda *Sicurezza* viene protetta automaticamente uscendo dalla schermata di configurazione di sicurezza. Quando le impostazioni sono protette, un'icona di blocco appare di fianco al testo *Sicurezza* sul lato sinistro della schermata. Un'icona di sblocco compare quando si rimuove la protezione delle impostazioni.



NOTA:

Il braccio robot viene spento allo sblocco della schermata di configurazione di sicurezza.

10.9 Applica

Quando si sblocca la configurazione di sicurezza, il braccio robot viene spento mentre vengono eseguite le modifiche. Non è possibile riaccendere il braccio robot fino

a quando le modifiche siano state applicate o annullate e si esegua un'accensione manuale dalla schermata di inizializzazione.

Tutte le modifiche alla configurazione di sicurezza devono essere applicate o annullate, prima di uscire dalla scheda di Installazione. Queste modifiche *non* hanno effetto fino a dopo aver premuto il pulsante **Applica** e aver confermato la selezione. La conferma richiede una verifica visiva delle modifiche eseguite sul braccio robot. Per motivi di sicurezza, le informazioni visualizzate sono espresse in unità SI. Di seguito viene indicato un esempio del messaggio di conferma.



Inoltre, una volta confermate, le modifiche vengono automaticamente salvate come parte dell'installazione attuale del robot. Per ulteriori informazioni sul salvataggio dell'installazione del robot, vedere 13.5.

10.10 Limiti generali

I limiti di sicurezza generali servono a limitare la velocità lineare del centro utensile del robot, oltre alla forza che può esercitare sull'ambiente. Sono composti dai seguenti valori:

Forza: Un limite massimo della forza esercitabile dal PCU sull'ambiente.

Potenza: Un limite massimo del lavoro meccanico eseguito dal robot sull'ambiente, considerando che il carico utile è parte del braccio robot e non dell'ambiente.

Velocità: Un limite massimo della velocità lineare del PCU.

Momento: Un limite massimo del momento del braccio robot.

Sono disponibili due metodi per configurare i limiti di sicurezza generali all'interno dell'installazione; *Impostazioni di base* e *Impostazioni avanzate*, descritte in maggior dettaglio qui sotto.

Definendo i limiti di sicurezza generali, si determinano solo i limiti per l'utensile e non i limiti complessivi del braccio robot. Ciò significa che sebbene si definisca un limite di velocità, ciò *non* garantisce che altre parti del braccio robot si mantengano entro lo stesso limite.

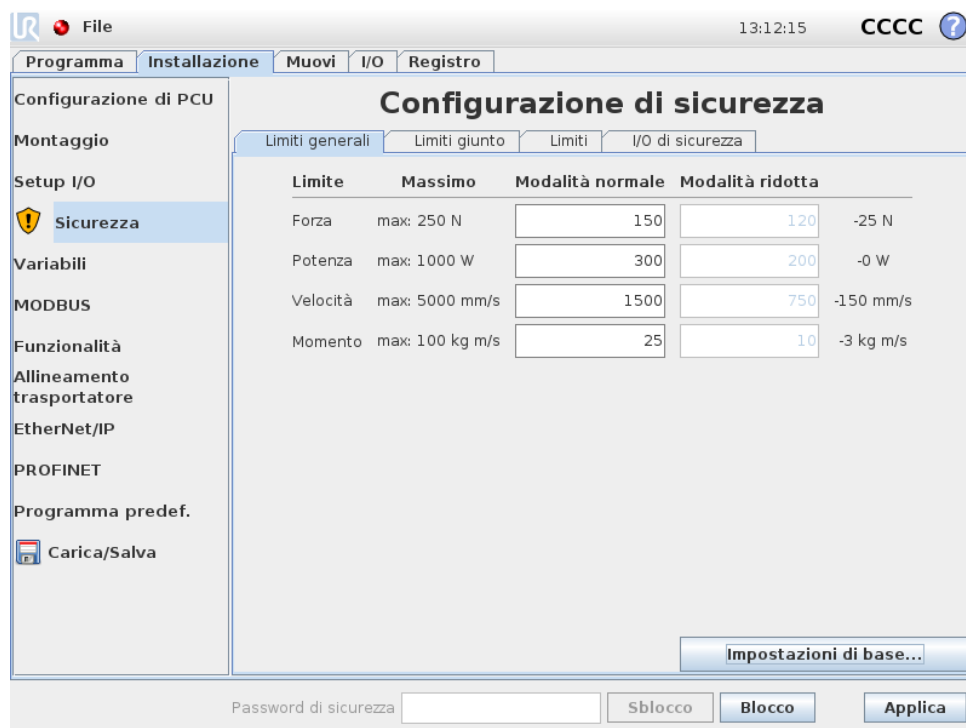
Durante la modalità *Freedrive* (vedere 13.1.5) e con una velocità attuale del PCU robot vicina al limite di *Velocità*, l'utente percepirà una forza di repulsione che aumenta in intensità con l'avvicinarsi della velocità al limite. La forza viene generata quando la velocità attuale si trova a 250 mm/s circa dal limite.

Impostazioni di base Il sottopannello dei limiti generali iniziali, visualizzato come schermata predefinita, presenta un cursore con quattro set di valori predefinite per i limiti di forza, alimentazione, velocità e momento, in modalità *Normale* e *Ridotta*.

I set di valori specifici vengono visualizzati nella GUI. I set di valori predefiniti sono dei meri suggerimenti e non sostituiscono una valutazione del rischio adeguata.

Passaggio alle Impostazioni avanzate Ne caso *nessuno* delle serie di valori predefinite risulti soddisfacente, si può premere il pulsante *Impostazioni avanzate...* per accedere alla schermata dei limiti generali avanzati.

Impostazioni avanzate



Qui, ciascuno dei limiti generali descritti in 10.10, può essere modificato indipendentemente dagli altri. Ciò si esegue selezionando il campo di testo appropriato e

immettendo un nuovo valore. Il valore massimo ammesso per ciascuno dei limiti viene elencato nella colonna intestata *Massimo*. È possibile configurare il limite di forza in un valore compreso fra 100 N e 250 N, mentre il limite di potenza è configurabile in un valore compreso fra 80 W e 1000 W.

Si noti che i campi per i limiti in modalità *Ridotta* sono disabilitati quando non si sono definiti né piani di sicurezza né ingressi configurabili per innescarla (per ulteriori dettagli vedere 10.12 e 10.13). Inoltre, i limiti *Velocità* e *Momento* in modalità *Ridotta* non devono essere superiori a quelli corrispondenti in modalità *Normale*.

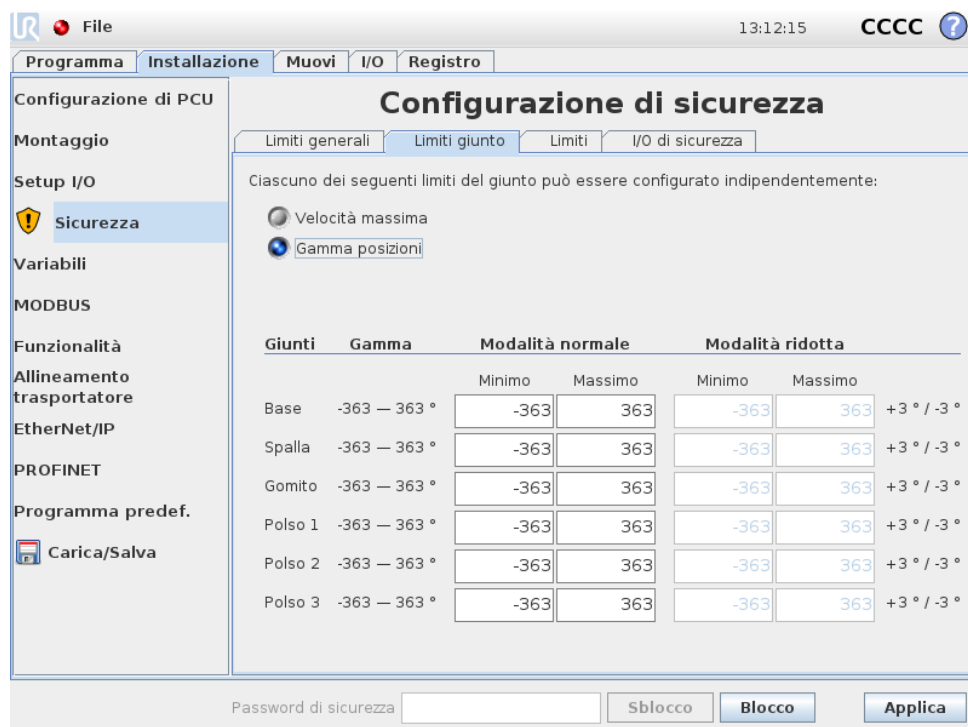
La tolleranza e l'unità di misura di ciascun limite sono elencati alla fine della rispettiva riga. Quando un programma è in esecuzione, la velocità del braccio robot viene regolata automaticamente per evitare di superare i valori immessi meno la tolleranza (vedere 10.4). Notare che il segno meno visualizzato con il valore di tolleranza è presente solo per indicare che la tolleranza va sottratta dal valore effettivo immesso. Il sistema di sicurezza esegue una categoria di arresto 0 se il braccio robot supera il limite (senza tolleranza).

**AVVISO:**

Il limite di velocità viene imposto solo sul centro utensile robot, pertanto altre parti del braccio robot potrebbero muoversi più rapidamente del valore definito.

Passaggio alle Impostazioni di base Premendo il pulsante *Impostazioni di base* . . . si ritorna alla schermata di base dei limiti generali e tutti i limiti generali vengono riportati sulle impostazioni *Predefinite*. Se così facendo si rischiasse di perdere dei valori personalizzati, un messaggio a comparsa richiederà la conferma dell'operazione.

10.11 Limiti giunto



I limiti del giunto restringono il movimento dei singoli giunti nello spazio dei giunti, ovvero non fanno riferimento allo spazio cartesiano ma piuttosto alla posizione interna (rotazionale) dei giunti e alla loro velocità di rotazione. I pulsanti di selezione nella porzione superiore del sotto pannello permettono di configurare indipendentemente la Velocità massima e la Gamma posizioni dei giunti.

Durante la modalità *Freedrive* (vedere 13.1.5) e con una posizione o velocità attuale di un giunto vicina al limite, l'utente percepirà una forza di repulsione che aumenta di intensità con l'avvicinarsi del giunto al limite. La forza è generata quando la velocità del giunto si trova entro 20°/s circa del limite di velocità o la posizione del giunto si trova entro 8° circa dal limite di posizione.

Velocità massima Questa opzione determina la velocità angolare massima di ciascun giunto. Ciò si esegue selezionando il campo di testo appropriato e immettendo un nuovo valore. Il valore massimo ammesso è elencato della colonna intestata *Massimo*. Nessuno dei valori può essere impostato al di sotto del valore di tolleranza.

Si noti che i campi per i limiti in modalità *Ridotta* sono disabilitati quando non si sono definiti né piani di sicurezza né ingressi configurabili per innescarla (per ulteriori dettagli vedere 10.12 e 10.13). Inoltre, i limiti della modalità *Ridotta* non devono essere maggiori di quelli corrispondenti della modalità *Normale*.

La tolleranza e l'unità di misura di ciascun limite sono elencati alla fine della rispettiva riga. Quando un programma è in esecuzione, la velocità del braccio robot viene regolata automaticamente per evitare di superare i valori immessi meno la tolleranza (vedere 10.4). Notare che il segno meno visualizzato con ciascun valore

di tolleranza è presente solo per indicare che la tolleranza va sottratta dal valore effettivo immesso. Tuttavia, se la velocità angolare di uno dei giunti dovesse superare il valore immesso (senza tolleranza), il sistema di sicurezza eseguirà una categoria di arresto 0.

Gamma posizioni Questa schermata determina la gamma di posizioni per ciascun giunto. Questa si imposta selezionando i campi di testo corrispondenti e digitando nuovi valori per i limiti di posizione inferiore e superiore del giunto. L'intervallo immesso deve rientrare nei valori elencati nella colonna intestata *Gamma* ed il limite inferiore non può essere maggiore del limite superiore.

Si noti che i campi per i limiti in modalità *Ridotta* sono disabilitati quando non si sono definiti né piani di sicurezza né ingressi configurabili per innescarla (per ulteriori dettagli vedere 10.12 e 10.13).

Le tolleranze e l'unità di misura di ciascun limite sono elencati alla fine della rispettiva riga. Il primo valore di tolleranza ha validità per il valore minimo, mentre il secondo ha validità per quello massimo. L'esecuzione del programma viene interrotta quando la posizione di un giunto sta per superare la gamma risultante dalla somma della prima tolleranza al valore minimo immesso e sottraendo la seconda tolleranza dal valore massimo immesso, nel caso prosegua nello spostamento lungo la traiettoria prevista. Notare che il segno meno visualizzato con il valore di tolleranza è presente solo per indicare che la tolleranza va sottratta dal valore effettivo immesso. Tuttavia, se la posizione del giunto dovesse superare la gamma immessa, il sistema di sicurezza eseguirà una categoria di arresto 0.

10.12 Limiti

In questa scheda si possono configurare i limiti di soglia composti da piani di sicurezza ed un limite sulla deviazione massima ammessa dell'orientamento sull'utensile del robot. È anche possibile definire piani che innescano la transizione alla modalità *Ridotta*.

I piani di sicurezza si possono utilizzare per limitare lo spazio di lavoro ammesso del robot obbligando il centro utensile del robot a rimanere sul lato corretto dei piani definiti, senza attraversarli. Si possono configurare fino a un massimo di otto piani di sicurezza. Si può utilizzare il limite sull'orientamento dell'utensile per garantire che l'orientamento utensile del robot non si scosti più di un determinato valore definito da un orientamento desiderato.



AVVISO:

La creazione dei piani di sicurezza limita solo il centro utensile e non i limiti complessivi del braccio robot. Ciò significa che sebbene si definisca un piano di sicurezza, ciò *non* garantisce che altre parti del braccio robot rispettino tale limitazione.

La configurazione di ciascun limite di soglia si basa su una delle funzioni definite nell'installazione attuale del robot (vedere 13.12).



NOTA:

È fortemente consigliata la creazione di tutte le funzioni necessarie per la configurazione di tutte le soglie limite desiderate e l'assegnazione di nomi appropriati prima di modificare la configurazione di sicurezza. Dal momento che il braccio robot viene spento sbloccando la scheda *Sicurezza*, la funzione *Utensile* (contenente posizione e orientamento attuale del PCU) e la modalità *Freedrive* (vedere 13.1.5) non saranno disponibili.

In modalità *Freedrive* (vedere 13.1.5) e se la posizione attuale del centro utensile del robot è vicina a un piano di sicurezza o la deviazione dell'orientamento dell'utensile del robot dall'orientamento desiderato è vicina a quella massima definita, l'utente percepirà una forza di repulsione che aumenta in intensità con l'avvicinarsi del centro dell'utensile al limite. La forza è generata quando il centro utensile si trova entro 5 cm circa da un piano di sicurezza, o la deviazione dell'orientamento dell'utensile è di 3° circa dalla deviazione massima definita.







Quando un piano è definito come *Innesco modalità ridotta* ed il centro utensile supera questo limite, il sistema di sicurezza passa alla modalità *Ridotta* che implementa le impostazioni di sicurezza della modalità *Ridotta*. I piani di innesco seguono le stesse regole dei normali piani di sicurezza, con l'eccezione che permettono al braccio robot di attraversarli.

10.12.1 Selezione di un limite da configurare


Il pannello *Limiti di sicurezza* sul lato sinistro della scheda si usa per selezionare un limite di soglia da configurare.

Per configurare un piano di sicurezza, fare clic su una delle prime otto voci elencate nel pannello. Se il piano di sicurezza selezionato è già stato configurato, la rispettiva rappresentazione tridimensionale del piano viene evidenziata nella *vista tridimensionale* (vedere 10.12.2) a destra di questo pannello. Il piano di sicurezza può essere configurato nella sezione *Proprietà piano di sicurezza* (vedere 10.12.3) in basso sulla scheda.

Fare clic sulla voce *Limite utensile* per configurare il limite di soglia orientamento dell'utensile del robot. La configurazione del limite può essere definita nella sezione *Proprietà limite utensile* (vedere 10.12.4) in basso sulla scheda.

Fare clic sul pulsante  /  per attivare/disattivare la visualizzazione tridimensionale del limite di soglia. Se un limite di soglia è attivo, la *modalità di sicurezza* (vedere 10.12.3 e 10.12.4) viene segnalata da una delle seguenti icone  /  /  / .

10.12.2 Visualizzazione tridimensionale

La *vista tridimensionale* visualizza i piani di sicurezza configurati ed il limite di soglia orientamento dell'utensile del robot insieme alla posizione attuale del braccio robot. Tutti gli elementi di limite configurati che si sceglie di visualizzare (ovvero contrassegnati dall'icona ) nella sezione *Limiti di sicurezza* sono visualizzati assieme ai limiti di soglia attualmente selezionati.

I piani di sicurezza (attivi) sono visualizzati in giallo e nero con una freccetta che rappresenta la normale al piano, indicante il lato del piano sul quale è permesso posizionare il centro utensile del robot. I piani di innesco vengono visualizzati in blu e verde. Una freccetta indica il lato del piano che *non* provoca la transizione alla modalità *Ridotta*. Se si è selezionato un piano di sicurezza nel pannello sul lato sinistro della scheda, la relativa rappresentazione tridimensionale viene evidenziata.

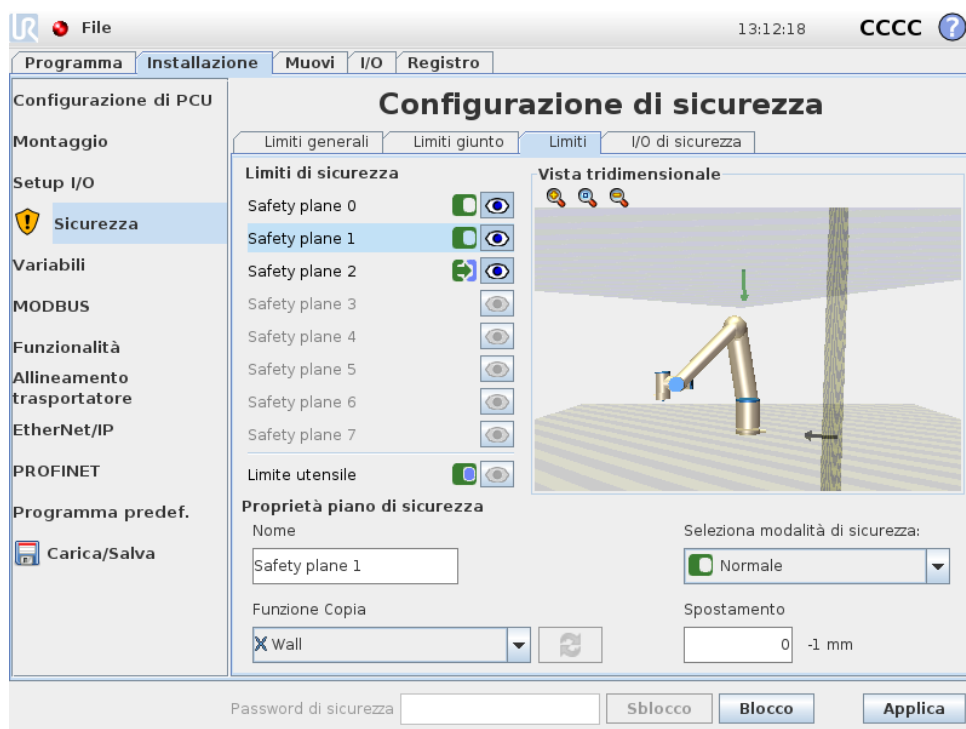
La soglia limite di orientamento utensile è visualizzata con un cono sferico abbinato ad un vettore che indica l'orientamento attuale dell'utensile del robot. L'interno del cono rappresenta l'area permessa di orientamento dell'utensile (vettore).

Quando un piano o un limite di soglia di orientamento utensile è configurato ma non è attivo, la visualizzazione è in grigio.

Premere le icone a forma di lente di ingrandimento per ingrandire o rimpicciolire la visuale, oppure passare il dito sullo schermo per modificare la vista.

10.12.3 Configurazione piano di sicurezza

La sezione Proprietà piano di sicurezza in basso sulla scheda definisce la configurazione del piano di sicurezza selezionato nel pannello Limiti di sicurezza, nella porzione superiore sinistra della scheda.






Nome Il campo di testo Nome permette all'utente di assegnare un nome al piano di sicurezza selezionato. Il nome si può modificare selezionando il campo di testo e immettendo un nuovo nome.





Funzione Copia La posizione e la normale del piano di sicurezza sono definite tramite una funzione (vedere 13.12) dell'installazione attuale del robot. Usare la casella con menu a tendina nella porzione inferiore sinistra della sezione Proprietà

piano di sicurezza per selezionare una funzione. Sono disponibili solo le funzioni del tipo punto e piano. Scegliendo la voce <Undefined> si elimina la configurazione del piano.

L'asse Z della funzione selezionata indica l'area proibita e la normale al piano punta nella direzione opposta, eccetto quando si seleziona la funzione `Base`, nel qual caso la normale al piano punterà nella stessa direzione. Se il piano è configurato come piano di *Innesco modalità ridotta* (vedere 10.12.3), la normale del piano indica il lato del piano che *non* causa il passaggio alla modalità *Ridotta*.

Si prega di notare che quando il piano di sicurezza è stato configurato selezionando una funzione, i dati di posizione vengono solo *copiati* al piano di sicurezza; il piano *non* viene associato a quella funzione. Ciò significa che se si verificano cambiamenti di posizione o orientamento di una funzione che è stata usata per configurare un piano di sicurezza, il piano non viene aggiornato automaticamente. Se la funzione cambia, ciò viene indicato da un'icona  ubicata sopra il selettore di funzione. Fare clic sul pulsante  vicino al selettore per aggiornare il piano di sicurezza con la posizione e l'orientamento attuale della funzione. L'icona  viene visualizzata anche se la funzione selezionata è stata eliminata dall'installazione.

Modalità di sicurezza Il menu a tendina sul lato destro del pannello `Proprietà piani di sicurezza` si usa per scegliere la *modalità di sicurezza* del piano di sicurezza, con le seguenti modalità disponibili:

Disabilitato	Il piano di sicurezza <i>non è mai attivo</i> .
 Normale	Quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Normale</i> , un piano della modalità <i>Normale</i> è <i>attivo</i> e agisce come <i>limite inflessibile</i> per la posizione del centro utensile robot.
 Ridotto	Quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Ridotta</i> , un piano della modalità <i>Ridotta</i> è <i>attivo</i> e agisce come <i>limite inflessibile</i> per la posizione del centro utensile robot.
 Normale & Ridotta	Quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Normale</i> o <i>Ridotta</i> , un piano della modalità <i>Normale & Ridotta</i> è <i>attivo</i> e agisce come <i>limite inflessibile</i> per la posizione del centro utensile robot.
 Innesco modalità Ridotta	Quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Normale</i> o <i>Ridotta</i> , un piano di <i>innesco modalità ridotta</i> è <i>attivo</i> e porta il sistema di sicurezza a passare alla modalità <i>Ridotta</i> per tutto il tempo che il centro utensile robot lo oltrepassa.

La *modalità di sicurezza* selezionata è indicata da un'icona sulla voce corrispondente nel pannello `Limiti di sicurezza`. Se la *modalità di sicurezza* è impostata su *Disabilitata*, non compare alcuna icona.

Spostamento Quando si è selezionata una funzione nella casella con menu a tendina nella porzione inferiore sinistra del pannello *Proprietà piano di sicurezza*, il piano di sicurezza può essere traslato selezionando il campo di testo *Spostamento* nella porzione inferiore destra del pannello e immettendo un valore. Se si immette un valore positivo si aumenta lo spazio di lavoro permesso del robot, spostando il piano nella direzione opposta alla normale al piano, mentre se si immette un valore negativo si restringe l'area spostando il piano nel senso della normale al piano.

La tolleranza e l'unità di misura dello spostamento del piano limite sono riportate a destra del campo di testo.

Effetto dei piani *limite inflessibile* L'esecuzione del programma viene interrotta quando la posizione del centro utensile sta per superare un piano di sicurezza limite inflessibile attivo meno la tolleranza (vedere 10.4), nel caso prosegue il movimento lungo la traiettoria prevista. Notare che il segno meno visualizzato con il valore di tolleranza è presente solo per indicare che la tolleranza va sottratta dal valore effettivo immesso. Il sistema di sicurezza esegue un arresto di categoria 0, se la posizione del PCU supera il piano di sicurezza limite indicato (senza tolleranza).

Effetto dei piani di *Innesco modalità ridotta* Quando nessun arresto di protezione è attivo ed il sistema di sicurezza non è nella modalità speciale di *Ripristino* (vedere 10.6), funziona in modalità *Normale* o *Ridotta* ed i movimenti del braccio robot sono limitati dai rispettivi set di limiti.

Il sistema di sicurezza di norma si trova in modalità *Normale*. Passa alla modalità *Ridotta* tutte le volte che si verifica una delle seguenti situazioni:

- a) Il PCU robot oltrepassa uno dei piani di *Innesco modalità ridotta*, ad esempio si trova sul lato del piano *opposto* alla direzione della freccetta nella visualizzazione del piano.
- b) La funzione di ingresso di sicurezza *Modalità ridotta* è configurata e i segnali sull'ingresso sono bassi (per ulteriori dettagli vedere 10.13).

Quando non si verifica più nessuno dei casi sopra descritti, il sistema di sicurezza ritorna alla modalità *Normale*.

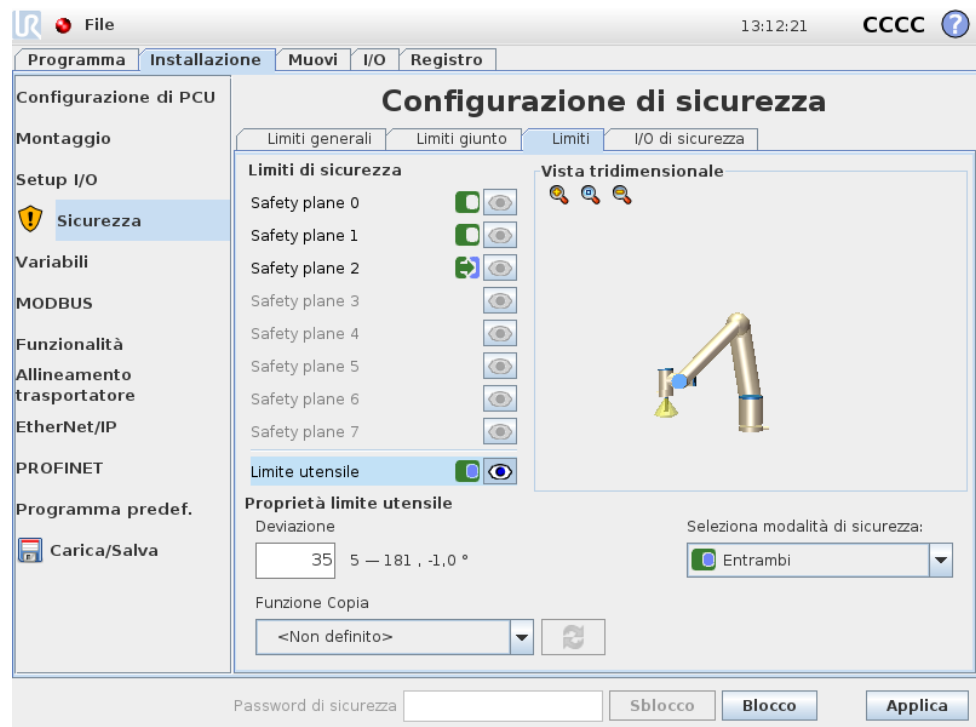
Quando la transizione dalla modalità *Normale* a quella *Ridotta* è causata dall'attraversamento di un piano di *Innesco modalità ridotta*, viene effettuata una transizione dal set di limiti della modalità *Normale* a quello della modalità *Ridotta*. Non appena il centro utensile robot si trova a 20 mm o meno dal piano di *Innesco modalità ridotta* (ma ancora sul lato della modalità *Normale*), si attiva il limite meno restrittivo dei limiti di modalità *Normale* e *Ridotta* per ciascun valore limite. Quando il centro utensile robot supera il piano di *Innesco modalità ridotta*, il set di limiti della modalità *Normale* smette di essere attivo ed entra in vigore il set di limiti della modalità *Ridotta*.

Quando la transizione dalla modalità *Ridotta* a quella *Normale* è causata dall'attraversamento di un piano di *Innesco modalità ridotta*, viene effettuata una transizione dal set di limiti della modalità *Ridotta* a quello della modalità *Normale*. Non appena

il centro utensile robot attraversa il piano di *Innesco modalità ridotta*, il limite meno restrittivo tra i limiti di modalità *Normale* e *Ridotta* entra in vigore per ciascun valore limite. Quando il centro utensile robot si trova a 20 mm o più dal piano di *Innesco modalità ridotta* (sul lato della modalità *Normale*), il set di limiti della modalità *Ridotta* non è più attivo ed entra in vigore il set di limiti della modalità *Normale*.

Se la traiettoria prevista porta il centro utensile robot ad attraversare un piano di *Innesco modalità ridotta*, il braccio robot incomincia a rallentare ancora prima di superare il piano nel caso stia per superare il limite di velocità del giunto o dell'utensile o il limite di momento nel nuovo set di limiti. Notare che siccome questi limiti devono essere più restrittivi nel set di limiti della modalità *Ridotta*, questo rallentamento prematuro si può verificare solo quando si passa dalla modalità *Normale* a quella *Ridotta*.

10.12.4 Configurazione limite utensile






Il pannello *Proprietà limite utensile* al fondo della scheda definisce un limite sull'orientamento dell'utensile robot composto dall'orientamento utensile desiderato e da un valore per la deviazione massima ammessa da tale orientamento.

Deviazione Il campo di testo *Deviazione* indica il valore della deviazione massima ammessa dell'orientamento dell'utensile del robot dall'orientamento desiderato. Questo valore si modifica selezionando il campo di testo e immettendo un nuovo valore.

La gamma di valori ammessa insieme alla tolleranza e all'unità di misura della deviazione sono elencati di fianco al campo di testo.

Funzione Copia L'orientamento desiderato dell'utensile del robot è definito tramite una funzione (vedere 13.12) dell'installazione attuale del robot. L'asse Z della funzione selezionata verrà usato come vettore di orientamento utensile desiderato per questo limite.

Usare la casella con menu a tendina nella porzione inferiore sinistra del pannello `Proprietà limite utensile` per selezionare una funzione. Sono disponibili solo le funzioni del tipo punto e piano. Scegliendo la voce `<Undefined>` si elimina la configurazione del piano.

Si prega di notare che quando il limite è stato configurato selezionando una funzione, i dati di orientamento vengono solo *copiati* al limite; il limite *non* è associato a tale funzione. Ciò significa che se si verificano cambiamenti di posizione e orientamento di una funzione che è stata usata per configurare il limite, questo non viene aggiornato automaticamente. Se la funzione cambia, ciò viene indicato da un'icona  ubicata sopra il selettore di funzione. Fare clic sul pulsante  di fianco al selettore per aggiornare il limite con l'orientamento attuale della funzione. L'icona  viene visualizzata anche se la funzione selezionata è stata eliminata dall'installazione.

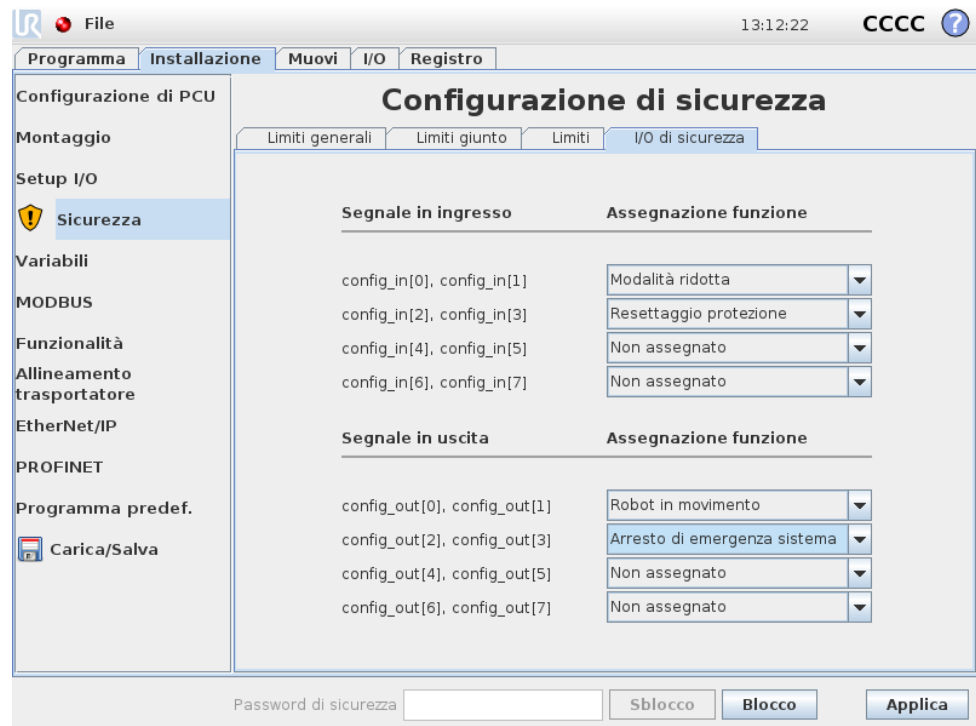
Modalità di sicurezza Il menu a tendina sul lato destro del pannello `Proprietà limite utensile` si usa per scegliere la *modalità di sicurezza* per il limite di orientamento dell'utensile. Le opzioni disponibili sono:

<input type="checkbox"/> Disabilitato	Il limite di soglia utensile non è mai attivo.
<input checked="" type="checkbox"/> Normale	Quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Normale</i> , il limite di soglia dell'utensile è attivo.
<input type="checkbox"/> Ridotto	Quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Ridotta</i> , il limite di soglia dell'utensile è attivo.
<input checked="" type="checkbox"/> Normale & Ridotta	Quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Normale</i> o <i>Ridotta</i> , il limite di soglia dell'utensile è attivo.

La *modalità di sicurezza* selezionata è indicata da un'icona sulla voce corrispondente nel pannello `Limiti di sicurezza`. Se la *modalità di sicurezza* è impostata su *Disabilitata*, non compare alcuna icona.

Effetto L'esecuzione del programma viene interrotta quando la deviazione dell'orientamento utensile sta per superare la deviazione massima immessa meno la tolleranza (vedere 10.4), nel caso prosegua il movimento lungo la traiettoria prevista. Notare che il segno meno visualizzato con il valore di tolleranza è presente solo per indicare che la tolleranza va sottratta dal valore effettivo immesso. Il sistema di sicurezza esegue una categoria di arresto 0, se la deviazione dell'orientamento utensile supera il limite (senza tolleranza).

10.13 I/O di sicurezza



Questa schermata determina le *Funzioni di sicurezza* per gli ingressi e le uscite configurabili (I/O). Gli I/O sono divisi in ingressi e uscite accoppiate in modo che ciascuna funzione fornisca un I/O PLd e una categoria² 3.

Ciascuna *funzione di sicurezza* può controllare solo una coppia di I/O. Se si prova a selezionare la stessa funzione di sicurezza una seconda volta, la si rimuove dalla prima coppia di I/O precedentemente definita. Esistono 5 *Funzioni di sicurezza* per i segnali in ingresso e 4 per i segnali in uscita.

10.13.1 Segnali in ingresso

Per i segnali in ingresso, si possono selezionare le seguenti *Funzioni di sicurezza*: Arresto di emergenza sistema, Modalità ridotta, Resettaggio protezione, Interruttore a 3 posizioni e Modalità di funzionamento.

Arresto di emergenza sistema Se configurato, consente di utilizzare un pulsante di Arresto di emergenza aggiuntivo a fianco del Pulsante di arresto di emergenza sul Teach Pendant. Questa funzionalità richiede l'utilizzo di un dispositivo conforme a ISO 13850.

Modalità ridotta Tutti i limiti di sicurezza dispongono di due modalità di implementazione: *la modalità normale*, che definisce la configurazione di sicurezza predefinita e la modalità *Ridotta* (per ulteriori dettagli, vedere 10.6). Quando si seleziona questa funzione di sicurezza ingresso, un segnale basso inviato agli ingressi

²Nel rispetto ISO 13849-1. Consultare il glossario per maggiori informazioni.

provoca il passaggio del sistema di sicurezza alla modalità *Ridotta*. Pertanto, in caso di necessità, il braccio robot decelera per rientrare nel limite della modalità *Ridotta* impostata. Se il braccio robot supera ugualmente uno dei limiti della modalità *Ridotta*, verrà eseguito una categoria di arresto 0. Il ritorno alla modalità *Normale* avviene nella stessa maniera. Notare che i piani di sicurezza possono a loro volta causare un passaggio alla modalità *Ridotta* (per ulteriori dettagli, vedere 10.12.3).



Resettaggio protezione Se l'Arresto di protezione è collegato agli I/O di sicurezza, questo ingresso verrà utilizzato per garantire che lo stato Arresto di protezione venga conservato fino al ripristino. Il braccio robot non si muove se si trova in stato di Arresto di protezione.



AVVISO:

La funzione dell'ingresso dell'Resettaggio protezione è configurata sui piedini di ingresso 0 e 1. In caso di disabilitazione completa, il braccio robot non sarà più in Arresto di protezione quando segnale dell'Arresto di protezione passerà ad alto. In altre parole, senza un Resettaggio protezione, gli ingressi SI0 e SI1 dell' Arresto di protezione (vedere Manuale di installazione hardware) determinano in maniera autonoma se lo stato di arresto di protezione è attivo o meno.

Interruttore a 3 posizioni e Modalità di funzionamento Consentono l'utilizzo di un dispositivo di attivazione a 3 posizioni come ulteriore misura di sicurezza durante la configurazione e programmazione del robot. Configurando l'ingresso dell'Interruttore a 3 posizioni, il robot entrerà in "modalità di esecuzione" o "programmazione". Nell'angolo superiore destro verrà visualizzata un'icona indicante la modalità di funzionamento attuale:

-  **Modalità di esecuzione:** Il robot è in grado di eseguire solo attività predefinite. La scheda Muovi o la modalità Freedrive non sono disponibili.
-  **Modalità di programmazione:** Vengono annullate le restrizioni presenti nella modalità di esecuzione. Tuttavia, quando l'ingresso dell'Interruttore a 3 posizioni è basso, viene attivato l'arresto di protezione del robot. Inoltre, il cursore di velocità viene impostato a un valore iniziale di 250 mm/s, aumentabile in modo graduale per il raggiungimento di velocità superiori. Il cursore di velocità viene reimpostato al valore inferiore se l'ingresso dell'Interruttore a 3 posizioni passa da alto a basso.

Esistono due metodi per la configurazione della selezione della modalità di funzionamento:

1. Per selezionare la modalità di funzionamento mediante un dispositivo di selezione della modalità esterno, configurare l'ingresso della Modalità di funzionamento. L'opzione di configurazione verrà visualizzata nei menu a discesa una volta

configurato l'ingresso dell'Interruttore a 3 posizioni. Il robot funzionerà in *modalità di esecuzione* quando l'ingresso della Modalità di funzionamento è basso e in *modalità di programmazione* quando è alto.

2. Per selezionare la modalità di funzionamento da Polyscope, configurare e applicare solo l'ingresso dell'Interruttore a 3 posizioni alla Configurazione di sicurezza. In questo caso, la modalità predefinita è quella di *esecuzione*. Per passare alla *modalità di programmazione*, selezionare il pulsante "Programma robot" nella schermata di benvenuto. Per tornare alla *modalità di esecuzione*, uscire dalla schermata "Programma robot".

**NOTA:**

Una volta confermata la configurazione dell'I/O di sicurezza con l'Interruttore a 3 posizioni attivato, verrà visualizzata automaticamente la schermata di benvenuto. Inoltre, la schermata di benvenuto verrà visualizzata in automatico passando dalla modalità di funzionamento *diprogrammazione* a quella di *esecuzione*.

10.13.2 Segnali in uscita

Per i segnali in uscita, si possono implementare le seguenti *Funzioni di sicurezza*: Tutti i segnali ritornano a basso quando lo stato che ha causato il segnale alto è terminato:

Arresto di emergenza sistema Quando il sistema di sicurezza viene spostato in stato di Arresto di emergenza dall'ingresso di Arresto emergenza robot o Pulsante di arresto di emergenza, viene inviato un segnale basso. Per prevenire gli stalli, se lo stato Arresto causa emergenza viene attivato dall'ingresso Arresto di emergenza sistema, non verrà emesso un segnale basso.

**NOTA:**

I macchinari esterni che ottengono lo stato Arresto di emergenza dal robot attraverso l'uscita Arresto di emergenza del sistema devono essere conformi con ISO 13850. Si tratta di una condizione richiesta soprattutto nelle configurazioni in cui l'ingresso Arresto emergenza robot è collegato a un dispositivo di arresto di emergenza esterno. In questi casi, l'uscita Arresto di emergenza del sistema diventerà alta quando il dispositivo di arresto di emergenza esterno verrà rilasciato. Ciò implica che lo stato di arresto di emergenza del macchinario esterno verrà reimpostato senza richiesta di azione manuale da parte dell'operatore del robot. Pertanto, per rispettare gli standard di sicurezza, il macchinario esterno deve richiedere un'azione manuale per riprendere l'attività.

Robot in movimento Tutte le volte che il braccio robot è in uno stato di mobilità, viene inviato un segnale basso. Quando il braccio robot è in una posizione fissa, viene inviato un segnale alto.

Robot non in arresto Quando si richiede l'arresto del braccio robot, trascorrerà un po' di tempo dalla richiesta all'arresto del braccio. In questo periodo il segnale sarà alto. Quando il braccio robot si muove e non è stato richiesto che si arresti, o quando il braccio robot è in posizione di arresto, il segnale sarà basso.

Modalità ridotta Invia un segnale basso quando il braccio robot passa alla modalità *Ridotta* o se l'ingresso di sicurezza è configurato con un segnale di Modalità ridotta ed il segnale attualmente è basso. In caso contrario il segnale è alto.

Non in modalità ridotta Indica una condizione opposta alla Modalità ridotta definita in precedenza.

11 Avvio della programmazione

11.1 Introduzione

Il braccio di Universal Robot è costituito da tubi e giunti. I giunti con i loro nomi abituali sono indicati nella figura 11.1. La *Base* è il supporto su cui è montato il robot, mentre all'altra estremità (*Polso 3*) è fissato l'utensile del robot. Coordinando il movimento di ciascuno dei giunti, il robot può muovere liberamente l'utensile, con l'eccezione dell'area direttamente sopra e direttamente sotto alla base.

PolyScope è l'interfaccia grafica utente (GUI) che permette di controllare il braccio robot e l'unità di controllo, eseguire programmi del robot e con facilità crearne nuovi.

La sezione che segue permette di iniziare ad usare il robot. In seguito, le schermate e le funzionalità di PolyScope sono espone in maggiore dettaglio.



PERICOLO:

1. Il Manuale di installazione hardware contiene informazioni importanti sulla sicurezza che devono essere lette e comprese dall'integratore dei robot UR prima dell'accensione iniziale del robot.
2. L'integratore deve impostare i parametri di configurazione di sicurezza definiti dalla valutazione del rischio prima dell'accensione iniziale del robot. Consultare il capitolo 10.

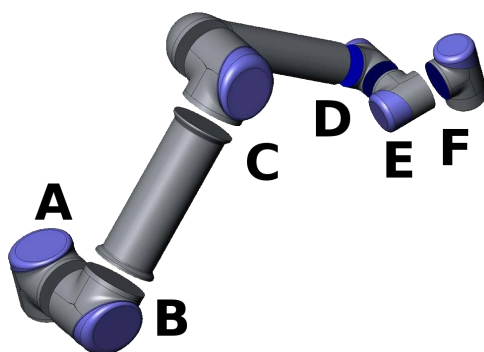


Figura 11.1: Giunti del robot. A: *Base*, B: *Spalla*, C: *Gomito* e D, E, F: *Polso 1, 2, 3*

11.2 Attività iniziali

Prima di utilizzare PolyScope, si devono installare il braccio robot e l'unità di controllo e quest'ultima deve essere accesa.

11.2.1 Installazione del braccio robot e dell'unità di controllo

Per installare il braccio robot e l'unità di controllo, eseguire quanto segue:

1. Disimballare il braccio robot e l'unità di controllo.
2. Montare il braccio robot su una superficie solida, libera da vibrazioni.
3. Collocare l'unità di controllo sulla propria base.
4. Collegare il cavo del robot tra il robot stesso e l'unità di controllo.
5. Inserire la spina di rete dell'unità di controllo.



AVVISO:

Pericolo di rovesciamento. Se il robot non è saldamente fissato su una superficie solida, potrebbe rovesciarsi e causare lesioni.

In Manuale di installazione hardware sono disponibili le istruzioni di installazione dettagliate. Si noti che è necessario eseguire una valutazione del rischio prima di usare il braccio robot per svolgere lavori.

11.2.2 Accensione e spegnimento dell'unità di controllo

L'unità di controllo si accende premendo il pulsante di accensione, sul lato frontale del pannello dotato di schermo tattile. Tale pannello è abitualmente chiamato *teach pendant*. Quando l'unità di controllo è accesa, sullo schermo tattile comparirà del testo del sistema operativo. Dopo un minuto circa, sullo schermo appaiono alcuni pulsanti e un messaggio a comparsa guida l'utente alla schermata di inizializzazione (vedere 11.5).

Per spegnere l'unità di controllo premere il pulsante di accensione verde sullo schermo, oppure utilizzare il pulsante *Spegni* sulla schermata di benvenuto (vedere 11.4).



AVVISO:

Se si esegue lo spegnimento scollegando il cavo di alimentazione dalla presa a muro si può danneggiare il file system del robot e causarne anomalie di funzionamento.

11.2.3 Accensione e spegnimento del braccio robot

Il braccio robot può essere acceso se l'unità di controllo è accesa e se nessun pulsante di arresto di emergenza è attivo. L'accensione del braccio robot si esegue nella schermata di inizializzazione, (vedere 11.5) toccando il pulsante **ON** su tale

schermata, per poi premere **Avvio**. Quando il robot si avvia, emette un suono e si muove leggermente mentre i freni vengono sbloccati.

L'alimentazione al braccio robot può essere interrotta sfiorando il pulsante **OFF** sulla schermata di inizializzazione. Il braccio robot viene anche spento automaticamente quando l'unità di controllo si spegne.

11.2.4 Avviamento rapido

Per avviare rapidamente il robot dopo la sua installazione, eseguire le seguenti operazioni:

1. Premere il pulsante di arresto di emergenza nel lato anteriore del teach pendant.
2. Premere il pulsante "On" sul teach pendant.
3. Attendere un minuto mentre il sistema si avvia e visualizza del testo sullo schermo tattile.
4. Quando il sistema è pronto, apparirà un messaggio a comparsa sullo schermo tattile indicando che il robot deve essere inizializzato.
5. Premere il pulsante sul messaggio a comparsa. Si passerà alla schermata di inizializzazione.
6. Attendere il messaggio **Conferma** della configurazione di sicurezza applicata e premere il pulsante **Confermare** la configurazione di sicurezza. In questo modo, viene applicata una serie di parametri di sicurezza da regolare in base alla valutazione del rischio.
7. Sbloccare il pulsante di arresto di emergenza. Lo stato del robot cambia da **Arresto di emergenza** a **Spegnimento**.
8. Spostarsi fuori dalla portata (spazio di lavoro) del robot.
9. Premere il pulsante **On** sullo schermo tattile. Attendere qualche secondo fino a quando lo stato del robot passa a **Attesa**.
10. Verificare che la massa del carico utile ed il montaggio selezionato siano corretti. Se il montaggio rilevato in base ai dati dei sensori non corrisponde a quello selezionato si riceve un avviso.
11. Premere il pulsante **Avvio** sullo schermo tattile. Il robot ora emette un suono e si muove leggermente mentre sblocca i freni.
12. Premere il pulsante **OK** per passare alla schermata di **Benvenuto**.

11.2.5 Il primo programma

Un programma è un elenco di comandi che indicano al robot ciò che deve eseguire. PolyScope permette di programmare il robot anche a persone con esperienza di programmazione limitata. Nella maggior parte dei casi, la programmazione si esegue interamente tramite il pannello tattile senza necessità di digitare alcun comando criptico.

Siccome il movimento dell'utensile è una parte fondamentale di un programma robot, la modalità di apprendimento al movimento del robot è essenziale. In PolyScope, i movimenti dell'utensile vengono impartiti ricorrendo a una serie di *punti*

percorso, ovvero punti nello spazio di lavoro del robot. Un punto percorso può essere stabilito portando il robot in una certa posizione, oppure può essere calcolato dal software. Per portare il braccio robot in una determinata posizione, usare la scheda Muovi (vedere 13.1) o spostare il braccio robot in posizione mantenendo premuto il pulsante *Freedrive* sul retro del teach pendant.

Oltre a muoversi fra i punti percorso, il programma può inviare segnali I/O ad altre macchine in certi punti del percorso del robot ed eseguire comandi quali *if...then e ciclo*, in base alle variabili e ai segnali I/O.

Per creare un semplice programma su un robot che è stato appena avviato, eseguire quanto segue:

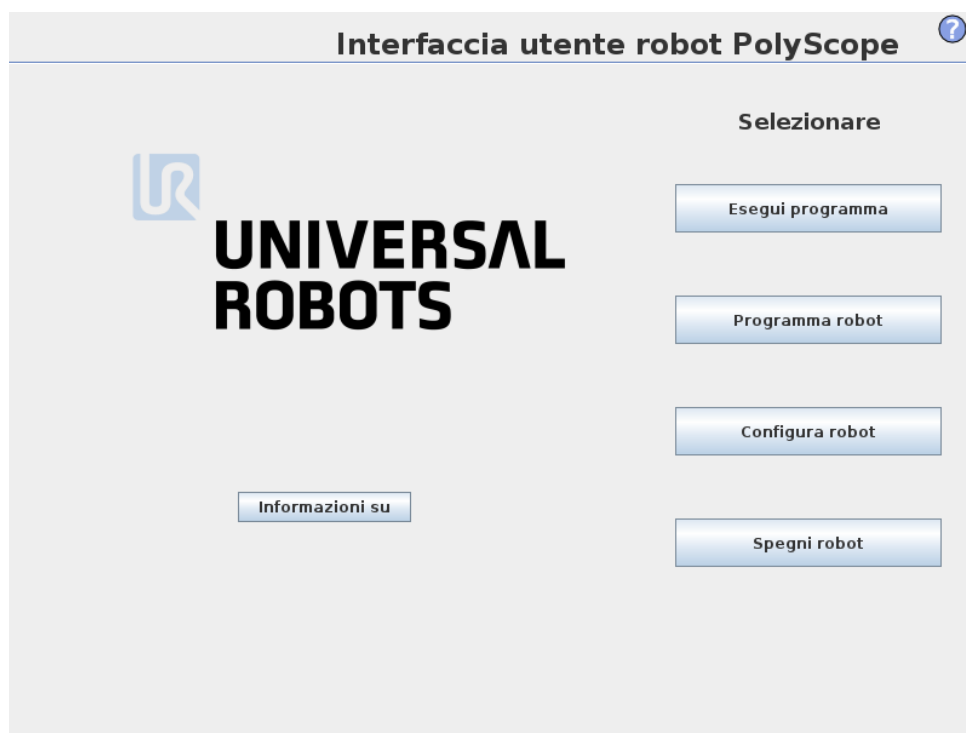
1. Sfiocare il pulsante *Programma Robot* e selezionare *Programma vuoto*.
2. Premere il pulsante *Avanti* (in basso a destra) in modo da selezionare la riga *<empty>* nella struttura ad albero sul lato sinistro della schermata.
3. Andare alla scheda *Struttura*.
4. Premere il pulsante *Muovi*.
5. Andare alla scheda *Comando*.
6. Premere il pulsante *Avanti* per andare alle impostazioni *Punto percorso*.
7. Premere il pulsante *Imposta questo punto percorso* accanto all'immagine "?".
8. Sulla schermata *Muovi*, muovere il robot premendo le varie frecce blu o tenendo premuto il pulsante *Freedrive*, situato sul retro del teach pendant, mentre viene tirato il braccio del robot.
9. Premere *OK*.
10. Premere *Aggiungi punto percorso prima*.
11. Premere il pulsante *Imposta questo punto percorso* accanto all'immagine "?".
12. Sulla schermata *Muovi*, muovere il robot premendo le varie frecce blu o tenendo premuto il pulsante *Freedrive* mentre viene spostato il braccio del robot.
13. Premere *OK*.
14. Il programma è pronto. Il robot effettuerà un movimento fra i due punti alla pressione del simbolo "Riproduci". Allontanarsi, tenere premuto il pulsante di arresto di emergenza e premere "Riproduci".
15. Congratulazioni. SI è creato il primo programma robot che fa spostare il robot tra i due punti percorso definiti.

**AVVISO:**

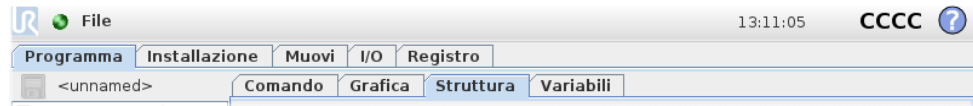
1. Evitare che il robot urti sé stesso o altri oggetti poiché ne potrebbero derivare danni al robot.
2. Mantenere la testa ed il torso fuori dal raggio di azione (spazio di lavoro) del robot. Evitare di introdurre le dita in punti dove possano essere schiacciate.
3. Questa è solo una guida rapida iniziale per illustrare con che facilità si può usare un robot UR. Si presume che l'ambiente circostante non presenti pericoli e che l'utente eserciti estrema cautela. Evitare di aumentare la velocità o l'accelerazione al di sopra dei valori predefiniti. Eseguire sempre una valutazione del rischio prima di mettere il robot in servizio.

11.3 Interfaccia di programmazione PolyScope

PolyScope si esegue sullo schermo tattile montato sull'unità di controllo.



La figura sopra riportata rappresenta la Schermata di Benvenuto. Le aree bluastre dello schermo sono pulsanti che possono essere premuti con un dito o il cappuccio di una penna contro lo schermo. PolyScope ha una struttura gerarchica delle schermate. Nell'ambiente di programmazione, le schermate sono disposte in *schede* per un agevole accesso.



In questo esempio, la scheda *Programma* è selezionata al livello superiore, mentre sotto di essa viene selezionata la scheda *Struttura*. La scheda *Programma* contiene informazioni sul programma al momento caricato. Se è selezionata la scheda *Muovi*, viene visualizzata la schermata *Muovi* da cui è possibile muovere il braccio robot. In maniera analoga, selezionando la scheda *I/O*, è possibile monitorare o modificare lo stato corrente dell'I/O elettrico.

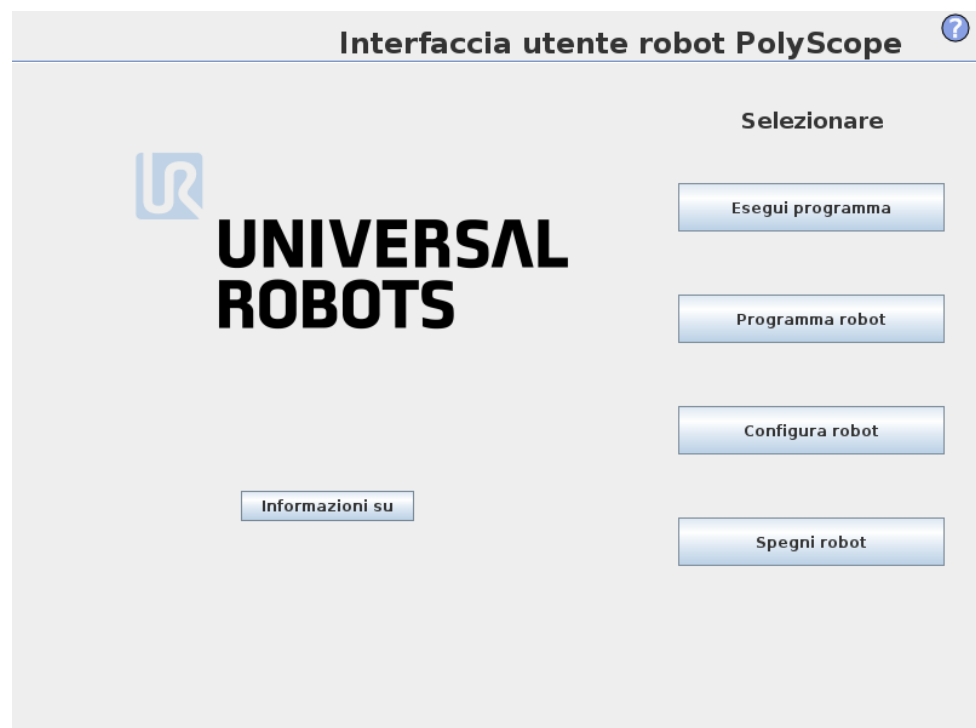
È possibile collegare un mouse e una tastiera all'unità di controllo o al teach pendant, anche se ciò non è necessario. Quasi tutti i campi di testo sono abilitati per il tocco, affinché sfiorandoli venga lanciato un tastierino o una tastiera su schermo. Accanto ai campi di testo non abilitati per il tocco è presente l'icona di editor che lancia l'editor di inserimento associato.



Le icone di tastierino e tastiera su schermo e dell'editor di espressioni sono visualizzate qui sopra.

Le varie schermate di PolyScope sono descritte alle sezioni seguenti.

11.4 Schermata Benvenuto



Una volta avviato il PC del controller, appare la schermata di benvenuto. La schermata propone le seguenti opzioni:

- **Esegui programma:** Scegliere ed eseguire un programma esistente. Questa è la maniera più semplice per controllare il braccio robot e l'unità di controllo.
- **Programma robot:** Modificare un programma o crearne uno nuovo.
- **Configura robot:** Modificare lingua, impostare password, aggiornare software, ecc.
- **Spegni robot:** Disattivare il braccio robot e spegnere l'unità di controllo.
- **Informazioni:** Fornisce dettagli relativi a versioni del software, nome host, indirizzo IP, numero di serie e informazioni legali.

11.5 Schermata di inizializzazione



Su questa schermata si controlla l'inizializzazione del braccio robot.

Indicatore di stato del braccio robot

Il LED di stato offre un'indicazione dello stato di attività del braccio robot:

- Un LED rosso brillante indica che il braccio robot è attualmente in stato di riposo per il quale ci possono essere svariati motivi.
- Un LED giallo brillante indica che il braccio robot è acceso, ma non è pronto per il normale funzionamento.
- Infine, un LED verde indica che il braccio robot è acceso ed è pronto per il normale funzionamento.

Il testo che compare di fianco al LED specifica ulteriormente lo stato attuale del braccio robot.

Carico utile attivo e installazione

Quando il braccio robot è acceso, la massa del carico utile utilizzata dal controller durante il funzionamento del braccio è indicato nel piccolo campo di testo bianco. Tale valore può essere modificato selezionando il campo di testo e digitando un nuovo valore. Si noti che impostando questo valore non si modifica il carico utile nell'installazione del robot (vedere 13.6), si imposta solamente la massa del carico utile utilizzato dal controller.

Analogamente, il nome del file di installazione attualmente caricato viene visualizzato nel campo di testo grigio. Si può caricare un'installazione differente selezionando il campo di testo o utilizzando il pulsante *Carica* di lato. In alternativa, l'installazione caricata può essere personalizzata con i pulsanti vicini alla vista tridimensionale nella parte inferiore della schermata.

Prima di avviare il braccio robot, è fondamentale verificare che sia il carico utile attivo che l'installazione attiva corrispondano alla situazione reale in cui si trova il braccio robot.

Inizializzazione del braccio robot



PERICOLO:

Verificare sempre che il carico utile effettivo e l'installazione siano corretti prima di avviare il braccio robot. Se tali impostazioni sono errate, il braccio robot e l'unità di controllo non funzioneranno correttamente e potrebbero costituire un pericolo per le persone o le apparecchiature circostanti.



ATTENZIONE:

Si deve esercitare estrema cautela per evitare che il braccio robot entri in contatto con un ostacolo o un banco; se il braccio viene diretto contro un ostacolo si possono danneggiare le riduzioni nei giunti.

Il grosso pulsante col simbolo verde serve per eseguire l'inizializzazione vera e propria del braccio robot. L'iscrizione su di esso e l'azione che esegue varia in base allo stato attuale del braccio robot.

- Dopo l'avvio del PC di controllo, si deve premere una volta il pulsante per accendere il braccio robot. Lo stato del braccio robot quindi passa a *Acceso* e quindi a *Attesa*. Si noti quando si è verificato un arresto di emergenza, il braccio robot non può essere acceso, pertanto il pulsante è disabilitato.
- Quando lo stato del braccio robot è *Attesa*, il pulsante deve essere premuto di nuovo una volta per attivare il braccio. A questo punto, si comparano i dati dei sensori con il montaggio configurato del braccio robot. Se si rileva una discrepanza (con una tolleranza di 30°), il pulsante viene disabilitato e sotto viene visualizzato un messaggio di errore.

11.5 Schermata di inizializzazione

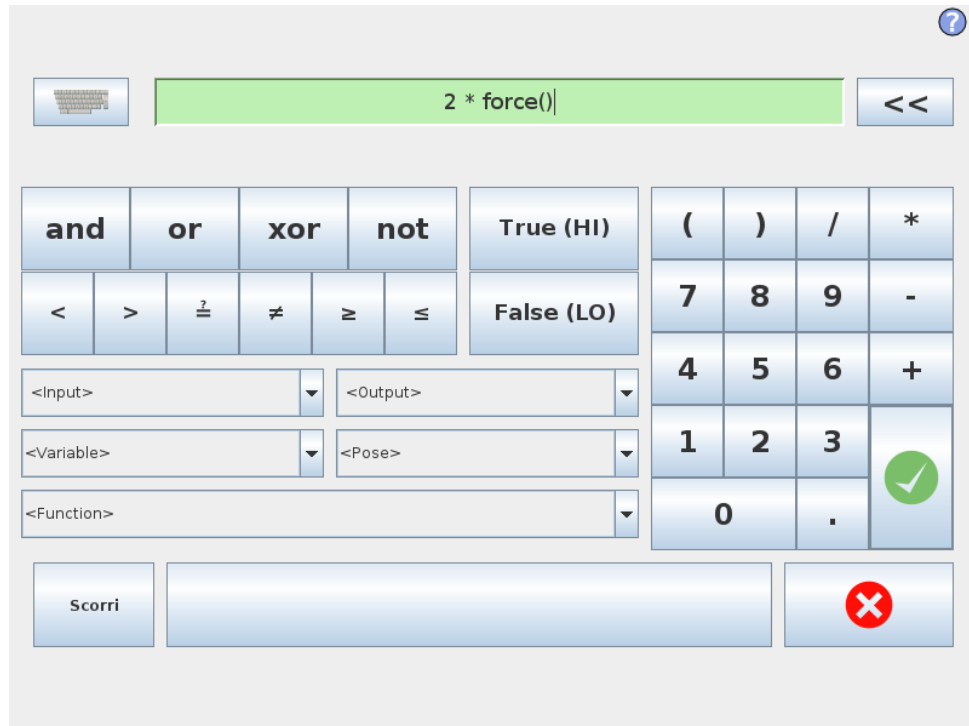
Se la verifica del montaggio viene superata, premendo il pulsante si sbloccano tutti i freni dei giunti ed il braccio robot è pronto a funzionare normalmente. Notare che il robot produce un suono e si muove leggermente mentre sblocca i freni.

- Se dopo l'attivazione il braccio robot supera uno dei limiti di sicurezza, passa ad una *Modalità di ripristino* speciale. In tale modalità, se si preme il pulsante si passa a una schermata della modalità di ripristino in cui il braccio robot può essere riportato entro i limiti di sicurezza.
- Se si verifica un'anomalia, il controller può essere riavviato utilizzando il pulsante.
- Se il controller al momento non è in funzione, verrà avviato con la pressione del pulsante.

Infine, il pulsante più piccolo con il simbolo rosso serve per spegnere il braccio robot.

12 Editor su schermo

12.1 Editor espressioni su schermo



Anche se l'espressione viene modificata come testo, l'editor espressioni dispone di un numero di pulsanti e funzioni che consentono di inserire simboli speciali delle espressioni come * per la moltiplicazione e \leq per minore di o uguale a. Il pulsante con il simbolo della tastiera posto in alto a destra della schermata consente di passare alla modifica testuale dell'espressione. Tutte le variabili definite vengono indicate dal selettore Variabile, mentre i nomi delle porte di ingresso e uscita si trovano nei selettori di Ingresso e Uscita. Alcune funzioni speciali sono riportate in Funzione.

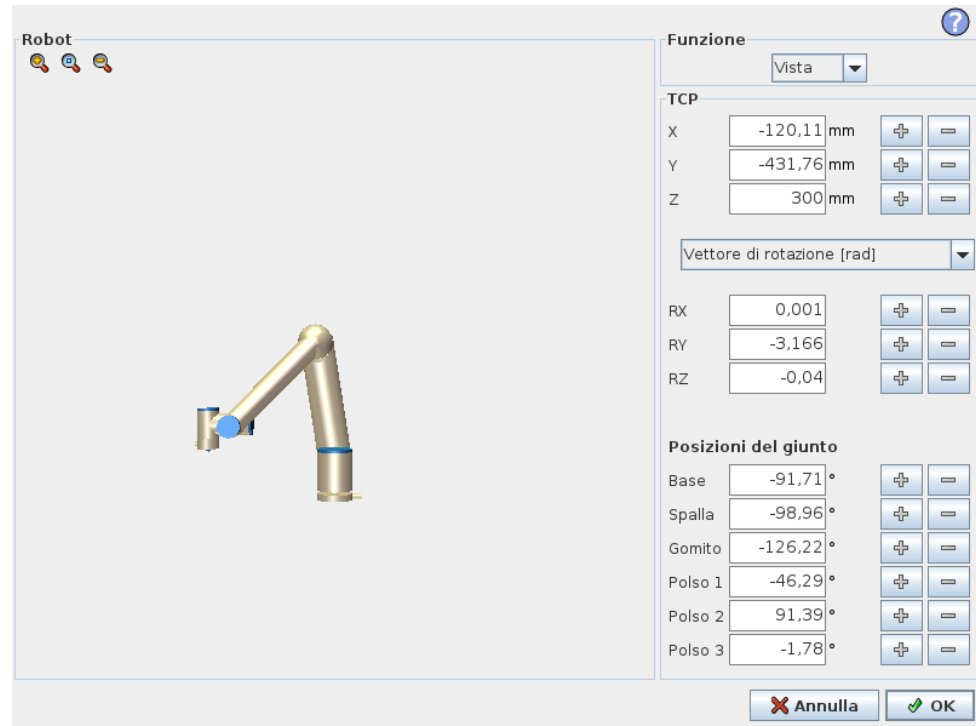
Premendo il tasto OK verrà verificata la presenza di errori grammaticali nell'espressione. Il pulsante Annulla consente di uscire dalla schermata, rimuovendo tutte le modifiche.

Un'espressione può avere questo aspetto:

```
ingresso.digitale[1]?=True e ingresso.analogico[0]<0.5
```

12.2 Schermata dell'editor del posizionamento

In questa schermata è possibile specificare le posizioni target del giunto oppure un posizionamento target (posizione e orientamento) dell'utensile del robot. Questa schermata è "offline" e non controlla direttamente il braccio robot.



Robot

La posizione attuale del braccio robot e la nuova posizione target specificata sono indicate nella grafica tridimensionale. Il disegno tridimensionale del braccio robot indica la posizione attuale, mentre l'“ombra” indica la posizione target del braccio robot controllata dai valori specificati sul lato destro della schermata. Premere le icone a forma di lente di ingrandimento per ingrandire o rimpicciolire la visuale, oppure passare il dito sullo schermo per modificare la vista.

Se la posizione target specificata del centro utensile del robot è vicina ad un piano di sicurezza o di innesco, o l'orientamento dell'utensile del robot è vicino alla soglia limite di orientamento utensile (vedere 10.12), viene visualizzata una riproduzione tridimensionale del limite di soglia approssimato.

I piani di sicurezza sono visualizzati in giallo e nero con una freccetta che rappresenta la normale al piano, indicante il lato del piano sul quale è permesso posizionare il centro utensile del robot. I piani di innesco sono visualizzati in blu e verde con una freccetta che indica il lato del piano, dove sono attivi i limiti di modalità *Normale* (vedere 10.6). La soglia limite di orientamento utensile è visualizzata con un cono sferico abbinato ad un vettore che indica l'orientamento attuale dell'utensile del robot. L'interno del cono rappresenta l'area permessa di orientamento dell'utensile (vettore).

Quando il centro utensile target del robot non si trova più nelle vicinanze del limite, la grafica tridimensionale scompare. Se la posizione centro utensile target viola o è molto vicina a violare il limite di soglia, la visualizzazione del limite diventa rossa.

Posizione della funzione e dell'utensile

Il selettore della funzione, che si trova nell'angolo superiore destro della schermata, consente di definire la funzione per il controllo relativo del braccio robot

12.2 Schermata dell'editor del posizionamento

Il nome del PCU attualmente attivo viene visualizzato sotto il selettore della funzione. Per ulteriori informazioni sulla configurazione di diversi PCU con nome, vedere 13.6. Le caselle testuali indicano i valori completi delle coordinate del PCU correlato alla funzione selezionata. X, Y e Z controllano la posizione dell'utensile, mentre RX, RY e RZ ne controllano l'orientamento.

Utilizzare il menu a discesa posto sopra le caselle RX, RY e RZ per selezionare la rappresentazione dell'orientamento. I tipi disponibili sono:

- **Vettore rotazione [rad]:** l'orientamento è espresso come un *vettore di rotazione*. La lunghezza dell'asse è l'angolo da ruotare in radianti, ed è lo stesso vettore a indicare l'asse attorno al quale ruotare. Questa è l'impostazione predefinita.
- **Vettore rotazione [°]** L'orientamento è espresso come un *vettore di rotazione* la cui lunghezza è l'angolo di rotazione espresso in gradi.
- **RPY [rad]** *Angoli di rollio, inclinazione e imbardata (RPY)* in cui gli angoli sono espressi in radianti. La matrice di rotazione di rollio, inclinazione e imbardata (rotazione X, Y', Z'') è data da:

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

- **RPY [°]** *Angoli di rollio, inclinazione e imbardata (RPY)* in cui gli angoli sono espressi in gradi.

È possibile modificare i valori modificati facendo clic sulla coordinata. Facendo clic sui pulsanti + o - posti subito a destra di una casella è possibile aggiungere o sottrarre una cifra al valore attuale. Il valore aumenterà o diminuirà tenendo premuto un pulsante. La durata della pressione del pulsante sarà proporzionale all'aumento o alla diminuzione dei valori.

Posizioni del giunto

Consente di specificare direttamente le singole posizioni del giunto. Ciascuna posizione del giunto può assumere un valore compreso nella gamma da -360° a $+360^\circ$, ovvero i *limiti del giunto*. È possibile modificare i valori facendo clic sulla posizione del giunto. Facendo clic sui pulsanti + o - posti subito a destra di una casella è possibile aggiungere o sottrarre una cifra al valore attuale. Il valore aumenterà o diminuirà tenendo premuto un pulsante. La durata della pressione del pulsante sarà proporzionale all'aumento o alla diminuzione dei valori.

Pulsante OK

Se si attiva questa schermata dalla scheda MUOVI (vedere 13.1), facendo clic sul pulsante OK si tornerà alla scheda MUOVI, in cui il braccio robot si sposterà al target specificato. Se l'ultimo valore specificato indicava una coordinata dell'utensile, il braccio robot si sposterà sulla posizione target utilizzando il tipo di movimento *SpostaL*. Se è stata specificata per ultima una posizione del giunto, il braccio si sposterà utilizzando il tipo di movimento *SpostaJ*. I diversi tipi di movimento vengono descritti in 14.5.

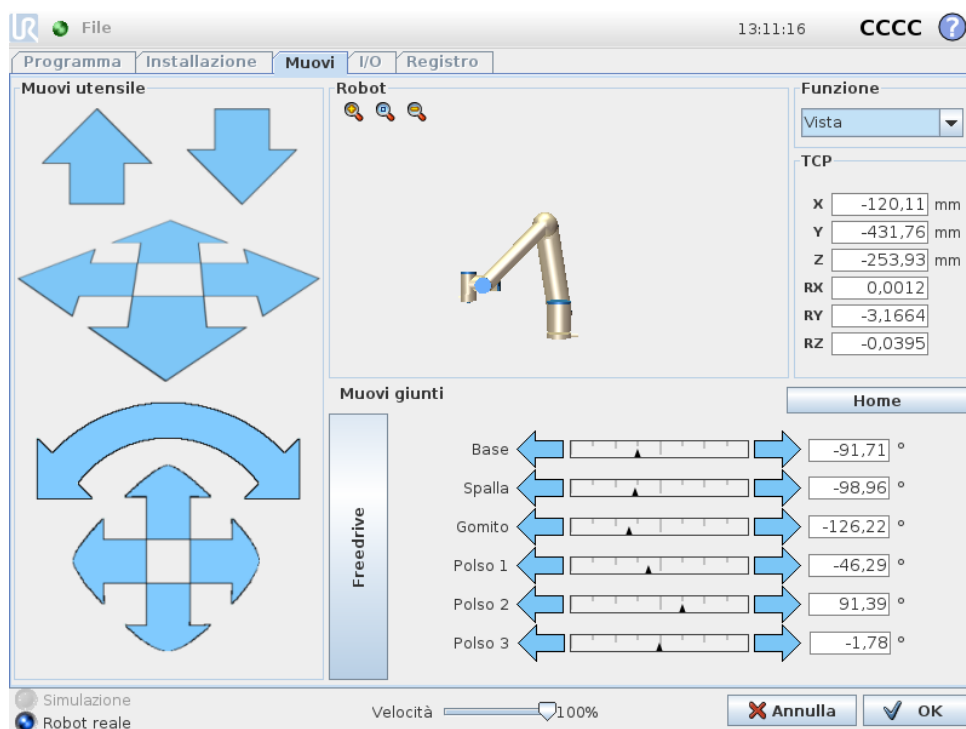
Pulsante Annulla

Il pulsante **Annulla** consente di uscire dalla schermata e di rimuovere tutte le modifiche.

13 Controllo robot

13.1 Scheda Muovi

Su questa schermata è sempre possibile muovere (a scatti) il braccio robot direttamente, o traslando/ruotando l'utensile del robot o muovendo i giunti del robot singolarmente.



13.1.1 Robot

La posizione attuale del robot è riportata in una grafica tridimensionale. Premere le icone a forma di lente di ingrandimento per ingrandire o rimpicciolire la visuale, oppure passare il dito sullo schermo per modificare la vista. Per ottenere un controllo ottimale del braccio robot, selezionare la funzione *Vista* e ruotare l'angolo di visualizzazione della grafica tridimensionale fino a farlo corrispondere alla vista del braccio reale.

Se la posizione attuale del centro utensile del robot si avvicina ad un piano di sicurezza o di innesco, o l'orientamento dell'utensile del robot è vicino alla soglia limite di orientamento utensile (vedere 10.12), viene visualizzata una grafica tridimensionale della soglia limite approssimata. Notare che quando il robot sta eseguendo un programma, la visualizzazione delle soglie limite verrà disabilitata.

I piani di sicurezza sono visualizzati in giallo e nero con una freccetta che rappresenta la normale al piano, indicante il lato del piano sul quale è permesso posizionare il centro utensile del robot. I piani di innesco sono visualizzati in blu e verde

con una freccetta che indica il lato del piano, dove sono attivi i limiti di modalità *Normale* (vedere 10.6). La soglia limite di orientamento utensile è visualizzata con un cono sferico abbinato ad un vettore che indica l'orientamento attuale dell'utensile del robot. L'interno del cono rappresenta l'area permessa di orientamento dell'utensile (vettore).

Quando la posizione del centro utensile del robot non è più nelle vicinanze del limite, la grafica tridimensionale scompare. Se il centro utensile viola o è molto vicino a violare la soglia limite, la visualizzazione del limite diventa rossa.

13.1.2 Posizione della funzione e dell'utensile

Il selettore della funzione, che si trova nell'angolo superiore destro della schermata consente di definire la funzione per il controllo relativo del braccio robot.

Il nome del PCU attualmente attivo viene visualizzato sotto il selettore della funzione. Le caselle testuali indicano i valori completi delle coordinate del PCU correlato alla funzione selezionata. Per ulteriori informazioni sulla configurazione di diversi PCU con nome, vedere 13.6.

I valori possono essere modificati manualmente facendo clic sulla coordinata o sulla posizione del giunto. Ciò permette di passare alla schermata dell'editor di posizionamento (vedere 12.2) in cui si può definire una posizione e un orientamento target dell'utensile o le posizioni target dei giunti.

13.1.3 Muovi utensile

- Mantenendo premuta una freccia di traslazione (alto) si muoverà la punta dell'utensile nella direzione indicata.
- Tenendo premuta una freccia di rotazione (in basso), sarà possibile modificare l'orientamento dell'utensile del robot nella direzione indicata. Il punto di rotazione è il Punto centrale utensile (PCU), ovvero il punto in fondo al braccio robot che definisce un punto caratteristico dell'utensile robot. La posizione centro utensile è visualizzata con un pallino blu.

Nota: *Rilasciare il pulsante per arrestare il movimento in qualsiasi momento!*

13.1.4 Muovi giunti

Consente di controllare direttamente i singoli giunti. Ciascun giunto può muoversi da -360° a $+360^\circ$, ovvero i *limiti del giunto* predefiniti, rappresentati dalla barra orizzontale per ciascun giunto. Se un giunto raggiunge il proprio limite, non lo si può muovere ulteriormente. Se i limiti di un giunto sono stati configurati con una gamma di posizioni differente da quella predefinita (vedere 10.11), tale gamma è riportata in rosso nella barra orizzontale.

13.1.5 Freedrive

Tenendo premuto il pulsante *Freedrive*, sarà possibile afferrare fisicamente il braccio robot e portarlo nella posizione desiderata. Se l'impostazione di gravità (vedere 13.7) nella scheda *Configurazione* è errata o se il braccio robot sostiene

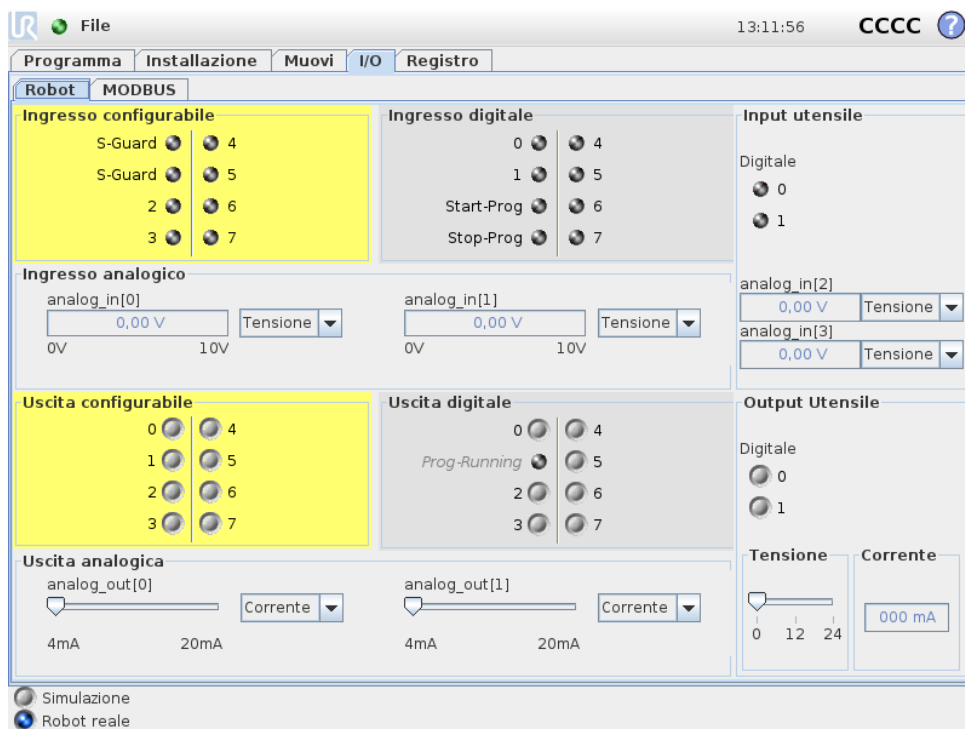
un carico pesante, potrebbe iniziare a muoversi (cadere) in caso di pressione del pulsante *Freedrive*. In tal caso, è sufficiente rilasciare di nuovo il pulsante *Freedrive*.



AVVISO:

1. Accertarsi di usare le impostazioni di installazione corrette (ad es. angolo di montaggio robot, peso al centro utensile, offset centro utensile). Salvare e caricare i file di installazione insieme al programma.
2. Verificare la correttezza delle impostazioni del PCU e del montaggio del robot prima di utilizzare il pulsante *Freedrive*. Se tali impostazioni non sono corrette, il braccio robot effettuerà un movimento all’azionamento del pulsante *Freedrive*.
3. Utilizzare la funzione *Freedrive* (impedenza/retroceSSIONe) solo negli impianti che consentono la valutazione del rischio. Gli utensili e gli ostacoli non devono presentare bordi taglienti o punti di schiacciamento. Accertarsi che tutto il personale si mantenga fuori dalla portata del braccio robot.

13.2 Scheda I/O



Su questa schermata è sempre possibile sorvegliare e impostare i segnali attivi I/O dalla/alla unità di controllo del robot. La schermata visualizza lo stato corrente dell’I/O, anche durante l’esecuzione del programma. Se si varia qualsiasi cosa durante

l'esecuzione del programma, il programma si arresterà. All'arresto del programma, tutti i segnali in uscita manterranno i propri stati. La schermata è aggiornata a solo 10Hz, quindi un segnale molto rapido potrebbe non essere accuratamente visualizzato.

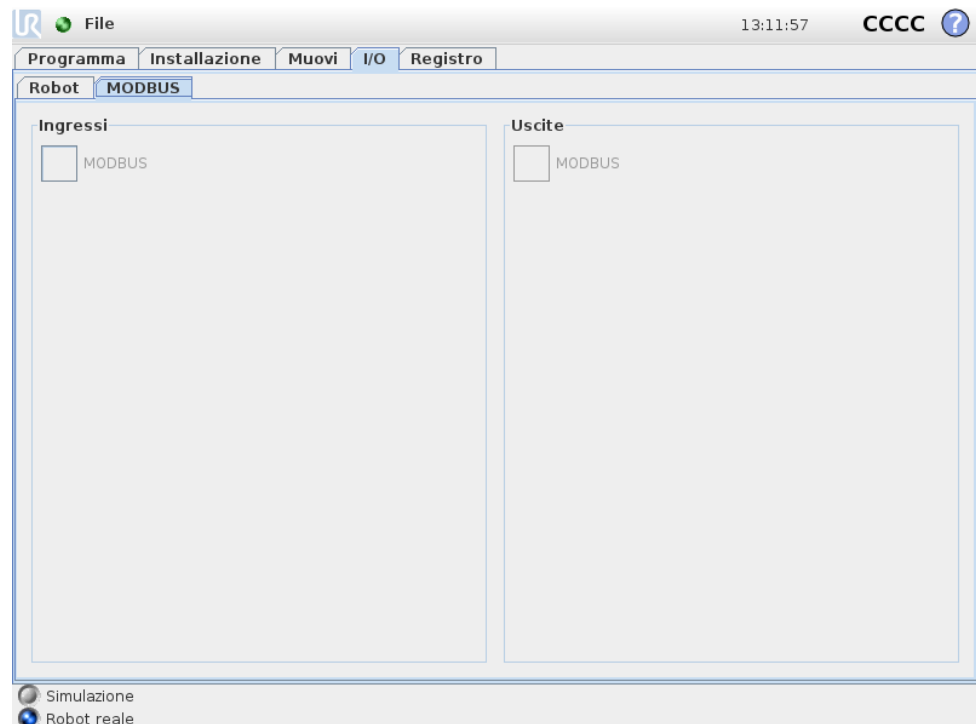
Le I/O configurabili possono essere riservate per impostazioni di sicurezza speciali definite nella sezione di configurazione I/O di sicurezza dell'installazione (vedere 10.13); quelle riservate prenderanno il nome della funzione di sicurezza in luogo del nome predefinito o assegnato dall'utente. Le uscite configurabili riservate per le impostazioni di sicurezza non si possono commutare e verranno visualizzate solo come LED.

I dettagli elettrici dei segnali sono descritti nel manuale dell'utente.

Impostazioni dell'area analogica Le I/O analogiche possono essere impostate su uscita di corrente [4-20mA] o di tensione [0-10V]. Le impostazioni saranno ricordate per futuri successivi riavvii del controller robot quando si salva un programma.

13.3 I/O client MODBUS

Qui vengono indicati i segnali digitali di I/O del client MODBUS impostati nell'installazione. Se si perde la connessione del segnale, viene disabilitata la voce corrispondente su questa schermata.



Ingressi

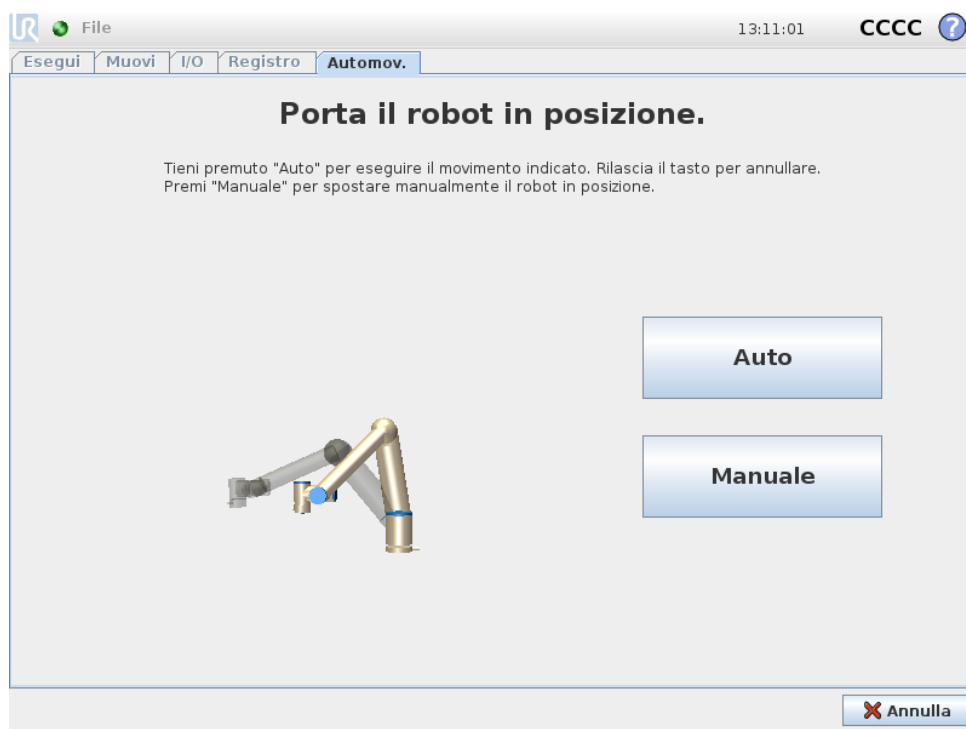
visualizza lo stato degli ingressi digitali del client MODBUS.

Uscite

visualizza e attiva e disattiva lo stato delle uscite digitali del client MODBUS. Un segnale si può attivare e disattivare se consentito dalla selezione effettuata nel controllo della scheda I/O (come descritto in 13.8).

13.4 Scheda Automov.

La scheda Automov. si utilizza quando il braccio robot deve spostarsi in una posizione specifica dell'area di lavoro. Esempi tipici sono quando il braccio robot deve passare alla posizione di inizio di un programma prima della sua esecuzione, o quando si sposta ad un punto passaggio mentre si modifica un programma.



Animazione

L'animazione visualizza il movimento che il braccio robot si accinge ad eseguire.



ATTENZIONE:

Comparare l'animazione con la posizione del braccio robot reale ed accertarsi che il braccio possa eseguire il movimento in piena sicurezza senza urtare alcun ostacolo.



ATTENZIONE:

La funzione di spostamento automatico sposta il robot lungo la traiettoria ombra. Una collisione può danneggiare il robot o altre apparecchiature.

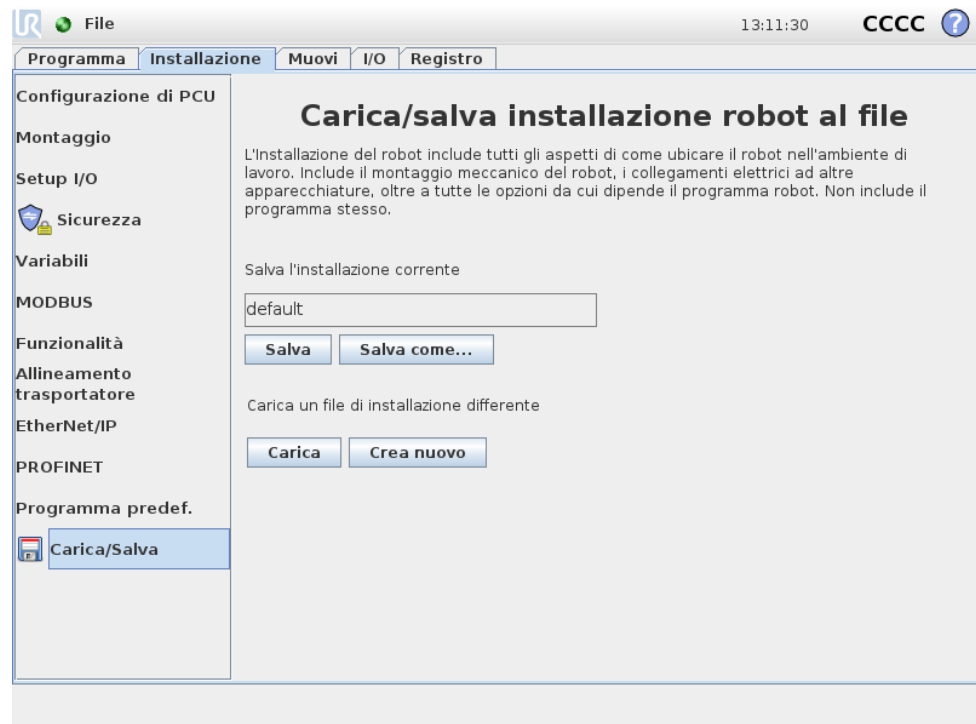
Auto

Tenere premuto il pulsante **Auto** per muovere il braccio robot come indicato nell'animazione. Nota: *Rilasciare il pulsante per arrestare il movimento in qualsiasi momento!*

Manuale

Premendo il pulsante **Manuale** si passa alla scheda **Movimento** in cui si può muovere manualmente il braccio robot. Questo è necessario solo se il movimento indicato nell'animazione non è ideale.

13.5 Installazione → Carica/Salva



L'Installazione del robot tratta tutti gli aspetti di come ubicare il braccio robot e l'unità di controllo nell'ambiente di lavoro. Include il montaggio meccanico del braccio robot, i collegamenti elettrici ad altre apparecchiature, oltre a tutte le opzioni da cui dipende il programma del robot. Non include il programma stesso.

Queste impostazioni possono essere eseguite tramite le varie schermate sotto la scheda **Installazione**, eccetto per le aree delle **I/O** che si configurano nella scheda **I/O** (vedere 13.2).

È possibile avere più di un file di installazione per il robot. I programmi creati utilizzeranno l'installazione attiva e caricheranno questa installazione automaticamente quando utilizzati.

Qualsiasi modifica a un'installazione deve essere salvata per essere conservata dopo lo spegnimento. Se non tutte le modifiche dell'installazione sono state salvate, compare l'icona di un floppy disk di fianco al testo **Carica/Salva** sul lato sinistro della scheda **Installazione**.

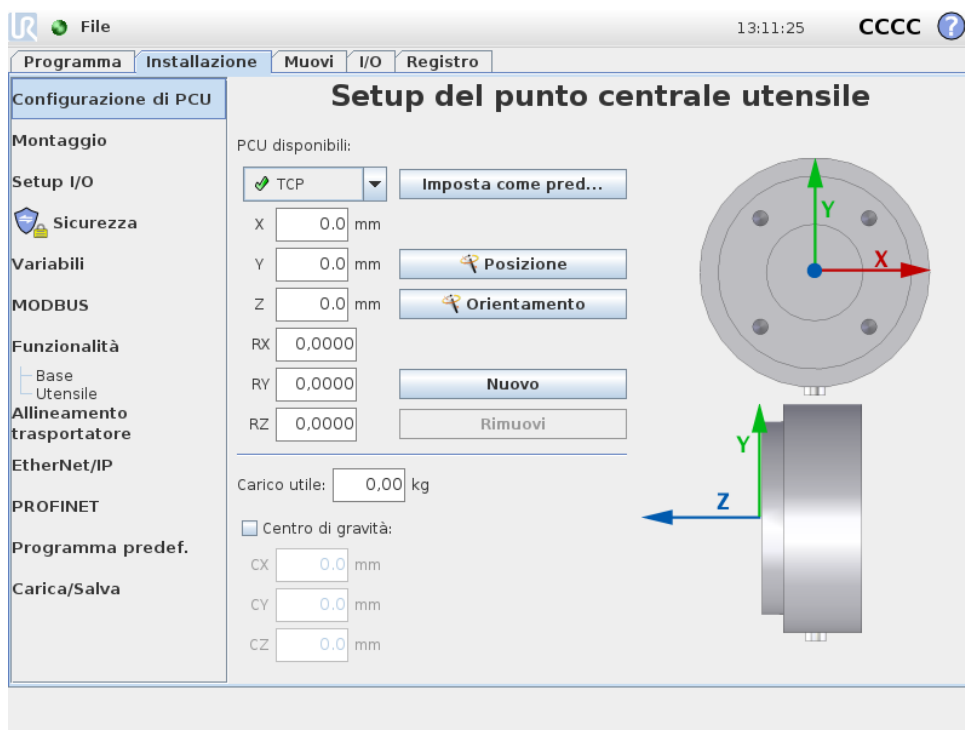
Si può eseguire il salvataggio di un'installazione premendo il pulsante *Salva* o *Salva come...*. In alternativa, il salvataggio di un programma salva anche l'installazione attiva. Per caricare un file di installazione differente, usare il pulsante *Carica*. Il pulsante *Crea nuovo* riporta tutte le impostazioni dell'installazione del robot a quelle predefinite di fabbrica.



ATTENZIONE:

Si sconsiglia di utilizzare il robot con un'installazione caricata da un drive USB. Per usare un'installazione memorizzata su un drive USB, anzitutto caricarla e quindi salvarla nella cartella locale dei programmi usando il pulsante *Salva come...*

13.6 Installazione → configurazione posizione centro utensile



Un *punto centrale utensile*. (PCU) è un punto caratteristico dell'utensile del robot. In questa schermata, è possibile definire diversi PCU con nome. Ciascun PCU comprende una traslazione e una rotazione relativa al centro della flangia di uscita utensile, come indicato sulla grafica a schermo. Le coordinate di posizione, X, Y e Z, indicano la posizione del PCU, mentre RX, RY e RZ l'orientamento. Se tutti i valori specificati corrispondono a 0, il PCU coincide con il punto centrale della flangia di uscita utensile e utilizza il sistema di coordinate visualizzato nella parte destra dello schermo.

13.6.1 Aggiunta, modifica e rimozione dei PCU

Per definire un nuovo PCU, premere il pulsante *Nuovo*. Al PCU creato viene assegnato in automatico un nome univoco e viene selezionato nell'elenco a discesa.

È possibile modificare la traslazione e rotazione del PCU selezionato mediante l'inserimento dei nuovi valori nei rispettivi campi testuali vuoti.

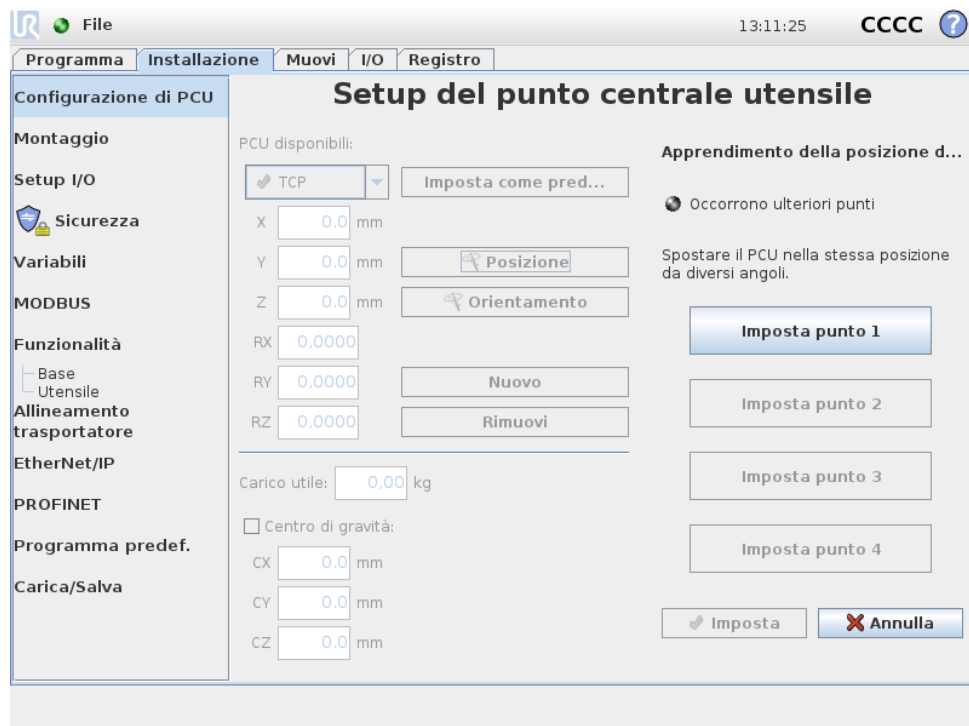
Per rimuovere il PCU selezionato, premere il pulsante **Rimuovi**. L'ultimo PCU restante non è eliminabile.

13.6.2 PCU predefinito e attivo

Uno dei PCU configurato è quello *predefinito*. Il PCU predefinito è contrassegnato da un'icona verde posizionata alla sinistra del nome nel menu a discesa PCU. Per impostare il PCU selezionato come predefinito, premere il pulsante **Imposta come predefinito**.

Un offset del PCU viene sempre utilizzato come *attivo* per la determinazione di tutti i movimenti lineari nello spazio cartesiano. Inoltre, è il movimento del centro utensile visualizzato sulla scheda Grafica (vedere 14.29). Prima dell'esecuzione o dell'avvio di un programma, il PCU predefinito viene impostato come attivo. All'interno del programma, è possibile impostare qualsiasi PCU specificato come attivo per un particolare movimento del robot (vedere 14.5 e 14.10).

13.6.3 Apprendimento della posizione del PCU



È possibile calcolare in automatico le coordinate di posizione del PCU nelle modalità seguenti:

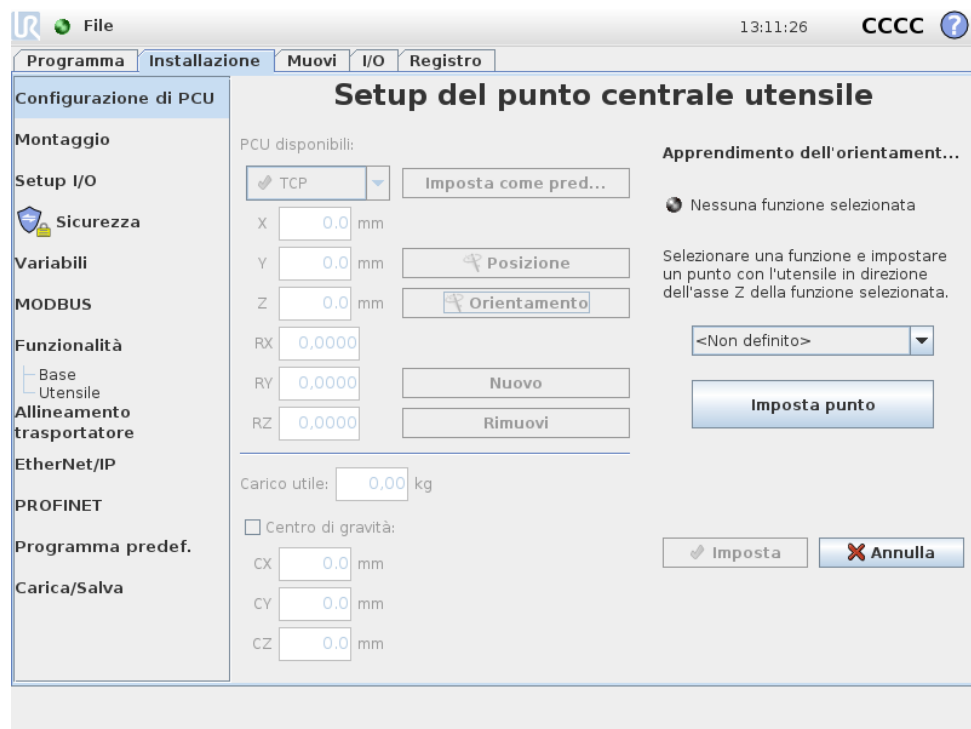
1. Premere il pulsante **Posizione**.
2. Selezionare un punto fisso nello spazio di lavoro del robot.
3. Mediante i pulsanti sul lato destro dello schermo, spostare il PCU nel punto selezionato da almeno tre angoli diversi, quindi salvare le posizioni corrispondenti della flangia di uscita utensile.

4. Verificare le coordinate del PCU calcolate e impostarle per il PCU selezionato mediante il pulsante *Imposta*.


Nota: le posizioni devono differire in modo sufficiente per un calcolo corretto. In caso contrario, il LED di stato sopra i pulsanti diventa di colore rosso.

Nonostante tre posizioni siano sufficienti alla determinazione del PCU corretto, è possibile utilizzare la quarta posizione per un'ulteriore verifica della correttezza del calcolo. La qualità di ciascun punto salvato relativamente al PCU calcolato viene indicata mediante un LED verde, giallo o rosso sul rispettivo pulsante.

13.6.4 Apprendimento dell'orientamento del PCU



È possibile calcolare in automatico l'orientamento del PCU nelle modalità seguenti:

1. Premere il pulsante  *Orientamento*.
2. Selezionare una funzione dall'elenco a discesa. Per ulteriori informazioni sulle modalità di definizione di nuove funzioni, vedere 13.12.
3. Mediante il pulsante posizionato in basso, effettuare un movimento verso una posizione in cui l'orientamento dell'utensile corrispondente al PCU coincida con il sistema di coordinate della funzione selezionata.
4. Verificare l'orientamento del PCU calcolato e impostarlo per il PCU selezionato mediante il pulsante *Imposta*.

13.6.5 Carico utile

Il peso dell'utensile del robot viene indicato nella parte inferiore dello schermo. Per modificare l'impostazione, selezionare il campo testuale vuoto e inserire un nuovo peso. Le impostazioni influiscono su tutti i PCU definiti.

Per informazioni sul carico massimo consentito, consultare il manuale di installazione hardware.

13.6.6 Centro di gravità

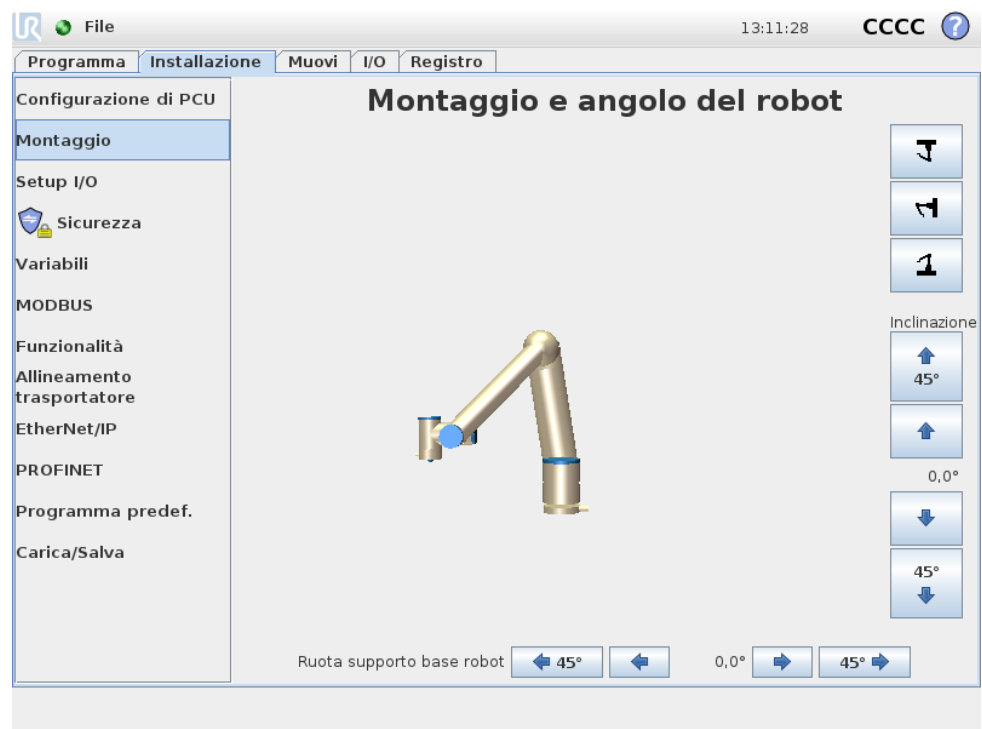
È possibile specificare il centro di gravità dell'utensile mediante i campi CX, CY e CZ. In assenza di ulteriori specificazioni, il PCU viene considerato il centro di gravità dell'utensile. Le impostazioni influiscono su tutti i PCU definiti.



AVVISO:

Accertarsi di usare le impostazioni di installazione corrette. Salvare e caricare i file di installazione insieme al programma.

13.7 Installazione → Montaggio



Qui si può definire il montaggio del braccio robot. Serve a due scopi:

1. Far sì che il braccio robot sia visualizzato correttamente sullo schermo.
2. Indicare al controller la direzione di gravità.

Il controller utilizza un modello dinamico avanzato per imprimere al braccio robot movimenti fluidi e precisi e arrestare il braccio robot in modalità *Freedrive*. Per questo motivo è fondamentale che il montaggio del braccio robot sia impostato correttamente.



AVVISO:

La mancata impostazione corretta del montaggio del braccio robot potrebbe comportare frequenti arresti di protezione, e/o il movimento del braccio robot in caso di pressione del pulsante di freedrive.

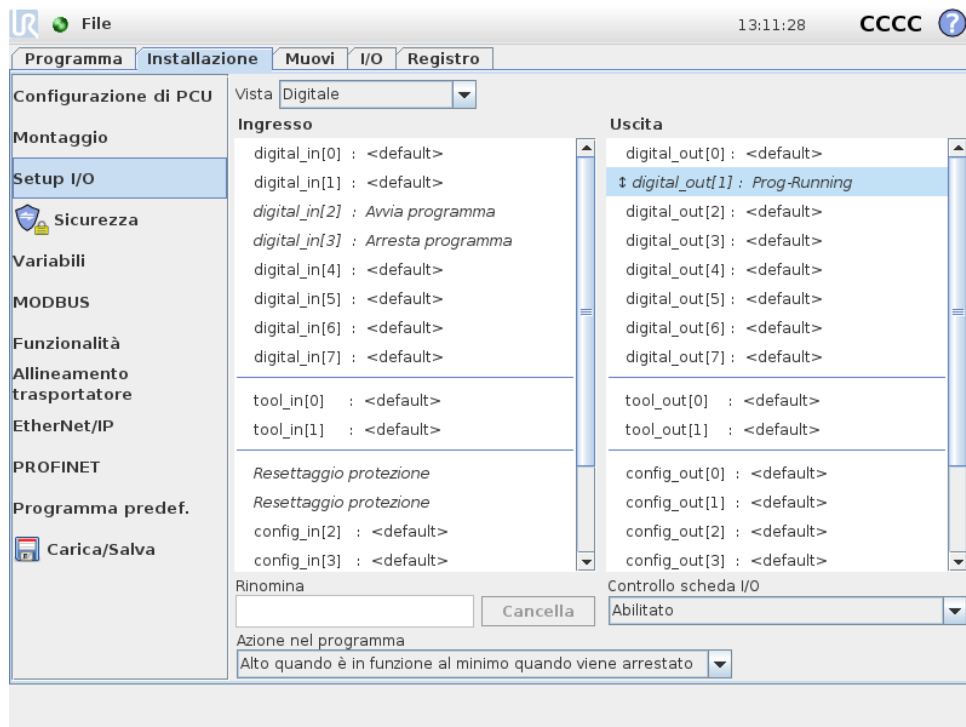
L'impostazione predefinita è con il robot montato su di un banco in piano o sul pavimento; in tal caso non si richiedono modifiche in questa schermata. Tuttavia, se il braccio robot è *montato a soffitto, a parete* o ad angolo, è necessario eseguire le modifiche utilizzando i pulsanti. I pulsanti sul lato destro della schermata servono ad impostare l'angolo di montaggio del braccio robot. I tre pulsanti in alto a destra definiscono l'angolo del *soffitto* (180°), del *muro* (90°) e del *pavimento* (0°). È possibile utilizzare i pulsanti *Inclinazione* per impostare un angolo arbitrario. I pulsanti in basso sulla schermata si usano per ruotare il montaggio del braccio robot perché corrisponda a quello reale.



AVVISO:

Accertarsi di usare le impostazioni di installazione corrette. Salvare e caricare i file di installazione insieme al programma.

13.8 Installazione → Setup I/O



Copyright © 2009–2017 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

Su questo schermo, ai segnali I/O disponibili per il robot possono essere assegnati nomi definiti dall'utente ed anche configurati con il controllo della scheda I/O e azioni.

Le sezioni di *Ingresso* e *Uscita* elencano i tipi di segnali I/O come:

- Digitale (uso generico predefinito, configurabile e utensile)
- Analogico (uso generico predefinito e utensile)
- MODBUS
- Registri di uso generico (booleano, numero intero e float)

Si può accedere ai registri d'uso generico tramite ad es. fieldbus (come Profinet e Ethernet/IP).

13.8.1 Tipo di segnale I/O

Per limitare il numero di segnali elencati nelle sezioni *Ingresso* e *Uscita*, usare il menu a discesa *Vista* nella parte alta dello schermo per cambiare il contenuto mostrato in base al tipo di segnale.

13.8.2 Assegnare nomi definiti dall'utente

È possibile associare nomi a segnali di ingresso e uscita. In tal modo è più facile ricordare ciò che fa il segnale quando lavora con il robot. Selezionare un segnale cliccando su di esso, e cliccare il campo testuale nella parte inferiore dello schermo per impostare il nome. Il nome può essere reimpostato in modo predefinito cancellandolo (usare il tasto *Cancella*).

Per rendere disponibile nel programma un registro d'uso generico (ad es. per un comando di *Attesa* o per l'espressione condizionale di un comando *If*), al registro deve essere assegnato un nome definito dall'utente. I comandi di *Attesa* e *If* sono descritti rispettivamente in 14.9 e 14.18. I registri d'uso generico nominati si trovano nel selettore di *Ingresso* o *Uscita* della schermata dell'editor espressioni (vedere la sezione 12.1).

13.8.3 Controllo della scheda I/O e azioni I/O

Azioni di ingresso Gli otto ingressi digitali di uso generico predefinito e i due ingressi dello strumento digitale ed anche i registri degli ingressi di uso generico di tipo *booleano* possono innescare un'azione. Le azioni disponibili comprendono possibilità relative al limite in crescita:

- Avvio del programma corrente
- Arresto del programma corrente
- Pausa del programma corrente

Inoltre, un'azione può essere configurata, in modo tale da entrare in /lasciare la modalità *Freedrive* quando l'ingresso è alto/basso (come il tasto *Freedrive* sul retro del Teach Pendant).

Controllo della scheda I/O e azioni di uscita Il comportamento predefinito delle uscite prevede la conservazione dei propri valori all’arresto del programma. Inoltre, è possibile configurare un uscita con un valore predefinito applicato nei casi in cui non viene eseguito alcun programma.

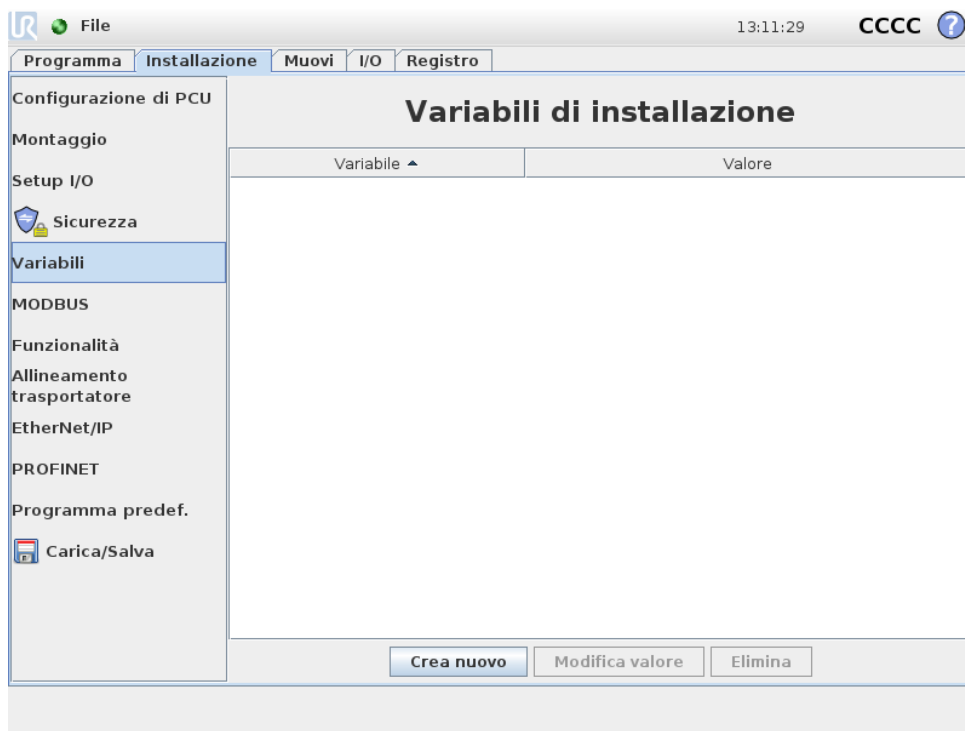
È inoltre possibile configurare le otto uscite digitali di uso generico predefinito e le due uscite digitali dell’utensile in modo da indicare l’eventuale esecuzione di un programma: in questo modo, l’uscita sarà alta in caso di esecuzione di un programma e bassa in caso contrario. Anche i registri di uscita d’uso generico di tipo *booleano* e i segnali digitali di uscita MODBUS lo supportano.

È possibile specificare se un’uscita può essere controllata nella scheda I/O (dai programmatori o dagli operatori e dai programmatori).

13.9 Sicurezza → installazione

Consultare il capitolo 10.

13.10 Variabili → di installazione



Le variabili qui create sono note come variabili di installazione e si possono usare come normali variabili di programma. Le variabili di installazione sono speciali perché mantengono il proprio valore anche se si interrompe e riavvia un programma e quando il braccio robot e/o l’unità di controllo viene spenta e riaccesa. I loro nomi ed i loro valori vengono memorizzati con l’installazione, consentendo di utilizzare la stessa variabile in svariati programmi.

Copyright © 2009–2017 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

Premendo **Crea nuovo** verrà visualizzato un pannello con un suggerimento per il nome della nuova variabile. È possibile modificare il nome e immettere il valore selezionando uno dei campi di testo. Si può fare clic sul pulsante **OK** solo se il nuovo nome non è in uso nella presente installazione.

È possibile modificare il valore di una variabile di installazione selezionando la variabile nell'elenco e quindi facendo clic su **Modifica valore**.

Per eliminare una variabile, selezionarla nell'elenco e fare clic su **Elimina**.

Dopo aver configurato le variabili di installazione, l'installazione stessa deve essere salvata per preservare questa configurazione, vedere 13.5. Le variabili di installazione ed i loro valori vengono a loro volta salvati automaticamente ogni 10 minuti.

Se si carica un programma o un'installazione e una o più delle variabili di programma presenta lo stesso nome delle variabili di installazione, all'utente vengono offerte due opzioni per risolvere il conflitto: o si utilizzano le variabili di installazione dello stesso nome in luogo della variabile di programma o si rinominano automaticamente le variabili in conflitto.

13.11 Installazione → configurazione I/O del client MODBUS

Qui è possibile impostare i segnali I/O del client MODBUS (master). È possibile creare server (o slave) MODBUS su indirizzi IP specifici con segnali di in-

put/output (registri o digitali). Ciascun segnale possiede un nome univoco per l'utilizzo nei programmi.

Aggiorna:

premere questo pulsante per aggiornare tutti i collegamenti MODBUS.

Aggiungi unità:

premere questo pulsante per aggiungere una nuova unità MODBUS.

Elimina unità:

premere questo pulsante per eliminare l'unità MODBUS insieme a tutti i relativi segnali.

Imposta IP dell'unità:

qui è possibile visualizzare l'indirizzo IP dell'unità MODBUS. Premere il pulsante per cambiarlo.

Aggiungi segnale:

premere questo pulsante per aggiungere un segnale all'unità MODBUS corrispondente.

Elimina segnale:

premere questo pulsante per eliminare un segnale MODBUS dall'unità MODBUS corrispondente.

Imposta tipo segnale:

utilizzare questo menu a discesa per scegliere il tipo di segnale. I tipi disponibili sono:

- **Ingresso digitale:** Un ingresso digitale (bobina) è una quantità di un bit letta dall'unità MODBUS sulla bobina specificata nel campo indirizzo del segnale. Viene utilizzato il codice funzione 0x02 (lettura punti discreti).
- **Uscita digitale:** Un ingresso digitale (bobina) è una quantità di un bit che è possibile impostare come alto o basso. Fino a quando l'utente non imposterà il valore di questa uscita, il valore sarà letto dall'unità MODBUS remota. In altre parole, verrà utilizzato il codice funzione 0x01 (lettura bobine). Quando l'uscita viene impostata da un programma del robot o premendo il pulsante "impostazione valore segnale", viene usato il codice funzione 0x05 (scrittura bobina singola).
- **Ingresso registro:** Un ingresso di registro è una quantità di 16-bit letta dall'indirizzo specificato nel campo dell'indirizzo. Viene utilizzato il codice funzione 0x04 (lettura registri ingresso).
- **Uscita registro:** Un'uscita di registro è una quantità di 16 bit che può essere impostata dall'utente. Fino a quando non verrà impostato il valore del registro,

questo verrà letto dall'unità MODBUS remota. In altre parole, verrà utilizzato il codice funzione 0x03 (lettura registri mantenimento). Quando l'uscita viene impostata da un programma del robot o specificando un valore di segnale nel campo "impostazione valore segnale", il codice funzione 0x06 (scrittura registro singolo) viene utilizzato per impostare il valore sull'unità MODBUS remota.

Imposta nome segnale

Questo campo mostra l'indirizzo sul server MODBUS remoto. Utilizzare il tastierino su schermo per selezionare un diverso indirizzo. Gli indirizzi validi dipendono dal produttore e dalla configurazione dell'unità MODBUS remota.

Imposta nome segnale:

L'utente può assegnare un nome al segnale attraverso la tastiera su schermo. Questo nome viene utilizzato quando il segnale viene usato nei programmi.

Valore segnale:

qui viene indicato il valore di corrente del segnale. Per i segnali di registro, il valore è espresso in un numero intero non firmato. Per i segnali di uscita, il valore del segnale desiderato può essere impostato utilizzando il pulsante. Ancora una volta, per un'uscita di registro, il valore da scrivere all'unità deve essere fornito sotto forma di numero intero non firmato.

Stato connettività segnale:

icona che indica se è possibile leggere o scrivere il segnale correttamente (verde) o se l'unità risponde in modo imprevisto o è irraggiungibile (grigio). Se viene ricevuta una risposta di eccezione del MODBUS, verrà mostrato il codice della risposta. Le risposte di eccezione del MODBUS-TCP sono le seguenti:

- **E1 FUNZIONE ILLEGALE (0x01):** Il codice funzione ricevuto nell'interrogazione non indica un'azione consentita per il server (o lo slave).
- **E2 INDIRIZZO DATI ILLEGALE (0x02):** Il codice funzione ricevuto nell'interrogazione non rappresenta un'azione consentita per il server (o lo slave). Verificare che l'indirizzo del segnale immesso corrisponda all'impostazione del server MODBUS remoto.
- **E3 VALORE DATI ILLEGALE (0x03):** Un valore contenuto nel campo di dati dell'interrogazione non rappresenta un valore consentito per il server (o slave), verificare che il valore del segnale immesso sia valido per l'indirizzo specificato sul server MODBUS remoto.
- **E4 ANOMALIA DISPOSITIVO SLAVE (0x04):** Si è verificato un errore irreversibile durante il tentativo da parte del server (o slave) di eseguire l'azione richiesta.
- **E5 RICONOSCIMENTO (0x05):** Utilizzo specializzato in combinazione con i comandi di programmazione inviati all'unità MODBUS remota.

- **E6 DISPOSITIVO SLAVE OCCUPATO (0x06):** Utilizzo specializzato in combinazione con i comandi di programmazione inviati all'unità MODBUS remota. Al momento lo slave (server) non è in grado di rispondere.

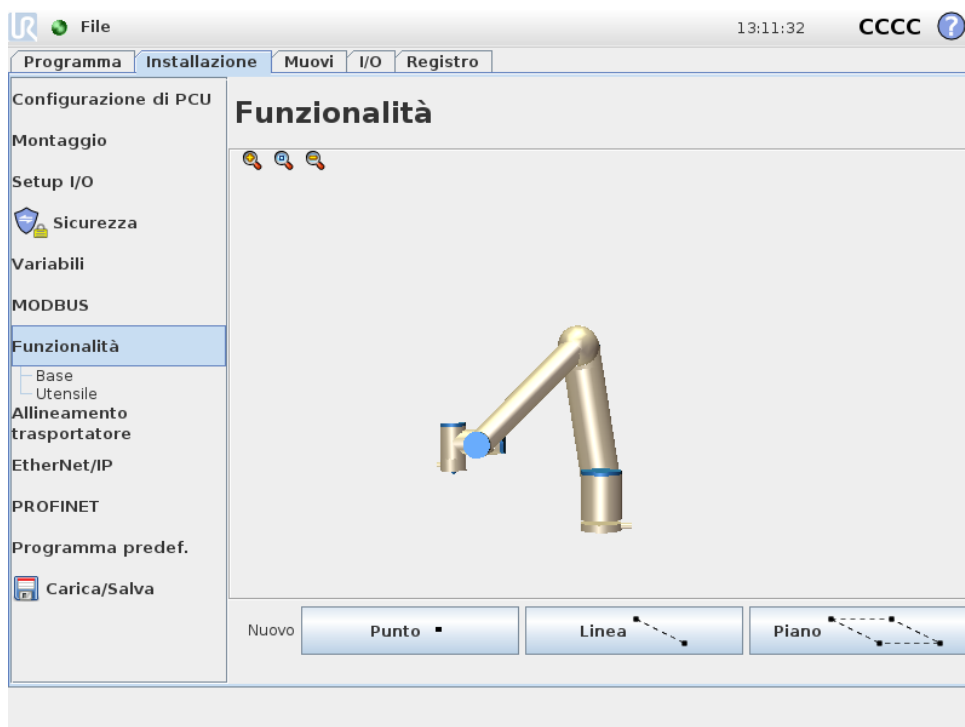
Mostra opzioni avanzate:

questa casella di controllo visualizza o nasconde le opzioni avanzate per ciascun segnale.

Opzioni Avanzate

- **Frequenza di aggiornamento:** Si può usare questo menu per modificare la frequenza di aggiornamento del segnale. Si tratta della frequenza con cui vengono inviate le richieste di lettura o scrittura del valore dei segnali all'unità MODBUS remota.
- **Indirizzo Slave:** Questo campo di testo permette di impostare un indirizzo Slave specifico per le richieste corrispondenti a uno specifico segnale. Il valore deve essere compreso nel campo da 0 a 255 (compresi) e il suo valore predefinito è 255. Se si intende modificare questo valore, consultare il manuale dei dispositivi MODBUS remoti per verificarne la funzionalità al momento di modificare l'indirizzo dello slave.

13.12 Caratteristiche → dell'installazione



Lo scenario comune prevede che le sottoparti di un programma del robot comprendano movimenti che devono essere eseguiti in relazione a specifici oggetti diversi dalla base del braccio robot. Questi oggetti potrebbero essere tabelle, altre macchi-

Copyright © 2009–2017 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

ne, pezzi, trasportatori, pallet, sistemi di visualizzazione, spazi vuoti o limiti che solitamente ci sono nell'area circostante al braccio robot.

La *Funzione* come concetto, è in sostanza una rappresentazione di un oggetto che è stato definito con un nome per un riferimento futuro e una posizione a sei dimensioni (posizione e orientamento) relativa alla base del robot.

Le due funzioni predefinite esistono sempre per il robot, ognuna avente la loro posizione definita dalla configurazione dello stesso braccio robot:

- Funzione *Base*: ha l'origine al centro della base del robot (vedere l'immagine 13.1)
- Funzione *Utensile*: ha l'origine al centro del TCP attuale (vedere l'immagine 13.2)

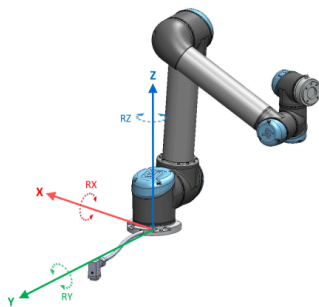


Figura 13.1: Funzione base

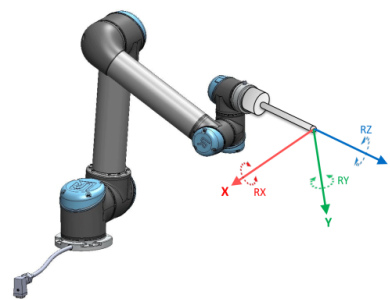


Figura 13.2: Funzione (PCU) dell'utensile

Le funzioni definite dall'utente hanno la loro posizione definita dall'utente attraverso un metodo unico ed intuitivo che usa la posizione attuale dell'utensile (TCP) per definire le posizioni nell'area di lavoro. Ciò significa che l'utente può indicare le posizioni delle funzioni usando ad es. la modalità *Freedrive* o jogging per spostare il robot nella posizione desiderata.

Esistono tre diverse strategie (*Punto*, *Linea* e *Piano*) per definire la posizione della funzione. La migliore strategia per una data applicazione dipende dal tipo di oggetto e dai tipi di requisiti di precisione, ma in generale una funzione basata su più punti (*Linea* e *Piano*) dovrebbe essere preferita se applicabile all'oggetto specifico.

Per definire ad es. la direzione di un trasportatore lineare, è possibile farlo anche solo con una funzione *Punto* ma in generale, il concetto di movimento in una direzione lineare sarebbe più accurata e meglio rappresentata con una funzione *Linea*. Usare una funzione *Punto* per definire la direzione di un trasportatore è necessario per puntare il PCU nella direzione di movimento del trasportatore. Una migliore accuratezza della direzione si ottiene invece definendo due punti di una funzione *Linea* con la maggiore separazione fisica possibile.

Usando più punti per definire la posizione ad es. di una tabella significa che l'orientamento è basato sulle posizioni piuttosto che sull'orientamento di una singola PCU, e l'orientamento di una singola PCU è generalmente più difficile da configurare con precisione elevata. Una spiegazione su come applicare i diversi metodi per definire una funzione si trova nelle sezioni 13.12.2, 13.12.3 e 13.12.4.

13.12.1 Usare una funzione

Quando una funzione è stata definita nell'installazione, è possibile fare riferimento ad essa dal programma del robot, per collegare i movimenti del robot (comandi *SpostaL* e *SpostaPP*) con la funzione (vedere la sezione 14.5). Ciò consente il facile adattamento di un programma del robot, ad es. quando si hanno più postazioni robot o quando un oggetto è dinamicamente spostato durante il tempo di esecuzione del programma o spostato permanentemente nel luogo. Regolando semplicemente la funzione di riferimento di un particolare oggetto, tutti i movimenti del programma che dovrebbero riferirsi all'oggetto sono eseguiti di conseguenza. Alcuni esempi si trovano nelle sezioni 13.12.5 e 13.12.6.

Le funzioni configurate come azionabili sono anche uno strumento utile quando si sposta manualmente il robot nella scheda Muovi (sezione 13.1) o nella schermata dell'editor di posizionamento (sezione 12.2). Quando una funzione viene scelta come un sistema di riferimento, i tasti *Muovi utensile* per traslazioni e rotazioni opereranno nello spazio funzione selezionato (vedere sezione 13.1.2 e 13.1.3) mentre verrà visualizzata la lettura corrente delle coordinate PCU nella sezione PCU della schermata. Se ad es. la tabella è stata definita come una funzione ed è scelta come riferimento nella scheda *Muovi* i tasti direzionali per le traslazioni su/giù, destra/sinistra, avanti/indietro, muoveranno il robot in queste direzioni che si riferiscono alla tabella, e le coordinate del PCU mostrate saranno anch'esse nel sistema della tabella.

Rinomina

Consente di rinominare una funzione.

Elimina

Questo tasto cancella la funzione selezionata e tutte le relative sottofunzioni (se presenti).

Mostra gli assi

Consente di scegliere se visualizzare gli assi coordinati della funzione selezionata nel grafico tridimensionale. La scelta si applica a questa visualizzazione e alla schermata Muovi.

Azionabile

Scegli se la funzione selezionata deve essere azionabile. Ciò determina se la funzione verrà visualizzata nel menu delle funzioni della schermata Muovi.

Variabile

Scegli se è possibile utilizzare la funzione selezionata come variabile. Selezionando questa opzione, una variabile con il nome della funzione avente il suffisso “_var” sarà quindi disponibile quando si modificano i programmi del robot, e a questa variabile può essere assegnato un nuovo valore in un programma, che può essere poi usato per controllare i punti percorso dipendenti dal valore di una funzione. Una

funzione può essere contrassegnata come variabile se un comando di movimento dipendente da esso dovesse essere aggiornato quando la funzione viene modificata. Se non è contrassegnata come variabile, il punto percorso si riferirà alla posizione al momento della definizione.

Cambia questo punto

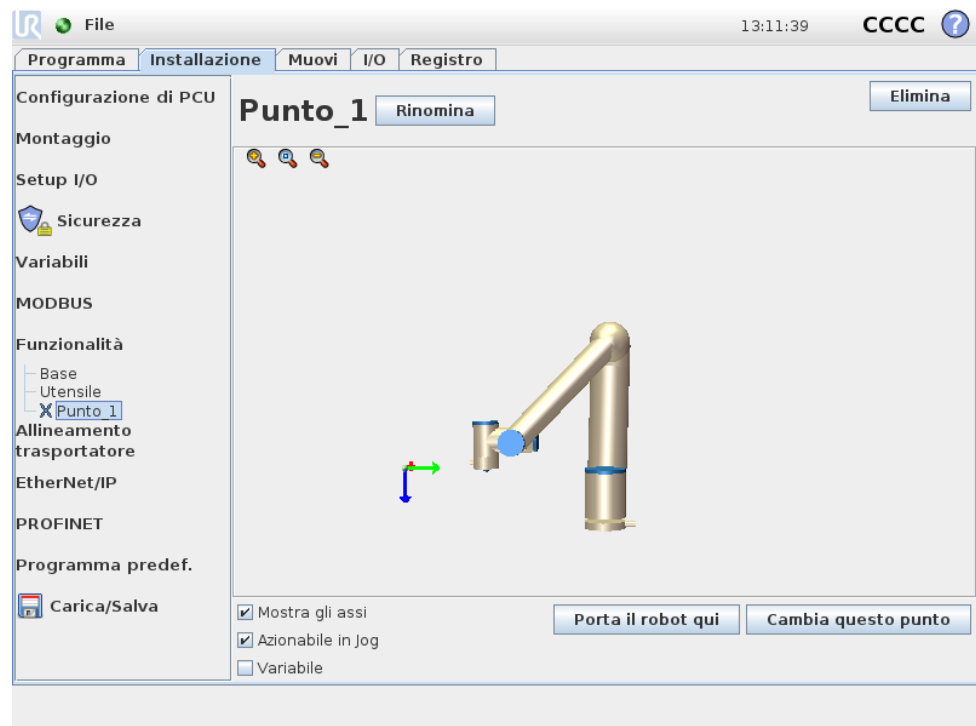
Usare questo pulsante per impostare o modificare la funzione selezionata. Comparirà la scheda Muovi (sezione 13.1) e potrà essere impostata una nuova posizione della funzione.

Muovi il robot qui

Usando questo tasto consentirà di spostare il braccio del robot verso la funzione selezionata. Alla fine del movimento, i sistemi di coordinate della funzione e la posizione di centro utensile coincideranno.

13.12.2 Nuovo punto

Usa questo tasto per aggiungere un nuovo punto funzione all'installazione. La funzione punto è tipicamente scelta quando si definisce un limite di sicurezza o una configurazione globale principale del braccio del robot. La posizione di una funzione punto è definita come la posizione e l'orientamento del centro utensile in quel punto.



13.12.3 Nuova linea

Usa questo tasto per aggiungere una nuova funzione punto all'installazione. La funzione linea è tipicamente scelta per definire le linee che il robot deve seguire, ad

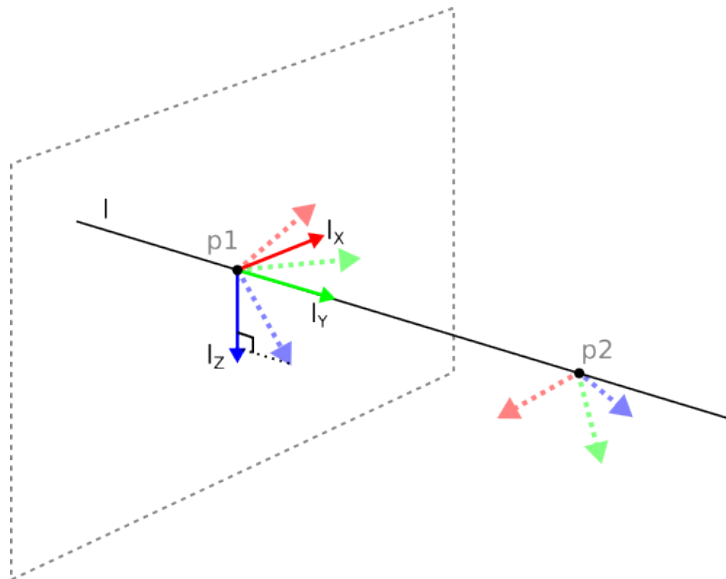
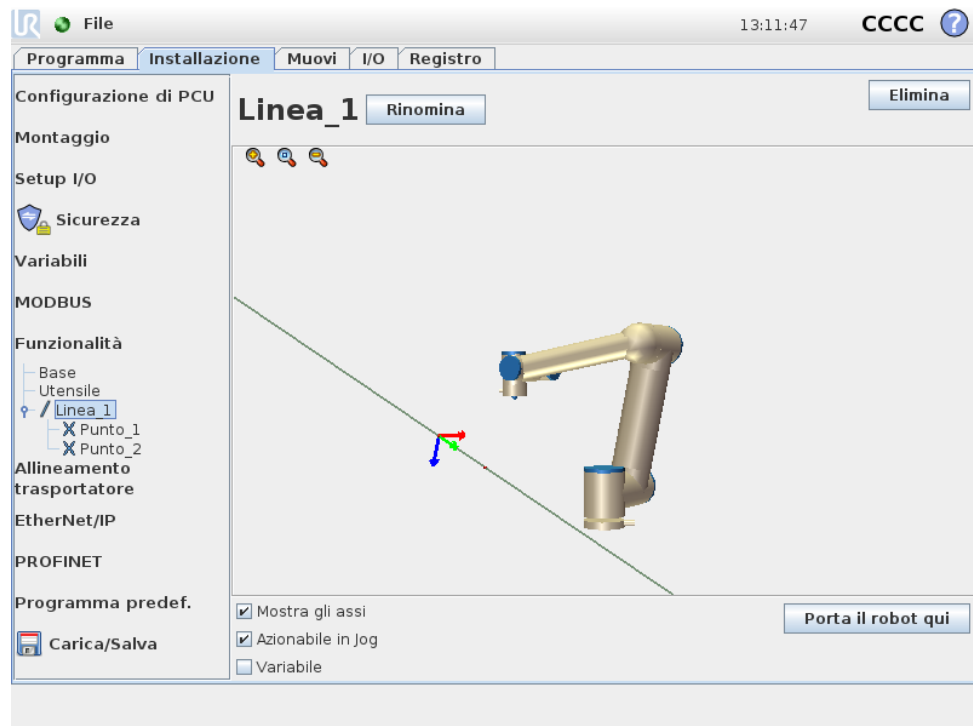


Figura 13.3: della funzione di linea

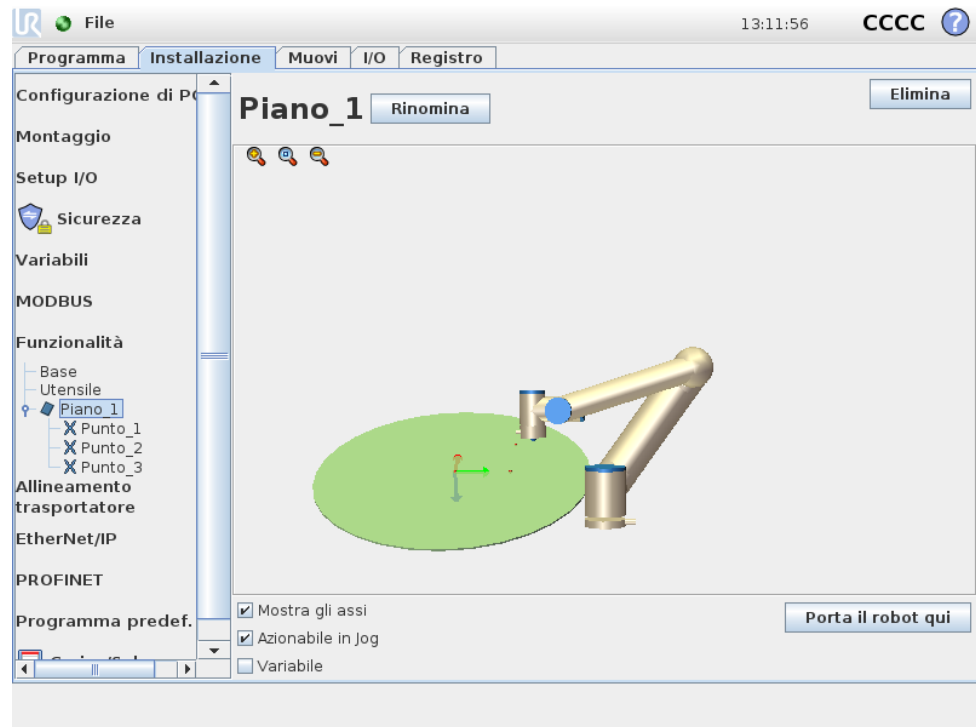
es. quando si usa l'allineamento del trasportatore. Una linea l è definita come un asse tra due funzioni punto $p1$ e $p2$ come mostrato nell'immagine 13.3.

Questo asse, diretto dal primo punto al secondo, costituirà l'asse Y del sistema di coordinate della linea. L'asse Z sarà definito dalla proiezione dell'asse Z di $p1$ sul piano perpendicolare alla linea. La posizione del sistema di coordinate della linea è la stessa della posizione di $p1$.



13.12.4 Nuovo piano

Usa questo tasto per aggiungere una nuova funzione piano all'installazione. La funzione punto è tipicamente scelta quando è necessario un sistema di precisione alta, ad es. quando si lavora con sistema di visualizzazione o eseguendo movimenti relativi alla tabella. Un piano è definito da tre sotto-funzioni punto. La posizione del sistema di coordinate è la stessa di quella del primo sotto-punto. L'asse Z corrisponde al normale piano, mentre l'asse Y è diretta dal primo punto al secondo. La direzione positiva dell'asse Z è impostata in modo che l'angolo tra l'asse Z del piano e l'asse Z del primo punto sia inferiore a 180 gradi.



13.12.5 Esempi: Aggiornando manualmente una funzione per modificare un programma

Considera un'applicazione quando più parti di un programma di un robot si riferiscono alla tabella. Nella figura 13.4 ciò viene indicato come il movimento dai punti percorso wp1 attraverso wp4.

È un requisito dell'applicazione che il programma venga riutilizzato per installazioni di robot multiple, in cui la posizione della tabella potrebbe variare di poco. Il movimento relativo alla tabella è lo stesso.

Definendo nell'installazione la posizione della tabella come una funzione *P1*, e assicurandosi che sia selezionata come *Variabile*, il programma con un comando *SpostaL* configurato in relazione al piano, può essere facilmente applicato su ulteriori robot, aggiornando l'installazione con l'effettiva posizione della tabella.

Il concetto è applicabile a qualsiasi numero di Funzioni in un'applicazione, per raggiungere un programma flessibile che può eseguire lo stesso compito su più

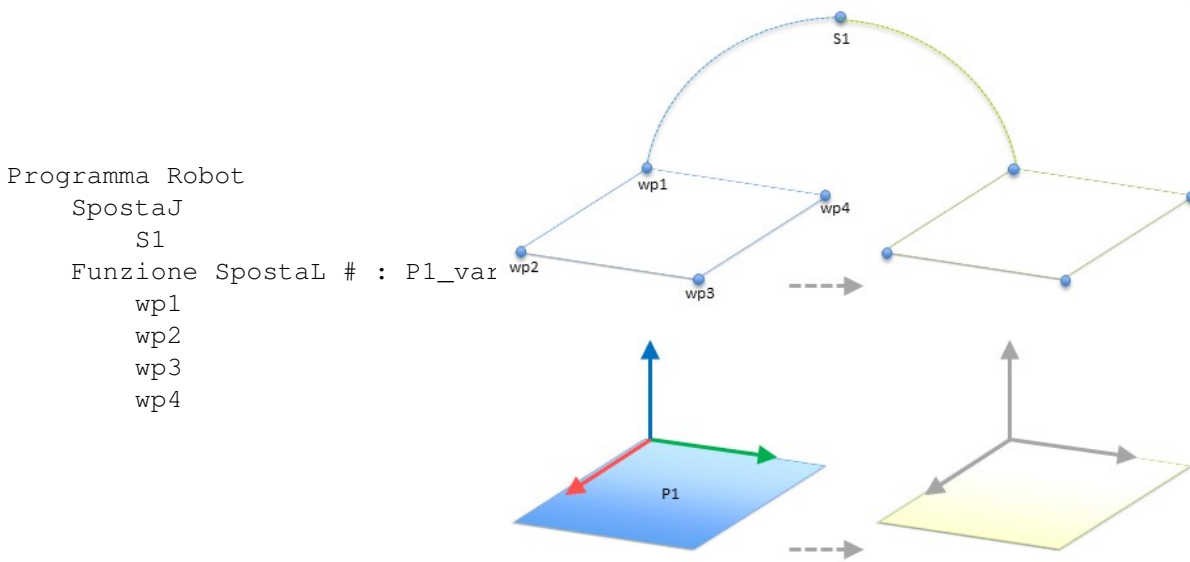


Figura 13.4: Programma semplice con quattro punti percorso riguardanti una funzione piano aggiornata manualmente cambiando la definizione

robot sebbene ad es. il pick-up o il drop-off o qualsiasi altro luogo critico nell'area di lavoro possa variare tra le installazioni.

13.12.6 Esempi: Aggiornamento dinamico della posizione di una funzione

Considera un'applicazione simile nel caso in cui il robot deve muoversi anche secondo un pattern specifico su un piano per eseguire un compito particolare, come mostrato in figura 13.5.

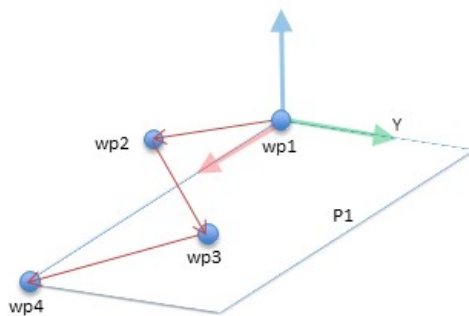


Figura 13.5: Un comando *SpostaL* con quattro punti percorso riguardanti la funzione piano

Considera ora, che il movimento relativo a *P1* deve essere ripetuto un numero di volte, ogni volta, secondo un offset *o* che in questo esempio è impostato a 10 cm nella direzione *Y* (vedere la figura 13.6, offset *O1* e *O2*). Ciò può essere ottenuto usando ad es. le funzioni *scriptpose_add()* o *pose_trans()* per modificare la funzione variabile.

É anche possibile passare ad una funzione completamente diversa mentre il programma è in esecuzione invece che aggiungere soltanto un offset. Ciò illustrato

```

Programma Robot
  SpostaJ
    wp1
  y = 0,01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  P1_var = pose_trans(P1_var, o)
  Funzione SpostaL # : P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4

```

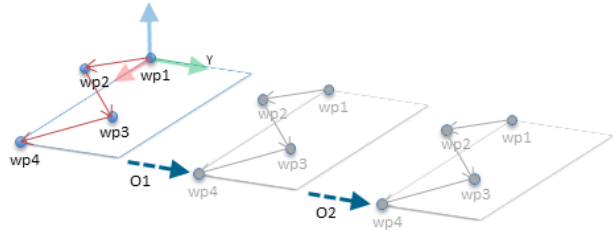


Figura 13.6: Applicazione di un offset alla funzione piano

nell'immagine in basso (vedere l'immagine 13.7) dove la funzione di riferimento per il comando *SpostaL P1_var* può passare da un piano all'altro tra *P1* e *P2*.

```

Programma Robot
  SpostaJ
    S1
  se (digital_input[0]) allora
    P1_var = P1
  else
    P1_var = P2
  Funzione SpostaL # : P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4

```

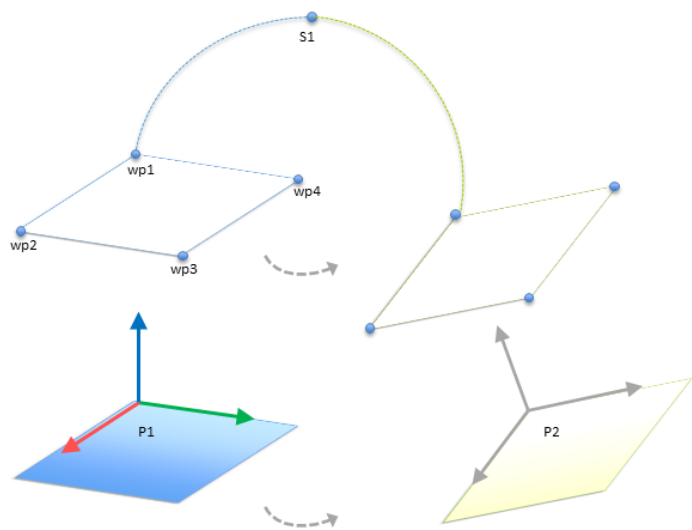


Figura 13.7: Passaggio da una funzione piano all'altra

13.13 Configura allineamento del trasportatore

Utilizzando un trasportatore, è possibile configurare il robot per l'allineamento dei movimenti. La configurazione dell'allineamento del trasportatore comprende opzioni per la configurazione del robot per operazioni con encoder assoluti e incrementali e trasportatori circolari e lineari.

Parametri del trasportatore

È possibile collegare gli encoder incrementali alle uscite digitali comprese fra 0 e 3. La decodifica dei segnali digitali avviene a 40 kHz. Utilizzando un encoder di quadratura (richiede due ingressi), il robot è in grado di determinare velocità e direzione del trasportatore. Se la direzione del trasportatore è costante, è possibile utilizzare un ingresso singolo per la rilevazione di limiti In crescita, In calo o In crescita e in calo per la determinazione della velocità del trasportatore.

È possibile utilizzare encoder assoluti in caso di connessione tramite segnale MODBUS. Ciò richiede che la registrazione dell'ingresso MODBUS digitale sia preconfigurata nel 13.11.

Trasportatori lineari

In caso di selezione di un trasportatore lineare, è possibile configurare una funzione di linea per la determinazione della direzione del trasportatore. La funzione di linea deve essere parallela alla direzione del trasportatore e occorre impostare una distanza elevata fra i due punti che definiscono la funzione di linea. Si consiglia di configurare la funzione di linea posizionando in modo stabile l'utensile sul lato del trasportatore durante l'apprendimento dei due punti.

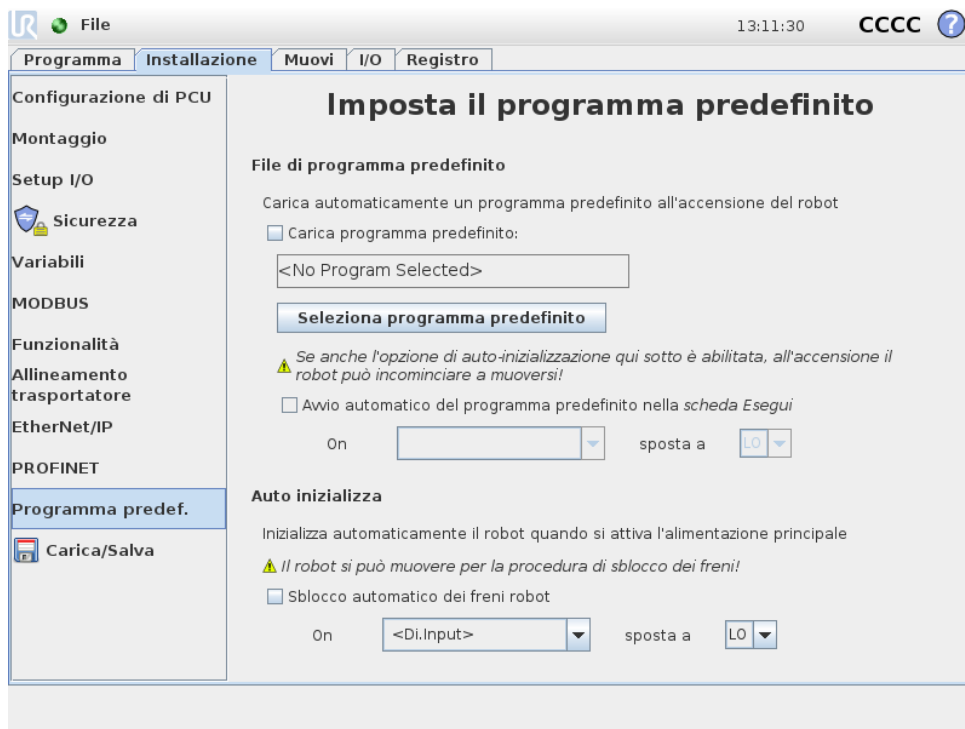
Il campo Scatti per metro equivale al numero di scatti generati dall'encoder quando il trasportatore si sposta di un metro.

$$\text{Scatti per metro} = \frac{\text{scatti per rivoluzioni dell'encoder}}{2\pi \cdot \text{raggi del disco dell'encoder[m]}} \tag{13.1}$$

Trasportatori circolari

Selezionando un trasportatore circolare, occorre definire il punto centrale dello stesso (cerchio). Il valore di Scatti per metro deve essere corrispondere al numero di scatti generati dall'encoder quando il trasportatore effettua una rotazione completa.

13.14 Installazione → Programma predefinito



Copyright © 2009–2017 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

Questa schermata contiene le impostazioni per il caricamento e l'avvio automatico di un programma predefinito e per l'inizializzazione automatica del braccio robot all'accensione.



AVVISO:

Quando il caricamento, l'avviamento e l'inizializzazione automatici sono tutti abilitati, il robot comincerà ad eseguire il programma selezionato non appena si accende l'unità di controllo se i segnali di ingresso corrispondono al livello di segnale selezionato, ad es. la transizione di fronte del segnale al livello di segnale selezionato non sarà in questo caso necessaria. Si richiede più cautela quando il livello di segnale è impostato su **BASSO**, poiché le configurazioni tipiche prevedono segnali d'ingresso bassi in modo predefinito, per cui il programma funziona automaticamente senza essere azionato da un segnale esterno.

13.14.1 Caricamento di un programma predefinito

Si può scegliere di caricare un programma predefinito all'accensione dell'unità di controllo. Inoltre, il programma predefinito verrà caricato automaticamente anche quando si passa alla schermata *Esegui programma* (vedere 11.4) senza caricare alcun programma.

13.14.2 Avviamento di un programma predefinito

Il programma predefinito si può avviare automaticamente nella schermata *Esegui programma*. Quando si carica il programma predefinito e viene rilevata la transizione di fronte del segnale di ingresso esterno specificato, il programma si avvierà automaticamente.

Si noti che all'avviamento il livello di segnale in ingresso corrente non è definito e scegliendo una transizione che corrisponde al livello di segnale all'avvio, si avvia il programma immediatamente. Inoltre, se si esce dalla schermata *Esegui programma* o si preme il pulsante di arresto sul *Cruscotto* si disabilita la funzione di avviamento automatico fino a quando non si preme di nuovo il pulsante di esecuzione.

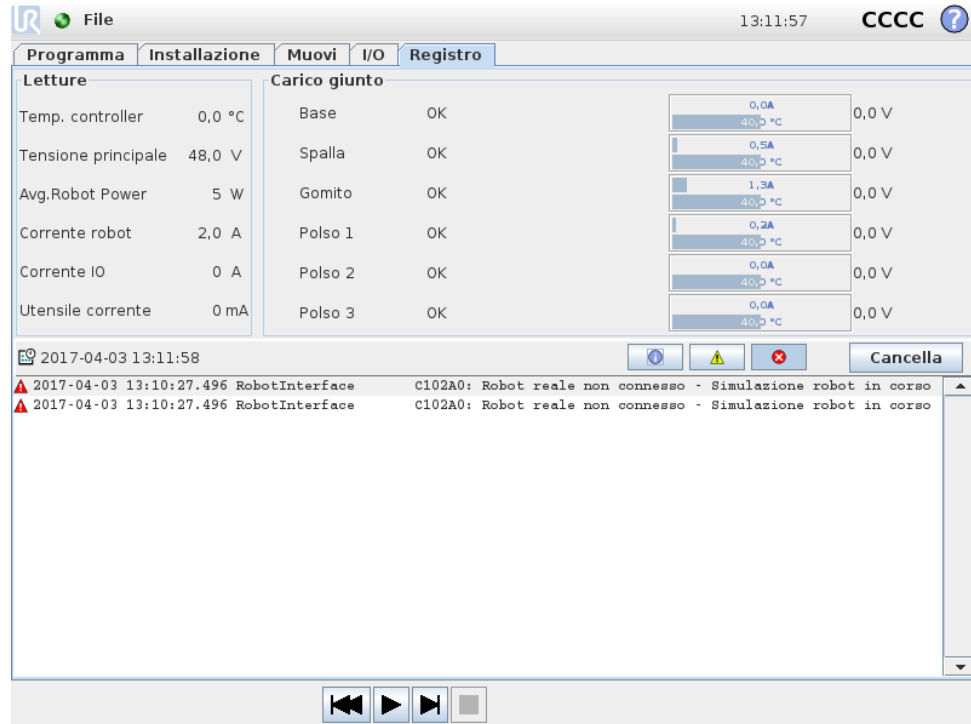
13.14.3 Inizializzazione automatica

È possibile inizializzare automaticamente il braccio robot, ad esempio all'accensione dell'unità di controllo. Alla transizione di fronte del segnale in ingresso esterno specificata, il braccio robot verrà pienamente inizializzato, a prescindere dalla schermata visualizzata.

La fase finale di inizializzazione è lo *Sblocco del freno*. Quando il robot sta sbloccando i freni, si muove lievemente e emette un suono. Inoltre, i freni non si possono sbloccare automaticamente se il montaggio configurato non corrisponde al montaggio rilevato in base ai dati del sensore. In tal caso, il robot deve essere inizializzato manualmente nella schermata di inizializzazione (vedere 11.5).

Si noti che all'avviamento il livello di segnale in ingresso corrente non è definito e scegliendo una transizione che corrisponde al livello di segnale all'avvio, si inizializza il braccio robot immediatamente.

13.15 Scheda Registro



Integrità robot La metà superiore della schermata visualizza lo stato di salute del braccio robot e dell'unità di controllo. La parte sinistra visualizza informazioni relative all'unità di controllo del robot, mentre la parte destra riporta informazioni su ciascun giunto di robot. Ciascun giunto di robot riporta informazioni sulla temperatura del motore e sull'elettronica, sul carico del giunto e sulla tensione al giunto.

Registro robot Nella metà inferiore della schermata sono riportati messaggi di registro. La prima colonna classifica la priorità dell'elemento nel registro. La seconda colonna riporta la data e l'ora di arrivo del messaggio. La colonna successiva riporta il mittente del messaggio. Mentre l'ultima colonna riporta il messaggio vero e proprio. È possibile filtrare i messaggi selezionando i pulsanti di commutazione corrispondenti alla priorità. L'immagine qui sopra ora riporta che gli errori verranno visualizzati mentre le informazioni ed i messaggi di avviso verranno filtrati. Alcuni messaggi del registro sono concepiti per fornire ulteriori informazioni che si possono accedere selezionando l'elemento nel registro.

13.16 Schermata caricamento

Su questa schermata si sceglie quale programma caricare. Esistono due versioni di questa schermata: una da usare quando si desidera semplicemente caricare un

programma ed eseguirlo e una che si usa quando di fatto si desidera modificare un programma.



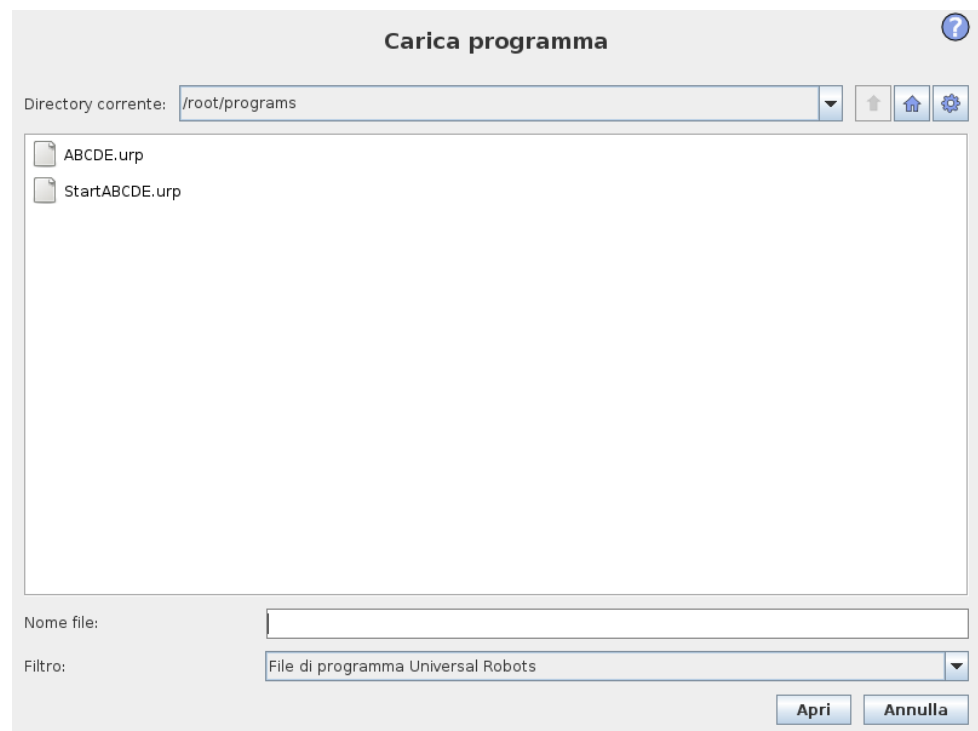
NOTA:

Si sconsiglia di eseguire un programma da un drive USB. Per eseguire un programma memorizzato su un drive USB, anzitutto caricarlo e quindi salvarlo nella cartella locale dei programmi usando l'opzione *Salva come...* nel menu *File*.

La differenza principale risiede nelle azioni disponibili all'utente. Nella schermata base di caricamento, l'utente sarà solo in grado di accedere ai file - non di modificarli o cancellarli. Inoltre, all'utente non è permesso abbandonare la struttura della directory discendente dalla cartella `programmi`. L'utente può discendere a una sotto-directory, ma non può salire al di sopra della cartella `programmi`.

Pertanto, tutti i programmi devono essere collocati nella cartella `programmi` e/o nelle sotto-cartelle sotto la cartella `programmi`.

Layout schermata



Quest'immagine visualizza l'effettiva schermata di caricamento. È composta dalle aree e dai pulsanti importanti che seguono:

Storico percorsi Lo storico percorsi visualizza un elenco dei percorsi che conducono alla locazione attuale. Ciò significa che vengono visualizzate tutte le directory di origine fino alla radice del computer. Qui si noterà che non si può accedere a tutte le directory superiori alla cartella `programmi`.

Selezionando il nome di una cartella nell'elenco, il messaggio di caricamento passa a quella directory e la visualizza nell'area di selezione del file 13.16.

Copyright © 2009–2017 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

Area selezione file In quest'area della finestra di dialogo sono presenti i contenuti dell'area in questione. Offre all'utente l'opzione di selezionare un file facendo clic sul suo nome o di aprire il file eseguendo un doppio clic.

È possibile selezionare le directory con la pressione prolungata di circa 0,5 s. È sufficiente fare clic una volta per aprire una cartella e visualizzarne il contenuto.

Filtro file Utilizzando il filtro file, è possibile limitare i file visualizzati in modo da includere il tipo di file richiesto. Selezionando "File di backup", l'area di selezione file visualizzerà le ultime 10 versioni salvate di ciascun programma, in cui .old0 è la più recente e .old9 la meno recente.

Campo file Qui è visualizzato il file al momento selezionato. L'utente dispone dell'opzione di digitare manualmente il nome di un file facendo clic sull'icona della tastiera sulla destra del campo. Ciò fa comparire una tastiera su schermo su cui l'utente può digitare il nome del file direttamente sullo schermo.

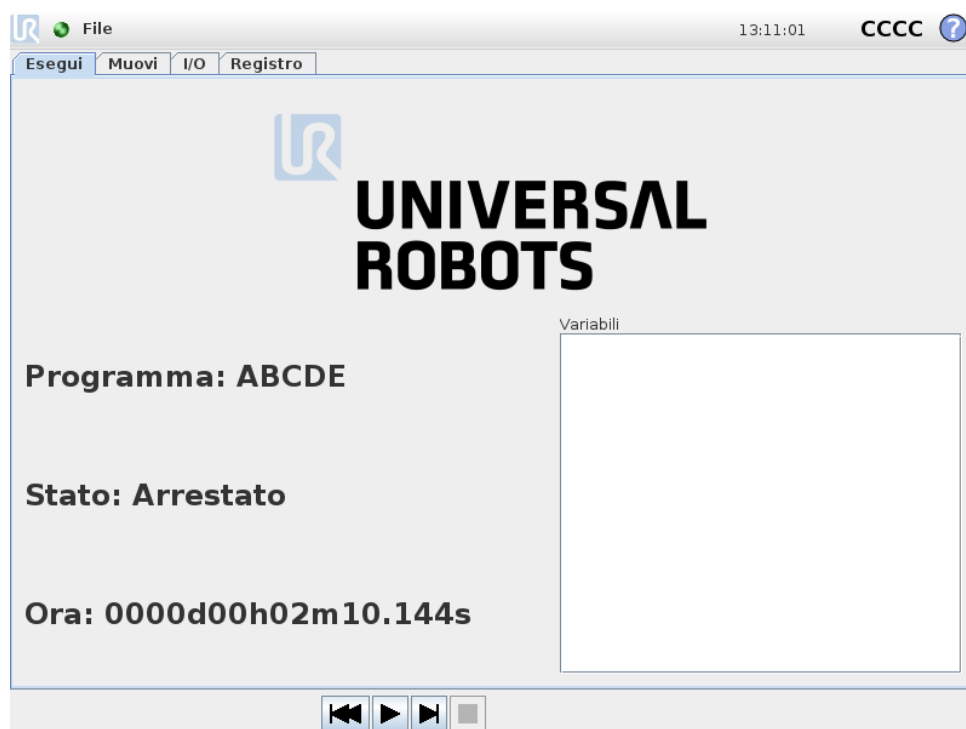
Pulsante Apri Facendo clic sul pulsante Apri, si apre il file attualmente selezionato e si torna alla schermata precedente.

Pulsante Annulla Facendo clic sul pulsante Annulla si interrompe il processo di caricamento in corso e si cambia la schermata all'immagine precedente.

Pulsanti di azione Una serie di pulsanti offre all'utente la possibilità di eseguire alcune azioni che normalmente sarebbero accessibili facendo clic col pulsante destro sul nome di un file in una comune finestra di dialogo per file. In aggiunta a ciò si ha la possibilità di salire nella struttura della directory e passare direttamente alla cartella programmi.

- Padre: salire nella struttura della directory. Il pulsante non verrà abilitato in due casi: quando la directory attuale è quella più alta o se la schermata è in modalità limitata e la directory attuale è la cartella programmi.
- Andare alla cartella programmi: Vai alla pagine iniziale
- Azioni: Azioni quali creazione directory, eliminazione file ecc.

13.17 Scheda Esecuzione

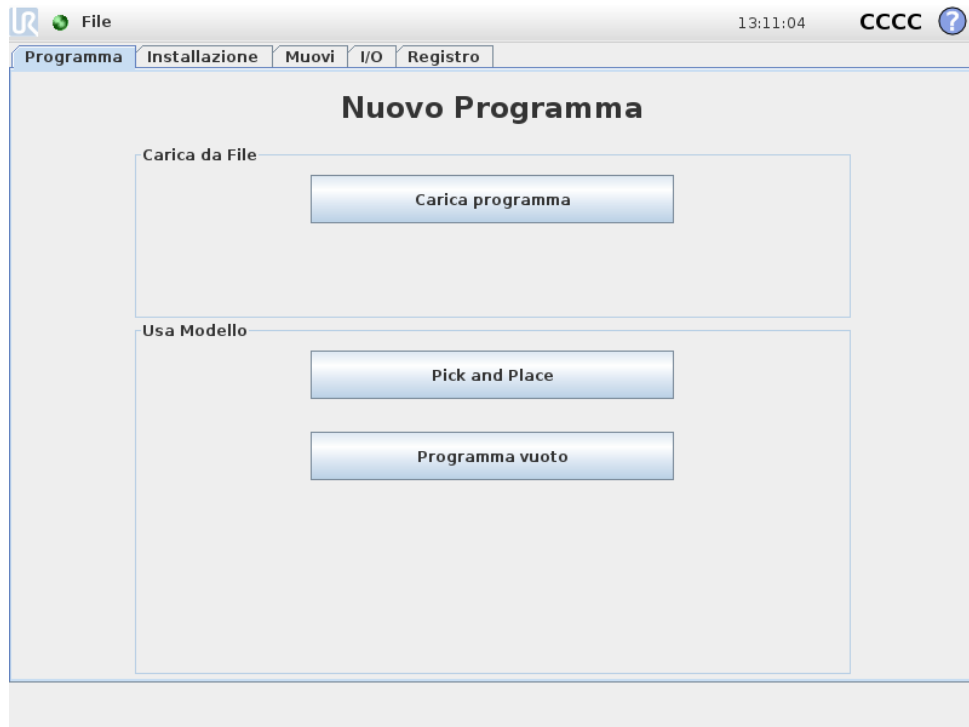


Questa scheda consente di controllare il braccio robot e l'unità di controllo in modo molto semplice, con un numero minimo di pulsanti ed opzioni. Tale funzione si può abbinare vantaggiosamente alla protezione con password della parte di programmazione di PolyScope (vedere 15.3), per trasformare il robot in uno strumento in grado di eseguire solo programmi preventivamente scritti.

Inoltre, in questa scheda si può caricare ed eseguire automaticamente un programma predefinito in base ad una transizione di fronte segnale in ingresso esterno (vedere 13.14). La combinazione di caricamento ed esecuzione automatica di un programma predefinito e inizializzazione automatica all'accensione si può utilizzare, ad esempio, per l'integrazione del braccio robot in altri macchinari.

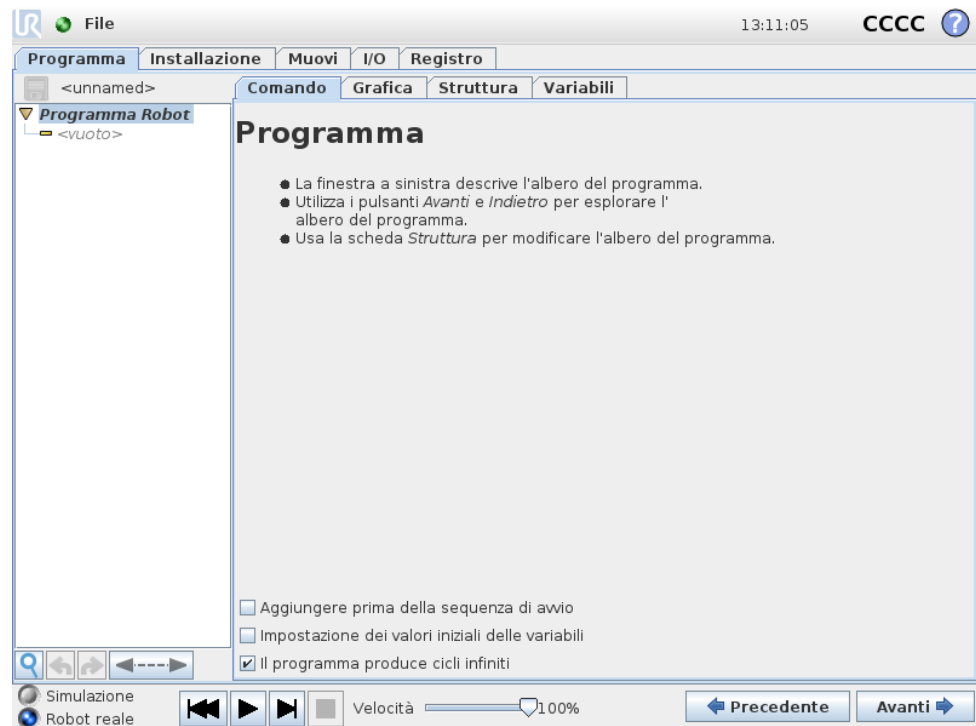
14 Programmazione

14.1 Nuovo Programma



È possibile avviare un nuovo programma robot da un *modello* o da un programma robot esistente (salvato). Un *modello* può fornire la struttura complessiva del programma per cui occorrerà immettere solo i relativi dettagli.

14.2 Scheda Programma



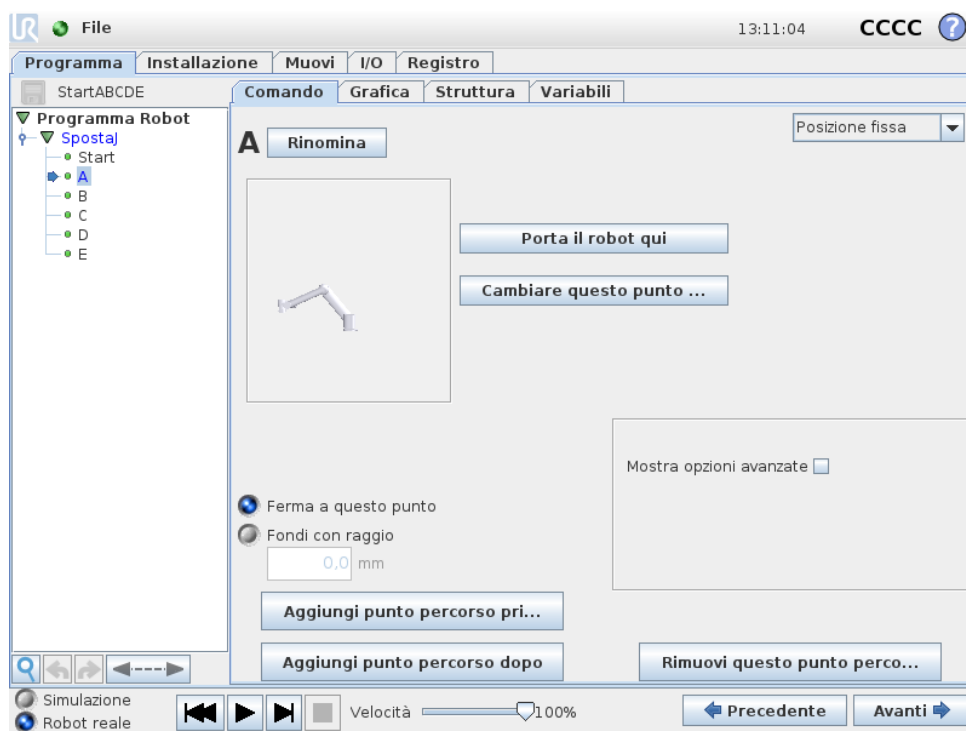
La scheda Programma mostra il programma corrente che si sta modificando.




14.2.1 Albero del programma


L'*albero del programma* sul lato sinistro della schermata visualizza il programma come elenco di comandi, mentre l'area sul lato destro della schermata visualizza informazioni sul comando corrente. Il comando corrente è selezionabile facendo clic sull'elenco dei comandi oppure utilizzando i pulsanti *Indietro* e *Avanti* che si trovano nell'angolo inferiore destro della schermata. È possibile inserire o rimuovere i comandi con la scheda *Struttura*, descritta in 14.30. Il nome del programma viene riportato direttamente sopra l'elenco dei comandi, con un'icona a forma di dischetto su cui è possibile fare clic per salvare rapidamente il programma.

Nell'albero del programma, il comando attualmente in esecuzione è evidenziato come descritto in 14.2.2.



14.2.2 Indicazione di esecuzione del programma





L'albero del programma comprende indicazioni visive relative al comando attualmente in esecuzione dal controller del robot. A sinistra dell'icona di comando viene visualizzata una piccola icona di indicazione , mentre il nome del comando in esecuzione e gli eventuali comandi di cui questo è un sottocomando (di solito identificati dalle icone di comando /) vengono evidenziati in blu, semplificando all'utente l'individuazione del comando in esecuzione nell'albero.

Ad esempio, se il braccio robot si muove verso un punto percorso, il sottocomando del punto percorso corrispondente viene evidenziato con l'icona  e il relativo nome, insieme al nome del comando Muovi (vedere 14.5) a cui appartiene, viene visualizzato in blu.



In caso di sospensione del programma, l'icona d'indicazione di esecuzione del programma evidenzia l'ultimo comando in fase di esecuzione.

Facendo clic sul pulsante con l'icona  che si trova sotto l'albero del programma, è possibile passare al comando in corso di esecuzione o a quello eseguito più di recente nell'albero. Se viene fatto clic su un comando mentre il programma è in esecuzione, la scheda Comando continuerà a visualizzare le informazioni relative al comando selezionato. Premendo il pulsante , la scheda Comando tornerà a visualizzare senza interruzioni le informazioni relative al comando in esecuzione.

14.2.3 Pulsante Ricerca

Il pulsante con l'icona  consente di eseguire una ricerca testuale nell'albero del programma. Facendo clic sul pulsante, è possibile inserire una ricerca testuale e i nodi del programma corrispondenti verranno evidenziati in giallo. Premere l'icona  per uscire dalla modalità di ricerca.

14.2.4 Pulsanti Annulla/ripristina

I pulsanti con le icone  e  che si trovano al di sotto della struttura del programma consentono di annullare e ripristinare le modifiche effettuate nell'albero del programma e nei relativi comandi.

14.2.5 Dashboard del programma

La parte inferiore della schermata è il *Dashboard*. Il *Dashboard* presenta una serie di pulsanti simili a un registratore a nastro di vecchio tipo, da cui è possibile avviare e arrestare, avanzare di un passo alla volta e riavviare i programmi. Il *cursore di velocità* consente di regolare la velocità del programma in qualsiasi momento, variando direttamente la velocità di movimento del braccio robot. In aggiunta, il *cursore di velocità* visualizza in tempo reale la velocità relativa con cui si muove il braccio robot, tenendo in considerazione le impostazioni di sicurezza. La percentuale indicata è la velocità massima raggiungibile per il programma in esecuzione senza causare violazioni dei limiti di sicurezza.

A sinistra del *Dashboard* i pulsanti *Simulazione* e *Robot Reale* consentono di alternare l'esecuzione del programma in simulazione o l'esecuzione dello stesso con il robot reale. Quando si esegue una simulazione, il braccio robot non si muove e pertanto non può causare collisioni, danneggiando se stesso o altre apparecchiature circostanti. Utilizzare la simulazione per collaudare i programmi se si è incerti di quello che farà il braccio robot.



PERICOLO:

1. Accertarsi di mantenersi al di fuori dello spazio di lavoro del robot quando si preme il pulsante *Esegui*. Il movimento programmato potrebbe essere differente da quello previsto.
2. Accertarsi di mantenersi al di fuori dello spazio di lavoro del robot quando si preme il pulsante *Fase*. La funzione del pulsante *Fase* può risultare di difficile comprensione. Utilizzarla unicamente quando sia strettamente necessario.
3. Accertarsi di collaudare sempre il programma, riducendo la velocità con l'apposito cursore. Eventuali errori di programmazione logica commessi dall'integratore potrebbero causare movimenti inattesi del braccio robot.
4. In caso di arresto di emergenza o protezione, il programma del robot verrà arrestato e potrà essere ripristinato solo quando nessun giunto effettuerà un movimento superiore a 10°. Premendo *Riproduci*, il robot tornerà lentamente in traiettoria e proseguirà nell'esecuzione del programma.

Durante la scrittura del programma, il movimento risultante del braccio robot viene illustrato con una grafica tridimensionale nella scheda *Grafica*, descritta in 14.29.

Accanto a ciascun comando di programma è presente una piccola icona rossa, gialla o verde. L'icona sarà rossa in caso di un errore in tale comando, gialla se il comando non è completo e verde se non ci sono problemi. Un programma può essere eseguito solo quando tutti i comandi sono verdi.

14.3 Variabili

Un programma robot può far uso di variabili per memorizzare ed aggiornare svariati valori durante l'esecuzione. Sono disponibili due tipi di variabili:

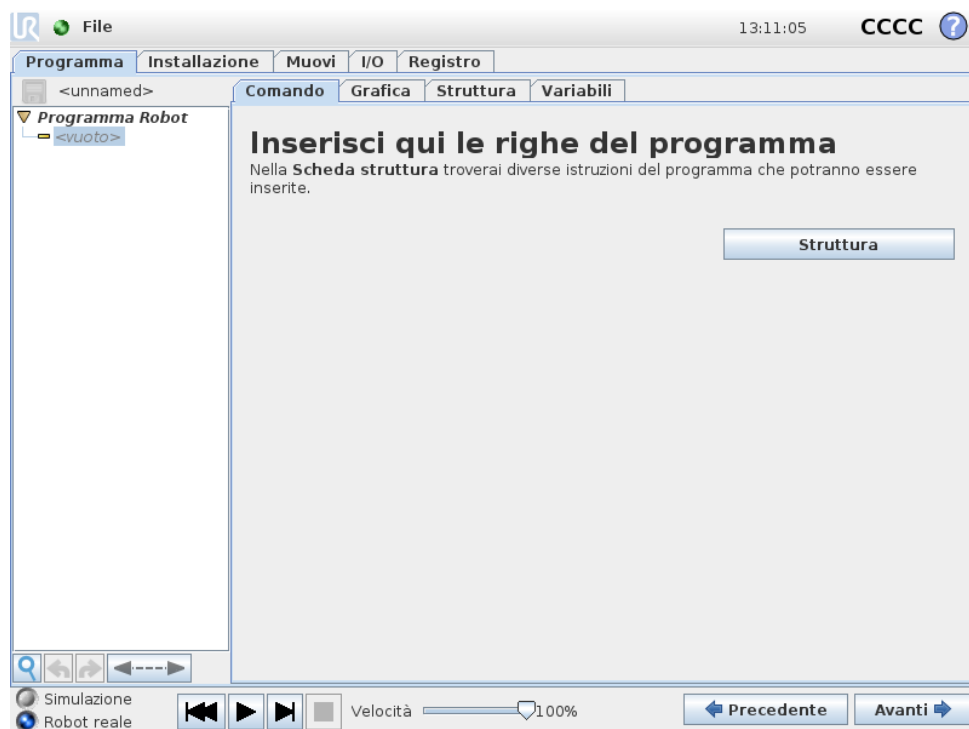
Variabili di installazione: Utilizzabili da diversi programmi. Nomi e valori restano invariati con l'installazione del robot (per ulteriori dettagli consultare 13.10). Le variabili di installazione mantengono i valori una volta riavviati robot e unità di controllo.

Variabili del programma classiche: Disponibili solo per il programma in esecuzione. I valori vengono persi non appena il programma viene arrestato.

Sono disponibili i seguenti tipi di variabile:

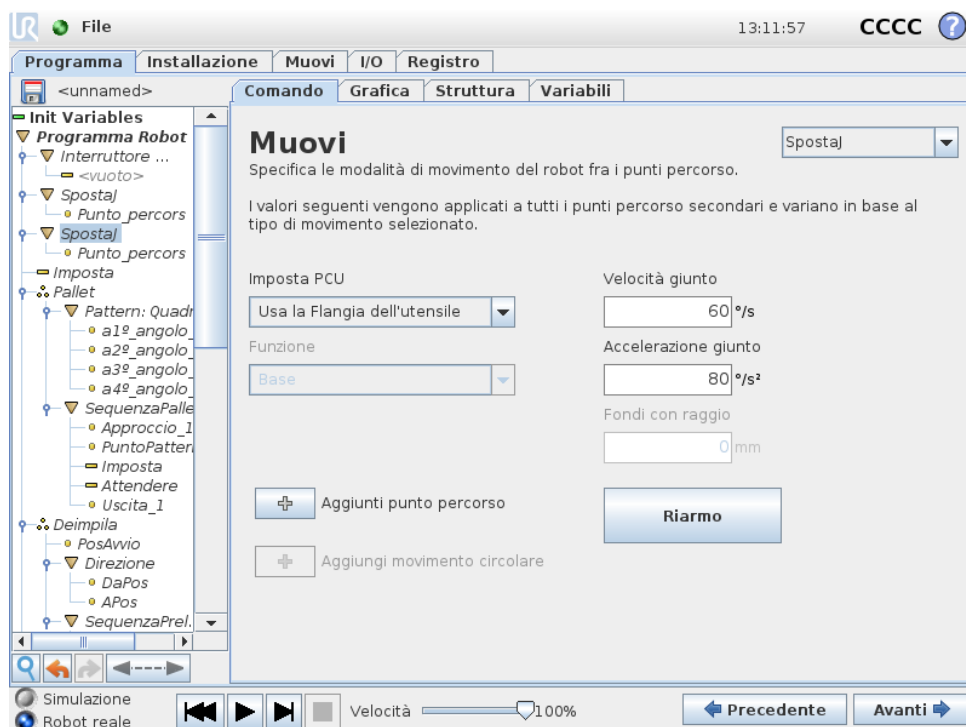
<i>bool</i>	Una variabile booleana il cui valore è <code>True</code> o <code>False</code> .
<i>int</i>	Un numero intero compreso fra -2147483648 e 2147483647 (32 bit).
<i>float</i>	Un numero con virgola mobile (decimale) (32 bit).
<i>stringa</i>	Una sequenza di caratteri.
<i>posizionale</i>	Un vettore che descrive la posizione e l'orientamento nello spazio cartesiano. È una combinazione di un vettore di posizione (x, y, z) ed uno di rotazione (rx, ry, rz) che rappresenta l'orientamento, scritto $p[x, y, z, rx, ry, rz]$.
<i>lista</i>	Una sequenza di variabili.

14.4 Comando: Vuoto



Qui devono essere inseriti i comandi del programma. Premere il pulsante *Struttura* per passare alla relativa scheda, dove sono presenti le varie righe di programma selezionabili. Un programma non può essere eseguito prima che tutte le righe siano specificate e definite.

14.5 Comando: Muovi



Il comando Muovi controlla il movimento del robot attraverso i punti percorso sottostanti. I punti percorso devono trovarsi sotto un comando Muovi. Il comando Muovi definisce l'accelerazione e la velocità con cui il braccio robot si muoverà tra quei punti percorso.

Tipi di movimento

È possibile selezionare uno dei tre tipi di movimento: *Spostaj*, *Spostal* e *Spostap* vengono spiegati qui sotto.

- **Spostaj** consente di eseguire movimenti calcolati nello *spazio del giunto* del braccio robot. Ciascun giunto è controllato in modo da raggiungere l'ubicazione finale desiderata nello stesso momento. Questo tipo di movimento si traduce in un percorso curvo dell'utensile. I parametri condivisi validi per questo tipo di movimento corrispondono alla velocità e all'accelerazione massime del giunto da utilizzare per i calcoli del movimento, specificati rispettivamente in *gradi/s* e *gradi/s²*. Se si desidera che il braccio robot si muova velocemente tra i punti percorso ignorando il percorso dell'utensile tra tali punti, questo tipo di movimento è la scelta ideale.
- **Spostal** consente all'utensile di spostarsi in maniera lineare tra i punti percorso. Ciò significa che ciascun giunto esegue un movimento più complicato per mantenere l'utensile su un percorso in linea retta. I parametri condivisi modificabili per questo tipo di movimento corrispondono alla velocità e all'accelerazione desiderate dell'utensile, specificate rispettivamente in *mm/s* e *mm/s²*, oltre che per una funzione. La funzione selezionata stabilirà in quale

spazio funzionale sono rappresentate le posizioni dell'utensile dei punti percorso. Le funzioni e i punti percorso variabili sono di interesse specifico per quanto riguarda gli spazi funzionali. Le funzioni variabili possono essere utilizzate quando la posizione dell'utensile di un punto percorso deve essere stabilita in base all'effettivo valore della funzione variabile durante l'esecuzione del programma robot.

- **SpostaP** consente all'utensile di spostarsi in maniera lineare a velocità costante, eseguendo transizioni circolari. È concepito per alcune operazioni del processo, come incollaggio o erogazione. La dimensione del raggio di transizione è predefinita come valore condiviso tra tutti i punti percorso. Con un valore minore il percorso risulta più spigoloso, mentre con un valore maggiore sarà più uniforme. Sebbene il braccio robot si muova attraverso i punti percorso a velocità costante, l'unità di controllo del robot non può attendere un'operazione di I/O o un'azione dell'operatore. Ciò potrebbe causare l'arresto del braccio robot o innescare un arresto di protezione.

Si può aggiungere un **Sposta Cerchio** a un comando **muoviP**, questo è composto da due punti percorso: il primo definisce un punto intermedio dell'arco circolare, mentre il secondo è il punto finale del movimento. Il robot inizierà il movimento circolare dalla sua posizione corrente, quindi si sposterà attraverso i due punti percorso specificati. Poiché la variazione dell'orientamento dell'utensile attraverso il movimento circolare è determinata solo dall'orientamento di partenza e da quello al punto finale, l'orientamento del punto intermedio non influenza il movimento circolare. Uno **Sposta Cerchio** deve essere sempre preceduto da un punto percorso sotto lo stesso **SpostaP**.

Parametri condivisi

I parametri condivisi nell'angolo inferiore destro della schermata **Muovi** vengono applicati al movimento che va dalla posizione precedente del braccio robot al primo punto percorso sotto il comando, per poi proseguire in ciascuno dei successivi punti percorso. Le impostazioni del comando **Muovi** non valgono per il percorso che parte *dall'*ultimo punto percorso sotto il comando **Muovi**.

Selezione PCU

È possibile selezionare il PCU utilizzato per i punti percorso sotto il comando **Muovi** dal menu a discesa. È possibile selezionare il PCU attivo dai PCU definiti dall'utente nell'installazione o semplicemente usando la flangia dell'utensile. Se un PCU definito dall'utente o il PCU attivo è selezionato, il movimento collegato a questo comando **Muovi** sarà regolato in relazione ad esso. Se è selezionato **Usa la flangia utensile**, non viene usato nessun PCU e il movimento collegato a questo comando **Muovi** sarà relativo alla flangia dell'utensile (ad es. nessuna regolazione del movimento).

In caso di determinazione del PCU attivo per il movimento durante l'esecuzione del programma, impostare il PCU in modo dinamico mediante il comando **Imposta** (vedere 14.10) o i comandi script. Per ulteriori informazioni sulla configurazione dei PCU con nome, vedere 13.6.

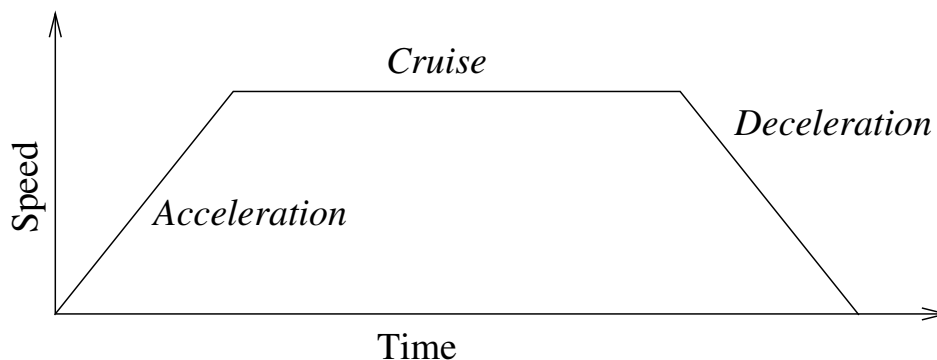


Figura 14.1: Profilo di velocità di un movimento. La curva è suddivisa in tre segmenti: *accelerazione*, *crociera* e *decelerazione*. Il livello della fase di *crociera* deriva dall'impostazione della velocità del movimento, mentre la ripidità delle fasi di *accelerazione* e *decelerazione* derivano dal parametro di accelerazione.

Selezione delle funzioni

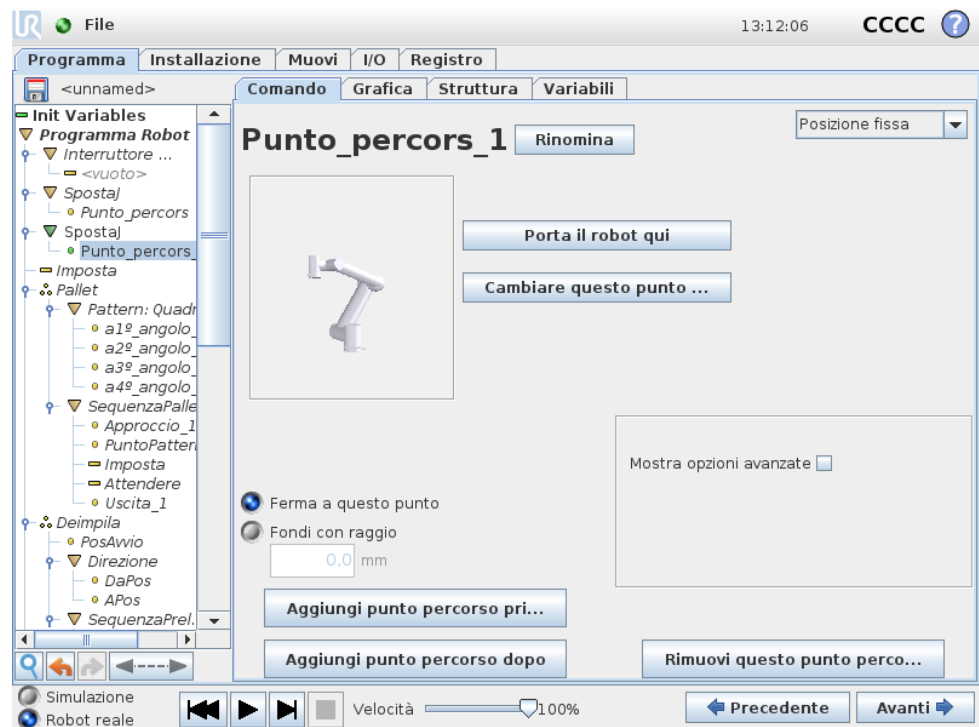
In merito a *SpostaL* e *SpostaP*, in caso di specificazione dei punti percorso, è possibile selezionare lo spazio funzionale in cui rappresentare i punti percorso sotto il comando Muovi, (vedere la sezione 13.12). Ciò significa che quando si imposta un punto percorso, il programma ricorderà le coordinate dell'utensile nello spazio funzionale della funzione selezionata. In alcune circostanze occorre una spiegazione dettagliata:

Punti percorso relativi: La funzione selezionata non influisce sui punti percorso relativi. Il movimento relativo viene sempre eseguito nel rispetto dell'orientamento della *Base*.

Punti percorso variabili: Quando il braccio robot si muove verso un punto percorso variabile, la posizione target dell'utensile viene sempre calcolata in base alle coordinate della variabile nello spazio della funzione selezionata. Pertanto, il movimento del braccio robot per un punto percorso variabile viene modificato sempre in caso di selezione un'altra funzione.

Funzione variabile: Se una delle funzioni nell'installazione attualmente caricata viene selezionata come variabile, le variabili corrispondenti saranno selezionabili anche nel menu di selezione delle funzioni. Se viene selezionata la variabile di una funzione (denominata dalla funzione seguita dal suffisso "_var"), i movimenti del braccio robot (tranne per i punti percorso *relativi*) dipenderanno dal valore effettivo della variabile quando il programma è in esecuzione. Il valore iniziale della variabile di una funzione corrisponde al valore della funzione configurata nell'installazione. I movimenti del robot variano in caso di modifica a tale valore.

14.6 Comando: Punto percorso fisso



Un punto sul percorso del robot. I punti percorso sono la parte più centrale di un programma robot e comunicano al braccio robot dove andare. Un punto percorso in posizione fissa viene dato spostando fisicamente il braccio robot su tale posizione.

Impostazione del punto percorso

Premere questo pulsante per passare alla schermata Muovi, in cui si può definire la posizione del braccio robot per questo punto percorso. Se il punto percorso viene collocato sotto un comando Muovi nello spazio lineare (SpostaL o SpostaP), per abilitare questo pulsante occorrerà selezionare una funzione valida su tale comando.

Nomi dei punti percorso

I punti percorso ottengono automaticamente un nome univoco al momento della definizione degli stessi. È possibile modificare questo nome. I punti percorso con lo stesso nome condividono le informazioni di posizione. Pertanto, il cambiamento della posizione di un punto percorso avrà effetto anche su tutti gli altri punti percorso con lo stesso nome. Le altre informazioni dei punti percorso, come ad esempio raggio di transizione, velocità e accelerazione giunto/utensile, vengono configurati per i singoli punti percorso anche se dispongono dello stesso nome.

Transizione

La transizione consente al robot di eseguire un passaggio fluido fra due traiettorie senza arrestarsi nel punto di percorso intermedio.

Esempio Prendere in considerazione come esempio un'applicazione di presa e posizionamento (vedi figura 14.2), in cui il robot si trova nel punto percorso 1 (WP_1) e deve prelevare un oggetto nel punto percorso 3 (WP_3). Per evitare collisioni con oggetti o altri ostacoli (O), il robot deve avvicinarsi a WP_3 nella direzione proveniente dal punto percorso 2 (WP_2). Pertanto, vengono introdotti tre punti percorso per creare un percorso in grado di soddisfare i requisiti.

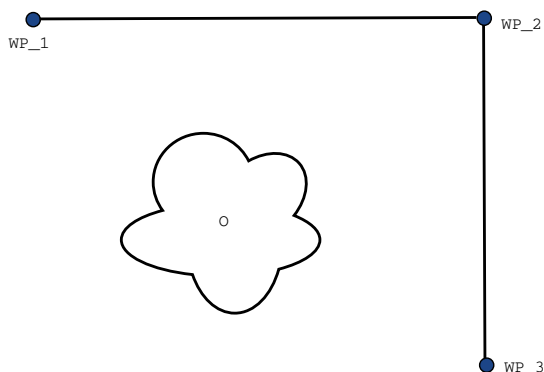


Figura 14.2: WP_1: posizione iniziale, WP_2: punto intermedio, WP_3: posizione di pick-up, O: ostacolo.

Senza eseguire la configurazione di altre impostazioni, il robot effettuerà una pausa in corrispondenza di ciascun punto percorso prima di continuare il movimento. Per questa attività non è consigliabile effettuare una fermata in WP_2, poiché una curva morbida richiederebbe meno tempo ed energia e soddisferebbe ugualmente i requisiti. È anche accettabile che il robot non raggiunga in maniera precisa la posizione WP_2, a patto che la transizione della prima alla seconda traiettoria si verifichi nelle vicinanze di questa posizione.

È possibile evitare la fermata in WP_2 configurando una transizione per il punto percorso utile al robot per calcolare una transizione morbida verso la successiva traiettoria. Il primo parametro per la transizione è un raggio. Quando il robot si trova all'interno del raggio di transizione del punto percorso può iniziare la transizione e deviare dal percorso originale. Ciò consente di eseguire movimenti più rapidi e morbidi poiché il robot non deve decelerare e accelerare di nuovo.

Parametri di transizione Oltre ai punti percorso, diversi parametri influenzeranno la traiettoria di transizione (vedi figura 14.3):

- raggio di transizione (r)
- velocità iniziale e finale del robot (rispettivamente alle posizioni p_1 e p_2)
- tempo di movimento (es. impostando un tempo specifico per la traiettoria, ciò influenzerà la velocità iniziale e finale del robot)
- tipi di traiettoria da cui e verso cui eseguire la transizione (S_{postaL} , S_{postaJ})

Se si imposta un raggio di transizione, la traiettoria del braccio robot esegue la transizione attorno al punto percorso, consentendo al braccio di non arrestarsi sul punto.

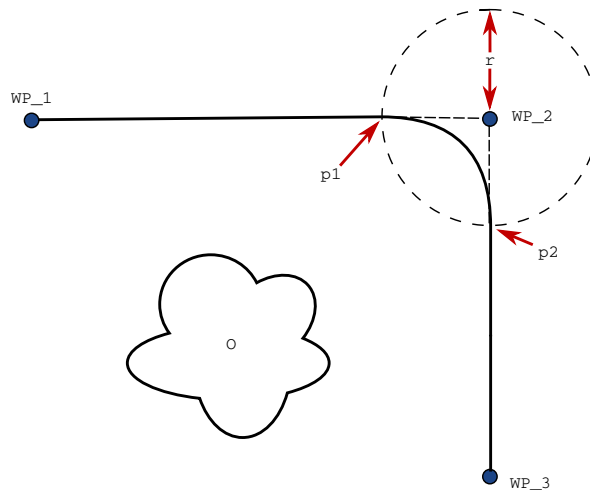


Figura 14.3: Transizione lungo WP_2 con raggio r , posizione di transizione iniziale in $p1$ e finale in $p2$. \circ è un ostacolo.

Le transizioni non possono sovrapporsi, per cui non è possibile impostare un raggio di transizione che si sovrapponga a un altro di un punto percorso precedente o successivo, come indicato in figura 14.4.

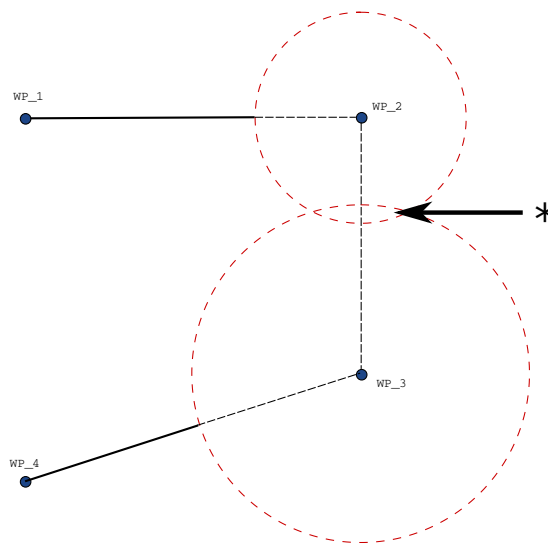


Figura 14.4: Non è consentita la sovrapposizione del raggio di transizione (*).

Traiettorie di transizione condizionale La traiettoria di transizione viene influenzata dal punto percorso in cui viene impostato il raggio di transizione e da quello seguente nell'albero del programma. In altre parole, nel programma in figura 14.5, la transizione intorno a WP_1 viene influenzata da WP_2. La conseguenza di questa situazione diventa più evidente quando si segue la transizione intorno a WP_2 di questo esempio. Esistono due posizioni terminali possibili: per determinare con quale successivo punto percorso eseguire la transizione, il robot deve

valutare la lettura corrente di `digital_input[1]` al momento di inserire il raggio di transizione. In altre parole, l'espressione `if...then` (o altre istruzioni necessarie per determinare il successivo punto percorso, come ad esempio i punti percorso variabile) viene valutata prima di raggiungere `WP_2`, una soluzione controintuitiva nell'esame della sequenza del programma. Se un punto percorso è di arresto ed è seguito da un'espressione condizionale per determinare il punto percorso successivo (es. il comando I/O), verrà eseguito quando il braccio robot si sarà fermato nel punto percorso.

```

SpostaL
  WP_I
  WP_1 (transizione)
  WP_2 (transizione)
  if (digital_input[1]) then
    WP_F_1
  else
    WP_F_2

```

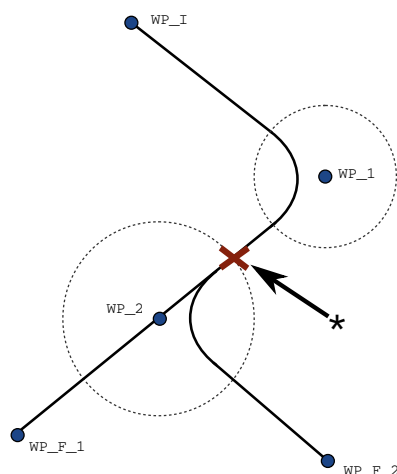


Figura 14.5: `WP_I` è il punto percorso iniziale ed esistono due punti percorso finali potenziali `WP_F_1` e `WP_F_2`, in base a un'espressione condizionale. L'espressione condizionale `if` viene valutata quando il braccio robot entra nella seconda transizione (*).

Combinazioni dei tipi di traiettoria È possibile eseguire una transizione fra i quattro tipi di traiettoria di `SpostaJ` e `SpostaL`, ma la combinazione specifica influenzerà la traiettoria di transizione calcolata. Esistono 4 possibili combinazioni:

1. Da `SpostaJ` a `SpostaJ` (fusione nello spazio dei giunti puro)
2. Da `SpostaJ` a `SpostaL`
3. Da `SpostaL` a `SpostaL` (fusione nello spazio cartesiano puro)
4. Da `SpostaL` a `SpostaJ`

Il confronto fra la transizione di uno spazio dei giunti puro (voce dell'elenco 1) e dello spazio cartesiano puro (voce dell'elenco 3) viene eseguito nella figura 14.6. Il confronto visualizza due percorsi potenziali dell'utensile per insiemi di punti percorso identici.

Fra le diverse combinazioni, le voci dell'elenco 2, 3 e 4 produrranno traiettorie comprese nei limiti della traiettoria originaria dello spazio cartesiano. Un esempio di transizione fra diversi tipi di traiettoria (voce dell'elenco 2) è presente nella figura 14.7.

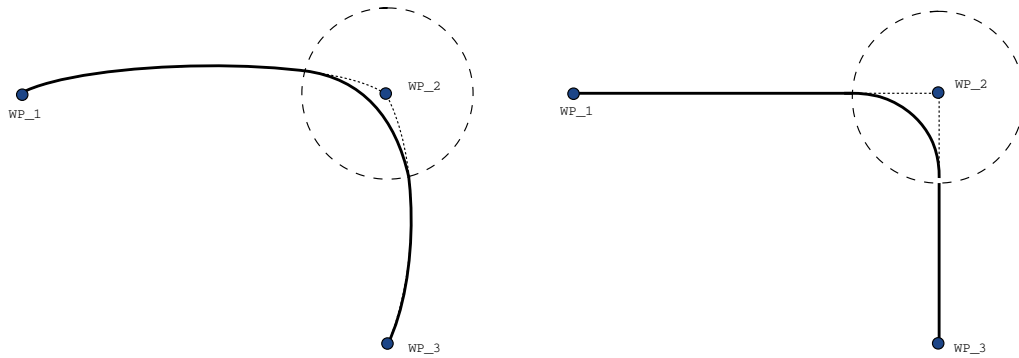


Figura 14.6: Movimento e transizione nel rapporto fra spazio dei giunti (SpostaJ) e cartesiano (SpostaL).

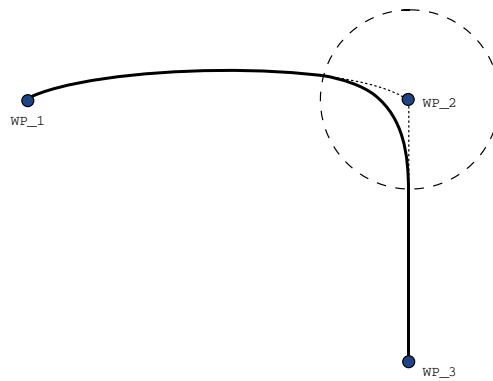


Figura 14.7: La transizione da un movimento nello spazio dei giunti (SpostaJ) a un movimento lineare dell'utensile (SpostaL).

Le transizioni dello spazio dei giunti puro (voce dell'elenco 1), possono agire in maniera meno intuitiva, poiché il robot cercherà la traiettoria più morbida possibile nello spazio dei giunti prendendo in considerazione i requisiti di tempo e velocità. Per questo motivo, potrebbe deviare dal tragitto indicato dai punti percorso. Ciò avviene soprattutto nei casi in cui sussistono differenze significative di velocità dei giunti tra le due traiettorie. *Avvertenza:* in caso di velocità molto diverse (es. specificando impostazioni avanzate, vale a dire velocità o tempo, per un punto percorso specifico), potrebbero verificarsi ampie deviazioni dalla traiettoria originale, come indicato nella figura 14.8. Per eseguire una transizione fra diverse velocità, se non è possibile accettare questa deviazione occorre prendere in considerazione una transizione nello spazio cartesiano utilizzando SpostaL.

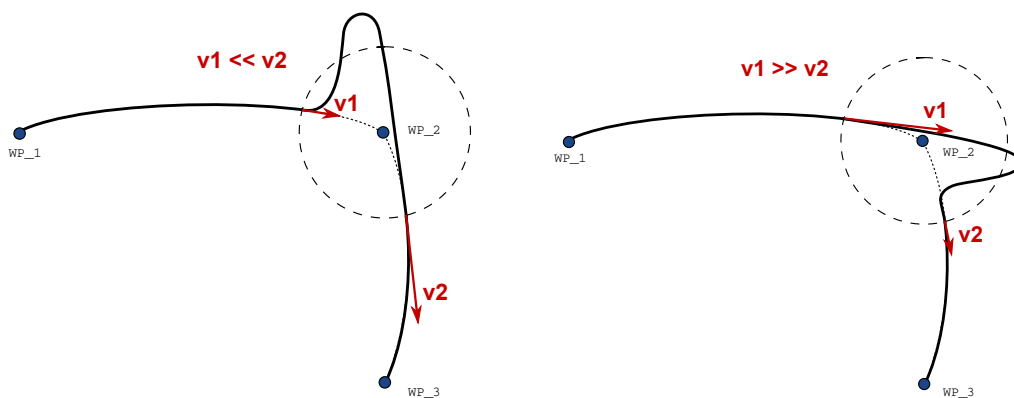


Figura 14.8: Transizione dello spazio dei giunti quando la velocità iniziale v_1 è significativamente inferiore a quella finale v_2 (o il contrario).

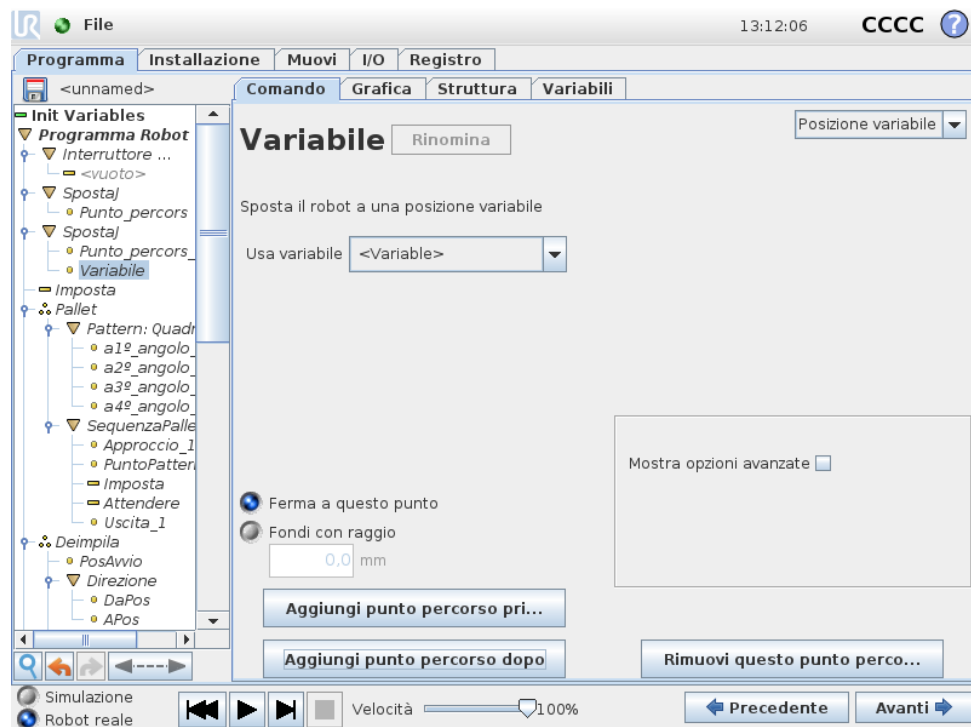
14.7 Comando: Punto percorso relativo



Un punto percorso con la posizione data in relazione a quella precedente del braccio robot, ad esempio “due centimetri a sinistra”. La posizione relativa è definita come differenza tra due posizioni date (da sinistra a destra). Si noti che le posizioni relative ripetute possono portare il braccio robot fuori dalla propria area di lavoro.

In questo caso si tratta della distanza cartesiana tra il centro utensile nelle due posizioni. L’angolo indica il grado di variazione dell’orientamento del centro utensile tra le due posizioni. Più precisamente, la lunghezza del vettore di rotazione che descrive la variazione dell’orientamento.

14.8 Comando: Punto percorso variabile:

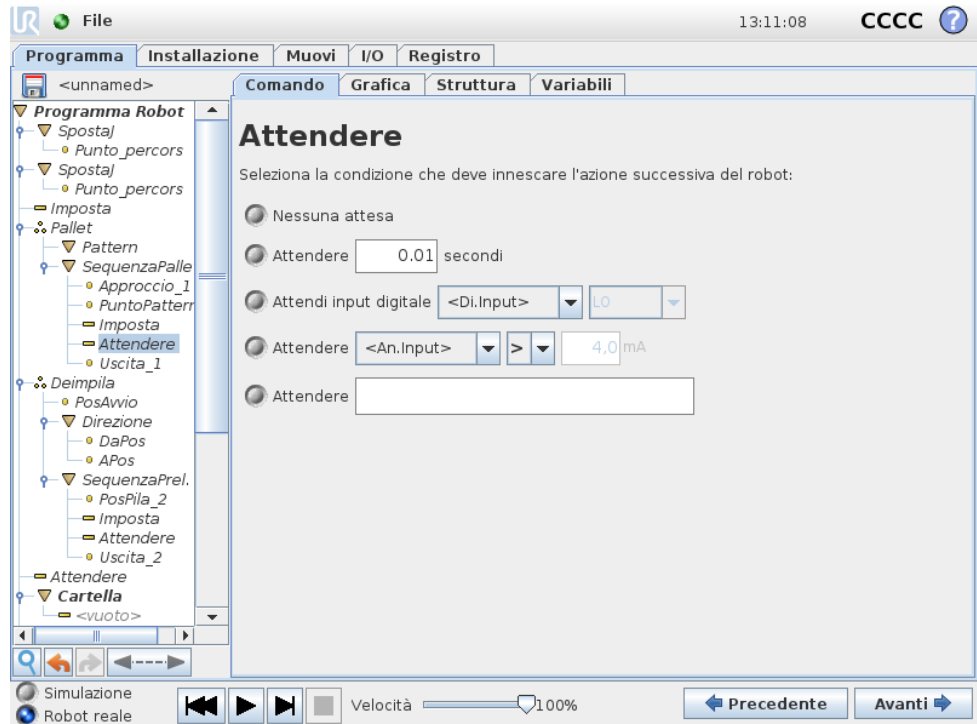


Un punto percorso con la posizione fornita da una variabile, in questo caso `pos_calcolata`. La variabile deve essere un *posizionamento* come `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. I primi tre valori indicano x,y,z e gli ultimi tre l'orientamento come *vettore di rotazione* in base al vettore rx,ry,rz . La lunghezza dell'asse è l'angolo da ruotare in radianti, ed è lo stesso vettore a indicare l'asse attorno al quale ruotare. La posizione viene data sempre riferita a un sistema di riferimento o un sistema di coordinate definito dalla funzione selezionata. Il braccio robot si smuove sempre linearmente verso un punto percorso variabile. Se il raggio di una transizione viene impostato su un punto percorso prefissato e i punti percorso precedenti e successivi sono variabili, o se il raggio della transizione viene impostato su un punto percorso variabile, il controllo della sovrapposizione del raggio di una transizione non verrà eseguito (vedere 14.6). Se, durante l'esecuzione del programma, il raggio di una transizione si sovrappone a un punto, il punto verrà ignorato dal robot, che passerà al punto successivo.

Per esempio, per spostare il robot di 20 mm lungo l'asse Z dell'utensile:

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
SpostaL
  Punto percorso_1 (posizione variabile):
    Usare la variabile=var_1, Funzione=utensile
```

14.9 Comando: Attendere



Attende per un dato periodo di tempo. Non eseguirà operazioni se Nessuna attesa è selezionato.

14.10 Comando: Imposta

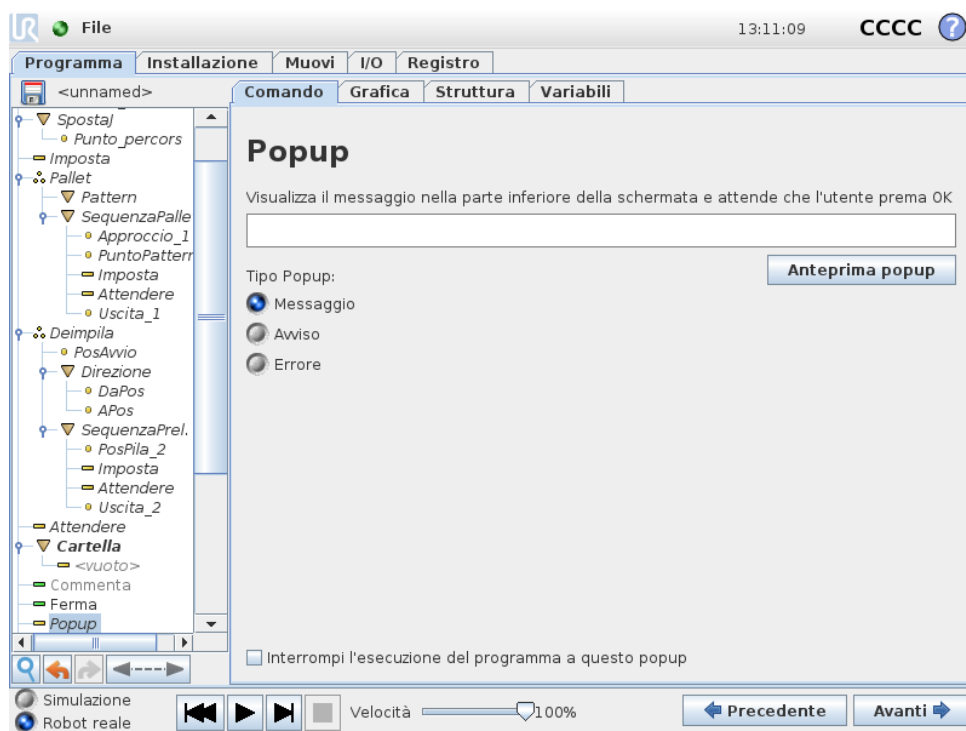


Imposta le uscite digitali o analogiche su un dato valore.

È possibile utilizzare questo comando anche per impostare il carico utile del braccio robot. La regolazione del peso del carico utile potrebbe essere necessaria per evitare che, quando il peso all'utensile è diverso da quello previsto del carico utile, il robot inneschi un arresto di protezione. Per impostazione predefinita, il TCP viene utilizzato anche come centro di gravità. Se il TCP attivo non viene usato come centro di gravità è possibile deselezionare la casella di opzione.

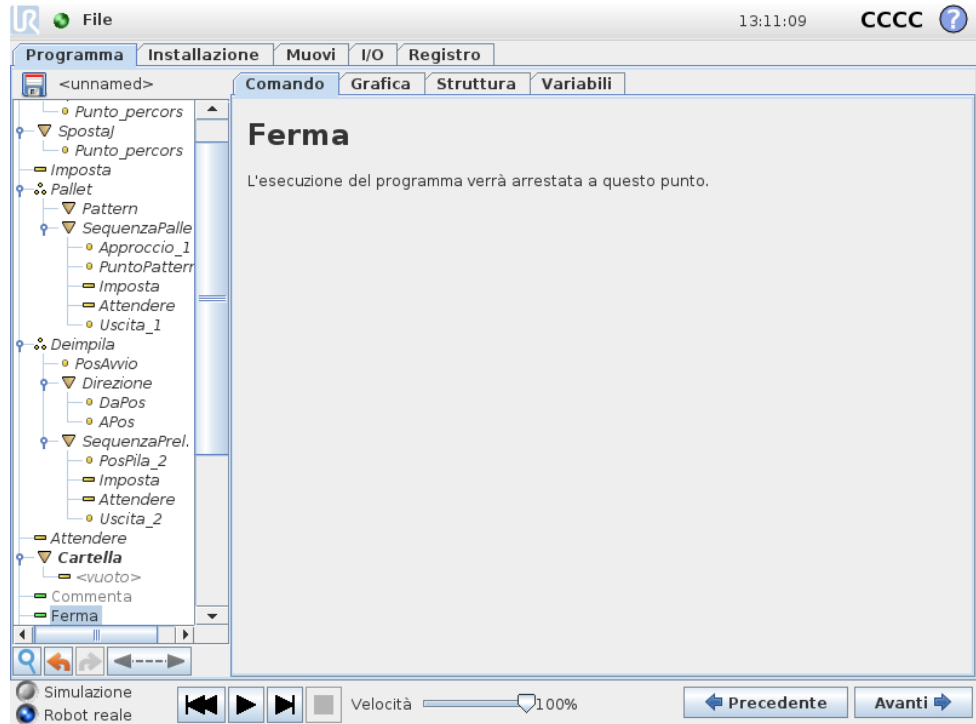
È possibile modificare il PCU attivo mediante il comando Imposta. Spuntare la casella di selezione e selezionare uno degli offset del PCU dal menu. Se un particolare PCU è noto al momento della scrittura del programma, prendere in considerazione l'utilizzo della selezione PCU nella scheda Muovi (vedere 14.5). Per ulteriori informazioni sulla configurazione dei PCU con nome, vedere 13.6.

14.11 Comando: Popup



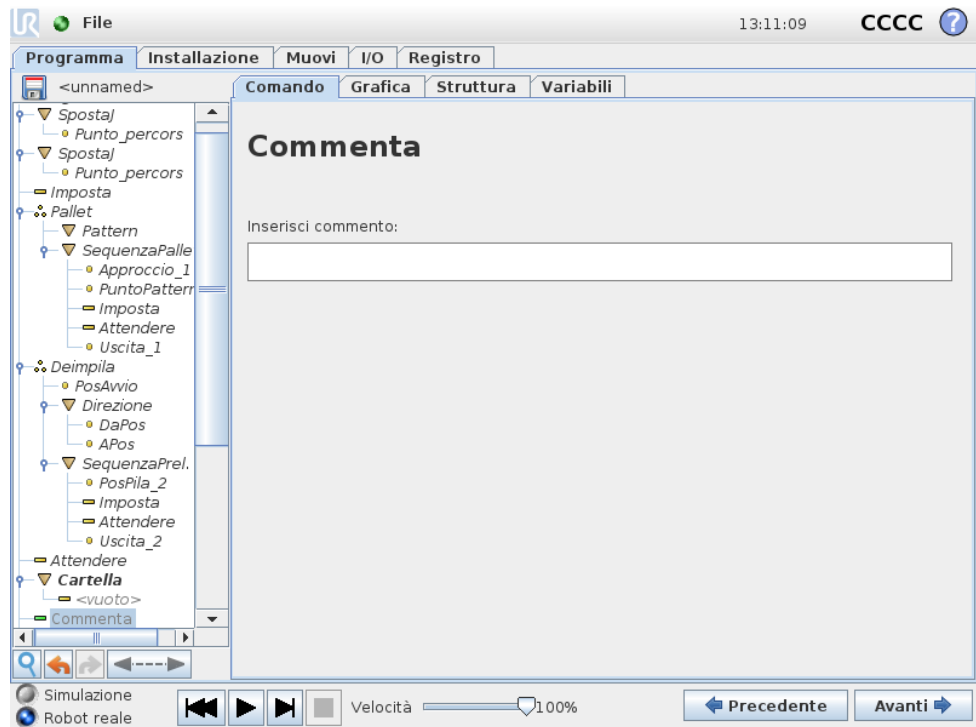
Il popup è un messaggio che appare sulla schermata quando il programma raggiunge il comando corrispondente. Lo stile del messaggio può essere selezionato e può essere immesso il testo utilizzando la tastiera su schermo. Il robot attende che l'utente/operatore prema il pulsante "OK" sotto il messaggio a comparsa prima di continuare con il programma. In caso di selezione della voce "Interrompi esecuzione programma", il programma del robot viene arrestato in presenza di questo messaggio a comparsa.

14.12 Comando: Ferma



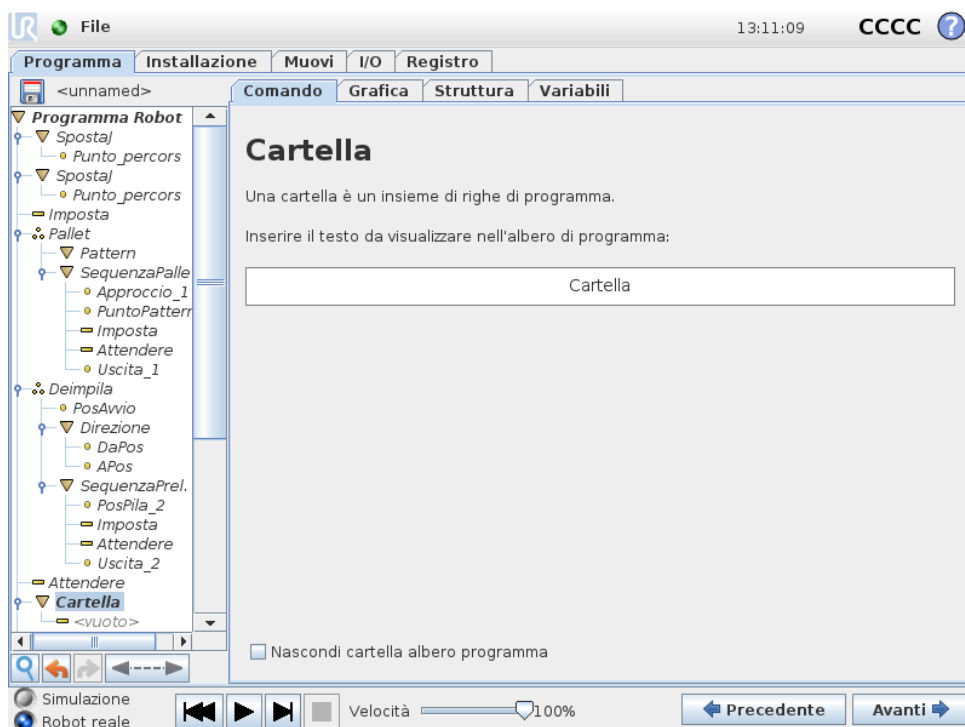
L'esecuzione del programma si ferma a questo punto.

14.13 Comando: Commenta



Consente al programmatore di aggiungere una riga di testo al programma. Questa riga di testo non influisce sull'esecuzione del programma.

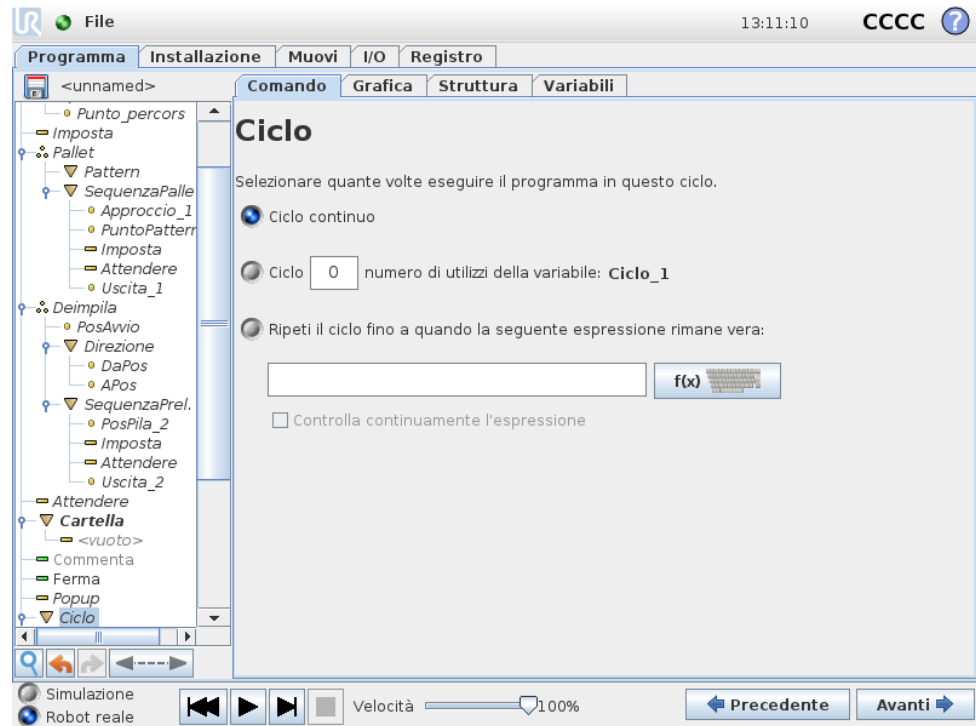
14.14 Comando: Cartella



Una cartella viene utilizzata per organizzare ed etichettare parti specifiche di un programma, per ripulire l'albero del programma e per rendere il programma leggibile ed esplorabile con maggiore facilità.

Una cartella non ha nessuna funzionalità di per sé.

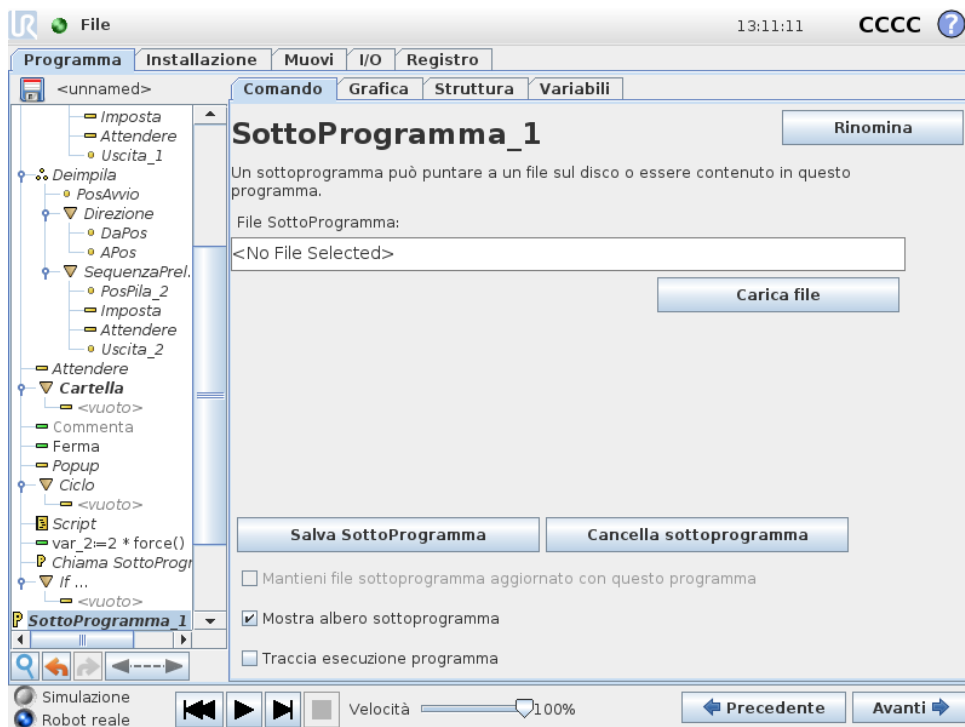
14.15 Comando: Ciclo



Ripete i comandi sottostanti del programma. A seconda della selezione, i comandi di programma sottostanti vengono ripetuti all'infinito, un certo numero di volte o fino a quando la condizione data è True. Quando un ciclo viene eseguito un certo numero di volte, viene creata una variabile di ciclo dedicata (`ciclo_1` nella schermata sopra riportata) che è possibile utilizzare nelle espressioni all'interno del ciclo. La variabile di ciclo viene conteggiata da 0 a $N - 1$.

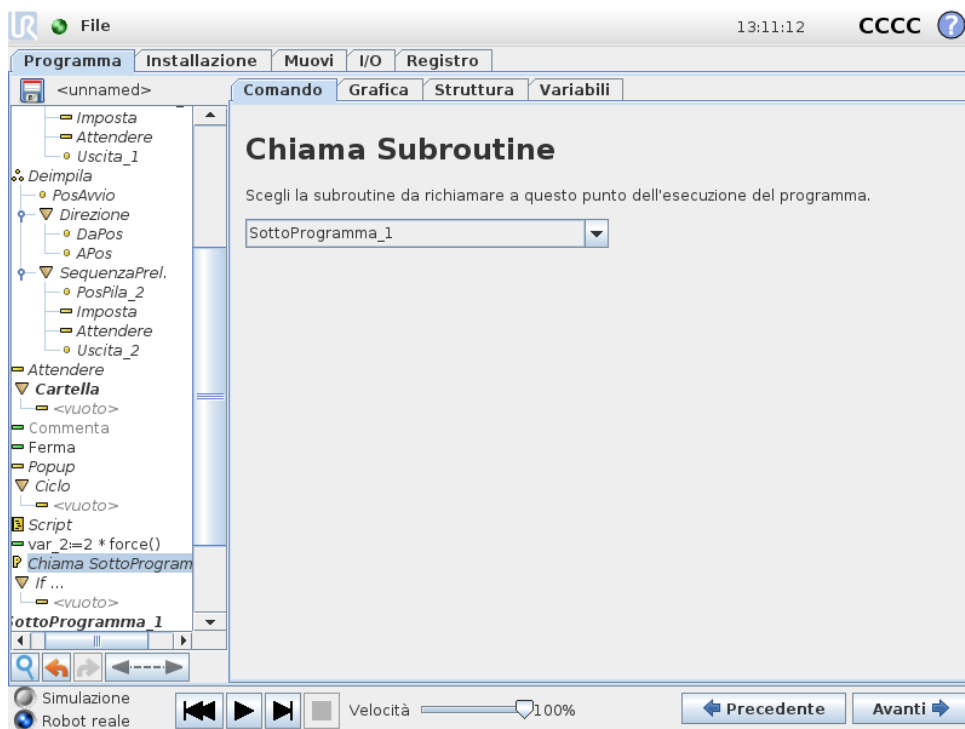
Quando si esegue un ciclo utilizzando un'espressione come condizione di fine, PolyScope consente di valutare tale espressione in continuazione, in modo da poter interrompere il "loop" in qualsiasi momento durante l'esecuzione e non solo dopo ciascuna iterazione.

14.16 Comando: SottoProgramma



Un SottoProgramma può contenere parti del programma che sono necessarie in vari punti. Un SottoProgramma può essere un file separato sul disco, e può essere anche nascosto per proteggere da modifiche accidentali del SottoProgramma.

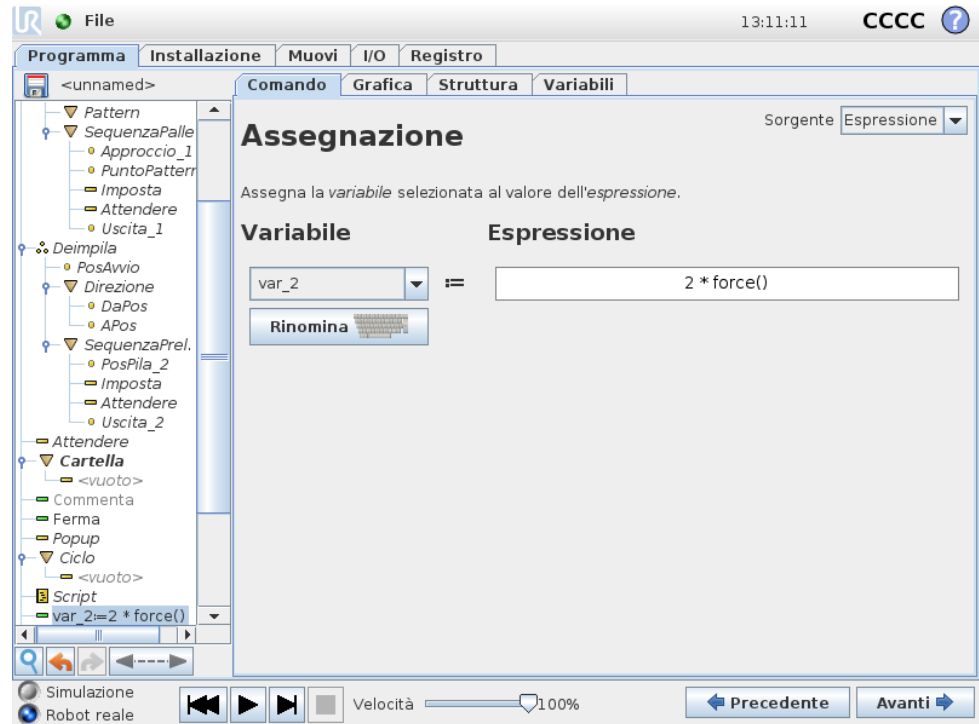
Comando: Richiama SottoProgramma



Copyright © 2009–2017 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

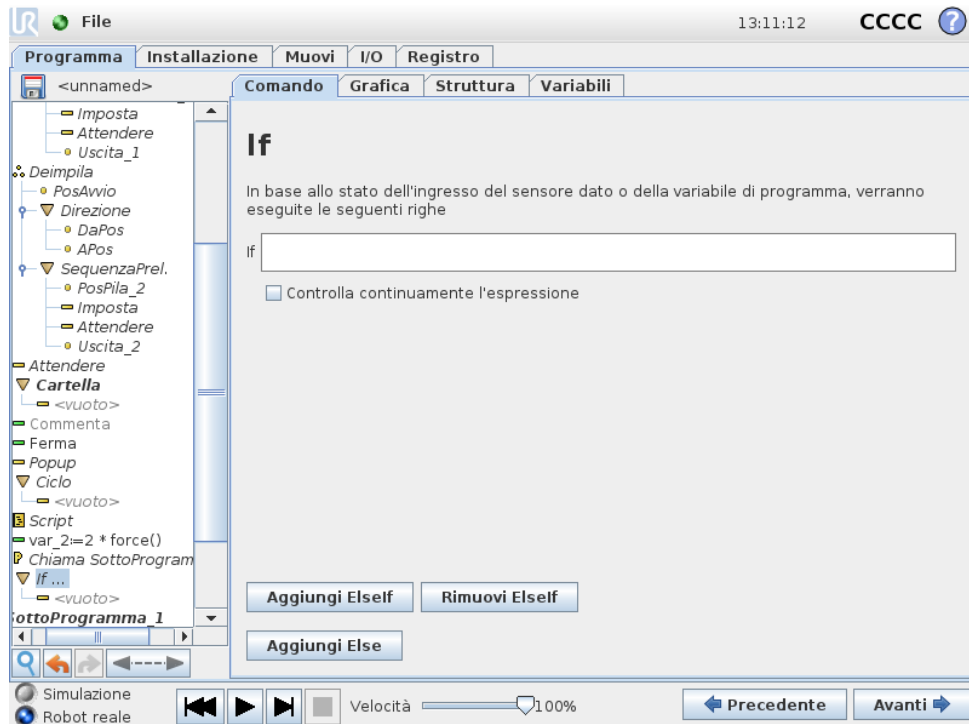
Una chiamata a un sottoprogramma eseguirà le righe di programma nel sottoprogramma e quindi ritornerà alla riga seguente.

14.17 Comando: Assegnazione



Assegna valori alle variabili. Un'assegnazione colloca il valore calcolato del lato destro nella variabile sul lato sinistro. Ciò può risultare utile in programmi complessi.

14.18 Comando: If

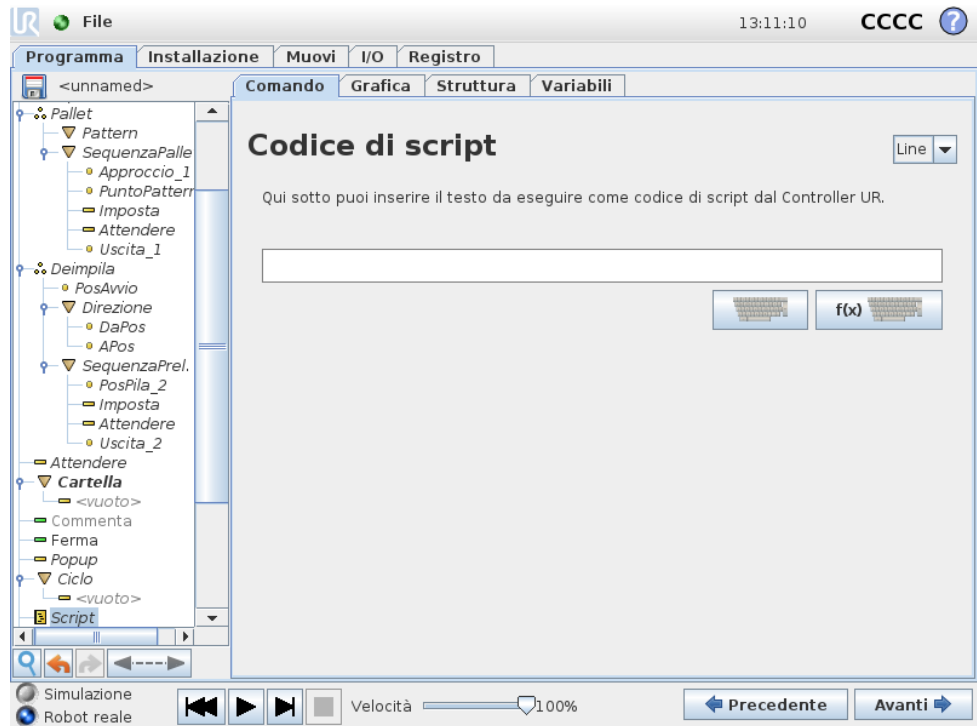


Un costrutto “if...else” può modificare il comportamento del robot in base agli ingressi sensore o ai valori variabili. Utilizzare l’editor espressioni per descrivere la condizione secondo la quale il robot deve procedere ai sottocomandi di questo If. Se la condizione è valutata a True, vengono eseguite le righe all’interno di questo If.

Ciascun If può disporre di diversi ElseIf e di un comando Else. Questi possono essere aggiunti tramite i pulsanti sulla schermata. È possibile rimuovere un comando ElseIf dalla relativa schermata.

La voce aperta *Controlla continuamente l’espressione* consente di valutare le condizioni delle istruzioni If ed ElseIf durante l’esecuzione delle righe contenute. Se il risultato di un’espressione viene valutato come False all’interno della parte If, si passerà all’istruzione ElseIf o Else seguente.

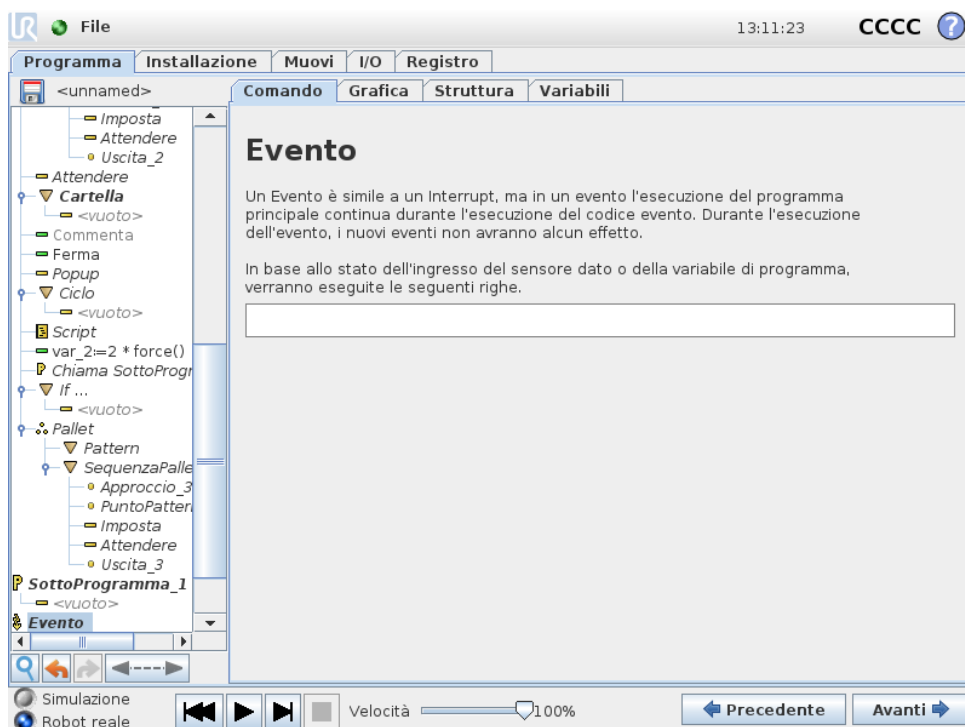
14.19 Comando: Script



Questo comando dà accesso al linguaggio di script in tempo reale sottostante che viene eseguito dal controller del robot. È destinato all'uso esclusivo da parte di utenti esperti, le istruzioni per l'uso sono disponibili nel manuale Script sul sito web di supporto (<http://www.universal-robots.com/support>).

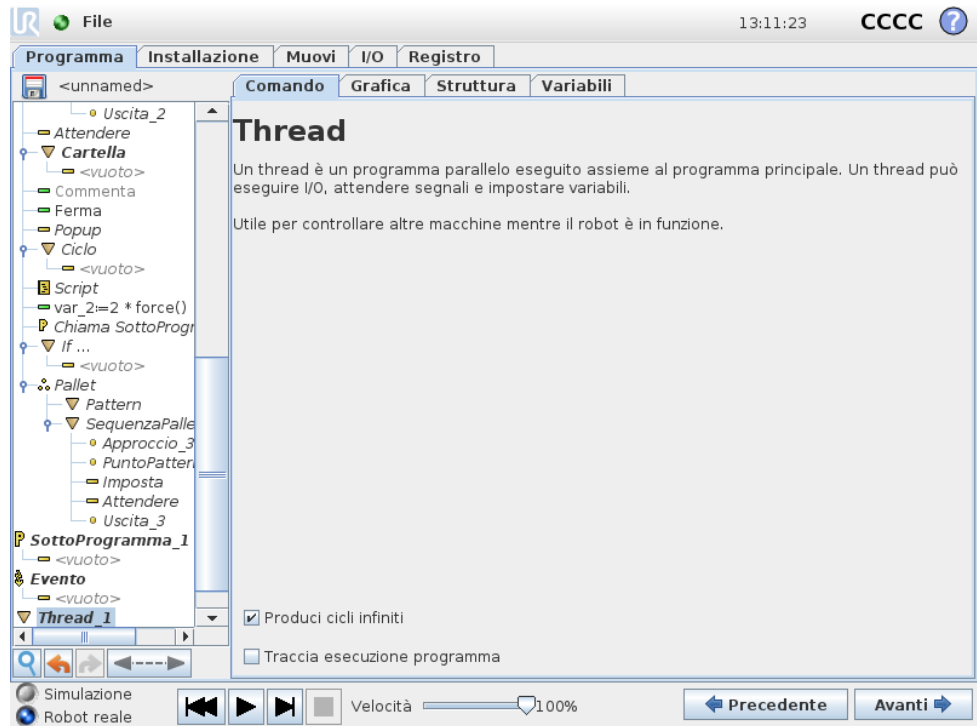
Selezionando l'opzione "File" nell'angolo superiore sinistro è possibile creare e modificare file di programma script. In tal modo i programmi script lunghi e complessi possono essere utilizzati assieme alla programmazione PolyScope facile per l'operatore.

14.20 Comando: Evento



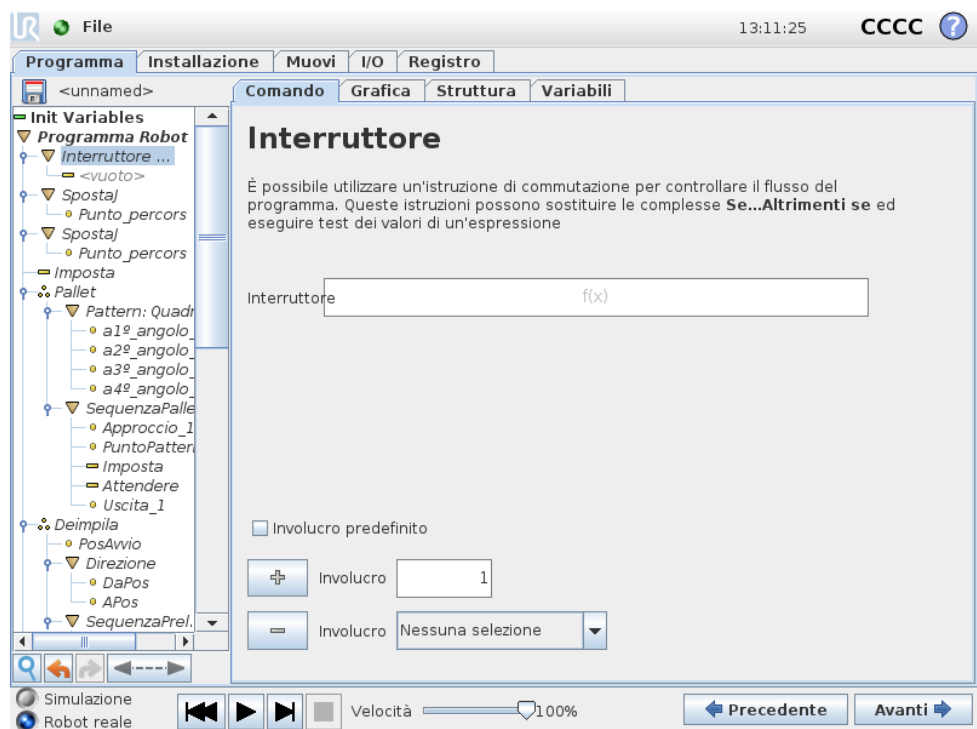
È possibile utilizzare un evento per monitorare un segnale di ingresso ed eseguire un'azione, oppure per impostare una variabile quando aumenta il livello di tale segnale di ingresso. Ad esempio, se un segnale di uscita aumenta di livello, il programma dell'evento può attendere 200 ms e riportarlo a un livello basso. In tal modo, il codice programma principale sarà più semplice nel caso di una macchina esterna innescata da un fronte di salita anziché da un alto livello di ingresso. Gli eventi vengono controllati una volta a ogni controlli di ciclo (8ms).

14.21 Comando: Thread



Un thread è un processo parallelo al programma robot. Un thread può essere utilizzato per controllare una macchina esterna indipendentemente dal braccio robot. Un thread può comunicare con il programma robot con variabili e segnali di uscita.

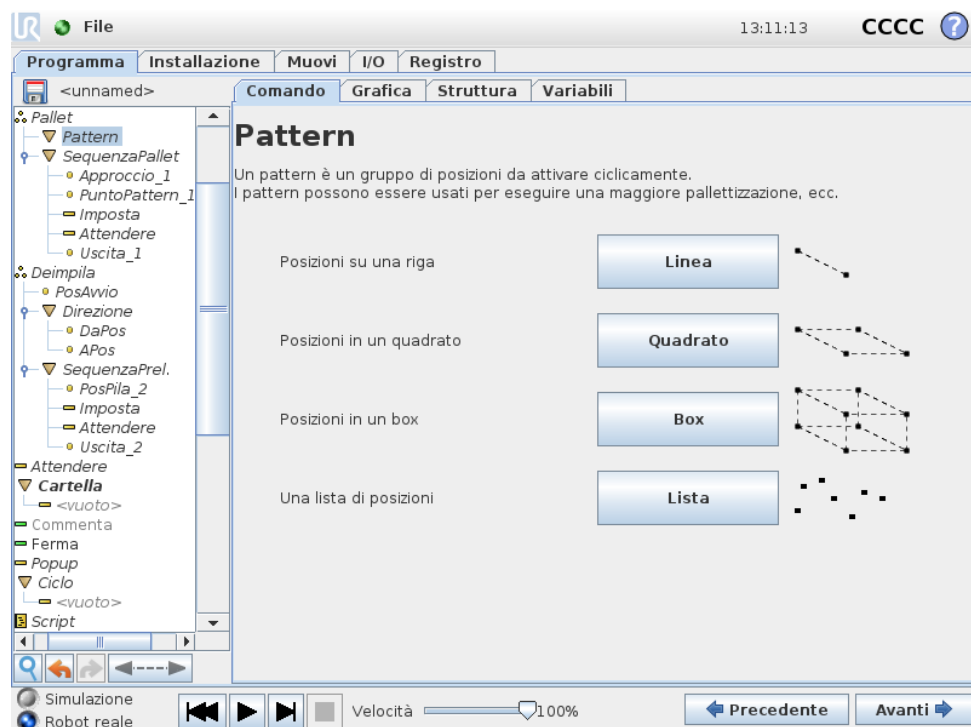
14.22 Comando: Switch



Un costrutto “Switch Case” può modificare il comportamento del robot in base agli ingressi sensore o ai valori variabili. Utilizzare l’editor espressioni per descrivere la condizione di base e i casi secondo i quali il robot deve procedere ai sottocomandi di Switch. Se la condizione viene considerata corrispondente a uno dei casi, vengono eseguite le linee all’interno di Case. Se è stato specificato un Default Case, le linee verranno eseguite solo in caso di mancato rilevamento di altri casi corrispondenti.

Ciascun Switch può disporre di diversi Case’s e di un Default Case. I comandi Switch presentano solo un’istanza di qualsiasi valore di Case definito. È possibile aggiungere i comandi Case utilizzando i pulsanti sullo schermo. È possibile rimuovere un comando Case dalla schermata per l’interruttore.

14.23 Comando: Pattern



Il comando Pattern può essere utilizzato per passare in rassegna le posizioni nel programma del robot. Il comando Pattern corrisponde a una posizione ad ogni esecuzione.

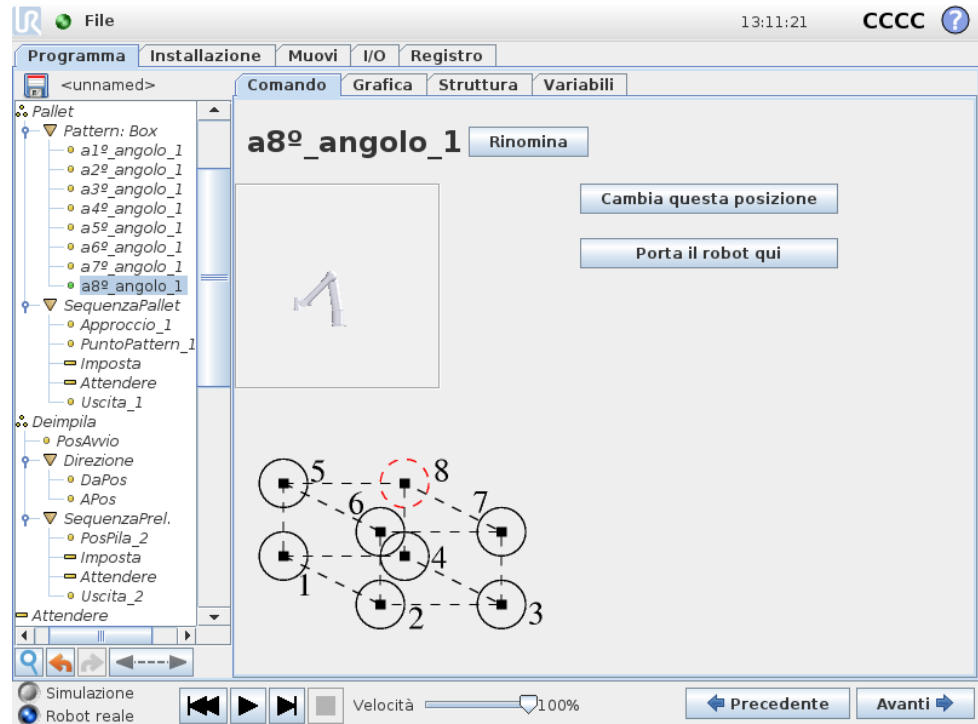
Un pattern può essere dato come pattern di quattro diversi tipi. I primi tre, “Linea”, “Quadrato” o “Box” possono essere utilizzati per le posizioni in un pattern regolare. I pattern regolari sono definiti da un numero di punti caratteristici in cui i punti definiscono i bordi del pattern. Per “Linea” si intendono i due punti finali, per “Quadrato” tre dei quattro punti angolari, mentre per “Box” quattro degli otto punti angolari. Il programmatore immette il numero di posizioni lungo ciascuno dei bordi del pattern. Il controller del robot calcola quindi le singole posizioni di pattern aggiungendo proporzionalmente i vettori dei bordi.

Se le posizioni da attraversare non rientrano in un pattern regolare, è possibile selezionare l’opzione “Lista”, in cui il programmatore fornisce un elenco di tutte le

posizioni. In questo modo è possibile realizzare qualsiasi tipo di disposizione delle posizioni.

Definizione del Pattern

Quando viene selezionato il pattern “Box”, la schermata visualizza ciò che viene indicato di seguito.



Un pattern “Box” utilizza tre vettori per definire il lato della scatola. Questi tre vettori sono forniti sotto forma di quattro punti, di cui il primo vettore va dal punto uno al punto due, il secondo vettore va dal punto due al punto tre, e il terzo vettore va dal punto tre al punto quattro. Ciascun vettore è suddiviso dai numeri di intervalli. Una posizione specifica nel pattern è calcolata aggiungendo semplicemente in via proporzionale i vettori di intervallo.

I pattern “Linea” e “Quadrato” funzionano in modo analogo.

È utilizzata una variabile del contatore mentre attraversa le posizioni del pattern. Il nome della variabile è presente nella schermata di comando Pattern. La variabile adopera in sequenza i numeri da 0 a $X * Y * Z - 1$, il numero di punti nel pattern. Questa variabile può essere manipolata utilizzando assegnazioni e può essere utilizzata nelle espressioni.

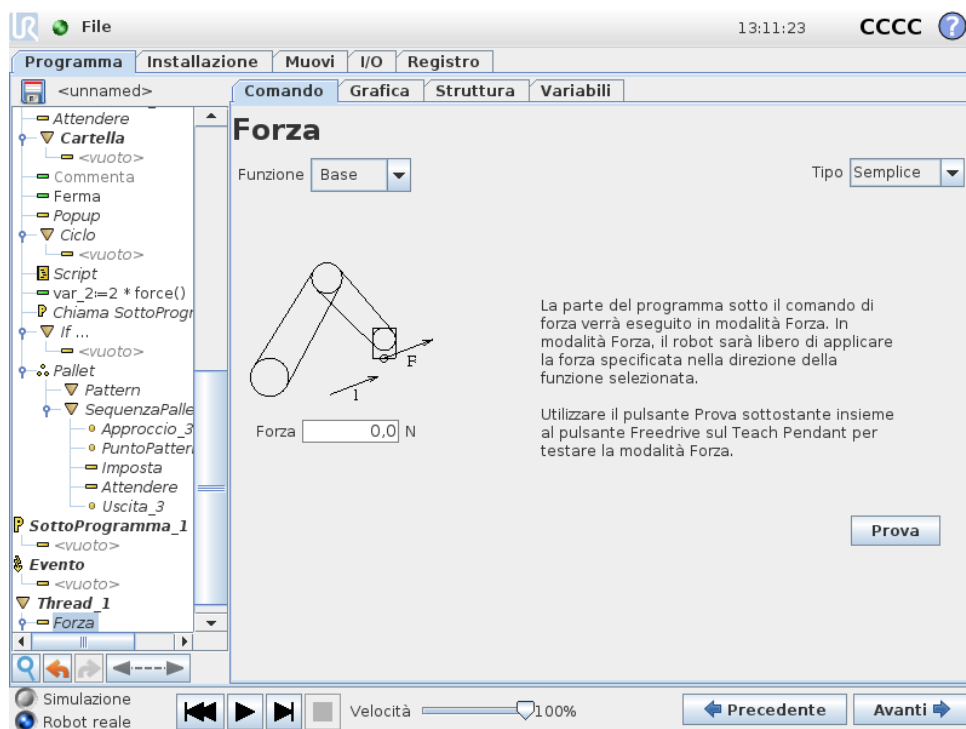
14.24 Comando: Forza

La modalità Forza tiene conto di conformità e forze negli assi selezionabili nell’area di lavoro dei robot. Tutti i movimenti del braccio robot sotto un comando Forza saranno in modalità Forza. Quando il braccio robot si muove in modalità di forza, è possibile selezionare uno o più assi su cui il braccio robot è conforme.

Lungo/intorno agli assi conformi, il braccio robot si adatterà all'ambiente, regolando automaticamente la propria posizione in modo da ottenere la forza desiderata. Inoltre, è possibile fare in modo che il braccio robot stesso eserciti una forza sul proprio ambiente, ad es. su un pezzo.

La modalità Forza è adatta alle applicazioni in cui non è importante l'effettiva posizione del centro utensile lungo un asse predefinito, ma è necessaria una determinata forza lungo quell'asse. Ad esempio, se il centro utensile del robot dovesse rotolare su una superficie curva o quando spinge o estrae un pezzo. Inoltre, la modalità di forza supporta l'applicazione di determinate coppie attorno agli assi predefiniti. Si noti che in assenza di ostacoli su un asse in cui è impostata una forza diversa da zero, il braccio robot tenterà di accelerare lungo/in relazione a quell'asse.

Nonostante l'asse sia stato ritenuto conforme, il programma del robot tenterà ancora di muovere il robot lungo/su quell'asse. Tuttavia, il controllo della forza garantisce che il braccio robot si avvicini ancora alla forza specificata.



Selezione delle funzioni

Il menu Funzione viene utilizzato per selezionare il sistema di coordinate (assi) che il robot utilizzerà durante il funzionamento in modalità di forza. Le funzioni del menu sono quelle definite durante l'installazione, consultare 13.12.

Tipi di modalità di forza

Sono disponibili quattro diversi tipi di modalità di forza che definiscono il modo in cui interpretare la funzione selezionata.

- **Semplice:** Solo uno degli assi sarà conforme alla modalità di forza. La forza esercitata lungo quest'asse è regolabile. La forza desiderata sarà sempre appli-

cata lungo l'asse Z della funzione selezionata. Tuttavia, per le funzioni Linea, ciò avviene lungo il loro asse Y.

- **Sistema:** Il tipo Sistema consente un utilizzo più avanzato. In questo caso, la conformità e le forze esercitate in tutti i sei gradi di libertà possono essere selezionate in modo indipendente.
- **Punto:** Selezionando Punto, nel sistema dell'attività l'asse Y punta dal centro utensile del robot all'origine della funzione selezionata. La distanza tra il centro utensile del robot e l'origine della funzione selezionata deve essere di almeno 10 mm. Si noti che il sistema dell'attività cambierà durante l'esecuzione insieme alla posizione del centro utensile del robot. Gli assi X e Z del sistema dell'attività dipendono dall'orientamento originale della funzione selezionata.
- **Movimento:** Il movimento indica che il sistema dell'attività cambierà insieme alla direzione del movimento del centro utensile. L'asse X del sistema dell'attività sarà la proiezione della direzione del movimento del centro utensile sul piano che comprende gli assi X e Y della funzione selezionata. L'asse Y sarà perpendicolare al movimento del braccio robot e nel piano X-Y della funzione selezionata. Ciò può essere utile in caso di sbavatura lungo un percorso complesso, laddove è necessaria una forza perpendicolare al movimento del centro utensile. Si noti che quando il braccio robot non è in movimento: se si passa alla modalità di forza con il braccio robot a riposo, non vi saranno assi conformi fino a quando la velocità del centro utensile sia maggiore di zero. In seguito, se durante la modalità di forza il braccio robot si trova di nuovo a riposo, il sistema dell'attività presenta lo stesso orientamento dell'ultima volta in cui la velocità del centro utensile era maggiore di zero.

Per gli ultimi tre tipi, nella scheda Grafica (14.29) è possibile visualizzare l'effettivo sistema dell'attività durante il funzionamento, quando il robot funziona in modalità di forza.

Selezione del valore della forza

È possibile impostare una forza per assi conformi e non conformi, ma gli effetti sono differenti.

- **Conforme:** Il braccio robot regolerà la propria posizione per ottenere la forza selezionata.
- **Non conforme:** Il braccio robot seguirà la propria traiettoria impostata dal programma tenendo conto di una forza esterna del valore qui impostato.

Per parametri traslazionali, la forza viene specificata in Newton [N] e per quelli rotazionali, la coppia viene specificata in Newton per metro [N m].

Selezione dei limiti

È possibile impostare un limite per tutti gli assi, ma questi ultimi presentano un significato differente corrispondente agli assi conformi e non conformi.

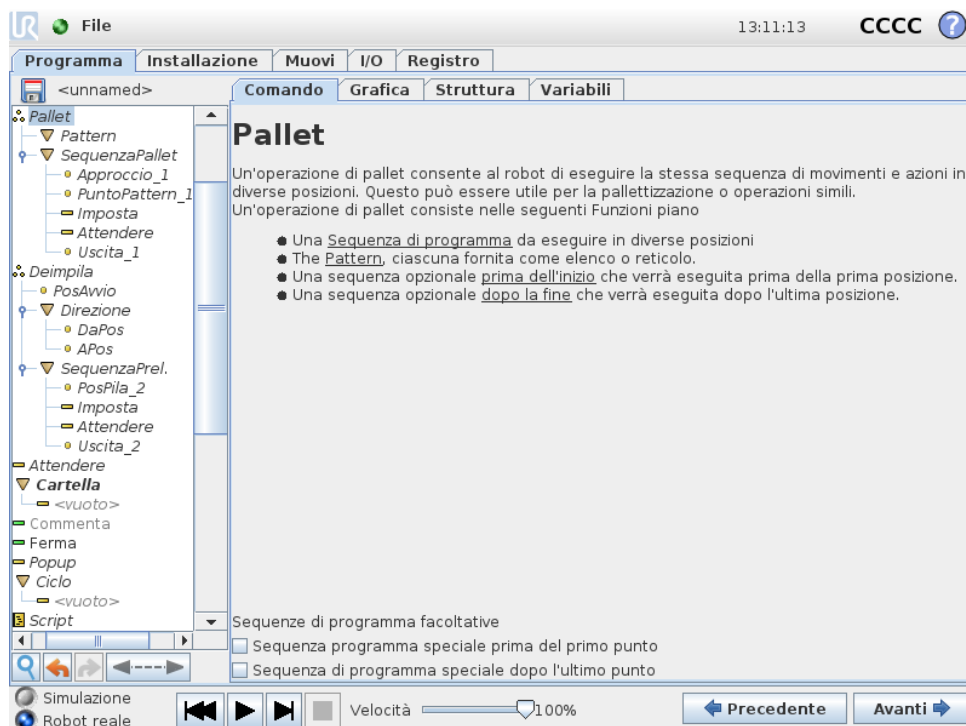
- **Conforme:** Il limite è la velocità massima che il centro utensile può raggiungere lungo/rispetto all'asse. Le unità sono [mm/s] e [gradi/s].
- **Non conforme:** Il limite è la deviazione massima consentita dalla traiettoria del programma prima che il robot esegua un arresto di protezione. Le unità sono [mm] e [gradi].

Impostazioni della forza di prova

Il pulsante on/off, contrassegnato con "Prova", commuta il comportamento del pulsante Freedrive sul retro del Teach Pendant dalla modalità Freedrive normale alla verifica del comando di forza.

Quando il pulsante Prova è attivo e il pulsante Freedrive sul retro del Teach Pendant è premuto, il robot funzionerà come se il programma avesse raggiunto questo comando di forza e in questo modo le impostazioni possono essere verificate prima di azionare realmente il programma completo. In particolare, questa possibilità è utile per verificare che gli assi conformi e le forze siano stati selezionati correttamente. È sufficiente tenere il PCU con una mano e premere il pulsante Freedrive con l'altra e rilevare le direzioni in cui il braccio robot può/non può essere mosso. Dopo aver abbandonato questa schermata, il pulsante Prova si disattiva automaticamente, indicando che il pulsante Freedrive sul retro del Teach Pendant è ancora utilizzato per la modalità Freedrive. Nota: il pulsante Freedrive sarà efficace solo quando viene selezionata una funzione valida per il comando Forza.

14.25 Comando: Pallet



Un'operazione di pallet può eseguire una sequenza di movimenti in un set di punti forniti come pattern, come descritto in 14.23. In ciascuna delle posizioni nel pattern,

la sequenza di movimenti sarà eseguita relativamente alla posizione del pattern.

Programmazione di un'operazione di pallet

I passaggi da percorrere sono i seguenti:

1. Definire il pattern.
2. Elaborare una "SequenzaPallet" per il prelievo/deposito in ciascun singolo punto. La sequenza descrive cosa occorre fare in ciascuna posizione del pattern.
3. Utilizzare il selettore sulla schermata di comando sequenza per definire quale dei punti percorso nella sequenza deve corrispondere alle posizioni dello schema.

Sequenza pallet/Sequenza ancorabile

In un nodo di Sequenza pallet, i movimenti del braccio robot sono relativi alla posizione del pallet. Il comportamento di una sequenza è tale che il braccio robot si troverà nella posizione specificata dal pattern nella Posizione di ancoraggio/Punto pattern. Le posizioni rimanenti saranno tutte spostate in modo che ciò avvenga.

Non utilizzare il comando `Muovi` all'interno di una sequenza, poiché non sarà relativo alla posizione di ancoraggio.

"PrimaAvvio"

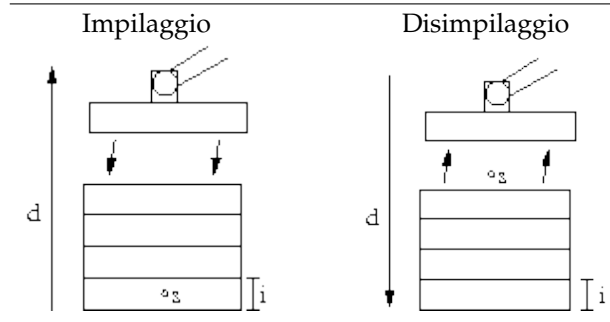
La sequenza opzionale `PrimaAvvio` viene eseguita prima che abbia inizio l'operazione. Può essere utilizzata per attendere i segnali di pronto.

"DopoFine"

La sequenza opzionale `DopoFine` viene eseguita al termine dell'operazione. Può essere utilizzata per segnalare al movimento del trasportatore di partire, preparandosi per il successivo pallet.

14.26 Comando: Cerca

Una funzione di ricerca utilizza un sensore per stabilire quando è raggiunta la corretta posizione per afferrare o rilasciare un elemento. Il sensore può essere un interruttore a pulsante, un sensore di pressione o un sensore capacitivo. Questa funzione serve per lavorare su pile di elementi con uno spessore variabile dell'elemento oppure laddove le esatte posizioni degli elementi non sono note o sono troppo difficili da programmare.



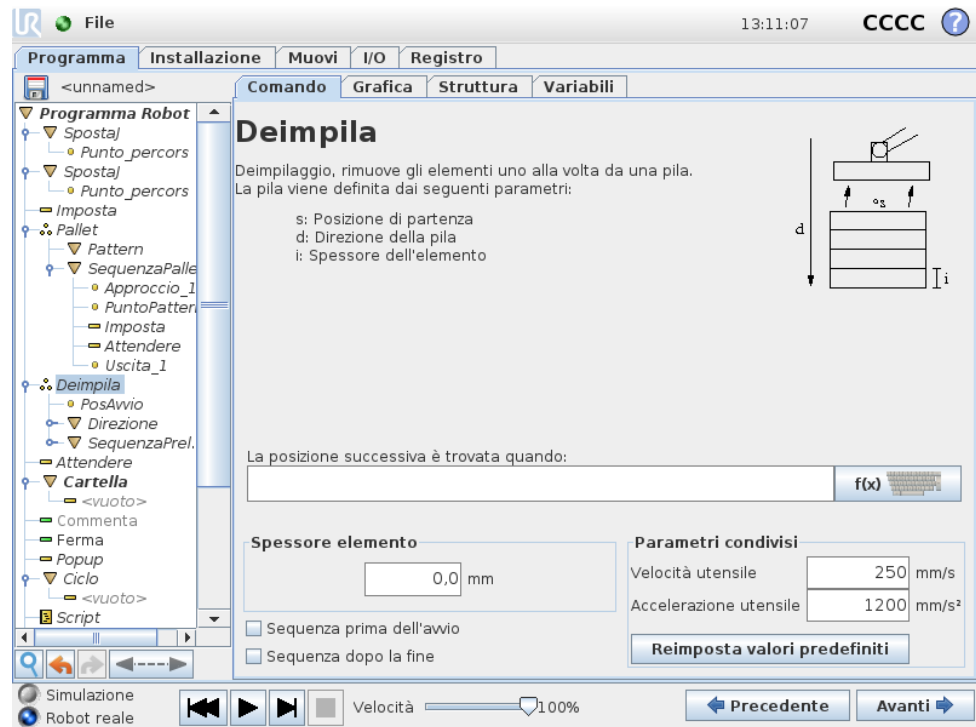
Quando si programma un'operazione di ricerca per lavorare su una pila, definire s il punto di partenza, d la direzione della pila e i lo spessore degli elementi nella pila.

Occorre inoltre definire la condizione del momento in cui sarà raggiunta la successiva posizione della pila, e una sequenza di programma speciale che sarà eseguita in ciascuna delle posizioni della pila. Anche la velocità e le accelerazioni devono essere date in relazione al movimento che l'operazione della pila comporta.

Impilaggio

Durante l'impilaggio, il braccio robot si porta in posizione di partenza e si sposta in direzione *opposta* per ricercare la posizione della pila successiva. Una volta trovata, il robot ricorda la posizione ed esegue la sequenza speciale. La volta successiva, il robot avvia la ricerca dalla posizione ricordata incrementata dello spessore dell'elemento lungo la direzione. L'impilaggio è terminato quando l'altezza della pila è superiore ad un numero definito o quando un sensore emette un segnale.

Disimpilaggio

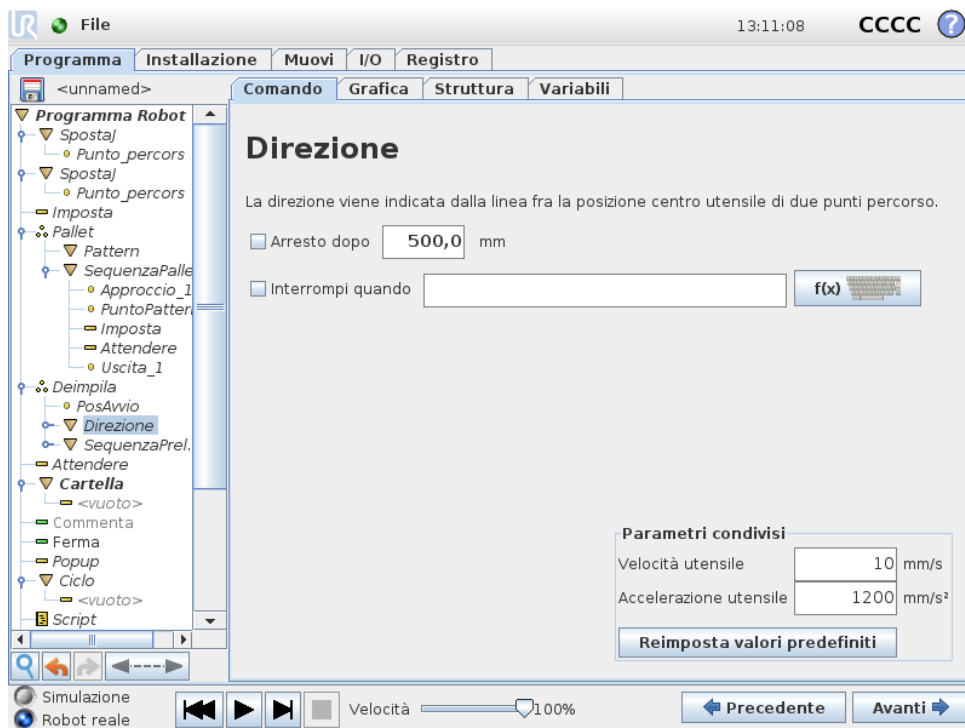


Durante il disimpilaggio, il braccio robot si porta dalla posizione di partenza nella direzione data, alla ricerca dell'elemento successivo. La condizione sullo schermo determina quando si è raggiunto l'elemento successivo. Una volta soddisfatta la condizione, il robot memorizza la posizione ed esegue la sequenza speciale. La volta successiva, il robot avvia la ricerca dalla posizione ricordata incrementata dello spessore dell'elemento lungo la direzione.

Posizione di partenza

La posizione di partenza è il punto in cui è avviata l'operazione della pila. Se la posizione di partenza viene omessa, la pila parte dalla posizione attuale del braccio robot.

Direzione



La direzione è data da due posizioni, ed è calcolata come la differenza di posizione dalle prime posizioni del punto centrale utensile alle seconde posizioni dello stesso. Nota: Una direzione non considera gli orientamenti dei punti.

Espressione della posizione di impilaggio successiva

Il braccio robot si muove lungo il vettore di direzione mentre valuta in continuo se la posizione di impilaggio successiva è stata raggiunta. Quando l'espressione viene valutata come `True`, viene eseguita la sequenza speciale.

“PrimaAvvio”

La sequenza opzionale `PrimaAvvio` viene eseguita prima che abbia inizio l'operazione. Può essere utilizzata per attendere i segnali di pronto.

“DopoFine”

La sequenza opzionale `DopoFine` viene eseguita al termine dell'operazione. Può essere utilizzata per segnalare al movimento del trasportatore di partire, preparandosi per la successiva pila.

Sequenza Pick/Place

Come per l'operazione di pallet (14.25), viene eseguita una speciale sequenza di programma in ciascuna posizione della pila.

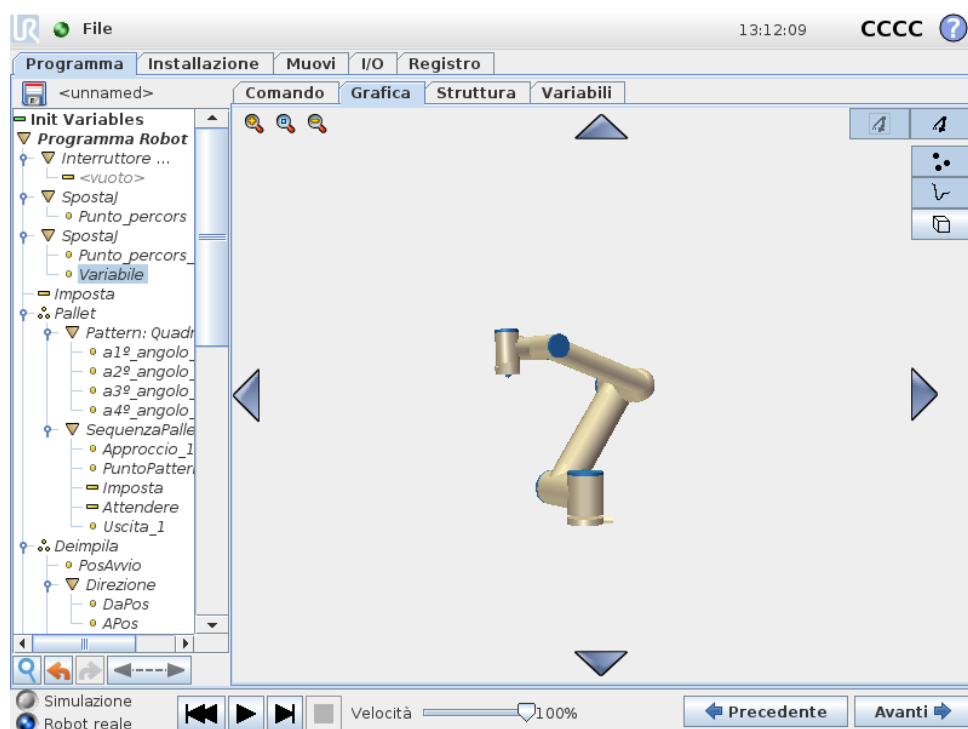
14.27 Comando: Allineamento trasportatore

Utilizzando un trasportatore, è possibile configurare il robot per l'allineamento dei movimenti. Un nodo del programma consente l'allineamento del trasportatore, ovvero `Allineamento trasportatore`. Una volta configurato correttamente l'allineamento del trasportatore nell'installazione, è possibile allineare trasportatori circolari o lineari. È possibile aggiungere il nodo dal nodo `Programma` di procedura guidata, nella scheda `Struttura`. Durante l'esecuzione del programma nel nodo `Allineamento trasportatore`, il robot regolerà i propri movimenti per seguire il trasportatore. Altri movimenti sono consentiti durante l'allineamento del trasportatore, ma sono correlati ai movimenti del nastro trasportatore.

14.28 Comando: Sopprimi

Le righe di programma sopprese vengono semplicemente saltate quando viene eseguito il programma. Una riga soppressa può essere ripristinata successivamente. Questo è un modo rapido di apportare modifiche a un programma senza distruggere i contenuti originali.

14.29 Scheda Grafica



Rappresentazione grafica del programma robot corrente. Il percorso del punto centrale utensile è rappresentato in vista 3D, con i segmenti di movimento in nero e i segmenti di fusione (transizioni fra segmenti di movimento) riportati in verde. I puntini verdi specificano le posizioni del punto centrale utensile in ciascuno dei punti percorso nel programma. La grafica tridimensionale del braccio robot indica la posizione attuale, mentre l'“ombra” del braccio indica in che modo il brac-

cio robot intende raggiungere il punto percorso selezionato sul lato sinistro della schermata.

Se la posizione attuale del centro utensile del robot si avvicina ad un piano di sicurezza o di innesco, o l'orientamento dell'utensile del robot è vicino alla soglia limite di orientamento utensile (vedere 10.12), viene visualizzata una grafica tridimensionale della soglia limite approssimata. Notare che quando il robot sta eseguendo un programma, la visualizzazione delle soglie limite verrà disabilitata.

I piani di sicurezza sono visualizzati in giallo e nero con una freccetta che rappresenta la normale al piano, indicante il lato del piano sul quale è permesso posizionare il centro utensile del robot. I piani di innesco sono visualizzati in blu e verde con una freccetta che indica il lato del piano, dove sono attivi i limiti di modalità *Normale* (vedere 10.6). La soglia limite di orientamento utensile è visualizzata con un cono sferico abbinato ad un vettore che indica l'orientamento attuale dell'utensile del robot. L'interno del cono rappresenta l'area permessa di orientamento dell'utensile (vettore).

Quando il centro utensile target del robot non si trova più nelle vicinanze del limite, la grafica tridimensionale scompare. Se il centro utensile viola o è molto vicino a violare la soglia limite, la visualizzazione del limite diventa rossa.

La vista tridimensionale può essere ingrandita e ruotata per ottenere una vista migliore del braccio robot. I pulsanti in alto a destra della schermata possono disabilitare i vari componenti grafici nella vista 3D. Il pulsante in basso attiva/disattiva la visualizzazione dei limiti di soglia approssimati.

I segmenti di movimento visualizzati dipendono dal nodo di programma selezionato. Se si seleziona un nodo *Muovi*, il percorso visualizzato sarà il movimento definito da tale spostamento. Se viene selezionato un nodo *Punto percorso*, la visualizzazione mostrerà i successivi ~ 10 passaggi del movimento.

14.30 Scheda struttura



La struttura del programma permette di inserire, spostare, copiare e rimuovere i vari tipi di comandi.

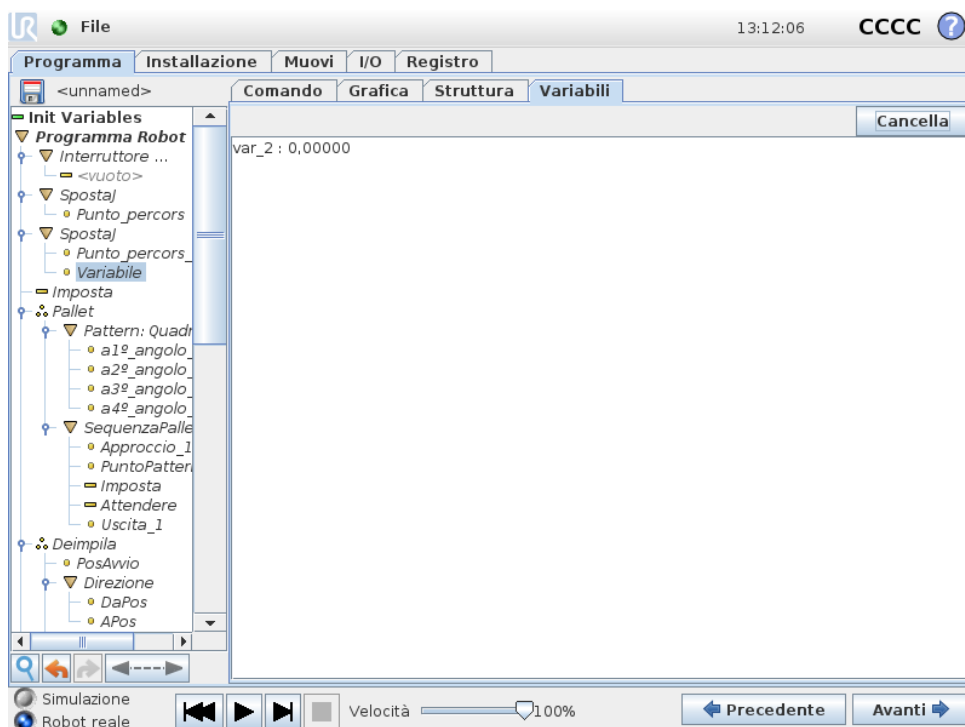
Per inserire comandi nuovi, eseguire i seguenti passaggi:

- 1) Selezionare un comando di programma esistente.
- 2) Selezionare se inserire il nuovo comando sopra o sotto il comando selezionato.
- 3) Premere il pulsante per il tipo di comando da inserire. Per regolare i dettagli del nuovo comando, andare alla scheda *Comando*.

I comandi possono essere spostati/clonati/eliminati utilizzando i pulsanti nella cornice di modifica. Se un comando ha dei sottocomandi (un triangolo accanto al comando), anche tutti i sottocomandi sono spostati/clonati/eliminati.

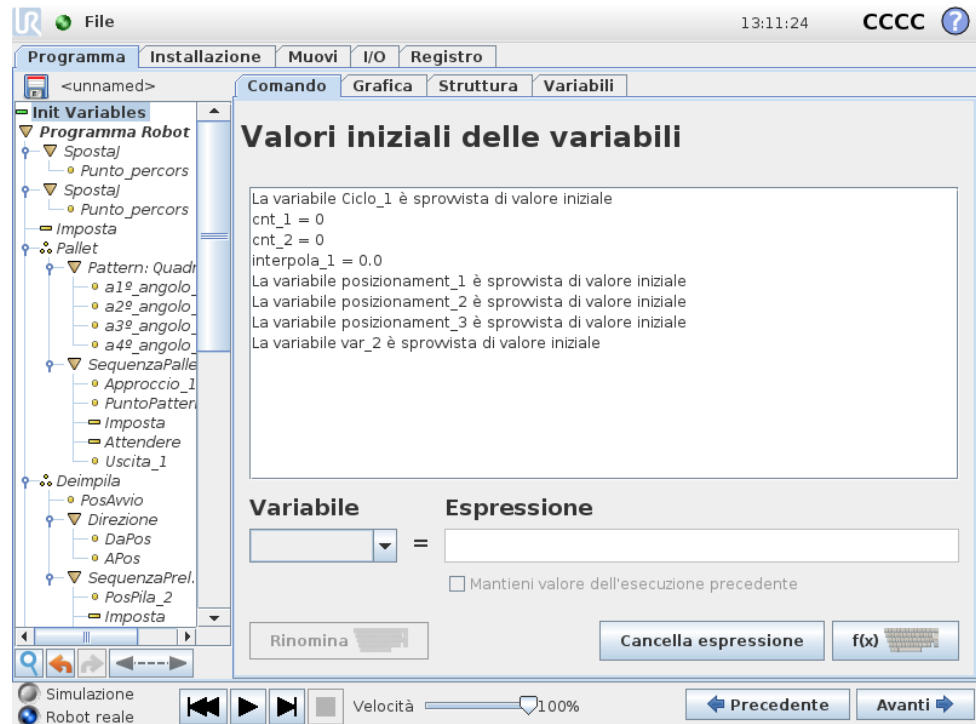
Non tutti i comandi rientrano in tutti i punti di un programma. I punti percorso devono trovarsi sotto un comando *Muovi* (anche non direttamente sottostanti). I comandi *ElseIf* ed *Else* devono seguire un comando *If*. In generale, lo spostamento dei comandi *ElseIf* può creare problemi. Alle variabili devono essere assegnati dei valori prima dell'uso.

14.31 Scheda variabili



La scheda Variabili riporta i valori attivi delle variabili nel programma in esecuzione e conserva un elenco di variabili e valori fra le esecuzioni del programma. Compare solo quando ci sono informazioni da visualizzare. Le variabili sono in ordine alfabetico, utilizzando i nomi. I nomi delle variabili su questa schermata sono indicati con un massimo di 50 caratteri, mentre i valori di tali variabili sono indicati con un massimo di 500 caratteri.

14.32 Comando: Inizializzazione variabili



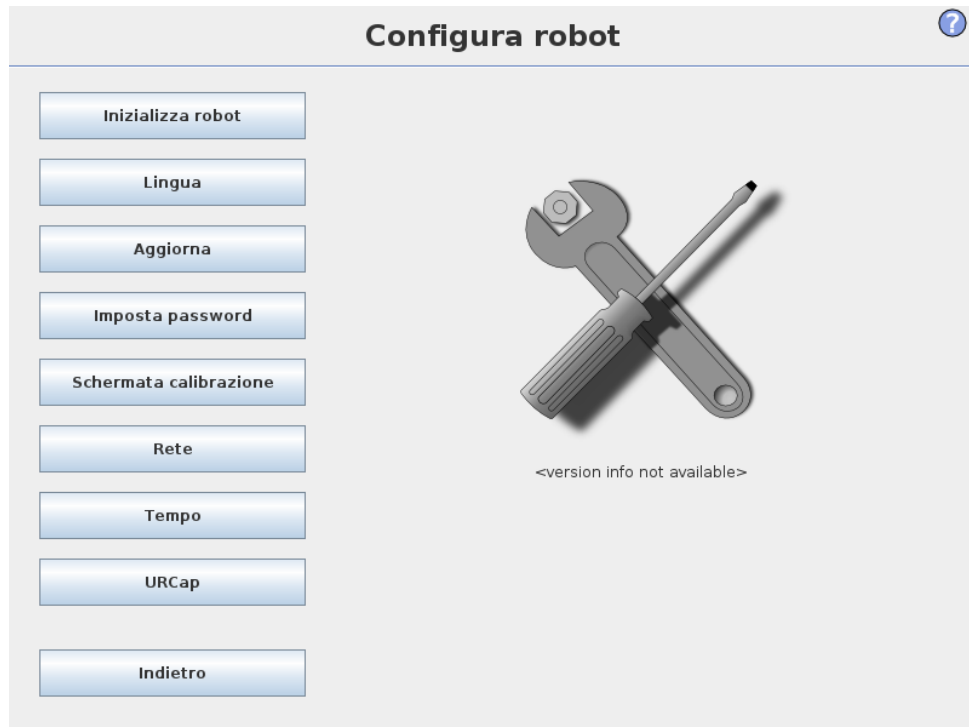
Questa schermata consente di impostare valori variabili prima che il programma (ed eventuali thread) inizi l'esecuzione.

Selezionare una variabile dalla lista di variabili facendo clic su di essa o utilizzando il riquadro selettore variabili. Per una variabile selezionata, può essere immessa un'espressione che sarà utilizzata per impostare il valore della variabile all'avvio del programma.

Se viene selezionata la casella di spunta "Preferisco conservare il valore dell'ultima esecuzione", la variabile verrà inizializzata con il valore disponibile nella scheda Variabili, descritto in 14.31. Ciò permette alle variabili di mantenere i propri valori tra le esecuzioni del programma. La variabile otterrà il proprio valore dall'espressione se il programma è eseguito per la prima volta o se la scheda valore è stata ripulita.

Una variabile può essere eliminata dal programma impostandone il nome in "vuoto" (solo spazi).

15 Schermata impostazioni



- **Inizializza robot** Porta alla schermata di inizializzazione, vedere 11.5.
- **Lingua e unità** Consente di configurare la lingua e le unità di misura dell'interfaccia utente, vedere 15.1.
- **Aggiorna robot** Consente di aggiornare il software del robot con una versione più recente, vedere 15.2.
- **Imposta password** Consente di impedire l'accesso alla programmazione del robot alle persone sprovviste di password, vedere 15.3.
- **Calibra schermo** Consente la calibrazione della "sensibilità" dello schermo tattile, vedere 15.4.
- **Configura rete** Visualizza l'interfaccia di configurazione per la rete Ethernet sull'unità di controllo del robot, vedere 15.5.
- **Imposta l'ora** Consente di impostare l'ora e la data del sistema e di configurare i formati di visualizzazione dell'orologio, vedere 15.6.
- **Configurazione URCap** Per una panoramica degli URCap installati e delle opzioni di disinstallazione e installazione, vedere 15.7.
- **Indietro** consente di tornare alla schermata di benvenuto.

15.1 Lingua e unità di misura



Su questa schermata si possono selezionare la lingua e le unità di misura utilizzate in PolyScope. La lingua selezionata verrà utilizzata per il testo visualizzato nelle varie schermate di PolyScope e anche nell'aiuto integrato. Spuntare "Programmazione in italiano" per visualizzare in italiano i nomi dei comandi nei programmi del robot. PolyScope deve essere riavviato per permettere l'acquisizione delle modifiche.

15.2 Aggiorna robot



Gli aggiornamenti del software possono essere installati da una memoria flash USB. Inserire una memoria USB e fare clic su **Cerca** per elencarne i contenuti. Per eseguire un aggiornamento, selezionare un file, fare clic su **Aggiorna** e seguire le istruzioni sullo schermo.



AVVISO:

Controllare sempre i programmi a seguito di un aggiornamento del software. L'aggiornamento potrebbe modificare le traiettorie dei programmi. Le specifiche del software aggiornato sono accessibili premendo il pulsante "?" nell'angolo superiore destro della GUI. Le specifiche dell'hardware rimangono immutate e si possono consultare nel manuale originale.

15.3 Imposta password

The screenshot shows the 'Configura robot' window with a sidebar on the left containing buttons for 'Inizializza robot', 'Lingua', 'Aggiorna', 'Imposta password', 'Schermata calibrazione', 'Rete', 'Tempo', 'URCap', and 'Indietro'. The main area is divided into two sections: 'Password di sistema' and 'Password di sicurezza'. The 'Password di sistema' section has input fields for 'Nuova password' and 'Conferma la nuova password', with an 'Applica' button. The 'Password di sicurezza' section has input fields for 'Password attuale', 'Nuova password', and 'Conferma la nuova password', also with an 'Applica' button.

Sono supportate due password. La prima è una password di sistema *opzionale* che impedisce le modifiche non autorizzate della configurazione del robot. Quando si è impostata la password di sistema, i programmi possono essere caricati ed eseguiti senza password, ma l'utente deve immettere la password corretta per poter creare o modificare i programmi.

La seconda è una password di sicurezza *obbligatoria* che deve essere immessa correttamente per poter modificare la configurazione di sicurezza.



NOTA:

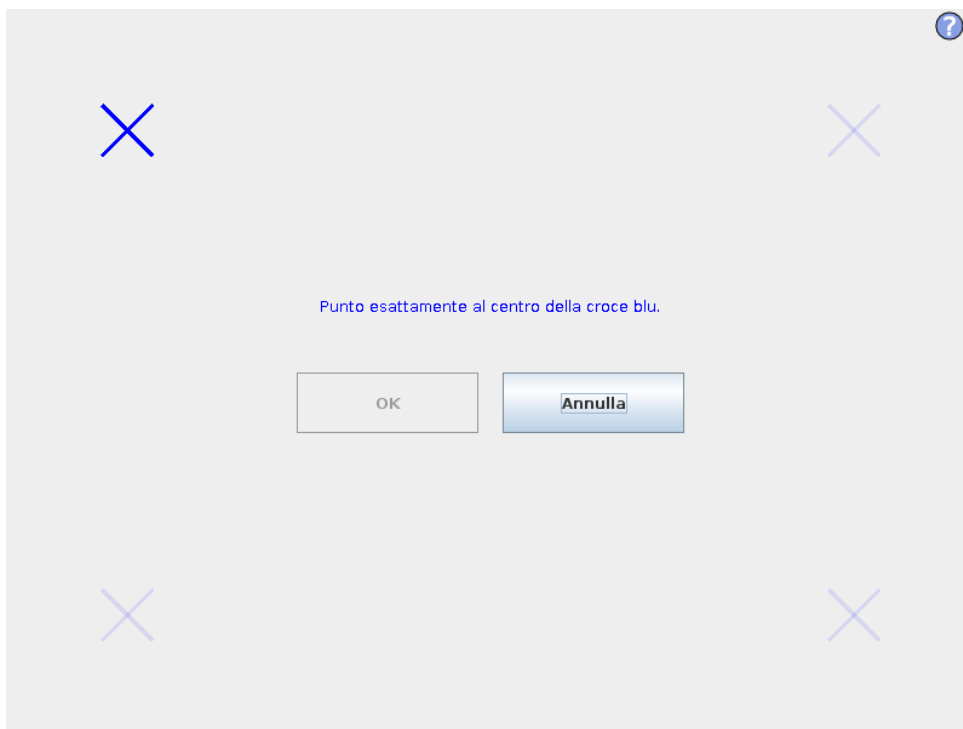
Per poter modificare la configurazione di sicurezza, si deve inserire la password di sicurezza.



AVVISO:

Aggiungere una password di sistema per impedire a personale non autorizzato di modificare l'installazione del robot.

15.4 Schermata calibrazione



Calibrazione dello schermo tattile. Seguire le istruzioni a schermo per calibrare lo schermo tattile. Utilizzare preferibilmente un oggetto a punta non metallico, ad es. una penna chiusa. Pazienza e cura contribuiscono a ottenere un migliore risultato.

15.5 Configura rete



Pannello per impostazione rete Ethernet. Un collegamento Ethernet non è necessario per le funzioni di base del robot, ed è disabilitato per impostazione predefinita.

15.6 Imposta ora

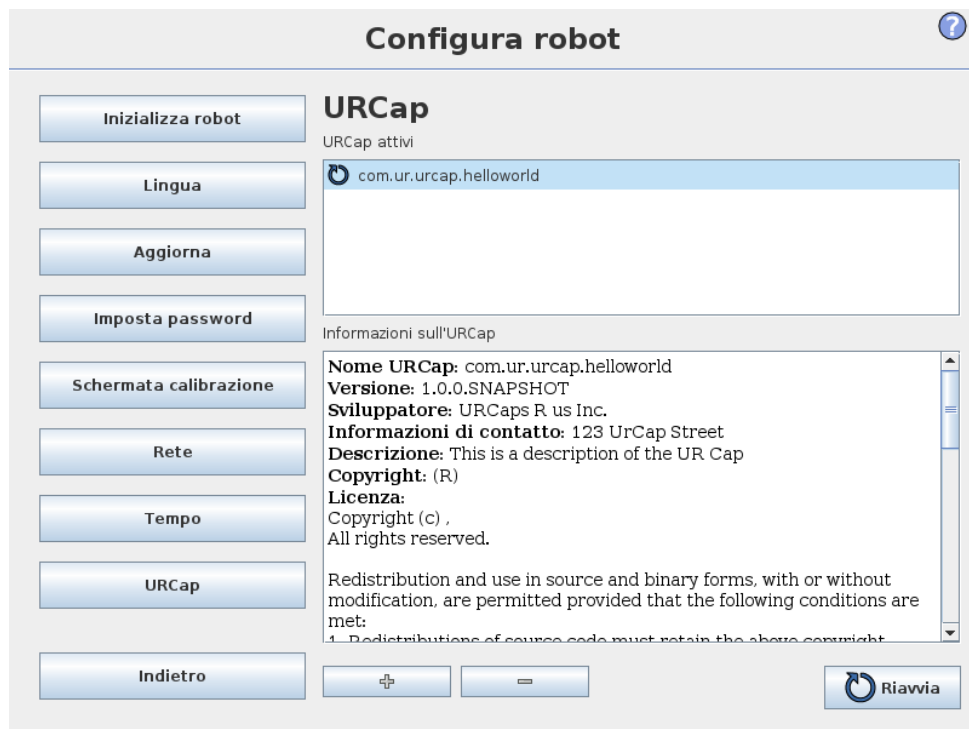
The screenshot shows the 'Configura robot' interface. On the left is a vertical menu with buttons: 'Inizializza robot', 'Lingua', 'Aggiorna', 'Imposta password', 'Schermata calibrazione', 'Rete', 'Tempo', 'URCap', and 'Indietro'. The main area is titled 'Configura robot' and contains two sections:

- Imposta ora:**
 - Formato ora: 24 ore, 12 ore
 - Selezione l'ora corrente: A digital clock display showing 13:10:51 with '+' and '-' buttons for each digit.
- Imposta data:**
 - Selezione la data odierna: A text box containing '3 aprile 2017'.
 - Formato data: 3 aprile 2017, 3-apr-2017, 03/04/17

At the bottom right, there is a note: 'Riavviare PolyScope perché le nuove impostazioni abbiano effetto' and a 'Riavvia' button.

Imposta l'ora e la data del sistema e configura i formati di visualizzazione dell'orologio. L'orologio è visualizzato nella parte superiore delle schermate *Esegui programma* e *Programma robot*. Tocendolo viene visualizzata brevemente la data. La GUI deve essere riavviata affinché le modifiche divengano operative.

15.7 Impostazione URCap






Nell'elenco superiore viene visualizzata una panoramica di tutti gli *URCap* installati. Facendo clic su un *URCap* verranno visualizzate le relative meta informazioni (tra cui nome dell'*URCap*, versione, licenza ecc.) nell'area *Informazioni URCap* posta al di sotto dell'elenco.

Fare clic sul pulsante + nella parte inferiore dello schermo per installare un nuovo *URCap*. Viene visualizzata una finestra per consentire la selezione di un file *.urcap*. Facendo clic su *Apri*, PolyScope tornerà alla schermata di configurazione. L'*URCap* selezionato verrà installato e quindi verrà visualizzata la voce corrispondente nell'elenco. Gli *URCap* appena installati o disinstallati richiedono il riavvio di PolyScope. Il pulsante *Riavvia* verrà abilitato.

Per disinstallare un *URCap*, selezionarlo nell'elenco e fare clic sul pulsante -. L'*URCap* non verrà più visualizzato nell'elenco, ma occorrerà eseguire un riavvio.

Nell'elenco, l'icona visualizzata vicino una voce indica lo stato dell'*URCap*. I diversi stati vengono definiti di seguito:

-  *URCap ok*: *URCap* installato e normalmente in funzione.
-  *Errore URCap*: *URCap* installato ma non avviabile. Contattare lo sviluppatore dell'*URCap*.
-  *Necessario riavvio dell'URCap*: *URCap* appena installato che richiede un riavvio.