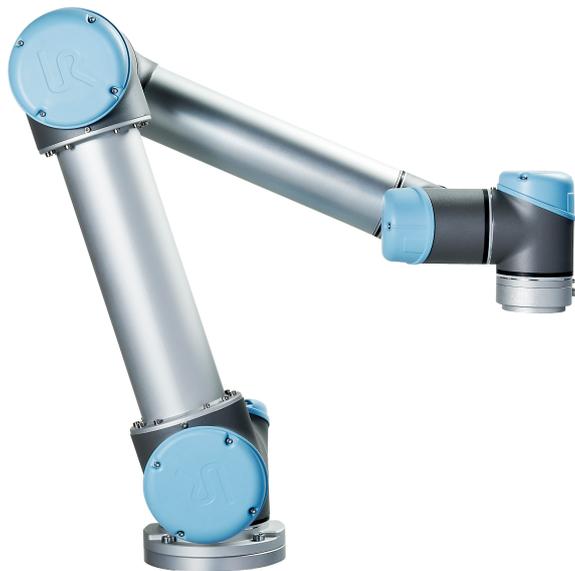




UNIVERSAL ROBOTS

Manuale dell'utente



UR5 / CB3

Traduzione delle istruzioni originali (it)



UNIVERSAL ROBOTS

Manuale dell'utente

UR5/CB3

Versione 3.3.0

Traduzione delle istruzioni originali (it)

Numero di serie UR5/CB3: _____

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 © 2009–2016 Universal Robots A/S

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

Indice

Prefazione	ix
Contenuto delle scatole di imballaggio	ix
Importante avviso di sicurezza	x
Come consultare il presente manuale	x
Dove ottenere ulteriori informazioni	x
I Manuale di installazione hardware	I-1
1 Sicurezza	I-3
1.1 Introduzione	I-3
1.2 Validità e responsabilità	I-3
1.3 Limitazione di responsabilità	I-4
1.4 Simboli di avvertenza nel presente manuale.	I-4
1.5 Avvisi e avvertenze generali	I-5
1.6 Uso previsto	I-8
1.7 Valutazione del rischio	I-8
1.8 Arresto di emergenza	I-11
1.9 Movimento senza potenza di azionamento	I-11
2 Funzioni e interfacce con classificazione di sicurezza	I-13
2.1 Introduzione	I-13
2.2 Tempi di arresto del sistema di sicurezza	I-14
2.3 Limitazione delle funzioni con classificazione di sicurezza	I-14
2.4 Modalità di sicurezza	I-16
2.5 Interfacce elettriche con classificazione di sicurezza	I-17
2.5.1 Ingressi elettrici con classificazione di sicurezza.	I-17
2.5.2 Uscite elettriche di sicurezza	I-19
3 Trasporto	I-21
4 Interfaccia meccanica	I-23
4.1 Introduzione	I-23
4.2 Area di lavoro del robot	I-23
4.3 Montaggio	I-23
4.4 Carico utile massimo	I-28
5 Interfaccia elettrica	I-29
5.1 Introduzione	I-29
5.2 Avvisi e avvertenze elettriche	I-29
5.3 I/O del controller	I-31
5.3.1 Specifiche comuni per tutte le I/O digitali.	I-32
5.3.2 I/O di sicurezza	I-33

5.3.3	I/O digitali per uso generico	I-37
5.3.4	Ingresso digitale da pulsante	I-37
5.3.5	Comunicazioni con altri macchinari o PLC	I-38
5.3.6	I/O analogiche per uso generico	I-38
5.3.7	Controllo accensione/spegnimento a distanza	I-40
5.4	I/O utensile	I-41
5.4.1	Uscite digitali dell'utensile	I-42
5.4.2	Ingressi digitali dell'utensile.	I-43
5.4.3	Ingressi analogici dell'utensile	I-44
5.5	Ethernet.	I-45
5.6	Collegamento alla rete elettrica	I-45
5.7	Collegamento del robot	I-46
6	Manutenzione e riparazione	I-49
6.1	Istruzioni di sicurezza.	I-49
7	Smaltimento e rispetto per l'ambiente	I-51
8	Certificazioni	I-53
8.1	Certificazioni di terzi	I-53
8.2	Dichiarazioni conformi alle direttive UE	I-53
9	Garanzie	I-55
9.1	Garanzia prodotto	I-55
9.2	Clausola di esonero da responsabilità	I-55
A	Tempo di arresto e distanza di arresto	I-57
A.1	Distanze e tempi di arresto della categoria di arresto 0	I-57
B	Dichiarazioni e certificati	I-59
B.1	CE/EU Declaration of Incorporation (original).	I-59
B.2	Dichiarazione di Incorporazione CE/EU (traduzione dall'originale)	I-60
B.3	Certificato del sistema di sicurezza	I-61
B.4	Certificato di test ambientale	I-62
B.5	Certificato di test EMC	I-63
C	Standard applicati	I-65
D	Specifiche tecniche	I-73
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

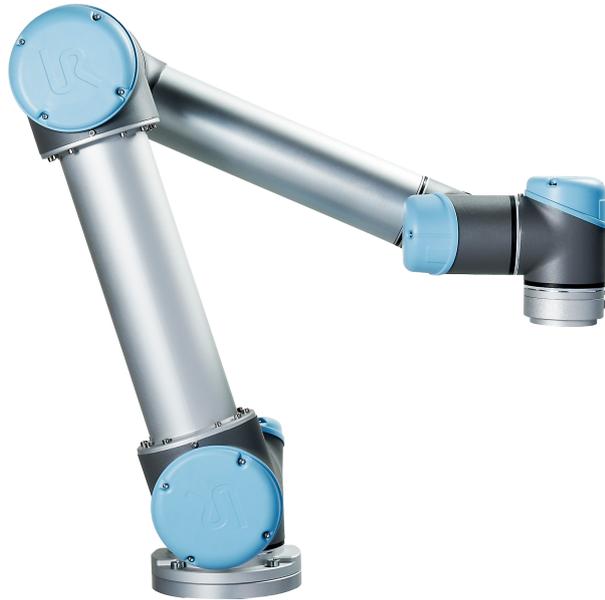
10.7	Modalità Freedrive	II-7
10.8	Protezione con password	II-8
10.9	Applica	II-8
10.10	Limiti generali	II-9
10.11	Limiti giunto	II-11
10.12	Limiti	II-13
	10.12.1 Selezione di un limite da configurare	II-14
	10.12.2 Visualizzazione tridimensionale	II-14
	10.12.3 Configurazione piano di sicurezza	II-14
	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-23
11.1	Introduzione	II-23
11.2	Attività iniziali	II-24
	11.2.1 Installazione del braccio robot e dell'unità di controllo	II-24
	11.2.2 Accensione e spegnimento dell'unità di controllo	II-24
	11.2.3 Accensione e spegnimento del braccio robot	II-24
	11.2.4 Avviamento rapido	II-25
	11.2.5 Il primo programma	II-25
11.3	Interfaccia di programmazione PolyScope	II-27
11.4	Schermata Benvenuto	II-28
11.5	Schermata di inizializzazione	II-29
12	Editor su schermo	II-33
12.1	Editor espressioni su schermo	II-33
12.2	Schermata dell'editor del posizionamento	II-33
13	Controllo robot	II-37
13.1	Scheda Muovi	II-37
	13.1.1 Robot	II-37
	13.1.2 Posizione della funzione e dell'utensile	II-38
	13.1.3 Muovi utensile	II-38
	13.1.4 Muovi giunti	II-38
	13.1.5 Freedrive	II-38
13.2	Scheda I/O	II-39
13.3	I/O client MODBUS	II-40
13.4	Scheda Automov.	II-41
13.5	Installazione → Carica/Salva	II-42
13.6	Installazione → configurazione posizione centro utensile	II-43
	13.6.1 Aggiunta, modifica e rimozione dei PCU	II-43
	13.6.2 PCU predefinito e attivo	II-44
	13.6.3 Apprendimento della posizione del PCU	II-44
	13.6.4 Apprendimento dell'orientamento del PCU	II-45
	13.6.5 Carico utile	II-45

13.6.6	Centro di gravità	II-46
13.7	Installazione → Montaggio	II-46
13.8	Installazione → Setup I/O	II-47
13.9	Sicurezza → installazione	II-48
13.10	Variabili → di installazione	II-48
13.11	Installazione → configurazione I/O del client MODBUS	II-50
13.12	Caratteristiche → dell'installazione	II-53
13.13	Configura allineamento del trasportatore	II-57
13.14	Installazione → Programma predefinito	II-58
13.14.1	Caricamento di un programma predefinito	II-58
13.14.2	Avviamento di un programma predefinito	II-58
13.14.3	Inizializzazione automatica	II-59
13.15	Scheda Registro	II-59
13.16	Schermata caricamento	II-60
13.17	Scheda Esecuzione	II-62
14	Programmazione	II-65
14.1	Nuovo Programma.	II-65
14.2	Scheda Programma.	II-66
14.2.1	Albero del programma.	II-66
14.2.2	Indicazione di esecuzione del programma.	II-67
14.2.3	Pulsante Ricerca	II-67
14.2.4	Pulsanti Annulla/ripristina	II-68
14.2.5	Dashboard del programma	II-68
14.3	Variabili.	II-69
14.4	Comando: Vuoto	II-70
14.5	Comando: Muovi	II-71
14.6	Comando: Punto percorso fisso	II-74
14.7	Comando: Punto percorso relativo	II-80
14.8	Comando: Punto percorso variabile:	II-81
14.9	Comando: Attendere	II-82
14.10	Comando: Imposta.	II-82
14.11	Comando: Popup	II-83
14.12	Comando: Ferma	II-84
14.13	Comando: Commenta.	II-84
14.14	Comando: Cartella	II-85
14.15	Comando: Ciclo	II-86
14.16	Comando: SottoProgramma	II-87
14.17	Comando: Assegnazione	II-88
14.18	Comando: If	II-89
14.19	Comando: Script	II-90
14.20	Comando: Evento	II-91
14.21	Comando: Thread	II-92
14.22	Comando: Switch	II-92
14.23	Comando: Pattern	II-93
14.24	Comando: Forza.	II-94
14.25	Comando: Pallet.	II-97

14.26	Comando: Cerca.	II-98
14.27	Comando: Allineamento trasportatore.	II-102
14.28	Comando: Sopprimi	II-102
14.29	Scheda Grafica	II-102
14.30	Scheda struttura.	II-104
14.31	Scheda variabili	II-105
14.32	Comando: Inizializzazione variabili.	II-106
15	Schermata impostazioni	II-107
15.1	Lingua e unità di misura.	II-108
15.2	Aggiorna robot	II-109
15.3	Imposta password	II-110
15.4	Schermata calibrazione	II-111
15.5	Configura rete	II-111
15.6	Imposta ora	II-112
15.7	Impostazione URCap	II-113
Glossario		II-115
Indice		II-117

Prefazione

Congratulazioni per l'acquisto del nuovo UR5 Universal Robot.



Il robot può essere programmato per muovere un utensile e comunicare con altre macchine tramite segnali elettrici. È un braccio realizzato con tubi in alluminio estruso e giunti. Utilizzando la nostra interfaccia di programmazione brevettata PolyScope, è facile programmare il robot in modo che muova l'utensile lungo una traiettoria desiderata.

Contenuto delle scatole di imballaggio

Quando si ordina un robot completo, si ricevono due scatoloni. Uno contiene il braccio robot mentre l'altro i seguenti articoli:

- Unità di controllo con teach pendant;
- Staffa di montaggio dell'unità di controllo;
- Staffa di montaggio del teach pendant;
- Chiave di apertura dell'unità di controllo;
- Cavo di rete compatibile con l'area di commercializzazione;
- Cavo utensile;
- Penna a stilo con laser;
- Certificato di collaudo in produzione UR;
- Il presente manuale.

Importante avviso di sicurezza

Il robot è *una macchina parzialmente assemblata* (vedere 8.2) e come tale è necessario eseguire una valutazione del rischio per ciascuna installazione del robot. È particolarmente importante che si osservino tutte le istruzioni di sicurezza nel capitolo 1.

Come consultare il presente manuale

Il presente manuale riporta istruzioni per l'installazione e l'uso del robot. È composto dalle seguenti sezioni:

Manuale di installazione hardware: Installazione meccanica ed elettrica del robot.

Manuale PolyScope: Programmazione del robot.

Il presente manuale è destinato all'integratore che si presume possieda un livello base di conoscenze meccaniche ed elettriche. È anche utile, anche se non indispensabile, essere a conoscenza di concetti elementari della programmazione. Non è richiesta alcuna particolare conoscenza dei robot in generale o di Universal Robots in particolare.

Dove ottenere ulteriori informazioni

Il sito web di supporto (<http://www.universal-robots.com/support>), accessibile a tutti i distributori UR, contiene informazioni supplementari come ad esempio:

- Versioni del presente manuale in altri idiomi;
- Aggiornamenti manuale PolyScope a seguito dell'aggiornamento a una nuova versione di PolyScope.
- Il *manuale di assistenza* con istruzioni di diagnostica guasti, manutenzione e riparazione del robot.
- Il *manuale degli script* per gli utenti esperti.
- Gli URCAP in cui è possibile acquistare funzionalità.

Parte I

Manuale di installazione hardware

1 Sicurezza

1.1 Introduzione

Il presente capitolo contiene informazioni importanti sulla sicurezza che devono essere lette e comprese dall'integratore dei robot UR **prima** dell'accensione iniziale del robot.

Le prime sottosezioni di questo capitolo sono più generiche mentre quelle successive riportano dati tecnici più specifici, di rilievo per la configurazione e programmazione del robot.

È fondamentale che tutte le istruzioni di assemblaggio e le linee guida fornite negli altri capitoli e sezioni del presente manuale vengano rispettate e seguite.

Il capitolo 2 descrive e definisce le funzioni con classificazione di sicurezza particolarmente importanti per le applicazioni collaborative. Le istruzioni e indicazioni fornite nel capitolo in questione e nella sezione 1.7 sono fondamentali.

Si deve prestare particolare attenzione al testo associato ai simboli di avvertenza.

1.2 Validità e responsabilità

Le informazioni non trattano la progettazione, l'installazione ed il funzionamento di un'applicazione completa per robot, né trattano tutte le periferiche che possono influenzare la sicurezza dell'intero sistema. Il sistema completo deve essere progettato ed installato in conformità con i requisiti di sicurezza definiti negli standard e nelle normative del paese in cui si installa il robot.

Gli integratori dei robot UR sono responsabili di garantire che le legislazioni e normative di sicurezza in vigore nel Paese interessato vengano rispettate e che tutti i rischi di rilievo nell'intera applicazione del robot vengano eliminati.

Ciò include, ma non si limita a:

- Esecuzione di una valutazione del rischio dell'intero sistema;
- Interfacciamento con altre macchine e dispositivi di sicurezza supplementari se prescritti nella valutazione del rischio;
- Configurazione delle impostazioni di sicurezza appropriate nel software;
- Garanzia che l'utente non modificherà alcuna delle misure di sicurezza;
- Verifica che il sistema completo sia stato progettato ed installato correttamente;
- Compilazione delle istruzioni per l'uso;
- Affissione sull'installazione del robot dei cartelli appropriati e dei dati di contatto dell'integratore;
- Raccolta di tutta la documentazione in un file tecnico, compresi manuale e valutazione del rischio.

Le istruzioni utili per reperire e interpretare gli standard e le leggi in vigore vengono fornite su <http://universal-robots.com/support/>

1.3 Limitazione di responsabilità

Tutte le informazioni offerte nel presente manuale relative alla sicurezza non vanno interpretate come garanzia da parte di UR che il manipolatore industriale non causerà lesioni o danni anche nel caso tutte le istruzioni di sicurezza siano state soddisfatte.

1.4 Simboli di avvertenza nel presente manuale

La tabella qui sotto definisce le diciture indicanti i livelli di rischio, utilizzate in tutto il presente manuale. Sul prodotto vengono utilizzati gli stessi simboli di avvertenza.

**PERICOLO:**

Questo segnala un'imminente situazione di rischio elettrico che, se non evitata, potrebbe causare fatalità o gravi lesioni.

**PERICOLO:**

Questo segnala un'imminente situazione di rischio che, se non evitata, potrebbe causare fatalità o gravi lesioni.

**AVVISO:**

Questo segnala una potenziale situazione di rischio elettrico che, se non evitata, potrebbe causare lesioni o gravi danni alle apparecchiature.

**AVVISO:**

Questo segnala una potenziale situazione di rischio che, se non evitata, potrebbe causare lesioni o gravi danni alle apparecchiature.

**AVVISO:**

Questo segnala una superficie calda potenzialmente pericolosa che, se toccata, potrebbe causare lesioni.

**ATTENZIONE:**

Questo segnala una situazione che, se non evitata, potrebbe causare danni alle apparecchiature.

1.5 Avvisi e avvertenze generali

Questa sezione riporta alcuni avvisi e avvertenze generali. Alcuni tra questi vengono ripetuti o spiegati in parti differenti del presente manuale. Altri avvisi ed avvertenze sono presenti in tutto il manuale.



PERICOLO:

Accertarsi di installare il robot e tutte le apparecchiature elettriche in conformità con le specifiche e le avvertenze riportate nei capitoli 4 e 5.

**AVVISO:**

1. Accertarsi che il braccio robot e l'utensile siano imbullonati correttamente e saldamente in posizione.
2. Accertarsi che il braccio robot disponga di spazio abbondante per muoversi liberamente.
3. Verificare che misure di sicurezza e parametri della configurazione di sicurezza del robot garantiscano la sicurezza di programmatori, operatori e persone presenti, come indicato nella valutazione del rischio.
4. Evitare di indossare abbigliamento sciolto o gioielli mentre si lavora sul robot. Accertarsi di mantenere i capelli lunghi legati indietro mentre si lavora sul robot.
5. Non usare mai il robot se questo presenta danni.
6. In caso di errore irreversibile del software, attivare immediatamente l'arresto di emergenza, annotare le circostanze causa dell'errore, ricercare i codici di errore corrispondenti sulla schermata del registro e contattare il fornitore.
7. Evitare di collegare dispositivi di sicurezza alle I/O normali. Usare solo interfacce con classificazione di sicurezza.
8. Utilizzare le impostazioni di installazione corrette (ad esempio, angolo di montaggio robot, peso al PCU, offset del PCU, configurazione di sicurezza). Salvare e caricare il file di installazione insieme al programma.
9. Utilizzare la funzione Freedrive (impedenza/retroceSSIONe) solo in installazioni che consentono la valutazione del rischio. Gli utensili e gli ostacoli non devono presentare bordi taglienti o punti di schiacciamento. Tutte le persone devono mantenere la testa e il volto fuori dalla portata del robot.
10. Prestare attenzione al movimento del robot durante l'utilizzo del teach pendant.
11. Evitare di entrare nel raggio di sicurezza del robot o di toccarlo mentre il sistema è in funzione.

11. Le collisioni possono generare elevati livelli di energia cinetica che è direttamente proporzionale a velocità e carichi utili. (Energia cinetica = $\frac{1}{2}$ Massa · Velocità²)
12. L'abbinamento di macchine differenti potrebbe aumentare i rischi o creare nuovi pericoli. Eseguire sempre una valutazione complessiva del rischio per l'intera installazione. Quando si richiedono livelli di prestazioni di sicurezza e dell'arresto di emergenza differenti, scegliere sempre il livello di prestazioni più alto. Leggere e comprendere sempre i manuali di tutte le apparecchiature in uso nell'installazione.
13. Non modificare mai il robot. Una modifica potrebbe creare pericoli non previsti dall'integratore. Tutto il riassetto autorizzato deve essere eseguito tenendo conto delle informazioni nelle edizioni più recenti di tutti i manuali di assistenza in questione. UNIVERSAL ROBOTS DECLINA QUALSIASI RESPONSABILITÀ SE IL PRODOTTO VIENE CAMBIATO O MODIFICATO IN QUALSIASI MANIERA.
14. Se il robot viene acquistato con un modulo supplementare (ad es. l'interfaccia euromap67), informarsi su tale modulo consultando il relativo manuale.

**AVVISO:**

1. Il robot e l'unità di controllo generano calore durante il funzionamento. Evitare di manipolare o toccare il robot durante o immediatamente dopo il funzionamento. Per far raffreddare il robot, spegnerlo ed attendere un'ora.
2. Non introdurre mai le dita dietro il coperchio interno dell'unità di controllo.

**ATTENZIONE:**

1. Quando il robot è integrato o collabora con macchine in grado di danneggiarlo, si raccomanda vivamente di collaudare separatamente tutte le funzioni ed il programma robot. Si raccomanda di collaudare il programma robot usando punti percorso provvisori esterni allo spazio di lavoro di altre macchine. Universal Robots declina qualsiasi responsabilità per qualsiasi danno causato al robot o ad altre apparecchiature dovuto ad errori di programmazione o anomalie di funzionamento del robot.
2. Evitare di esporre il robot a campi magnetici persistenti. I campi magnetici molto forti possono danneggiare il robot.

1.6 Uso previsto

I robot UR sono di tipo industriale e sono destinati all'utilizzo di utensili e attrezzature, o per la lavorazione o il trasferimento di componenti o prodotti. Per ulteriori informazioni sulle condizioni ambientali in cui utilizzare il robot, consultare le appendici B e D.

I robot UR sono dotati di funzioni speciali con classificazione di sicurezza per il funzionamento collaborativo, situazione in cui il robot funziona senza barriere e/o insieme a una persona.

Il funzionamento collaborativo è destinato unicamente per applicazioni prive di rischi, dove l'intera applicazione, includendo utensile, pezzo in lavorazione, ostacoli e altre macchine, non presenta alcun rischio di rilievo in base alla valutazione del rischio dell'applicazione in questione.

Qualsiasi uso o applicazione che si discosta dall'uso previsto viene considerato uso improprio inammissibile. Ciò include, ma non si limita a:

- Uso in ambienti potenzialmente esplosivi;
- Uso in applicazioni mediche e critiche per la vita;
- Uso prima dell'esecuzione della valutazione del rischio;
- Uso quando i livelli delle prestazioni nominali sono insufficienti;
- Uso quando le prestazioni delle funzioni di sicurezza sono insufficienti;
- Uso come mezzo di arrampicata;
- Impiego al di fuori dei parametri operativi ammissibili.

1.7 Valutazione del rischio

Uno degli aspetti più importanti che un integratore deve considerare è l'esecuzione di una valutazione dei rischi. In molti Paesi, ciò è prescritto dalla legge. Il robot

stesso è una macchina parzialmente completa, poiché la sicurezza dell'installazione del robot dipende dal modo in cui è integrato (ad es. utensile, ostacoli e altre macchine).

Si raccomanda che l'integratore faccia riferimento alle istruzioni nelle norme ISO 12100 e ISO 10218-2 durante l'esecuzione della valutazione del rischio. Inoltre, l'integratore può scegliere di utilizzare la specifica tecnica ISO/TS 15066 come guida aggiuntiva.

La valutazione del rischio effettuata dall'integratore deve prendere in considerazione tutte le procedure operative nel corso del ciclo di vita delle applicazioni del robot, fra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- L'apprendimento del robot durante sviluppo e configurazione dell'installazione del robot.
- Risoluzione dei problemi e manutenzione.
- Il normale funzionamento dell'installazione del robot.

Effettuare la valutazione del rischio **prima** dell'accensione iniziale del robot. Uno degli obiettivi della valutazione del rischio dell'integratore è l'identificazione di impostazioni di configurazione di sicurezza appropriate e della necessità di ulteriori pulsanti di arresto di emergenza o altre misure di protezione per le applicazioni specifiche del robot.

L'identificazione delle impostazioni di configurazione di sicurezza corrette è fondamentale nello sviluppo di applicazioni collaborative di robot. Consultare il capitolo 2 e la sezione II per informazioni dettagliate.

Alcune funzioni con classificazione di sicurezza sono specificatamente progettate per applicazioni collaborative di robot. Le impostazioni di configurazione di sicurezza consentono di configurare tali impostazioni, fondamentali nell'eliminazione di rischi specifici presenti nella valutazione del rischio effettuata dall'integratore:

- **Limitazione di forza e alimentazione:** Consente la riduzione di forze di bloccaggio e pressioni esercitate dal robot nella direzione di movimento, in caso di collisione fra robot e operatore.
- **Limitazione del momento:** Consente la riduzione di elevate energie transienti e forze di impatto in caso di collisione fra operatore e robot, riducendo la velocità di quest'ultimo.
- **Limitazione della posizione di PCU e giunto:** Consente la riduzione di rischi associati a determinate parti del corpo, ad esempio, per evitare movimenti in direzione di testa e collo durante impostazione e programmazione.
- **Limitazione dell'orientamento di PCU e strumento:** Consente la riduzione di rischi associati a determinate aree e funzioni di utensili e pezzi in lavorazione, ad esempio, per proteggere l'operatore da bordi taglienti.
- **Limitazione della velocità:** Garantisce una velocità ridotta del braccio robot, ad esempio, per consentire all'operatore di evitare il contatto con il braccio robot.

L'applicazione delle impostazioni di configurazione di sicurezza corrette è fondamentale quanto l'installazione del robot in posizione e il collegamento delle apparecchiature di sicurezza ai relativi I/O. L'integratore deve evitare che il personale non autorizzato modifichi la configurazione di sicurezza, utilizzando, ad esempio, una protezione con password.

In caso di valutazione del rischio relativa ad applicazioni collaborative di robot, è fondamentale prendere in considerazione:

- Gravità delle singole collisioni potenziali;
- Possibilità di verificarsi delle singole collisioni potenziali;
- Possibilità di evitare le singole collisioni potenziali;

Se il robot è installato in applicazioni non collaborative di robot in cui è impossibile eliminare o ridurre in modo ragionevole e sufficiente i rischi e pericoli utilizzando le funzioni con classificazione di sicurezza integrate (es., in caso di utilizzo di utensili pericolosi), la valutazione del rischio effettuata dall'integratore dovrà indicare la necessità da parte di quest'ultimo di aggiungere ulteriori misure di protezione (es., un dispositivo di attivazione per la sicurezza dell'integratore durante configurazione e programmazione).

Universal Robots ha identificato i rischi potenziali significativi sotto elencati come rischi che devono essere considerati dall'integratore. Si noti che altri rischi significativi possono essere presenti in una specifica installazione di robot.

1. Intrappolamento delle dita fra piede del robot e base (giunto 0).
2. Schiacciamento delle dita tra il polso 1 ed il polso 2 (giunto 3 e giunto 4).
3. Penetrazione della cute da parte di spigoli vivi e punte affilate sull'utensile o sul connettore dell'utensile.
4. Penetrazione della cute da parte di spigoli vivi e punte affilate presenti ostacoli nei pressi della pista del robot.
5. Contusioni dovute a colpi inferti dal robot.
6. Storte o fratture delle ossa dovute a colpi fra un pesante carico utile e una superficie dura.
7. Conseguenze dovute a bulloni lenti che fissano il braccio robot o l'utensile.
8. Oggetti che cadono dall'utensile, ad es. a causa di presa insufficiente o interruzione di corrente.
9. Errori dovuti a pulsanti di arresto di emergenza diversi per macchine differenti.
10. Errori dovuti a modifiche non autorizzate dei parametri di configurazione di sicurezza.

Le informazioni su tempi e distanze di arresto sono indicate al capitolo 2 nell'appendice A.

1.8 Arresto di emergenza

Attivare il pulsante di arresto di emergenza per arrestare immediatamente tutti i movimenti del robot.

L'arresto di emergenza non deve essere utilizzato come misura di limitazione del rischio, ma come dispositivo di protezione secondario.

Concludere la valutazione dei rischi dell'applicazione del robot prima di collegare ulteriori pulsanti di arresto di emergenza. I pulsanti di arresto di emergenza devono essere conformi alla norma IEC 60947-5-5. Per ulteriori informazioni, consultare la sezione 5.3.2.

1.9 Movimento senza potenza di azionamento

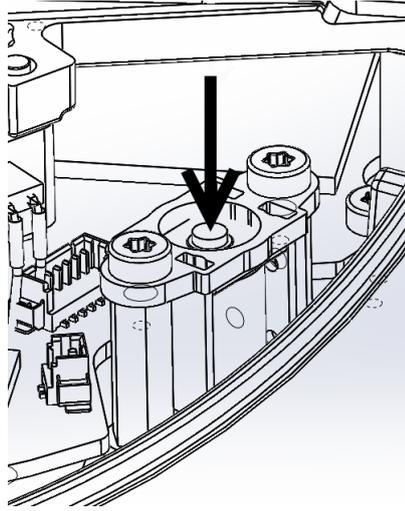
Nell'improbabile caso di una situazione di emergenza in cui occorre muovere uno o più giunti del robot e non si può o non si vuole collegare l'alimentazione di quest'ultimo, esistono due modi differenti per forzare i movimenti dei giunti del robot:

1. **Arretramento forzato:** Forzare il movimento di un giunto spingendo energicamente il braccio del robot (500 N). Il freno di ciascun giunto è dotato di innesto a frizione che permette il movimento in presenza di un'elevata coppia di forzatura.
2. **Rilascio del freno manuale:** Rimuovere il coperchio del giunto svitando le viti M3 che lo fissano. Sbloccare il freno premendo lo stantuffo sulla piccola elettrocalamita, come indicato nell'immagine qui sotto.



AVVISO:

1. Spostare manualmente il braccio del robot solo in caso di emergenza, poiché potrebbe danneggiare i giunti.
2. Al rilascio manuale del freno, la forza di gravità potrebbe far cadere il braccio in terra. Durante il rilascio del freno, sostenere sempre il braccio del robot, lo strumento e gli utensili.



2.1 Introduzione

I robot UR sono dotati di una serie di funzioni e di interfacce elettriche integrate con classificazione di sicurezza per collegarsi ad altre macchine e dispositivi di protezione. Ciascuna interfaccia e funzione di sicurezza viene monitorata in modo conforme alla normativa EN ISO13849-1:2008 (consultare il Capitolo 8 per le certificazioni) con livello di prestazioni d (PLd).



PERICOLO:

L'utilizzo di parametri di configurazione di sicurezza diversi da quelli definiti nella valutazione del rischio dall'integratore può causare pericoli non ragionevolmente eliminati o rischi non sufficientemente ridotti.

Consultare il capitolo 10 nella sezione II per la configurazione di funzioni, ingressi e uscite con classificazione di sicurezza nell'interfaccia utente. Per istruzioni su come collegare i dispositivi di sicurezza all'interfaccia elettrica, consultare il capitolo 5.



NOTA:

1. Utilizzare e configurare funzioni e interfacce con classificazione di sicurezza secondo la valutazione del rischio eseguita dall'integratore per un'applicazione specifica del robot. Consultare la sezione 1.7 al capitolo 1.
2. Se il robot riscontra anomalie o violazioni nel sistema di sicurezza (es., uno dei fili sul circuito di arresto di emergenza è interrotto o un sensore di posizione è in avaria o viene superato il limite di una funzione relativa alla sicurezza) viene inizializzata una categoria di arresto 0. Il tempo del caso peggiore dal verificarsi dell'errore fino all'arresto del robot viene indicato alla fine del presente capitolo. Prendere in considerazione questo tempo come parte della valutazione del rischio eseguita dall'integratore.

Il robot presenta una serie di funzioni con classificazione di sicurezza utilizzabili per limitare il movimento dei giunti e del *Punto centrale utensile* (PCU) del robot. Il PCU è il punto centrale della flangia di uscita con l'aggiunta dell'offset del PCU.

Segue un elenco di funzioni con classificazione di sicurezza:

Funzione di sicurezza limitante	Descrizione
Posizione del giunto	Posizione angolare min. e max. del giunto
Velocità del giunto	Velocità angolare max. del giunto
Posizione del PCU	Piani nello spazio cartesiano che limitano la posizione del PCU del robot
Velocità del PCU	Velocità max. del PCU del robot
Forza del PCU	Forza di spinta max. del PCU del robot
Momento	Momento max. del braccio robot
Potenza	Potenza max. esercitata del braccio robot

2.2 Tempi di arresto del sistema di sicurezza

Per tempo di arresto del sistema di sicurezza si intende il lasso di tempo trascorso dal verificarsi di un errore o una violazione di una funzione con classificazione di sicurezza fino all'arresto totale del robot e all'attivazione dei freni meccanici.

Prendere in considerazione i tempi di arresto massimo presenti nella tabella se la sicurezza dell'applicazione si basa sul tempo di arresto del robot. Ad esempio, se un guasto del robot causa l'arresto di una linea completa della fabbrica e richiede l'esecuzione immediata di alcune azioni in seguito all'arresto, prendere in considerazione i tempi massimi di arresto.

Queste misurazioni vengono effettuate in base alla configurazione del robot:

- Estensione: 100% (il braccio robot è completamente esteso in orizzontale).
- Velocità: Il limite di velocità del PCU del sistema di sicurezza è impostato sui limiti indicati.
- Carico utile: il carico utile massimo gestibile dal robot, collegato al centro utensile (5 kg).

Tempo di arresto del caso peggiore per la categoria di arresto¹ 0 in caso di violazioni di interfacce o limiti di sicurezza, come indicato nella tabella sottostante.

Limite di velocità del PCU	Tempo di arresto massimo
1.0 m/s	450 ms
1.5 m/s	500 ms
2.0 m/s	550 ms
1.5 m/s	600 ms
3.0 m/s	650 ms

2.3 Limitazione delle funzioni con classificazione di sicurezza

Il software evoluto di controllo percorso riduce la velocità o richiede un arresto di esecuzione del programma se il braccio robot si avvicina a un limite con classificazione di sicurezza. Pertanto, si verificano violazioni dei limiti solo in casi eccezio-

¹Le categorie di arresto si intendono nel rispetto della normativa IEC 60204-1. Consultare il glossario per maggiori informazioni.

nali. In caso di violazione di un limite, il sistema di sicurezza effettua una categoria di arresto 0.

Funzione di sicurezza limitante	Caso peggiore			
	Certezza	Tempo di rivelazione	Tempo di de-potenziamento	Tempo di reazione
Posizione del giunto	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Velocità del giunto	1.15 °/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Posizione del PCU	20 mm	100 ms	1000 ms	1100 ms
Orientamento del PCU	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Velocità del PCU	50 mm/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Forza del PCU	25 N	250 ms	1000 ms	1250 ms
Momento	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Potenza	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

Il sistema viene considerato *depotenziato* quando la tensione del bus da 48 V raggiunge un potenziale elettrico inferiore a 7,3 V. Il tempo di depotenziamento è il periodo compreso fra il rilevamento di un evento e l'avvenuto depotenziamento del sistema.

**AVVISO:**

Ci sono due eccezioni alla funzione di limitazione forza da tenere in considerazione durante la progettazione della cella operativa del robot. Queste sono illustrate nell'immagine 2.1. Quando il robot si protende, l'effetto sul giunto del ginocchio può generare forze elevate in direzione radiale (via dalla base), ma simultaneamente, velocità ridotte. Analogamente, il braccio di leva corto, quando l'utensile si trova vicino alla base durante un movimento tangenziale (attorno) alla base, può generare forze elevate, anche a velocità ridotte. È possibile evitare i rischi di schiacciamento rimuovendo, ad esempio, gli ostacoli in queste aree, posizionando diversamente il robot o utilizzando una combinazione di piani di sicurezza e limiti dei giunti per eliminare i rischi, impedendo al robot di entrare in quest'area dello spazio di lavoro.

**AVVISO:**

Se il robot viene utilizzato nelle applicazioni di guida manuale con movimenti lineari, la velocità del giunto deve essere impostata a non oltre 40 gradi al secondo per base e shoulder joint a meno che la valutazione dei rischi non indichi l'accettabilità delle velocità superiori a 40 gradi al secondo. Ciò impedirà il movimento rapido del gomito del robot nelle vicinanze delle singolarità.

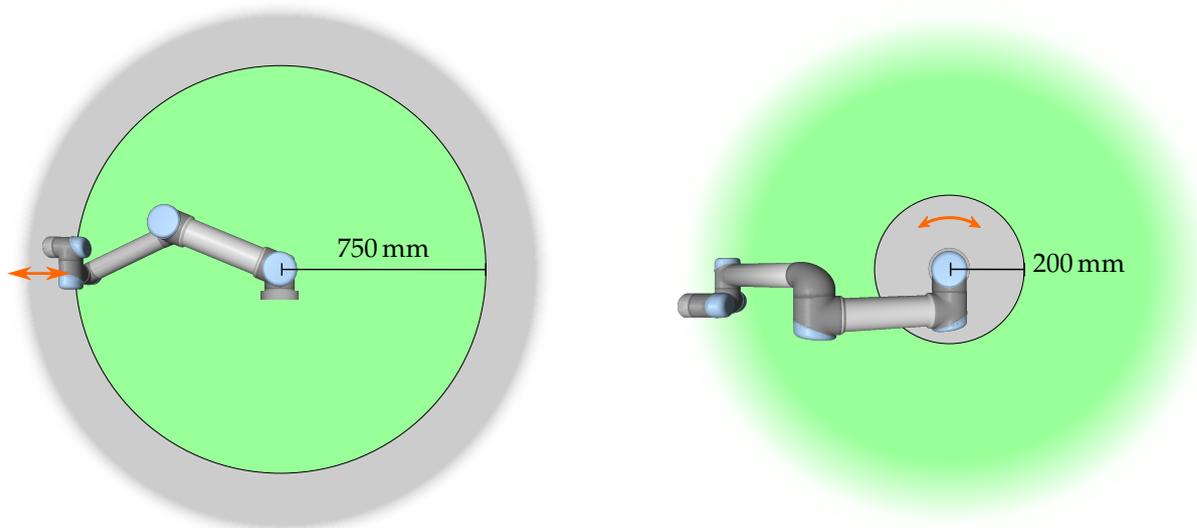


Figura 2.1: Si deve prestare attenzione a determinate aree dello spazio di lavoro per evitare rischi di schiacciamento, a causa delle caratteristiche fisiche del braccio robot. Un'area viene definita per i movimenti radiali, quando il giunto del polso 1 si trova ad una distanza di almeno 750 mm dalla base del robot. L'altra area si trova entro 200 mm dalla base del robot, durante il movimento in direzione tangenziale.

2.4 Modalità di sicurezza

Modalità normale e ridotta Il sistema di sicurezza presenta due modalità di sicurezza configurabili: *Normale* e *Ridotta*. Si possono configurare dei limiti di sicurezza per ciascuna di queste due modalità. La modalità ridotta si attiva quando il centro utensile robot supera un piano di *Innesco modalità ridotta* o se viene innescata da un segnale di sicurezza.

Sul lato dei piani di *Innesco modalità ridotta* dove viene definito il set dei limiti di modalità normale, è presente un'area di 20 mm in cui è accettato il set dei limiti di modalità ridotta. Quando la modalità ridotta viene innescata da un segnale di sicurezza, entrambi i set di limiti vengono accettati per 500 ms.

Modalità di ripristino Quando viene violato un limite di sicurezza, il sistema di sicurezza deve essere riavviato. Se all'avviamento il sistema si trova al di fuori di un limite di sicurezza (ovvero al di fuori di un limite di posizione giunto), si passa alla modalità speciale di *Ripristino*. In modalità Ripristino, non è possibile eseguire programmi del robot, ma è possibile riportare manualmente il braccio robot entro i limiti utilizzando la modalità *Freedrive* o la scheda Muovi in PolyScope (consultare la sezione II "Manuale PolyScope"). I limiti di sicurezza della modalità di *Ripristino* sono:

Funzione di sicurezza limitante	Limite
Velocità del giunto	30 °/s
Velocità del PCU	250 mm/s
Forza del PCU	100 N
Momento	10 kgm/s
Potenza	80 W

In caso di violazione dei presenti limiti, il sistema di sicurezza effettua una categoria di arresto 0.

**AVVISO:**

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

2.5 Interfacce elettriche con classificazione di sicurezza

Il robot è dotato di ingressi e uscite elettriche con classificazione di sicurezza. Tutti gli ingressi e le uscite elettriche con classificazione di sicurezza dispongono di canali doppi. Tali elementi sono sicuri se bassi, ad esempio, l'arresto di emergenza non è attivo quando il segnale è alto (+24 V).

2.5.1 Ingressi elettrici con classificazione di sicurezza

La tabella seguente fornisce una panoramica degli ingressi elettrici con classificazione di sicurezza.

Entrata di sicurezza	Descrizione
Arresto di emergenza del robot	Esegue una categoria di arresto 1, dandone notifica alle altre macchine tramite l'uscita <i>Arresto di emergenza del sistema</i> .
Pulsante di arresto di emergenza	Esegue una categoria di arresto 1, dandone notifica alle altre macchine tramite l'uscita <i>Arresto di emergenza del sistema</i> .
Arresto di emergenza del sistema	Esegue una categoria di arresto 1.
Arresto di protezione	Esegue una categoria di arresto 2.
Ingresso di ripristino di protezione	Ripristina il robot dallo stato di <i>arresto di protezione</i> , quando si crea un fronte sull'ingresso del ripristino protezione.
Modalità ridotta	Il sistema di sicurezza passa ai limiti della modalità <i>Ridotta</i> .
Interruttore a 3 posizioni	Ingresso di arresto di protezione quando l'ingresso della modalità di funzionamento è alto.
Modalità di funzionamento	Utilizzare la modalità di funzionamento in caso di configurazione di un dispositivo di attivazione a 3 posizioni.

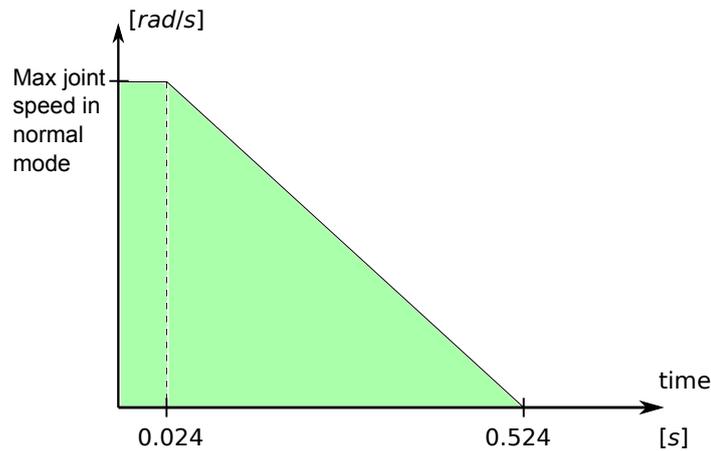


Figura 2.2: L'area verde al di sotto della rampa sono le velocità ammesse per un giunto in fase di frenaggio. Al momento 0 viene rilevato un evento (arresto di emergenza o di protezione) sul processore di sicurezza. La decelerazione inizia dopo 24 ms.

Le categorie di arresto 1 e 2 rallentano il robot mantenendo l'alimentazione attiva, consentendo l'arresto del robot senza deviazioni dal percorso previsto.

Monitoraggio degli ingressi di sicurezza Le categorie di arresto 1 e 2 vengono monitorate dal sistema di sicurezza nella modalità seguente:

1. Il sistema di sicurezza esegue il monitoraggio dell'avvenuto avvio della frenata entro 24 ms, vedi Figura 2.2.
2. Viene monitorata la velocità dei giunti in movimento per fare in modo che non superi quella ottenuta attraverso un rallentamento costante a partire dal limite di velocità massima del giunto in modalità *Normale* a 0 rad/s in 500 ms.
3. Se un giunto è a riposo (velocità del giunto inferiore a $0,2 \text{ rad/s}$), si verifica che non si sposti più di $0,05 \text{ rad}$ dalla posizione in cui si trovava quando la velocità misurata era inferiore a $0,2 \text{ rad/s}$.

Inoltre, per una categoria di arresto 1, il sistema di sicurezza verifica che con il braccio robot a riposo, lo spegnimento venga completato entro 600 ms. Inoltre, una volta attivato l'arresto di protezione, il braccio robot potrà riprendere il movimento solo dopo un limite positivo in caso di ingresso di ripristino di protezione. In caso di mancato rispetto delle condizioni precedenti, il sistema di sicurezza effettua una categoria di arresto 0.

Il passaggio alla modalità *Ridotta*, attivato dall'ingresso relativo, viene monitorato nella maniera seguente:

1. Il sistema di sicurezza accetta set di limiti per la modalità *Normale* e *Ridotta* per i 500 ms seguenti all'attivazione dell'ingresso modalità ridotta.
2. Dopo 500 ms saranno attivi solo i limiti della modalità *Ridotta*.

In caso di mancato rispetto delle condizioni precedenti, il sistema di sicurezza effettua una categoria di arresto 0.

2.5 Interfacce elettriche con classificazione di sicurezza

Il sistema di sicurezza esegue una categoria di arresto 0 con le prestazioni descritte nella seguente tabella. Il tempo di reazione nel caso peggiore è il tempo di arresto e *depotenziamento* (passaggio a un potenziale elettrico inferiore a 7,3 V) di un robot funzionante a piena velocità, con il massimo del carico utile.

Funzione dell'entrata di sicurezza	Caso peggiore		
	Tempo di rivelazione	Tempo di de-potenziamento	Tempo di reazione
Arresto di emergenza del robot	250 ms	1000 ms	1250 ms
Pulsante di arresto di emergenza	250 ms	1000 ms	1250 ms
Arresto di emergenza del sistema	250 ms	1000 ms	1250 ms
Arresto di protezione	250 ms	1000 ms	1250 ms

2.5.2 Uscite elettriche di sicurezza

La seguente tabella fornisce una panoramica delle uscite elettriche con classificazione di sicurezza:

Uscita di sicurezza	Descrizione
Arresto di emergenza del sistema	Logica bassa se l'ingresso <i>Arresto di emergenza del robot</i> presenta una logica bassa o il pulsante Arresto di emergenza è premuto.
Robot in movimento	Quando il segnale presenta una logica alta, nessun giunto individuale del braccio robot si sposta oltre i 0,1 rad.
Robot non in arresto	Logica alta in caso di arresto o arresto in corso del robot a causa di un arresto di emergenza o protezione. In caso contrario, la logica sarà bassa.
Modalità ridotta	Logica bassa quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Ridotta</i> .
Modalità non ridotta	Uscita di <i>modalità Ridotta</i> soppressa.

Se l'uscita di sicurezza non viene impostata in maniera corretta, il sistema di sicurezza effettua una categoria di arresto 0 con i seguenti tempi di reazione nei casi peggiori:

Uscita di sicurezza	Tempo di rivelazione nel caso peggiore
Arresto di emergenza del sistema	1100 ms
Robot in movimento	1100 ms
Robot non in arresto	1100 ms
Modalità ridotta	1100 ms
Modalità non ridotta	1100 ms



3 Trasporto

Trasporto del robot nell'imballaggio originale. Conservare il materiale di imballaggio in un luogo asciutto; potrebbe essere necessario imballare e spostare il robot in un secondo tempo.

Sollevarlo contemporaneamente entrambi i tubi del braccio robot quando lo si trasferisce dall'imballaggio al luogo di installazione. Mantenere il robot in posizione fino a quando tutti i bulloni di fissaggio sulla base del robot siano stati serrati saldamente.

L'unità di controllo deve essere sollevata usando la maniglia.



AVVISO:

1. Fare attenzione a non sforzare la schiena o altre parti del corpo quando si sollevano i dispositivi. Utilizzare dei dispositivi di sollevamento appropriati. Si devono rispettare tutte le normative locali e nazionali per il sollevamento. Universal Robots declina qualsiasi responsabilità per i danni causati durante il trasporto dei dispositivi.
2. Accertarsi di montare il robot seguendo le istruzioni di montaggio nel capitolo 4.

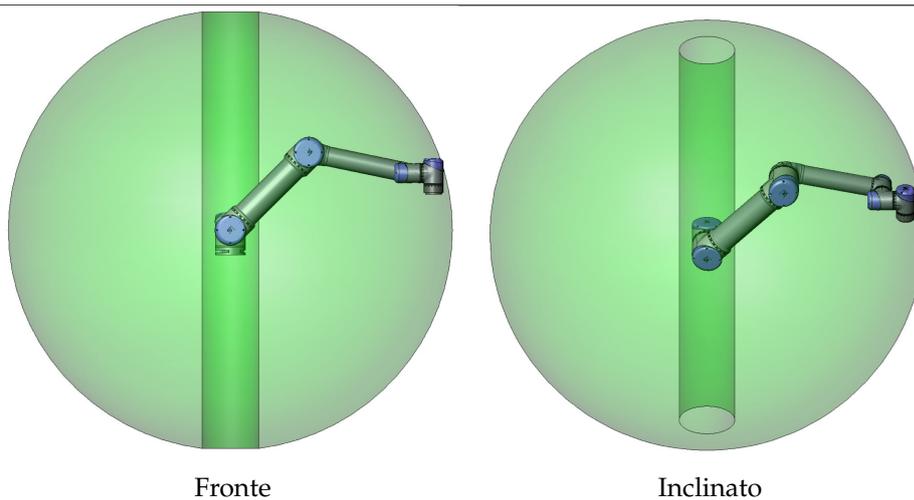
4 Interfaccia meccanica

4.1 Introduzione

Il presente capitolo descrive i principi base per il montaggio dei vari componenti del sistema robot. Si devono rispettare le istruzioni per l'installazione elettrica riportate nel capitolo 5.

4.2 Area di lavoro del robot

L'area di lavoro del robot UR5 si estende 850 mm dal giunto di base. È importante considerare il volume cilindrico direttamente sopra e sotto la base del robot in sede di selezione di un luogo di montaggio del robot. Se possibile, evitare di avvicinare l'utensile al volume cilindrico, poiché ciò causa movimenti rapidi dei giunti anche quando l'utensile si muove lentamente, facendo funzionare il robot in maniera inefficiente e rendendo difficile l'esecuzione della valutazione del rischio.



4.3 Montaggio

Braccio robot Il braccio robot è montato con quattro bulloni M8, usando i quattro fori da 8.5 mm sulla base. Stringere i bulloni con una coppia di 20 N m. Per riposizionare il braccio robot in maniera precisa, sono disponibili due fori da Ø88 da utilizzare con una pin. Inoltre, è possibile acquistare come accessorio una base omologa di precisione. La figura 4.1 indica dove eseguire i fori e montare le viti.

Montare il robot su una superficie solida, sufficientemente robusta da supportare almeno dieci volte la coppia piena sviluppata dal giunto di base ed almeno cinque volte il peso del braccio robot. Inoltre, la superficie non deve essere soggetta a vibrazioni.

Se il robot viene montato su un asse lineare o una piattaforma mobile, l'accelerazione della base di montaggio mobile deve essere molto bassa. Un'accelerazione

eccessiva potrebbe causare l'arresto del robot, portandolo a credere di aver urtato un oggetto.

**PERICOLO:**

Accertarsi che il braccio robot venga imbullonato correttamente e saldamente in posizione. La superficie di montaggio deve essere robusta.

**ATTENZIONE:**

Se il robot viene immerso nell'acqua per periodi prolungati, potrebbe subire danni. Il robot non deve essere montato nell'acqua o in ambienti dove possa essere bagnato.

Utensile La flangia utensile del robot ha quattro fori con filetto M6 per il fissaggio di un utensile al robot. I bulloni in tali fori devono essere serrati a 9 Nm. Per riposizionare l'utensile in maniera precisa, è disponibile un foro da Ø6 da usare con una spina. La figura 4.2 indica dove eseguire i fori e montare le viti.

**PERICOLO:**

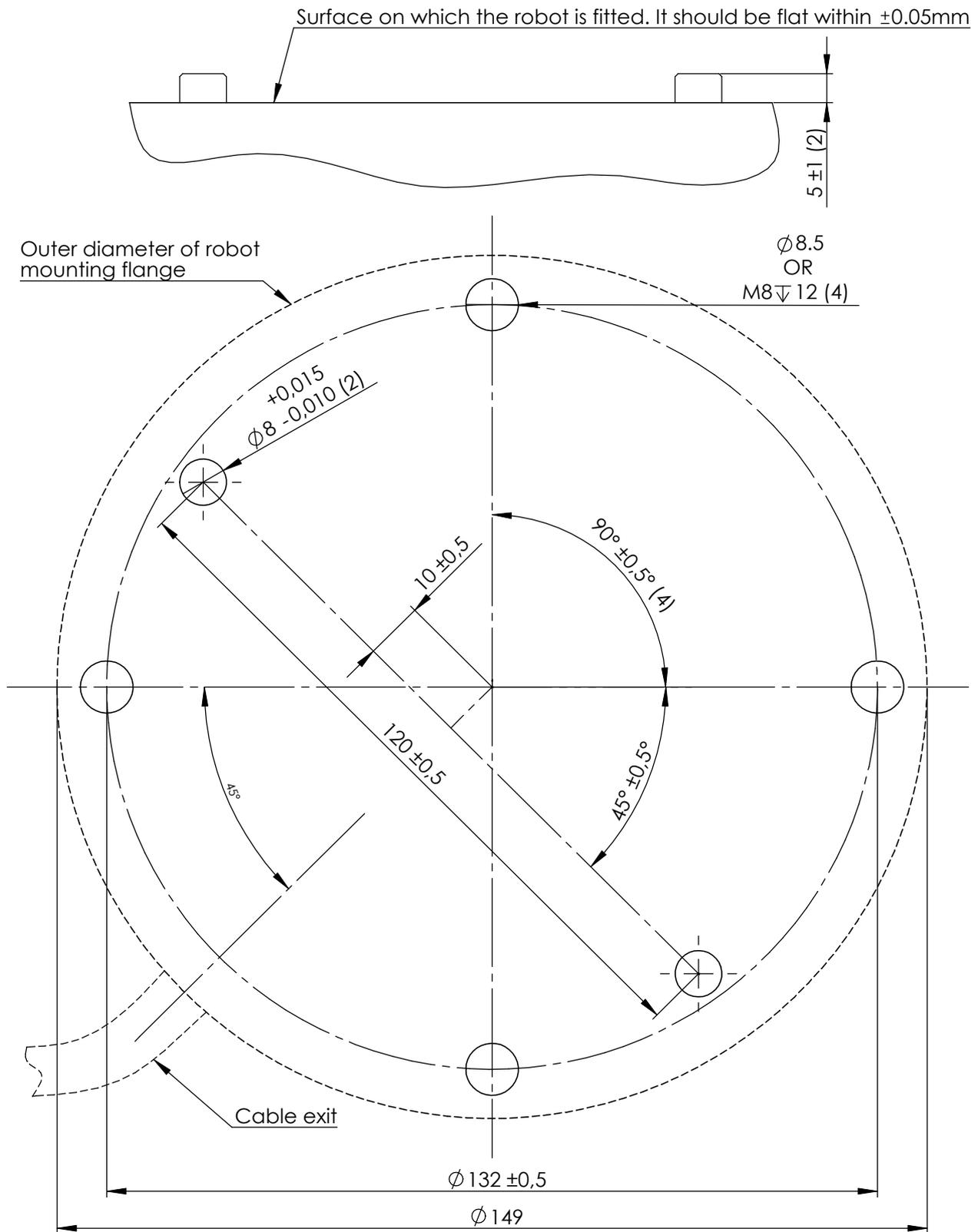
1. Accertarsi che l'utensile venga imbullonato correttamente e saldamente in posizione.
2. Accertarsi che l'utensile sia costruito in modo tale da non creare situazioni di pericolo, facendo cadere inaspettatamente un componente.

Unità di controllo L'unità di controllo può essere appesa a una parete o collocata sul pavimento. È necessario uno spazio di 50 mm su ciascun lato per consentire un flusso d'aria sufficiente. È possibile acquistare ulteriori staffe per il montaggio.

Teach pendant Il teach pendant può essere appeso a una parete o sull'unità di controllo. È possibile acquistare ulteriori staffe per il montaggio del teach pendant. Accertarsi che nessuno possa inciampare nel cavo.

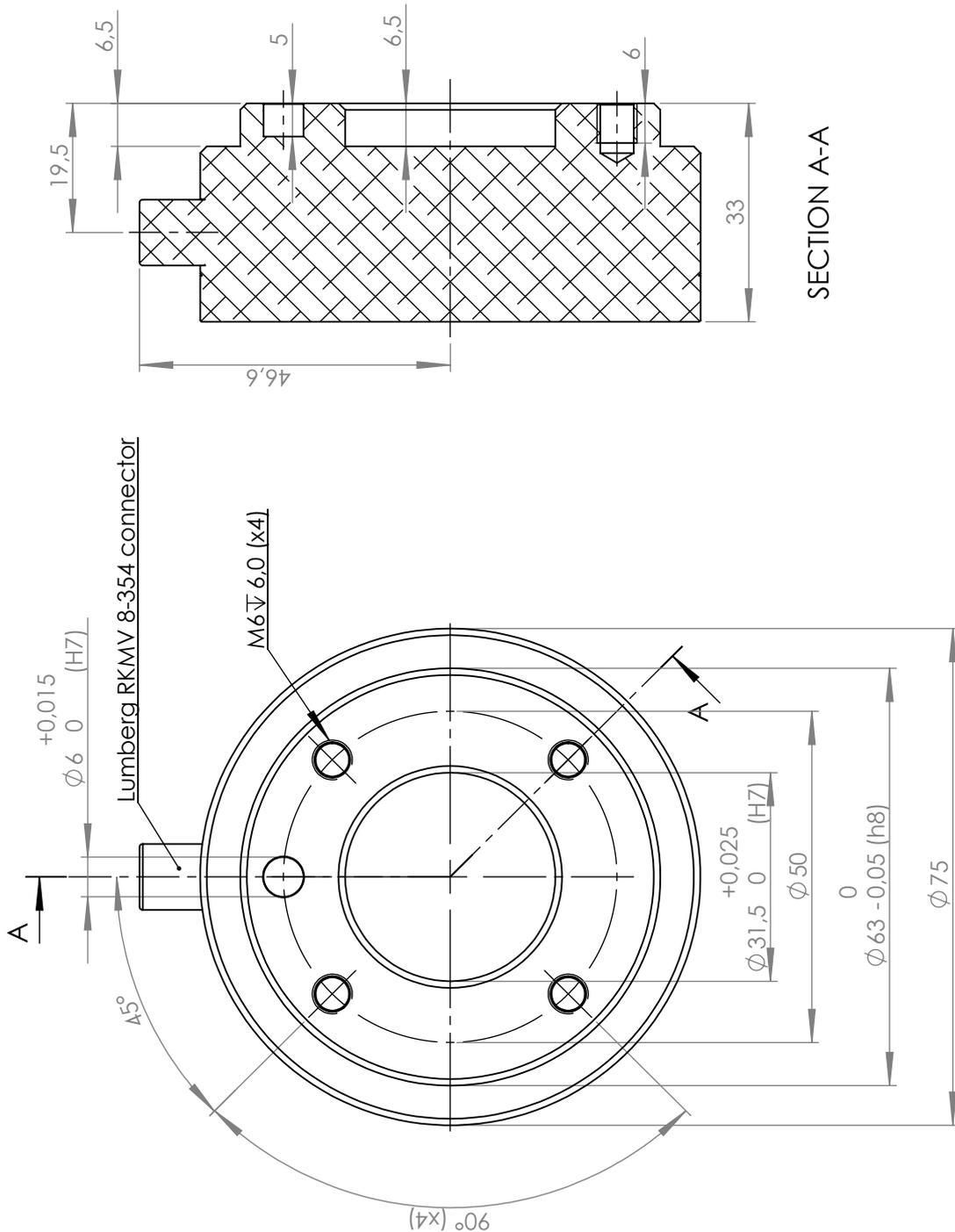
**PERICOLO:**

1. Verificare che l'unità di controllo e i cavi non entrino in contatto con liquidi. Un'unità di controllo bagnata può causare fatalità.
2. Non esporre l'unità di controllo e il teach pendant ad ambienti umidi o sporchi non conformi alla classe IP20. Prestare particolare attenzione agli ambienti che presentano polveri conduttive.



Copyright © 2009–2016 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

Figura 4.1: Fori di montaggio del robot. Utilizzare quattro bulloni M8. Tutte le misure sono in mm.



Copyright © 2009–2016 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

Figura 4.2: La flangia di uscita dell'utensile, ISO 9409-1-50-4-M6. Qui viene montato l'utensile alla sommità del robot. Tutte le misure sono in mm.

4.4 Carico utile massimo

Il carico utile massimo consentito del braccio robot dipende dall'*offset del centro di gravità*, vedi figura 4.3. L'offset del centro di gravità viene definito come distanza fra centro della flangia di output dello strumento e centro di gravità.

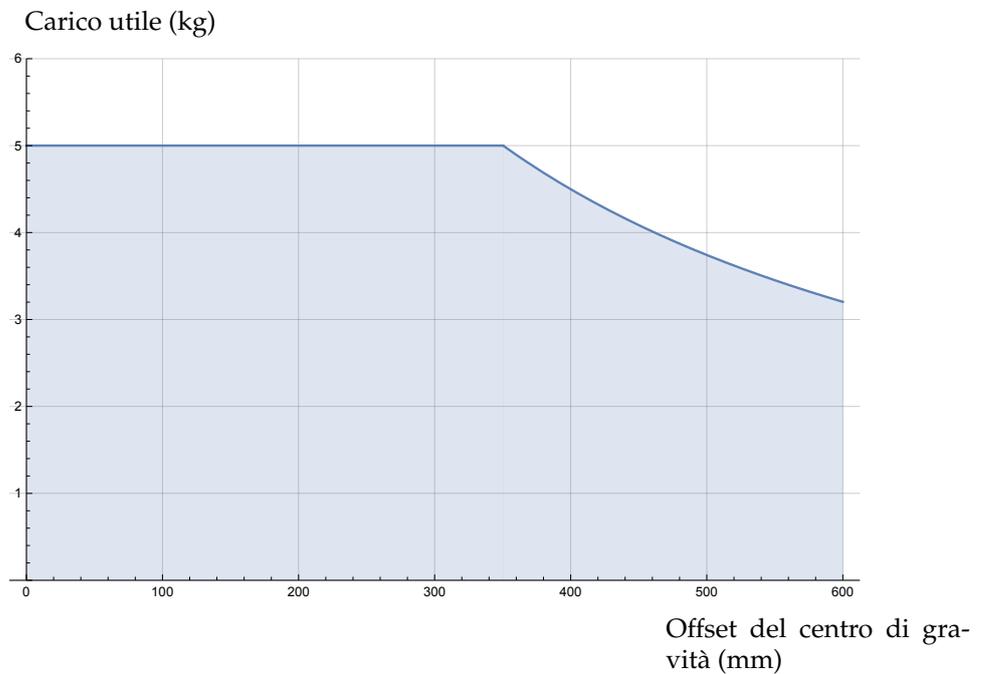


Figura 4.3: Rapporto fra il carico utile massimo consentito e l'offset del centro di gravità.

5 Interfaccia elettrica

5.1 Introduzione

Questo capitolo descrive tutte le interfacce elettriche del braccio robot e dell'unità di controllo.

Le varie interfacce sono suddivise in cinque gruppi con compiti e caratteristiche differenti:

- I/O del controller
- I/O utensile
- Ethernet
- Collegamento alla rete elettrica
- Collegamento del robot

Il termine "I/O" si riferisce ai segnali di controllo digitali e analogici provenienti da, o diretti a un'interfaccia.

Questi cinque gruppi vengono descritti nelle sezioni che seguono. Per la maggior parte dei tipi di I/O vengono offerti degli esempi.

Gli avvisi e le avvertenze nella sezione che segue hanno validità per tutti e cinque i gruppi e devono essere rispettati.

5.2 Avvisi e avvertenze elettriche

Gli avvisi e le avvertenze che seguono devono essere rispettati quando si progetta ed installa un'applicazione del robot. Gli avvisi e le avvertenze hanno validità anche per gli interventi di manutenzione.



PERICOLO:

1. Non collegare mai i segnali di sicurezza ad un PLC che non sia un PLC di sicurezza con classe di sicurezza appropriata. Il mancato rispetto di questa avvertenza può causare lesioni gravi o fatalità, poiché una delle funzioni dell'arresto di sicurezza potrebbe essere ignorata. È importante mantenere i segnali dell'interfaccia di sicurezza separati dai segnali dell'interfaccia per le I/O normali.
2. Tutti i segnali di sicurezza sono strutturati in maniera ridondante (due canali indipendenti). Mantenere i due canali separati per evitare che un solo errore possa causare la perdita della funzione di sicurezza.
3. È possibile configurare alcune I/O interne all'unità di controllo come I/O normali o I/O di sicurezza. Leggere e interpretare correttamente l'intera sezione 5.3.



PERICOLO:

1. Accertarsi di mantenere all'asciutto tutte le apparecchiature non protette contro l'ingresso d'acqua. Se l'acqua penetra nel prodotto, interrompere e contrassegnare tutte le fonti di alimentazione e contattare il fornitore.
2. Usare solo i cavi forniti nella dotazione originale del robot. Evitare di usare il robot in applicazioni in cui i cavi siano soggetti a flessione. Contattare il fornitore se si richiedono cavi più lunghi o flessibili.
3. I collegamenti negativi vengono definiti "GND" e sono collegati alla schermatura del robot e dell'unità di controllo. Tutti i collegamenti GND menzionati sono esclusivamente per alimentazione e segnali. Per la PE (massa di protezione) usare i collegamenti con viti M6 contrassegnate con simboli di massa, all'interno dell'unità di controllo. Il conduttore di messa a terra deve avere almeno la stessa corrente nominale della corrente più alta del sistema.
4. Esercitare cautela quando si collegano i cavi di interfaccia alle I/O del robot. La piastra metallica sul fondo è destinata ai cavi e ai connettori di interfaccia. Smontare la piastra prima di eseguire i fori. Assicurarsi di eliminare tutti i trucioli prima di rimontare la piastra. Ricordarsi di usare passacavi della misura corretta.

**ATTENZIONE:**

1. L'EMC (Compatibilità elettromagnetica) del robot è stata verificata in base agli standard internazionali IEC. Segnali di interferenza con livelli superiori a quelli definiti negli standard specifici IEC possono causare comportamenti inattesi del robot. Livelli di segnale molto elevati o un'esposizione eccessiva possono causare danni permanenti al robot. Di solito si riscontra che i problemi EMC si verificano nei processi di saldatura e sono normalmente segnalati da messaggi di errore nel registro. Universal Robots declina qualsiasi responsabilità per qualsiasi danno causato da problemi EMC.
2. I cavi di I/O che collegano l'unità di controllo ad altri macchinari e apparecchiature di fabbrica possono avere una lunghezza superiore a 30 m solo a patto che vengano eseguiti collaudi estesi.

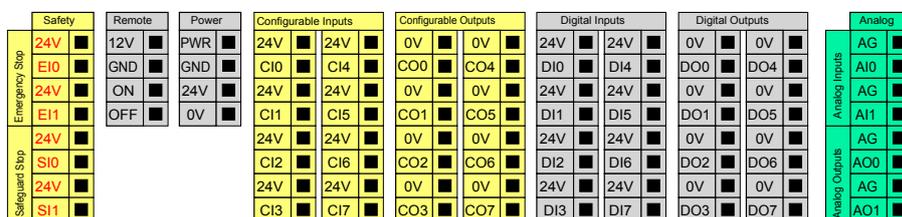
**NOTA:**

Se non indicato diversamente, tutte le tensioni e le correnti sono in CC (Corrente Continua).

5.3 I/O del controller

Questo capitolo spiega come collegare apparecchiature alla I/O interna all'unità di controllo. Questa I/O è estremamente flessibile e può essere usata per una vasta gamma di apparecchiature differenti che include relè pneumatici, PLC e pulsanti di arresto di emergenza.

L'immagine qui sotto illustra il diagramma dell'interfaccia elettrica interna all'unità di controllo.



Si deve rispettare il significato dei vari colori, fare riferimento a quanto segue.

Giallo con testo rosso	Esclusivo per segnali di sicurezza
Giallo con testo nero	Configurabile per la sicurezza
Grigio con testo nero	I/O digitali di uso generico
Verde con testo nero	I/O analogiche di uso generico

È possibile configurare le I/O “configurabili” come I/O di sicurezza o I/O di uso generico nel GUI. Per saperne di più, consultare la sezione II.

L'utilizzo delle I/O digitali viene descritto nelle seguenti sotto-sezioni. Si deve osservare quanto riportato nella sezione che descrive le specifiche comuni.

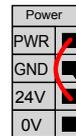
5.3.1 Specifiche comuni per tutte le I/O digitali

Questa sezione definisce le specifiche elettriche per le seguenti I/O digitali a 24V dell'unità di controllo.

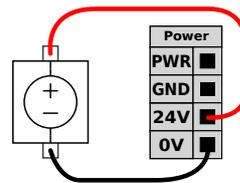
- I/O di sicurezza.
- I/O configurabile.
- I/O di uso generico.

È fondamentale che i robot UR vengano installati rispettando le specifiche elettriche che sono identiche per tutti e tre i tipi di ingressi.

È possibile alimentare un'I/O digitale con un'alimentazione interna da 24V o con una fonte di alimentazione esterna, configurando il blocco terminali denominato “Alimentazione”. Tale blocco è composto da quattro terminali. I due superiori (PWR e GND) sono per 24V e massa dall'alimentazione interna a 24V. I due terminali inferiori (24V e 0V) nel blocco sono l'ingresso 24V di alimentazione dell'I/O. La configurazione predefinita utilizza l'alimentazione interna, vedere qui sotto.



Se occorre una corrente maggiore, è possibile collegare un'alimentazione esterna come illustrato di seguito.



Le specifiche elettriche delle alimentazioni interne ed esterna sono indicate di seguito.

Terminali	Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
<i>Alimentazione interna a 24V</i>					
[PWR - GND]	Tensione	23	24	25	V
[PWR - GND]	Corrente	0	-	2	A
<i>Requisiti dell'ingresso esterno per 24V</i>					
[da 24V a 0V]	Tensione	20	24	29	V
[da 24V a 0V]	Corrente	0	-	6	A

Le I/O digitali sono costruite in conformità con la normativa IEC 61131-2. Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto.

Terminali	Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
<i>Uscite digitali</i>					
[COx / DOx]	Corrente	0	-	1	A
[COx / DOx]	Calo di tensione	0	-	0,5	V
[COx / DOx]	Dispersione di corrente	0	-	0,1	mA
[COx / DOx]	Funzione	-	PNP	-	Tipo
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	Tipo
<i>Ingressi digitali</i>					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Tensione	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Regione OFF	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Regione ON	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Corrente (11-30V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Funzione	-	PNP	-	Tipo
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Tipo

**NOTA:**

La parola “configurabile” viene utilizzata per I/O configurabili come I/O di sicurezza o I/O normali. Queste presentano terminali gialli con testo nero.

5.3.2 I/O di sicurezza

Questa sezione descrive gli ingressi di sicurezza esclusivi (terminale giallo con testo rosso) e le I/O configurabili (terminali gialli con testo nero) quando sono configurate come I/O di sicurezza. Si devono osservare le specifiche comuni nella sezione 5.3.1.

I dispositivi e le apparecchiature di sicurezza devono essere installati nel rispetto delle istruzioni di sicurezza e della valutazione del rischio, consultare il capitolo 1.

Tutte le I/O di sicurezza sono duplicate (ridondanti) e devono essere mantenute come ramificazioni indipendenti. Un singolo guasto non deve causare la perdita della funzione di sicurezza.

I due ingressi di sicurezza permanenti sono l’arresto di emergenza e l’arresto di protezione. L’ingresso dell’arresto di emergenza è riservato unicamente per dispositivi di arresto di emergenza. L’ingresso dell’arresto di protezione viene utilizzato per tutti i tipi di dispositivo di protezione di sicurezza. La differenza funzionale è illustrata qui sotto.

	Arresto di emergenza	Arresto di protezione
Il robot cessa il movimento	Sì	Sì
Esecuzione programma	Arresti	Sospende
Alimentazione robot	Off	On
Riarmo	Manuale	Automatico o manuale
Frequenza d'uso	Infrequente	Da tutti i cicli a infrequente
Richiede una nuova inizializzazione	Solo rilascio freno	No
Categoria di arresto (IEC 60204-1)	1	2
Livello di prestazioni della funzione di monitoraggio (ISO 13849-1)	PLd	PLd

È possibile utilizzare le I/O configurabili per impostare una funzionalità di I/O di sicurezza supplementare, ad esempio un'uscita per l'arresto di emergenza. La configurazione di una serie di I/O configurabili per funzioni di sicurezza si esegue attraverso il GUI, consultare la sezione II.

Nelle sotto-sezioni che seguono sono riportati alcuni esempi di come utilizzare le I/O di sicurezza.

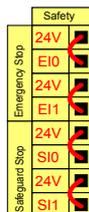


PERICOLO:

1. Non collegare mai i segnali di sicurezza ad un PLC che non sia un PLC di sicurezza con classe di sicurezza appropriata. Il mancato rispetto di questa avvertenza può causare lesioni gravi o fatalità, poiché una delle funzioni dell'arresto di sicurezza potrebbe essere ignorata. È importante mantenere i segnali dell'interfaccia di sicurezza separati dai segnali dell'interfaccia per le I/O normali.
2. Tutte le I/O di sicurezza sono strutturate in maniera ridondante (due canali indipendenti). Mantenere i due canali separati per evitare che un solo errore possa causare la perdita della funzione di sicurezza.
3. Le funzioni di sicurezza devono essere collaudate prima di mettere in servizio il robot. Le funzioni di sicurezza vanno collaudate con regolarità.
4. L'installazione del robot deve essere conforme a queste specifiche. Il mancato rispetto delle specifiche può causare lesioni gravi o fatalità, poiché la funzione di arresto di sicurezza potrebbe essere ignorata.

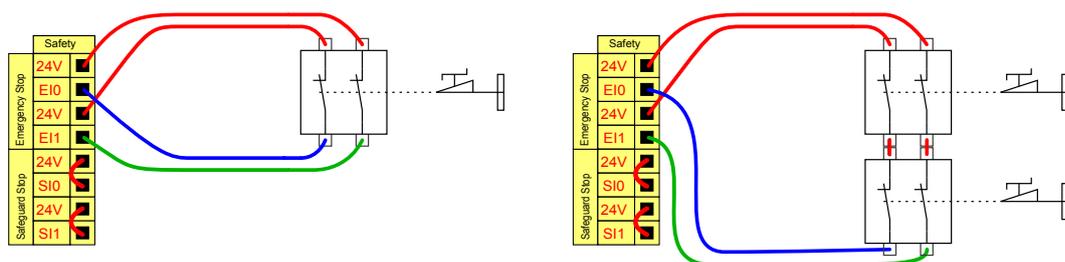
5.3.2.1 Configurazione di sicurezza predefinita

Il robot viene consegnato con una configurazione predefinita che ne permette la messa in servizio senza dispositivi di sicurezza supplementari, osservare l'immagine qui sotto.



5.3.2.2 Collegamento dei pulsanti di arresto di emergenza

Nella maggior parte delle applicazioni è necessario utilizzare uno o più pulsanti di arresto di emergenza supplementari. L'immagine sottostante indica come collegare uno o più pulsanti di arresto di emergenza.



5.3.2.3 Condivisione dell'arresto di emergenza con altre macchine

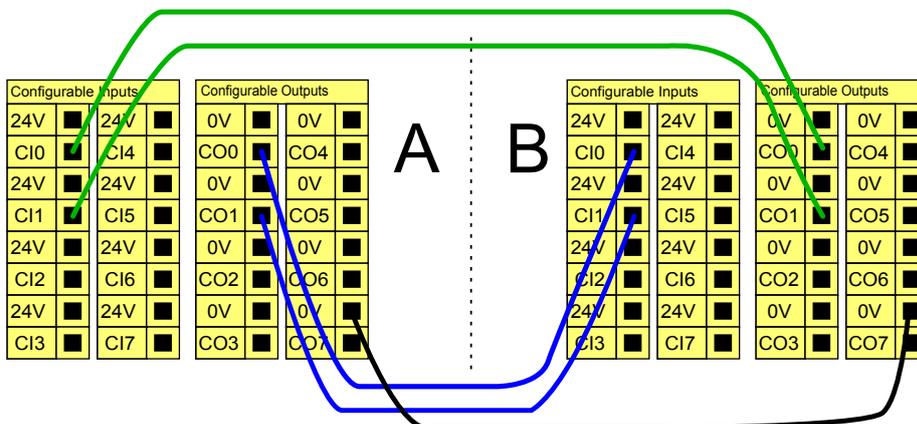
Quando si utilizza il robot in combinazione con altre macchine, spesso è desiderabile creare un circuito comune per l'arresto di emergenza. In tal modo, l'operatore non ha bisogno di pensare a quale pulsante di arresto di emergenza utilizzare.

L'ingresso di arresto di emergenza normale non può essere utilizzato per la condivisione, poiché entrambe le macchine aspetteranno che l'altro abbandoni la condizione di arresto di emergenza.

Per poter condividere la funzione di arresto di emergenza con altre macchine, si devono impostare le seguenti funzioni I/O configurabili attraverso il GUI.

- Coppia di ingresso configurabile: Arresto di emergenza esterno.
- Coppia di uscita configurabile: Arresto di emergenza del sistema.

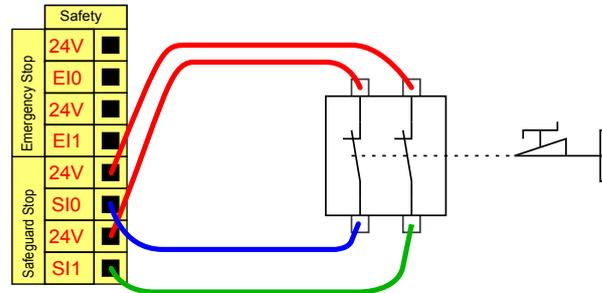
L'immagine qui sotto indica come due robot UR condividono le funzioni di arresto di emergenza. In questo esempio le I/O configurate utilizzate sono "CI0-CI1" e "CO0-CO1".



Se fosse necessario collegare più di due robot UR o altre macchine, un PLC di sicurezza deve controllare i segnali degli arresti di emergenza.

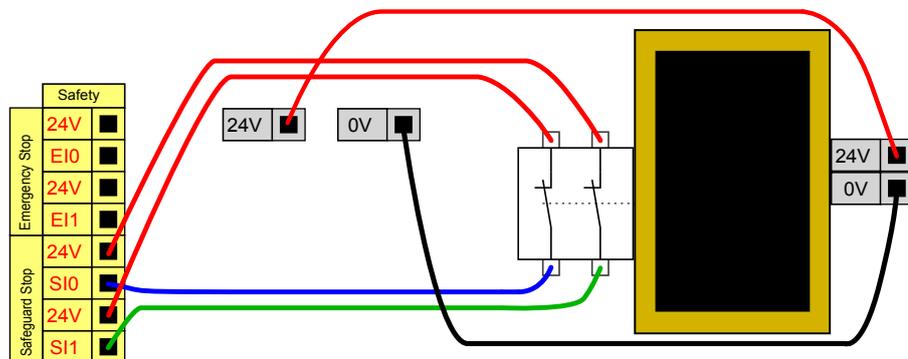
5.3.2.4 Arresto di protezione con ripristino automatico

Un esempio di dispositivo di arresto di protezione di base è un interruttore sullo sportello che permette di arrestare il robot quando si apre lo sportello, osservare l'immagine qui sotto.



Tale configurazione è idonea solo per applicazioni in cui l'operatore non può superare lo sportello e chiuderlo dietro di sé. Si può utilizzare l'I/O configurabile per creare un pulsante di resettaggio fuori dallo sportello, per riattivare il movimento del robot.

Un altro esempio in cui il ripristino automatico è appropriato è l'utilizzo di un tappetino di sicurezza o un dispositivo di scansione laser con classificazione di sicurezza, vedere sotto.

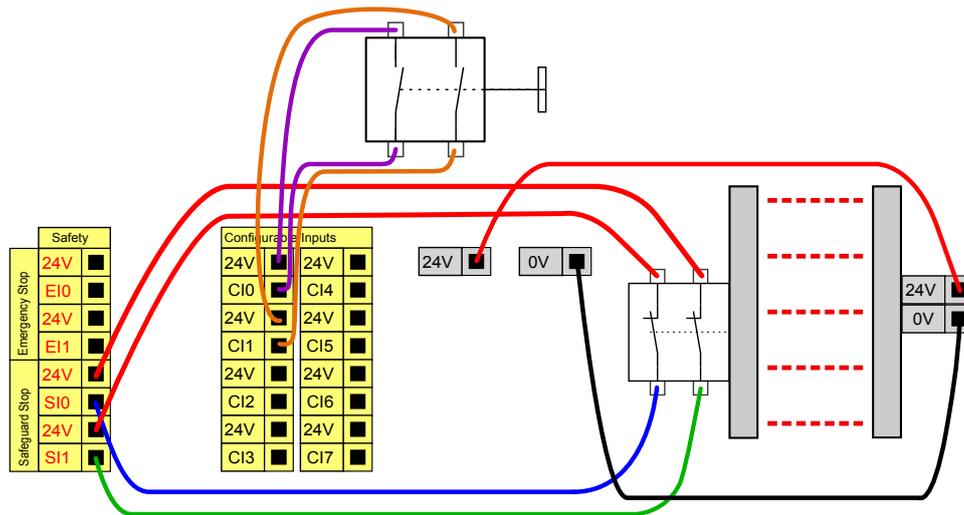


PERICOLO:

1. Il robot riprende automaticamente a muoversi quando viene ripristinato il segnale di protezione. Non utilizzare questa configurazione se il segnale può essere ripristinato dall'interno del perimetro di sicurezza.

5.3.2.5 Arresto di protezione con pulsante di resettaggio

Se si utilizza l'interfaccia di protezione per interfacciare una barriera ottica, è necessario un dispositivo di resettaggio esterno al perimetro di sicurezza. Il pulsante di resettaggio deve essere del tipo a due canali. In questo esempio l'I/O configurata per il ripristino è "CI0-CI1", vedere sotto.



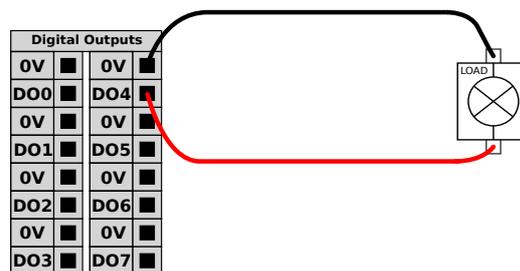
5.3.3 I/O digitali per uso generico

Questa sezione descrive le I/O da 24V di uso generico (terminali grigi) e le I/O configurabili (terminali gialli con testo nero) quando non sono configurate come I/O di sicurezza. Si devono osservare le specifiche comuni riportate nella sezione 5.3.1.

Le I/O di uso generico si possono usare per controllare direttamente apparecchiature quali relè pneumatici o per le comunicazioni con altri sistemi PLC. Tutte le uscite digitali possono essere disabilitate automaticamente quando l'esecuzione del programma viene interrotta, per ulteriori informazioni consultare la sezione II. In questa modalità, l'uscita è sempre "low" quando un programma non è in esecuzione. Alcuni esempi vengono riportati nelle seguenti sotto-sezioni. Questi esempi usano uscite digitali normali ma si possono utilizzare anche le uscite configurabili se non configurate per l'esecuzione di funzioni di sicurezza.

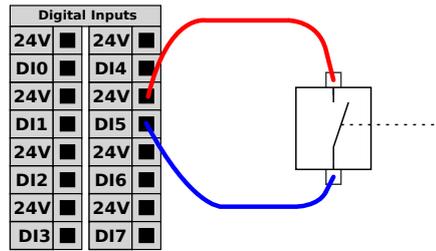
5.3.3.1 Carico controllato da un'uscita digitale

Questo esempio illustra come collegare un carico da controllare tramite un'uscita digitale, vedere qui sotto.



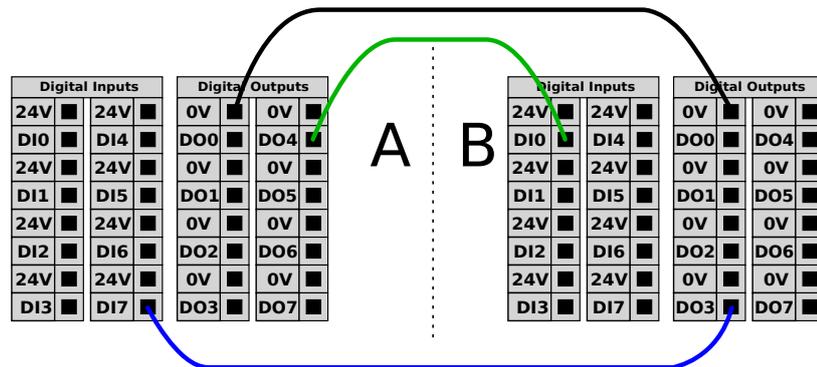
5.3.4 Ingresso digitale da pulsante

L'esempio qui sotto descrive come collegare un semplice pulsante ad un ingresso digitale.



5.3.5 Comunicazioni con altri macchinari o PLC

Gli I/O digitali si possono usare per comunicare con altre apparecchiature se è presente una GND (massa) (0V) comune e se la macchina utilizza la tecnologia PNP, vedere qui sotto.



5.3.6 I/O analogiche per uso generico

L'I/O analogica di interfaccia è il terminale verde. Può essere utilizzata per impostare o misurare la tensione (0-10V) o la corrente (4-20mA) da/a altre apparecchiature.

Per ottenere un elevato livello di precisione si consiglia quanto segue.

- Usare il terminale AG più vicino all'I/O. La coppia condivide un filtro di modalità comune.
- Usare la stessa massa (0V) per apparecchiatura e unità di controllo. L'I/O analogica non è isolata galvanicamente dall'unità di controllo.
- Usare un cavo schermato o un cavo bipolare intrecciato. Collegare la schermatura al terminale "GND" sul terminale denominato "Alimentazione".
- Usare apparecchiature che funzionino in modalità corrente. I segnali di corrente sono meno sensibili alle interferenze.

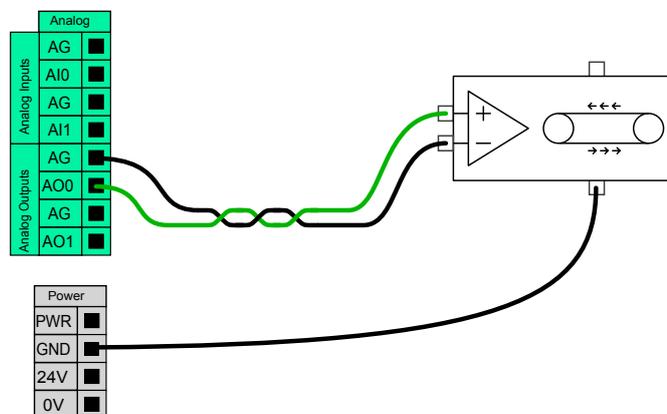
Le modalità di ingresso si possono selezionare nel GUI, consultare la sezione II. Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto.

Terminali	Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
<i>Ingresso analogico in modalità corrente</i>					
[AIx - AG]	Corrente	4	-	20	mA
[AIx - AG]	Resistenza	-	20	-	ohm
[AIx - AG]	Risoluzione	-	12	-	bit
<i>Ingresso analogico in modalità tensione</i>					
[AIx - AG]	Tensione	0	-	10	V
[AIx - AG]	Resistenza	-	10	-	Kohm
[AIx - AG]	Risoluzione	-	12	-	bit
<i>Uscita analogica in modalità corrente</i>					
[AOx - AG]	Corrente	4	-	20	mA
[AOx - AG]	Tensione	0	-	10	V
[AOx - AG]	Risoluzione	-	12	-	bit
<i>Uscita analogica in modalità tensione</i>					
[AOx - AG]	Tensione	0	-	10	V
[AOx - AG]	Corrente	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	Resistenza	-	1	-	ohm
[AOx - AG]	Risoluzione	-	12	-	bit

Gli esempi che seguono descrivono come usare l'I/O analogica.

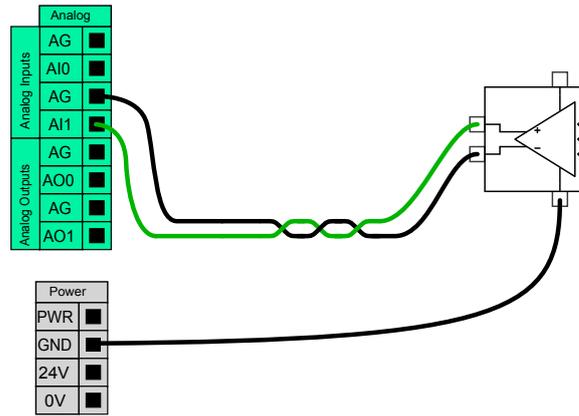
5.3.6.1 Uso di un'uscita analogica

Qui sotto è riportato un esempio di come controllare un nastro trasportatore con un ingresso analogico di controllo velocità.



5.3.6.2 Uso di un ingresso analogico

Qui sotto è riportato un esempio di come collegare un sensore analogico.



5.3.7 Controllo accensione/spegnimento a distanza

Il comando ON/OFF a distanza si può utilizzare per accendere e spegnere l'unità di controllo senza usare il teach pendant. Lo si usa abitualmente nelle seguenti applicazioni:

- Quando il teach pendant non è accessibile.
- Quando un sistema PLC deve assumere il pieno controllo.
- Quando si devono attivare o disattivare simultaneamente svariati robot.

Il telecomando ON/OFF fornisce una piccola alimentazione ausiliaria a 12V, che rimane attiva quando l'unità di controllo viene spenta. Gli ingressi "on" e "off" sono destinati solo ad attivazioni di breve durata. L'ingresso "on" funziona nello stesso modo del pulsante di accensione. Utilizzare sempre l'ingresso "off" per il comando a distanza "off" poiché questo segnale consente il salvataggio dei file aperti e lo spegnimento corretto dell'unità di controllo.

Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto.

Terminali	Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
[12V - GND]	Tensione	10	12	13	V
[12V - GND]	Corrente	-	-	100	mA
[ON / OFF]	Tensione inattiva	0	-	0,5	V
[ON / OFF]	Tensione attiva	5	-	12	V
[ON / OFF]	Corrente all'ingresso	-	1	-	mA
[ON]	Tempo di attivazione	200	-	600	ms

Gli esempi che seguono descrivono come usare il comando di ON/OFF a distanza.



NOTA:

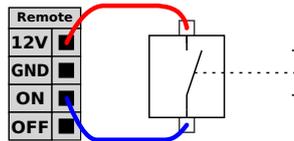
È possibile utilizzare una funzione speciale del software per il caricamento e l'avvio automatico dei programmi, consultare la sezione II.

**ATTENZIONE:**

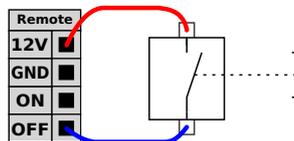
1. Non utilizzare l'ingresso "on" o il pulsante di accensione per spegnere l'unità di controllo.

5.3.7.1 Pulsante di accensione a distanza

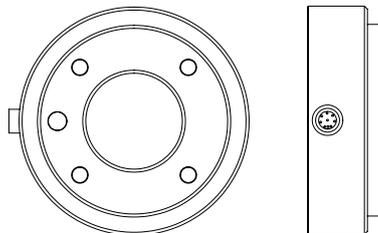
L'immagine qui sotto indica come collegare un pulsante di accensione a distanza.

**5.3.7.2 Pulsante di spegnimento a distanza**

L'immagine qui sotto indica come collegare un pulsante di spegnimento a distanza.

**5.4 I/O utensile**

Dal lato dell'utensile del robot è presente un piccolo connettore con otto piedini, osservare l'immagine qui sotto.



Questo connettore fornisce corrente e segnali di controllo per sistemi di afferraggio e sensori in uso su utensili specifici del robot. I cavi industriali che seguono sono compatibili:

- Lumberg RKMV 8-354.

Gli otto fili all'interno del cavo sono colorati in modo differente. I colori differenti definiscono le diverse funzioni, consultare la tabella qui sotto:

Colore	Segnale
Rosso	0V (GND)
Grigio	0V/+12V/+24V (ALIMENTAZIONE)
Blu	Uscita digitale 8 (DO8)
Rosa	Uscita digitale 9 (DO9)
Giallo	Ingresso digitale 8 (DI8)
Verde	Ingresso digitale 9 (DI9)
Bianco	Ingresso analogico 2 (AI2)
Marrone	Ingresso analogico 3 (AI3)

L'alimentazione interna può essere impostata su 0V, 12V o 24V nella scheda I/O del GUI, consultare la sezione II. Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto:

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
Tensione di alimentazione in modo 24 V	-	24	-	V
Tensione di alimentazione in modo 12V	-	12	-	V
Corrente di alimentazione in entrambi i modi	-	-	600	mA

Le seguenti sezioni descrivono le differenti I/O dell'utensile.



PERICOLO:

1. I sistemi di afferraggio e gli utensili di collegamento che creano un'interruzione dell'alimentazione non creano nessun pericolo (es., pezzi in lavorazione che cadono dall'utensile).
2. Prestare attenzione quando si utilizza la tensione di 12V: un errore compiuto dal programmatore può causare il passaggio alla tensione di 24V, danneggiando le apparecchiature e causando incendi.



NOTA:

La flangia dell'utensile è collegata a GND (come il filo rosso).

5.4.1 Uscite digitali dell'utensile

Le uscite digitali sono implementate come NPN. Quando un'uscita digitale viene attivata, il relativo collegamento viene portato a MASSA (GND), mentre quando viene disattivata, il collegamento viene aperto (apri-collettore/apri-scarico). Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto:

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
Tensione in condizione aperta	-0,5	-	26	V
Tensione in fase di assorbimento 1 A	-	0,05	0,20	V
Corrente in fase di assorbimento	0	-	600	mA
Corrente attraverso GND (terra)	0	-	600	mA

Un esempio di come utilizzare un uscita digitale viene riportato nella sotto-sezione che segue.

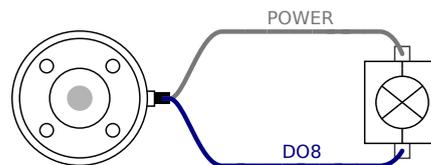


ATTENZIONE:

1. Le uscite digitali nell'utensile non sono limitate in corrente e se non si tengono in considerazione i dati specificati si possono causare danni permanenti.

5.4.1.1 Uso delle Uscite digitali dell'utensile

L'esempio qui sotto indica come attivare un carico quando si utilizza l'alimentazione interna da 12V o 24V. Ricordare che occorre definire la tensione di uscita sulla scheda I/O. Ricordare che è presente tensione fra il collegamento POWER e la schermatura/terra anche quando il carico è disattivato.



5.4.2 Ingressi digitali dell'utensile

Gli ingressi digitali sono implementati come PNP con resistori di pull-down deboli. Ciò significa che un ingresso flottante si leggerà sempre "basso". Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto.

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
Tensione di ingresso	-0,5	-	26	V
Bassa tensione logica	-	-	2,0	V
Alta tensione logica	5,5	-	-	V
Resistenza d'ingresso	-	47 k	-	Ω

Un esempio di come utilizzare un ingresso digitale viene riportato nella sotto-sezione che segue.

5.4.2.1 Uso degli ingressi digitali dell'utensile

L'esempio qui sotto indica come collegare un pulsante semplice.



5.4.3 Ingressi analogici dell'utensile

Gli ingressi analogici dell'utensile sono non-differenziali e possono essere impostati su tensione o corrente sulla scheda I/O, consultare la sezione II. Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto.

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
Tensione di ingresso in modo di tensione	-0,5	-	26	V
Resistenza di ingresso a un intervallo da 0V a 10V	-	15	-	kΩ
Tensione di ingresso in modo di corrente	-0,5	-	5,0	V
Corrente di ingresso in modo di corrente	-2,5	-	25	mA
Resistenza di ingresso a un intervallo da 4mA a 20mA	-	200	-	Ω

Le sottosezioni seguenti indicano due esempi di utilizzo degli ingressi analogici.

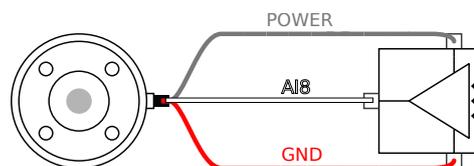


ATTENZIONE:

1. Gli ingressi analogici non sono protetti dalle sovratensioni in modalità di corrente. Se si supera il limite riportato nelle specifiche elettriche, si possono causare danni permanenti all'ingresso.

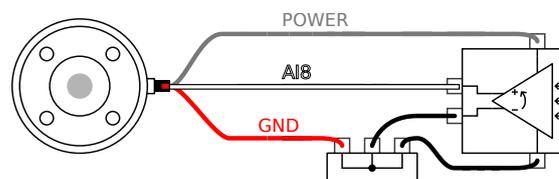
5.4.3.1 Uso degli ingressi analogici dell'utensile, non differenziale

L'esempio qui sotto descrive come collegare un sensore analogico a un'uscita non-differenziale. L'uscita del sensore può essere di corrente o tensione a condizione che il modo di ingresso di tale ingresso analogico sia impostato sullo stesso elemento sulla scheda I/O. Ricordarsi di verificare che un sensore con uscita di tensione possa azionare la resistenza interna dell'utensile, in quanto diversamente la misurazione potrebbe non essere valida.



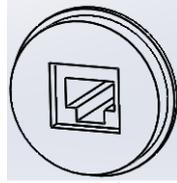
5.4.3.2 Uso degli ingressi analogici dell'utensile, differenziale

L'esempio qui sotto descrive come collegare un sensore analogico a un'uscita differenziale. Collegare la parte dell'uscita negativa a GND (0V) e funzionerà nello stesso modo di un sensore non differenziale.



5.5 Ethernet

Sul fondo dell'unità di controllo è disponibile un collegamento Ethernet, osservare l'immagine qui sotto.



L'interfaccia Ethernet può essere usata per quanto segue:

- Moduli di espansione I/O MODBUS. Per saperne di più, consultare la sezione II.
- Accesso e controllo a distanza.

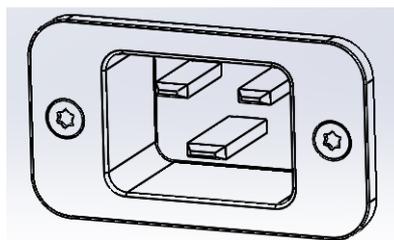
Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto.

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
Velocità di comunicazione	10	-	100	Mb/s

5.6 Collegamento alla rete elettrica

Il cavo di rete dell'unità di controllo termina con una spina IEC standard. Collegare un cavo o una spina di rete specifici del paese alla spina IEC.

Per poter potenziare il robot, l'unità di controllo deve essere collegata alla rete elettrica. Il collegamento si esegue tramite la spina comune IEC C20 sul fondo dell'unità di controllo, utilizzando il corrispondente cavo IEC C19, osservare l'immagine qui sotto.



L'alimentazione di rete dovrà essere dotata almeno di quanto segue:

- Collegamento a terra.
- Fusibile principale.
- Dispositivo di corrente residua.

È consigliata l'installazione di un interruttore primario per lo spegnimento di tutti i dispositivi nell'applicazione del robot come metodo immediato per l'interruzione e il contrassegno durante la manutenzione.

Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto.

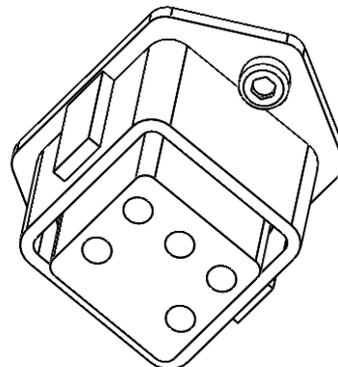
Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
Tensione di ingresso	100	-	240	VAC
Fusibile di rete esterno (per 100-200 V)	8	-	16	A
Fusibile di rete esterno (per 200-240 V)	8	-	16	A
Frequenza di ingresso	47	-	63	Hz
Potenza disponibile per emergenza	-	-	0,5	W
Potenza di funzionamento nominale	90	150	325	W

**PERICOLO:**

1. Accertarsi che il robot sia collegato a massa correttamente (messa a terra elettrica). Usare i bulloni inutilizzati contrassegnati dai simboli di messa a terra nell'unità di controllo per creare una massa comune per tutte le apparecchiature del sistema. Il conduttore di messa a terra deve avere almeno la stessa corrente nominale della corrente più alta del sistema.
2. Accertarsi che l'alimentazione dell'unità di controllo sia protetta da un RCD (interruttore differenziale) ed un fusibile della classe corretta.
3. Interrompere e contrassegnare tutte le fonti di alimentazione dell'intera installazione del robot durante la manutenzione. Le altre apparecchiature non devono alimentare le I/O del robot quando il sistema è escluso.
4. Accertarsi che tutti i cavi siano collegati correttamente prima di accendere l'unità di controllo. Utilizzare sempre il cavo di alimentazione originale corretto.

5.7 Collegamento del robot

Collegare il cavo dal robot al connettore sul parte inferiore dell'unità di controllo. Fare riferimento all'immagine sottostante. Accertarsi che il connettore sia correttamente agganciato prima di accendere il braccio robot. È possibile scollegare il cavo del robot solo quando il robot è depotenziato.



**ATTENZIONE:**

1. Non scollegare il cavo del robot mentre il braccio robot è acceso.
2. Evitare di prolungare o modificare il cavo originale.

6 Manutenzione e riparazione

È fondamentale che sia gli interventi di manutenzione che quelli di riparazione siano eseguiti rispettando tutte le istruzioni di sicurezza riportate nel presente manuale.

Gli interventi di manutenzione, calibrazione e riparazione devono essere eseguiti seguendo quanto indicato nelle più recenti edizioni dei Manuali di servizio, disponibili sul sito Web di supporto <http://www.universal-robots.com/support>.

Le riparazioni devono essere eseguite unicamente da integratori di sistema autorizzati o da Universal Robots.

Tutti i componenti restituiti a Universal Robots devono essere inviati rispettando quanto indicato nel manuale di servizio.

6.1 Istruzioni di sicurezza

A seguito di interventi di manutenzione e riparazione, si devono eseguire dei controlli per garantire il livello di sicurezza richiesto. Per tali controlli, si devono osservare le norme di sicurezza sul lavoro nazionali o locali in vigore. Si deve collaudare anche il corretto funzionamento di tutte le funzioni di sicurezza.

Lo scopo degli interventi di manutenzione e riparazione è di garantire che il sistema sia mantenuto operativo o, in caso di guasto, riportare il sistema allo stato operativo. Gli interventi di riparazione includono la diagnostica dei guasti oltre alla riparazione stessa.

In caso di intervento sul braccio robot o sull'unità di controllo, osservare le seguenti avvertenze e procedure di sicurezza.



PERICOLO:

1. Evitare di eseguire modifiche nella configurazione di sicurezza del software (ad es. il limite di forza). La configurazione di sicurezza è descritta nel manuale PolyScope. Se si modifica un qualsiasi parametro di sicurezza, l'intero sistema del robot deve essere considerato come nuovo, il che significa che si deve aggiornare di conseguenza il processo globale di approvazione sicurezza, valutazione del rischio inclusa.
2. Sostituire i componenti difettosi con componenti nuovi con numeri di catalogo identici o usando componenti equivalenti approvati da Universal Robots per tale impiego.
3. Riattivare tutte le funzioni di sicurezza disattivate immediatamente dopo aver completato l'intervento.
4. Documentare tutte le riparazioni e conservare la documentazione nel dossier tecnico associato con l'intero sistema del robot.



PERICOLO:

1. Disconnettere il cavo di alimentazione di rete dal fondo dell'unità di controllo per garantire che sia totalmente priva di tensioni elettriche. Spegnerne qualsiasi altra fonte elettrica collegata al braccio robot o all'unità di controllo. Prendere le precauzioni necessarie per evitare che altre persone possano collegare l'alimentazione del sistema mentre si esegue la riparazione.
2. Controllare la messa a terra prima di collegare nuovamente l'alimentazione al sistema.
3. Osservare le norme ESD quando si smontano parti del braccio robot o dell'unità di controllo.
4. Evitare di smontare gli alimentatori elettrici interni all'unità di controllo. All'interno di tali alimentatori potrebbero rimanere presenti tensioni residue elevate (fino a 600 V) per molte ore a seguito dello spegnimento dell'unità di controllo.
5. Evitare l'ingresso di acqua o polvere nel braccio robot o nell'unità di controllo.

7 Smaltimento e rispetto per l'ambiente

I robot UR devono essere smaltiti in conformità a legislazioni, normative e standard nazionali in vigore.

I robot UR vengono costruiti facendo uso limitato di sostanze pericolose, al fine di tutelare l'ambiente, secondo quanto stabilito dalla Direttiva europea RoHS 2011/65/UE. Tali sostanze includono mercurio, cadmio, piombo, cromo VI, difenili polibrominati ed eteri difenili polibrominati.

I costi di smaltimento e gestione di rifiuti elettronici dei robot UR commercializzati sul mercato danese sono versati in anticipo a DPA-system da Universal Robots A/S. Gli importatori in Paesi coperti dalla Direttiva europea WEEE 2012/19/UE devono effettuare un'iscrizione a parte al registro nazionale WEEE del rispettivo Paese. Il costo tipicamente è inferiore a 1€ per robot. Un elenco di registri nazionali è disponibile qui: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

I seguenti simboli vengono apposti sul robot per indicarne la conformità con le legislazioni sopra menzionate:



8 Certificazioni

Questo capitolo presenta una serie di certificazioni e dichiarazioni di vario tipo preparate per il prodotto.

8.1 Certificazioni di terzi

Le certificazioni di terzi sono volontarie. Tuttavia, per fornire il miglior servizio agli integratori di robot, UR ha scelto di certificare i propri robot presso i seguenti istituti di prova riconosciuti:



TÜV NORD

La sicurezza dei robot UR è stata approvata da TÜV NORD, un organismo notificato nell'ambito della direttiva "macchine" 2006/42/CE nell'UE. Una copia del certificato di approvazione della sicurezza rilasciato da TÜV NORD è disponibile nell'appendice B.



DELTA

La sicurezza e le prestazioni dei robot UR sono verificate da DELTA. Un certificato di compatibilità elettromagnetica (EMC) è disponibile nell'appendice B. Un certificato del test di impatto ambientale è disponibile nell'appendice B.

8.2 Dichiarazioni conformi alle direttive UE

Le dichiarazioni UE hanno valore principalmente nell'ambito dei Paesi europei. Tuttavia, anche alcuni Paesi extra-europei le riconoscono o addirittura le considerano obbligatorie. Le direttive europee sono disponibili alla homepage ufficiale: <http://eur-lex.europa.eu>.

I robot UR sono certificati in conformità alle direttive elencate qui di seguito.

2006/42/CE — Direttiva "macchine" (MD)

Secondo la Direttiva 2006/42/CE "macchine", i robot UR sono macchine parzialmente completate. Notare che in base a questa direttiva, le macchine parzialmente completate non ricevono un marchio CE. Se il robot UR viene usato per l'aspersione di pesticidi, prendere nota dell'esistenza della direttiva 2009/127/CE. La dichiarazione di incorporazione in conformità alla direttiva 2006/42/CE Allegato II 1.B. è riportata nell'appendice B.

2006/95/EC — Direttiva bassa tensione (LVD)

2004/108/EC — Compatibilità elettromagnetica (EMC)

2011/65/EU — Restrizioni sull'uso di determinate sostanze pericolose (RoHS)

2012/19/UE — Smaltimento di apparecchiature elettriche ed elettroniche (WEEE)

Le dichiarazioni di conformità con le direttive elencate qui sopra sono incluse nella dichiarazione di incorporazione nell'appendice B.

Un marchio CE viene apposto in conformità alle direttive di marchiatura CE riportate qui sopra. Per lo smaltimento di apparecchiature elettriche ed elettroniche consultare il capitolo 7.

Per ulteriori informazioni riguardo agli standard utilizzati durante lo sviluppo del robot, consultare l'appendice C.

9 Garanzie

9.1 Garanzia prodotto

Fatto salvo qualsiasi diritto che l'utente (cliente) può avere in relazione al rivenditore o distributore, al cliente sarà accordata una garanzia del fabbricante alle condizioni sotto riportate:

Qualora nuovi dispositivi e i loro componenti presentino difetti risultanti da difetti di fabbricazione e/o materiali entro 12 mesi dall'entrata in servizio (massimo di 15 mesi dalla spedizione), Universal Robots fornirà i ricambi necessari, mentre l'utente (cliente) metterà a disposizione le ore di lavoro per sostituire i ricambi, sostituendo il pezzo con un altro pezzo conforme allo stato dell'arte o riparando detto pezzo. Tale Garanzia non sarà valida se il difetto del dispositivo è attribuibile a un trattamento improprio e/o al mancato rispetto delle istruzioni contenute nelle guide dell'utente. Tale Garanzia non si applica né si estende a servizi erogati dal rivenditore autorizzato o dagli stessi clienti (ad es. installazione, configurazione, download di software). La ricevuta dell'acquisto, unitamente alla data dell'acquisto, saranno richiesti come per avere diritto all'intervento della Garanzia. Le richieste di intervento della Garanzia devono essere sottoposte entro due mesi dal momento in cui diviene evidente il difetto in Garanzia. La proprietà di dispositivi o componenti sostituiti da/restituiti a Universal Robots resterà di Universal Robots. Qualsiasi altra rivendicazione risultante dal dispositivo o allo stesso connessa è esclusa dalla presente Garanzia. Nessuna parte della presente Garanzia è intenta a limitare o escludere i diritti legali del cliente, né la responsabilità del fabbricante in caso di decesso o lesione personale risultante da negligenza. La durata della Garanzia non sarà estesa dai servizi erogati nell'ambito dei termini della Garanzia. Qualora non sussista alcun difetto in Garanzia, Universal Robots si riserva la facoltà di addebitarne la sostituzione o riparazione. Le disposizioni sopra riportate non implicano una modifica dell'onere di prova a detrimento del cliente. Qualora un dispositivo presenti difetti, Universal Robots è manlevata per qualsiasi danno consequenziale, speciale, incidentale o diretto, fra cui a titolo esemplificativo e non esaustivo, perdita di profitti, perdita d'uso, perdita di produzione o danni alle altre apparecchiature di produzione.

Qualora un dispositivo presenti dei difetti, Universal Robots non coprirà alcuna perdita o danno indiretto, quali perdita di produzione o danno ad altre apparecchiature produttive.

9.2 Clausola di esonero da responsabilità

Universal Robots continua a migliorare l'affidabilità e le prestazioni dei propri prodotti e pertanto si riserva la facoltà di aggiornare il prodotto senza preavviso. Universal Robots compie ogni possibile sforzo per assicurare che il contenuto



del presente manuale sia preciso e corretto, ma declina qualsiasi responsabilità per eventuali errori o informazioni mancanti.

A Tempo di arresto e distanza di arresto

Le informazioni relative a tempi e distanze di arresto sono disponibili per categoria di arresto¹ 0 e 1. Questa appendice comprende informazioni relative alla categoria di arresto 0. Le informazioni sulla categoria di arresto 1 sono disponibili all'indirizzo <http://universal-robots.com/support/>.

A.1 Distanze e tempi di arresto della categoria di arresto 0

La tabella sottostante indica distanze e tempi di arresto misurati all'attivazione di una categoria di arresto 0. Queste misurazioni corrispondono alla seguente configurazione del robot:

- Estensione: 100% (il braccio robot è completamente esteso in orizzontale).
- Velocità: 100% (la velocità generica del robot è impostata su 100% ed il movimento viene eseguito con una velocità del giunto di 183 °/s).
- Carico utile: il carico utile massimo accettato dal robot, collegato al centro utensile (5 kg).

Il test sul giunto 0 è stato eseguito compiendo un movimento in orizzontale, ovvero con asse di rotazione perpendicolare al suolo. Durante i test dei giunti 1 e 2 il robot ha seguito una traiettoria verticale, ovvero gli assi di rotazione erano paralleli al suolo e l'arresto è stato eseguito mentre il robot si stava spostando verso il basso.

	Distanza di arresto (rad)	Tempo di arresto (ms)
Giunto 0 (BASE)	0.31	244
Giunto 1 (SPALLA)	0.70	530
Giunto 2 (GOMITO)	0.22	164

¹Nel rispetto di IEC 60204-1, consultare il Glossario per maggiori informazioni.



B Dichiarazioni e certificati

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

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

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

hereby declares that the product described below

Industrial robot UR5/CB3
Serial number _____

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

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

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

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

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

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

Odense, April 20th, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.3 Certificato del sistema di sicurezza



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

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

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen.
is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated.

Fertigungsstätte: <i>Manufacturing plant:</i>	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark	
Beschreibung des Produktes: <i>(Details s. Anlage 1)</i> <i>Description of product:</i> <i>(Details see Annex 1)</i>	Universal Robots Safety System URSafety 3.1 for UR10, UR5 and UR3 robots	
Geprüft nach: <i>Tested in accordance with:</i>	EN ISO 13849-1:2008, PL d	

Registrier-Nr. / <i>Registration No.</i> 44 207 14097602 Prüfbericht Nr. / <i>Test Report No.</i> 3515 4327 Aktenzeichen / <i>File reference</i> 8000443298	Gültigkeit / <i>Validity</i> von / <i>from</i> 2015-06-02 bis / <i>until</i> 2020-06-01
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------



Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH
 Essen, 2015-06-02

TÜV NORD CERT GmbH Langemarkstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

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

Copyright © 2009–2016 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

B.4 Certificato di test ambientale



Climatic and mechanical assessment sheet no. 1275

<p>DELTA client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark</p>	<p>DELTA project no. T207415-1</p>
<p>Product identification UR5 robot arm: UR5 AE/CB3, 0A-series UR5 control box: AE/CB3, 0A-series UR5 teach pendant: AE/CB3, 0A-series UR10 robot arm: UR10 AE/CB3, 0A-series UR10 control box: UR10 AE/CB3, 0A-series UR10 teach pendant: AE/CB3, 0A-series</p>	
<p>DELTA report(s) DELTA project no. T207415-1, DANAK-19/13752 Revision 1</p>	
<p>Other document(s)</p>	
<p>Conclusion The two robot arms UR5 and UR10 including their control box and teach pendant have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the DELTA report listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests as specified in Annex 1 of the report were fulfilled.</p> <p>IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h IEC 60068-2-2, Test Be; +50 °C, 16 h IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 20 Hz: 0.05 g²/Hz, 20 – 150 Hz: -3 dB/octave, 1.66 grms, 3 x 1½ h IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 160 g, 1 ms, 3 x 6 shocks</p>	
<p>Date Hørsholm, 14 March 2014</p>	<p>Assessor  Susanne Otto B.Sc.E.E., B.Com (Org)</p>

Copyright © 2009–2016 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

20ass-sheet-j

B.5 Certificato di test EMC



We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1351

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

DELTA client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Product identification

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

Manufacturer

Universal Robots A/S

Technical report(s)

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

Standards/Normative documents

EMC Directive 2004/108/EC, Article 5
EN/(IEC) 61326-3-1:2008, Industrial locations, SIL 2 applications
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1

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

DELTA

Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

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

Hørsholm, 20 November 2014



Jakob Steensen
Principal Consultant

20aocass-uk-j

C Standard applicati

Questa sezione descrive gli standard specifici applicati nella fase di sviluppo del braccio robot e dell'unità di controllo: Ovunque venga riportato tra parentesi il numero di una direttiva europea, significa che lo standard è stato adattato per conformarsi a quella direttiva.

Uno standard non è una legge. Uno standard è un documento compilato da chi lavora in una determinata industria e definisce i normali requisiti di sicurezza e prestazioni di un prodotto o di un gruppo di prodotti.

Le abbreviazioni hanno il seguente significato:

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

La conformità con gli standard che seguono è garantita solo se si rispettano tutte le istruzioni di assemblaggio e di sicurezza e se si seguono le istruzioni nel presente manuale.

ISO 13849-1:2006 [PLd]

ISO 13849-1:2015 [PLd]

ISO 13849-2:2012

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

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

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

Il sistema di controllo sicurezza è concepito come livello di prestazioni D (PLd) in base ai requisiti di questi standard.

ISO 13850:2006 [Categoria di arresto 1]

ISO 13850:2015 [Categoria di arresto 1]

EN ISO 13850:2008 (E) [Categoria di arresto 1: 2006/42/CE]

EN ISO 13850:2015 [Categoria di arresto 1: 2006/42/CE]

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

La funzione di arresto di emergenza è concepita come categoria di arresto 1 in base allo standard in questione. La categoria di arresto 1 è un arresto controllato che mantiene l'alimentazione ai motori per l'esecuzione dell'arresto e interrompe l'alimentazione una volta completato l'arresto.

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

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

I robot UR vengono valutati in base ai principi di questo standard.

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

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

Questo standard interessa il costruttore del robot, non l'integratore. La seconda parte (ISO 10218-2) interessa l'integratore del robot, dal momento che riguarda l'installazione e la progettazione dell'applicazione del robot.

I compilatori dello standard avevano implicitamente considerato dei robot industriali tradizionali, che sono tipicamente dotati di protezioni e barriere ottiche. I robot UR sono progettati in modo da avere limitazioni di forza e corrente permanentemente abilitate. Pertanto, qui di seguito vengono chiariti e spiegati alcuni concetti.

Utilizzando robot UR in applicazioni pericolose, potrebbero essere necessarie ulteriori misure di sicurezza. Consultare il capitolo 1 del presente manuale.

Chiarimento:

- “3.24.3 Spazio protetto” viene definito dalle protezioni perimetrali. Tipicamente, lo spazio protetto è rappresentato da un'area dietro a una barriera che protegge le persone dai pericoli dei robot tradizionali. I robot UR sono progettati per operare senza barriere, utilizzando una funzione di sicurezza collaborativa integrata che ne limita la forza e la corrente senza definire spazi protetti entro una barriera perimetrale.
- “5.4.2 Prestazioni richieste”. Tutte le funzioni di sicurezza sono costruite come PLd in base alla normativa ISO 13849-1:2006. Il robot è costruito con sistemi di encoder ridondanti in ciascun giunto e gli I/O con classificazione di sicurezza sono realizzati con una struttura di categoria¹ 3. Collegare gli I/O con classificazione di sicurezza come indicato nel presente manuale ad apparecchi con classificazione di sicurezza di categoria 3 per creare una struttura PLd per l'intera funzione di sicurezza.
- “5.7 Modalità operative”. I robot UR non presentano modalità operative differenti e pertanto non dispongono di un selettore di modalità.
- “5.8 Comandi sul teach pendant”. Questa sezione definisce le funzioni di protezione del teach pendant, quando lo si deve usare entro un'area protetta dai pericoli. Poiché i robot UR consentono di operare in maniera collaborativa, non esiste alcuna area protetta dai pericoli come nel caso dei robot tradizionali. In fase di apprendimento i robot UR sono più sicuri rispetto a quelli tradizionali.

¹Nel rispetto di ISO 13849-1. Consultare il Glossario per maggiori informazioni

Invece di dover azionare un pulsante di abilitazione a tre posizioni, l'operatore può semplicemente arrestare il robot con la mano. Se i robot UR vengono installati in un'applicazione che si trova in un'area protetta, è possibile collegare un pulsante di abilitazione a tre posizioni come indicato nel presente manuale. Inoltre, consultare le spiegazioni presenti in ISO/TS 15066 clausola 5.4.5.

- “5.10 Requisiti di funzionamento collaborativo”. Le funzioni di sicurezza collaborative dei robot UR che limitano forza e corrente sono sempre attive. L'aspetto visivo dei robot UR indica che è possibile utilizzarli per operazioni collaborative. Le funzioni limitatrici di forza e corrente sono progettate in conformità con la clausola 5.10.5 della normativa ISO 10218-1. Inoltre, consultare le spiegazioni presenti in ISO/TS 15066 clausola 5.5.4.
- “5.12.3 Limitazione di spazio e asse flessibile con classificazione di sicurezza”. Questa funzione di sicurezza è una delle varie funzioni di sicurezza configurabili tramite software. Dalle impostazioni di tutte queste funzioni di sicurezza viene generato un codice di controllo che viene rappresentato da un identificatore per il controllo della sicurezza nella GUI.

ISO/TS 15066:2016

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

Questa è una specifica tecnica (TS) e **non** uno standard. Il compito di una TS è di presentare una serie di requisiti iniziali per verificare se risultano utili in un determinato settore industriale. Per definizione, una TS non è sufficientemente matura per l'armonizzazione con le Direttive europee.

La presente TS è valida per il produttore e l'integratore del robot. I robot UR sono conformi con le parti pertinenti per i robot da soli: l'integratore può scegliere di utilizzare la TS durante l'integrazione del robot.

Questa TS presenta una guida e i requisiti supplementari agli standard ISO 10218 nel campo dei robot collaborativi. Oltre al testo principale, la TS comprende un allegato A, che contiene una tabella che indica alcuni limiti di forza e pressione basati sul dolore e **non** sugli infortuni. È importante leggere attentamente le note presenti nella parte inferiore della tabella, poiché molti limiti si basano su stime conservative e studi teorici. Tutte le cifre sono soggette a cambiamenti futuri con la disponibilità di nuovi risultati delle ricerche scientifiche. L'allegato A è una parte informale e opzionale della TS. Pertanto, un integratore può dichiarare la conformità con la TS senza utilizzare i valori limite presenti nell'allegato A.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

Questo standard americano deriva dalla combinazione degli standard ISO 10218-1 (vedere qui sopra) e ISO 10218-2 in un documento unico. La lingua utilizzata passa dall'inglese britannico a quello americano, ma il contenuto rimane invariato.

Notare che la seconda parte (ISO 10218-2) di questo standard è destinata all'integratore del sistema robotizzato, non a Universal Robots.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

Questo standard canadese deriva dalla combinazione degli standard ISO 10218-1 (vedere qui sopra) e -2

in un documento unico. CSA ha aggiunto ulteriori requisiti per gli utenti del sistema robotico. Alcuni di tali requisiti potrebbero richiedere l'attenzione dell'integratore del robot.

Notare che la seconda parte (ISO 10218-2) di questo standard è destinata all'integratore del sistema robotizzato, non a Universal Robots.

IEC 61000-6-2:2005

IEC 61000-6-4/A1:2010

EN 61000-6-2:2005 [2004/108/CE]

EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/CE]

Electromagnetic compatibility (EMC)

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

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

Questi standard definiscono i requisiti per le interferenze elettriche ed elettromagnetiche. La conformità con questi standard garantisce che i robot UR forniscano prestazioni ottimali in ambienti industriali e che non creino interferenze con altre apparecchiature.

IEC 61326-3-1:2008

EN 61326-3-1:2008

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

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

Questo standard definisce i requisiti di immunità EMC estesa per le funzioni di sicurezza. La conformità con questo standard garantisce che le funzioni di sicurezza dei robot UR offrano protezione anche quando altre apparecchiature superano i limiti di emissioni EMC riportati negli standard IEC 61000.

IEC 61131-2:2007 (E)

EN 61131-2:2007 [2004/108/CE]

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

Sia le I/O a 24V normali che con classificazione di sicurezza sono costruite in base ai requisiti di questo standard per garantire comunicazioni affidabili con altri sistemi PLC.

ISO 14118:2000 (E)

EN 1037/A1:2008 [2006/42/CE]

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

Questi due standard sono molto simili. Definiscono i principi di sicurezza per evitare attivazioni inattese, che risultino sia dall'accensione involontaria durante la manutenzione o la riparazione, sia da comandi di attivazione involontari attraverso i controlli.

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

Low-voltage switchgear and controlgear

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

L'azione di apertura diretta ed il meccanismo di blocco di sicurezza del pulsante di arresto di emergenza soddisfano i requisiti di questo standard.

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

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

Questo standard definisce le classi degli involucri esterni per quanto riguarda la protezione da polvere e acqua. I robot UR sono progettati e classificati con un codice IP in conformità con questo standard, vedere l'adesivo sul robot.

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

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

Il cavo di alimentazione da rete è conforme a questo standard.

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

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

La flangia utensile sui robot UR è conforme al tipo 50-4-M6 di questo standard. Gli utensili del robot devono essere a loro volta costruiti in conformità con questo standard per garantirne la compatibilità.

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

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

Part 1: Hot surfaces

I robot UR sono progettati in modo che la temperatura superficiale si mantenga entro i limiti ergonomici definiti in questo standard.

IEC 61140/A1:2004

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

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

I robot UR vengono costruiti in conformità con questo standard per fornire protezione da scosse elettriche. È obbligatorio un collegamento protettivo alla massa, come definito nella Manuale di installazione hardware.

IEC 60068-2-1:2007

IEC 60068-2-2:2007

IEC 60068-2-27:2008

IEC 60068-2-64:2008

EN 60068-2-1:2007

EN 60068-2-2:2007

EN 60068-2-27:2009

EN 60068-2-64:2008

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

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

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

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

I robot UR vengono collaudati in base ai metodi di collaudo definiti in questi standard.

IEC 61784-3:2010

EN 61784-3:2010 [SIL 2]

Industrial communication networks – Profiles

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

Questi standard definiscono i requisiti per bus di comunicazione con classificazione di sicurezza.

IEC 60204-1/A1:2008

EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/CE]

Safety of machinery – Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

I principi generali di questo standard sono implementati.

IEC 60664-1:2007

IEC 60664-5:2007

EN 60664-1:2007 [2006/95/CE]

EN 60664-5:2007

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

Part 1: Principles, requirements and tests

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

I circuiti elettrici dei robot UR sono progettati in conformità con questo standard.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

I robot UR dotati di modulo accessorio E67 di interfaccia con macchine per stampaggio ad iniezione sono conformi a questo standard.

D Specifiche tecniche

Tipo di robot	UR5
Peso	18.4 kg / 40.6 lb
Carico utile massimo (vedi sezione 4.4)	5 kg / 11 lb
Raggio d'azione	850 mm / 33.5 in
Arco di movimento dei giunti	± 360 ° per tutti i giunti
Velocità	Giunti: Max 180 °/s. Utensile: Circa 1 m/s / Circa 39.4 in/s.
Ripetibilità	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
Impronta	Ø149 mm / 5.9 in
Gradi di libertà	6 giunti rotanti
Dimensioni dell'unità di controllo (L × A × P)	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 in
Porte I/O dell'unità di controllo	16 ingressi digitali, 16 uscite digitali, 2 ingressi analogici, 2 uscite analogiche
Porte I/O dell'utensile	2 ingressi digitali, 2 uscite digitali, 2 ingressi analogici
Alimentazione I/O	24 V 2 A nell'unità di controllo e 12 V/24 V 600 mA nell'utensile
Comunicazione	TCP/IP 100 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-TX socket Ethernet, Modbus TCP e adattatore EtherNet/IP
Programmazione	Interfaccia grafica utente PolyScope su schermo tattile da 12 pollici
Rumore	Comparativamente priva di rumore
Classificazione IP	IP54
Assorbimento di corrente	Circa 200 W usando un programma tipico
Funzionamento collaborativo	15 funzioni di sicurezza avanzate. Conforme a: EN ISO 13849-1:2008, PLd e EN ISO 10218-1:2011, clausola 5.10.5
Temperatura	Il robot può funzionare in una gamma di temperature ambientali di 0-50 °C
Alimentazione elettrica	100-240 VAC, 50-60 Hz
Vita utile calcolata	35,000 hours
Cablaggi	Cavo tra robot e unità di controllo (6 m / 236 in) Cavo tra schermo tattile e unità di controllo (4.5 m / 177 in)

Parte II

Manuale PolyScope

10 Configurazione di sicurezza

10.1 Introduzione

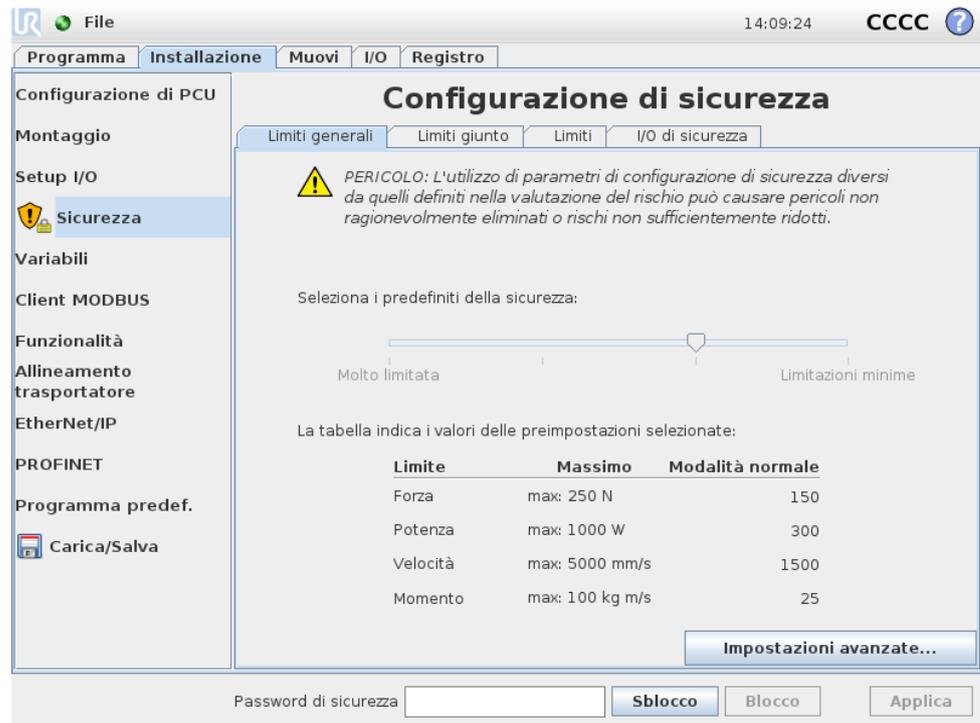
Il robot è dotato di un sistema di sicurezza evoluto. In base alle caratteristiche specifiche dello spazio di lavoro del robot, configurare le impostazioni del sistema di sicurezza in modo da garantire la sicurezza di tutto il personale e delle attrezzature circostanti al robot. La prima operazione dell'integratore 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. Verrà visualizzato quando l'icona rossa di errore non verrà più visualizzata 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 una volta raggiunto il limite meno la 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.

10.8 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.



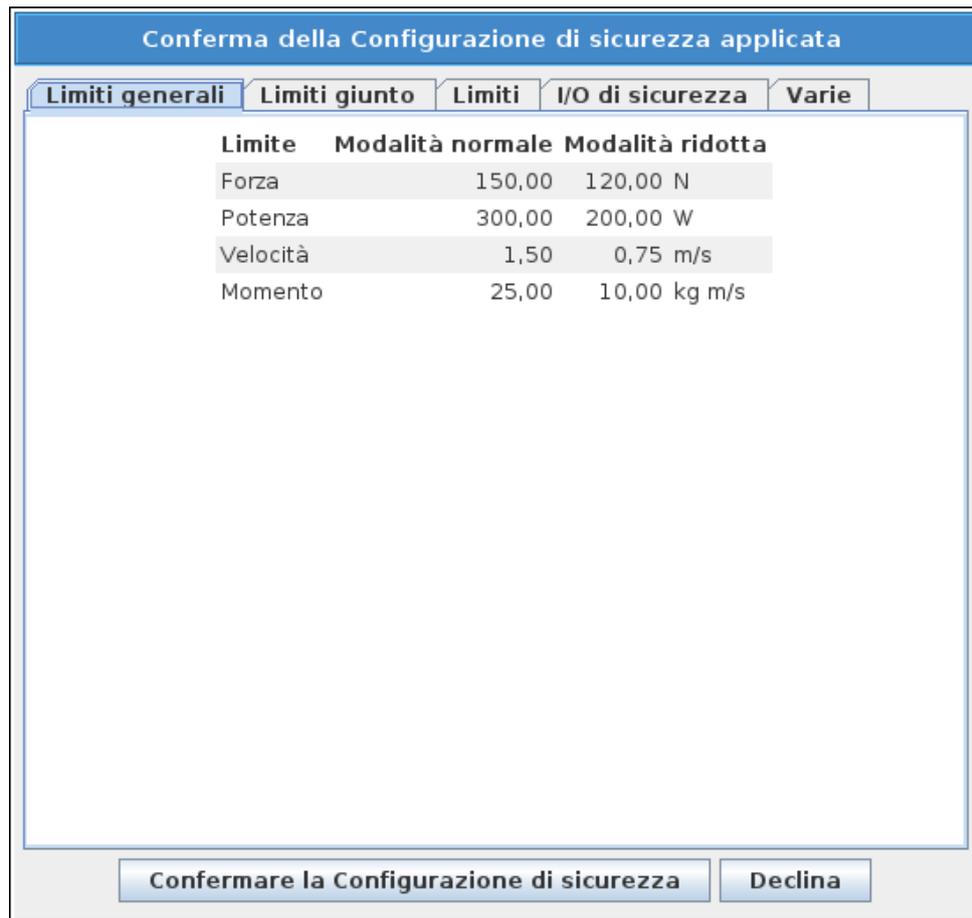
NOTA:

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.

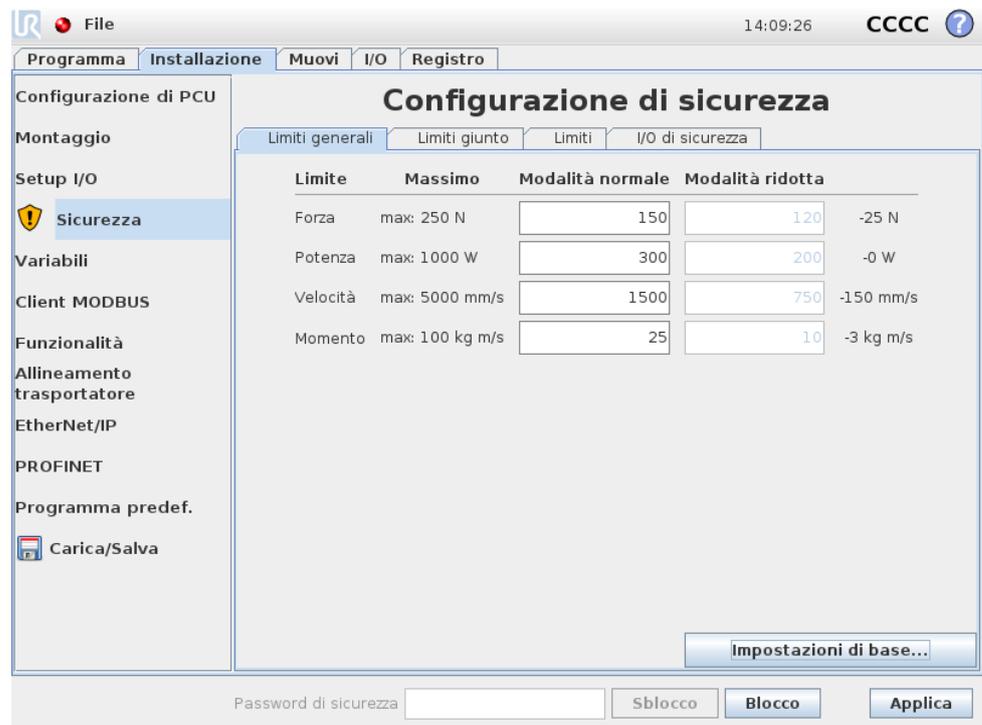
Durante la modalità *Freedrive* (vedere 13.1.5) e con una velocità attuale del PCU robot vicina al limite di *Velocità*, l'utente percepirà una forza di repulsione che aumenta in intensità con l'avvicinarsi della velocità al limite. La forza viene generata quando la velocità attuale si trova a 250 mm/s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

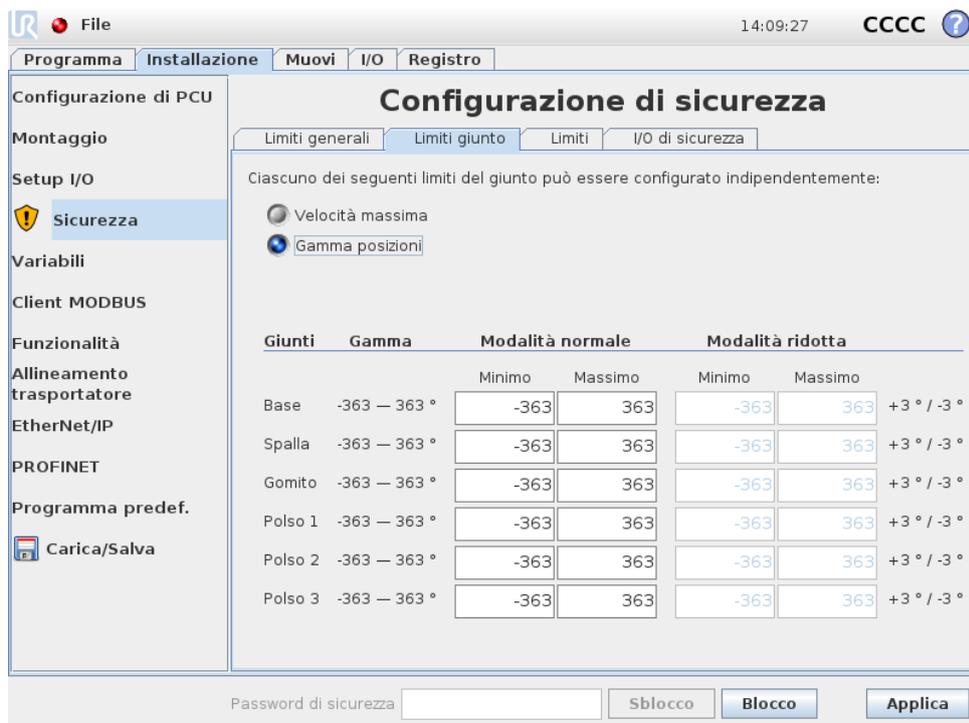


AVVISO:

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

Copyright © 2009–2016 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

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 innesarla (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 innesarla (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.

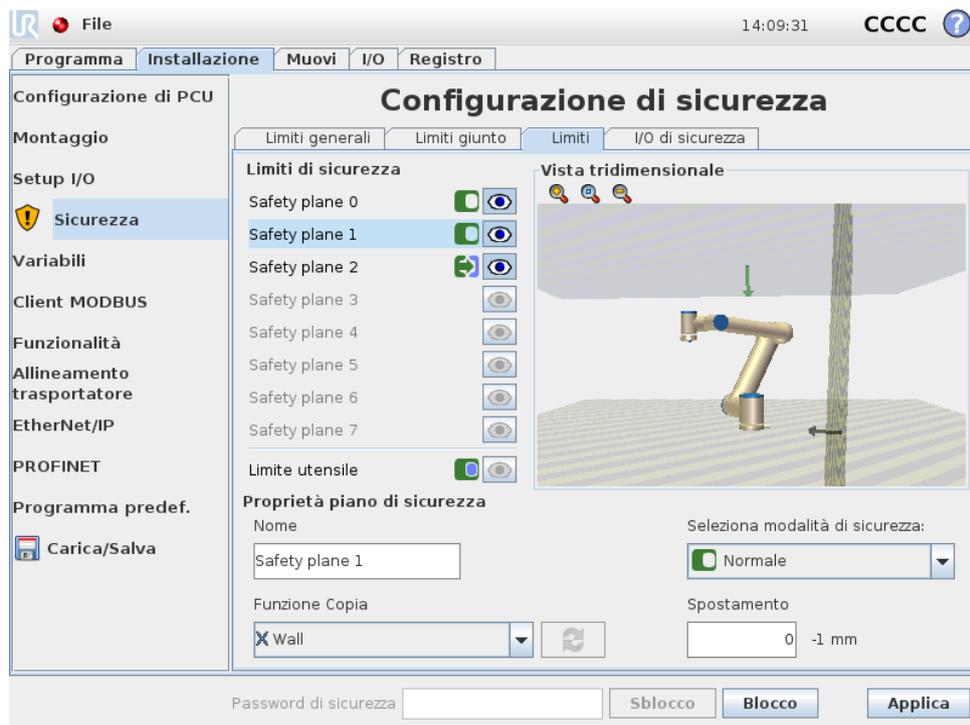
La soglia limite di orientamento utensile è visualizzata con un cono sferico abbinato ad un vettore che indica l'orientamento attuale dell'utensile del robot. L'interno del cono rappresenta l'area permessa di orientamento dell'utensile (vettore).

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).

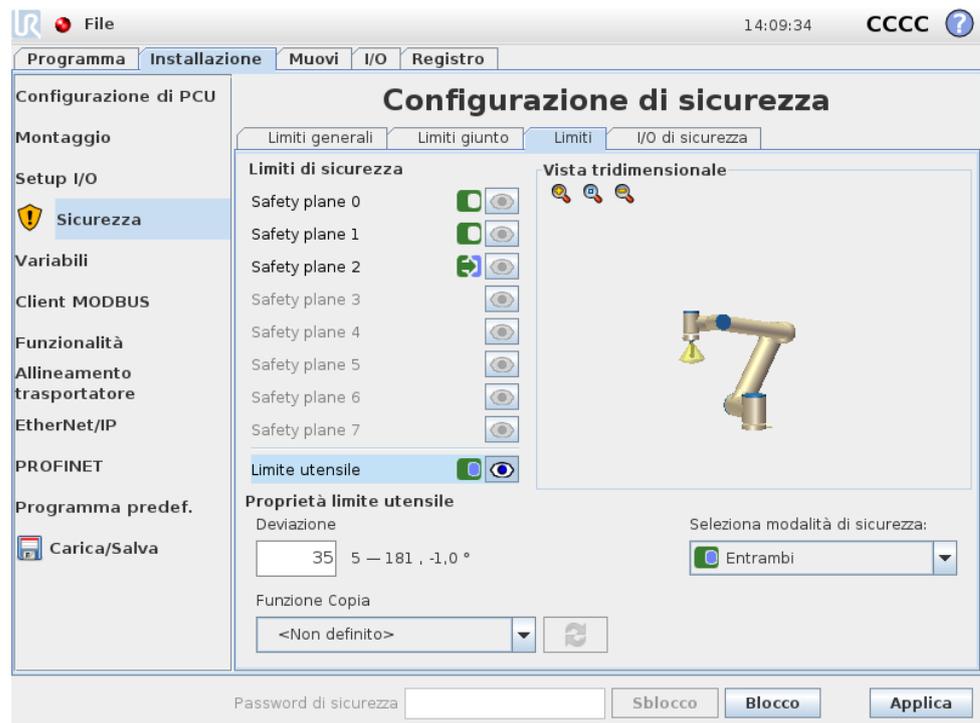
Quando non si verifica più nessuno dei casi sopra descritti, il sistema di sicurezza ritorna alla modalità *Normale*.

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* nella parte inferiore della scheda definisce un limite sull'orientamento dell'utensile robot composto dall'orientamento utensile desiderato e da un valore per la deviazione massima consentita 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.

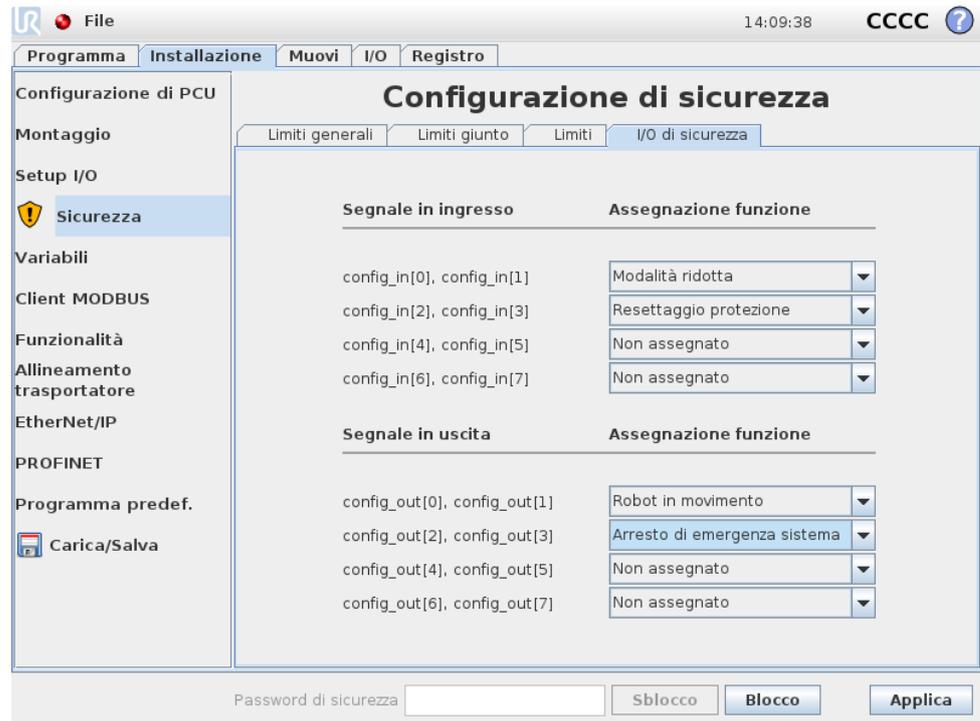
Modalità di sicurezza Il menu a tendina sul lato destro del pannello *Proprietà limite utensile* si usa per scegliere la *modalità di sicurezza* per il limite di orientamento dell'utensile. Le opzioni disponibili sono:

<input type="radio"/> Disabilitato	Il limite di soglia utensile non è mai attivo.
<input checked="" type="radio"/> Normale	Quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Normale</i> , il limite di soglia dell'utensile è attivo.
<input type="radio"/> Ridotto	Quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Ridotta</i> , il limite di soglia dell'utensile è attivo.
<input checked="" type="radio"/> 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, modalità Ridotta, Reimpostazione di protezione, Interruttore a 3 posizioni e Modalità di funzionamento.

Arresto di emergenza Se selezionata, consente l'aggiunta di un pulsante di Arresto di emergenza alternativo oltre a quello presente sul teach pendant. Questo fornisce la stessa funzionalità del pulsante di Arresto di emergenza sul teach pendant, quando è collegato un dispositivo conforme con la normativa ISO 13850:2006.

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).

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



AVVISO:

La funzione dell'ingresso di Ripristino protezione è configurata sui piedini di ingresso 0 e 1. Se viene completamente disabilitata, il braccio robot smette di essere in arresto di protezione non appena il segnale di arresto di protezione passa a alto. In altre parole, senza un segnale di Ripristino protezione, gli ingressi SI0 e SI1 dell'Arresto di protezione (vedere Manuale di installazione hardware) determinano da soli se lo stato di arresto di protezione è attivo o no.

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 in automatico 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 è passato a uno stato di Arresto di emergenza, viene inviato un segnale basso. In caso contrario si trova in uno stato di segnale alto.

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.

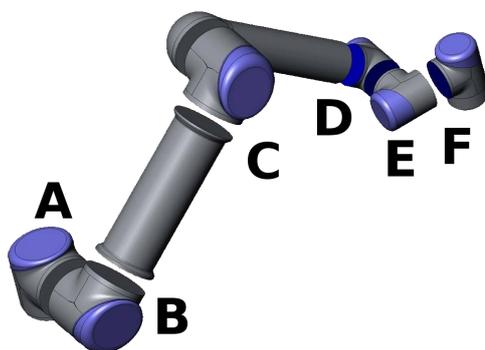


Figura 11.1: Giunti del robot. A: *Base*, B: *Spalla*, C: *Gomito* e D, E, F: *Polso 1, 2, 3*

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:

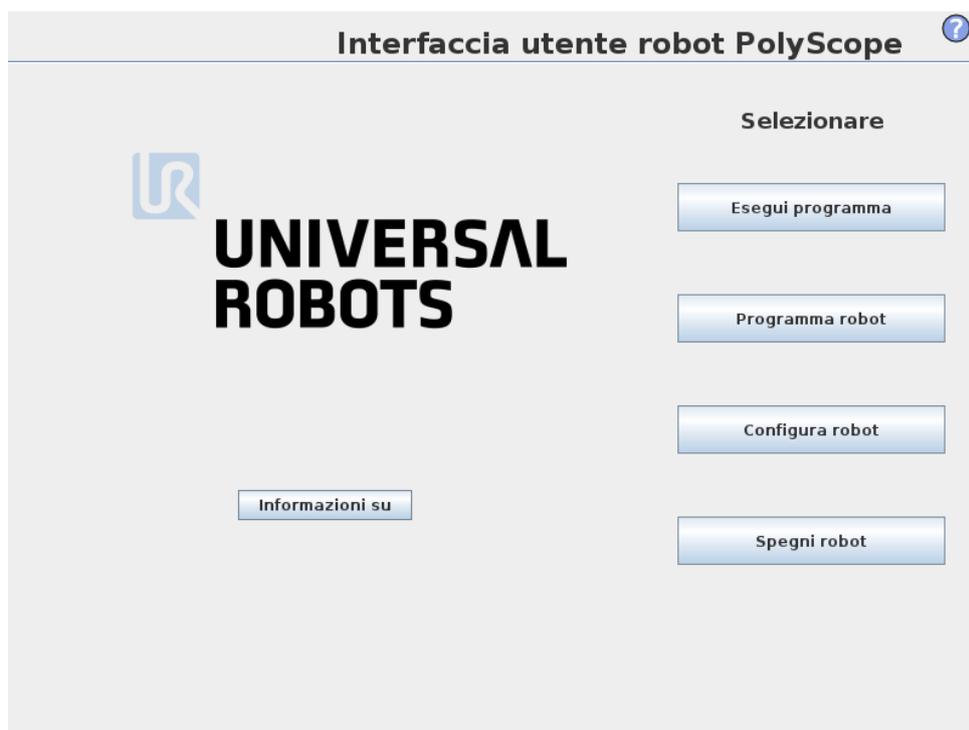
1. Sfiare il pulsante *Programma Robot* e selezionare *Programma vuoto*.
2. Premere il pulsante *Avanti* (in basso a destra) in modo da selezionare la riga *<empty>* nella struttura ad albero sul lato sinistro della schermata.
3. Andare alla scheda *Struttura*.
4. Premere il pulsante *Muovi*.
5. Andare 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.

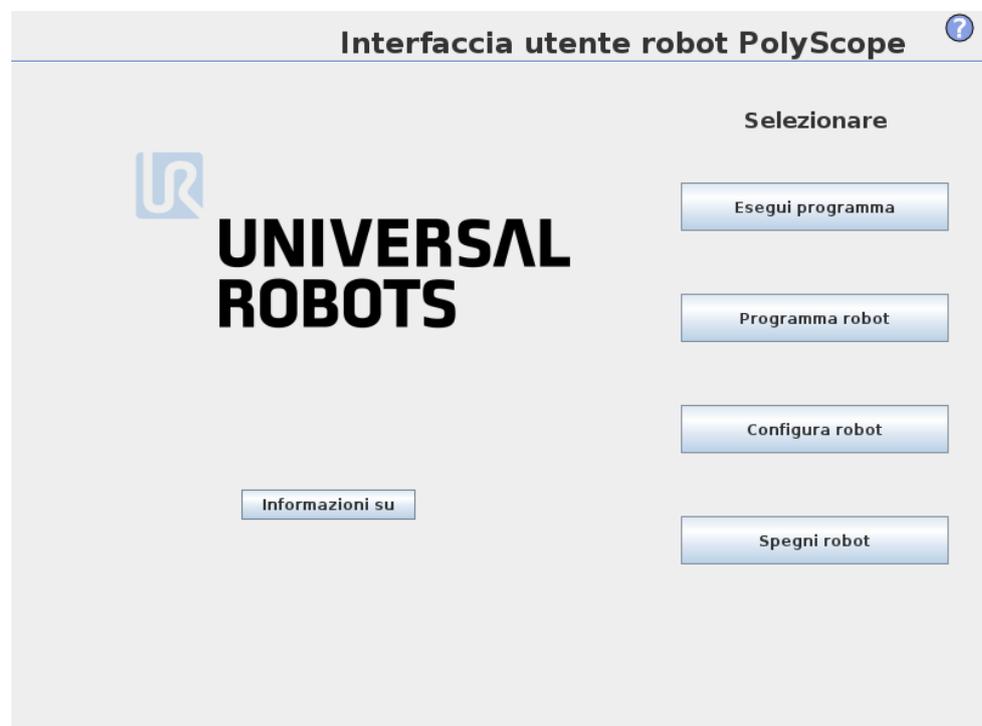
È possibile collegare un mouse e una tastiera all'unità di controllo o al teach pendant, anche se ciò non è necessario. Quasi tutti i campi di testo sono abilitati per il tocco, affinché sfiorandoli venga lanciato un tastierino o una tastiera su schermo. Accanto ai campi di testo non abilitati per il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

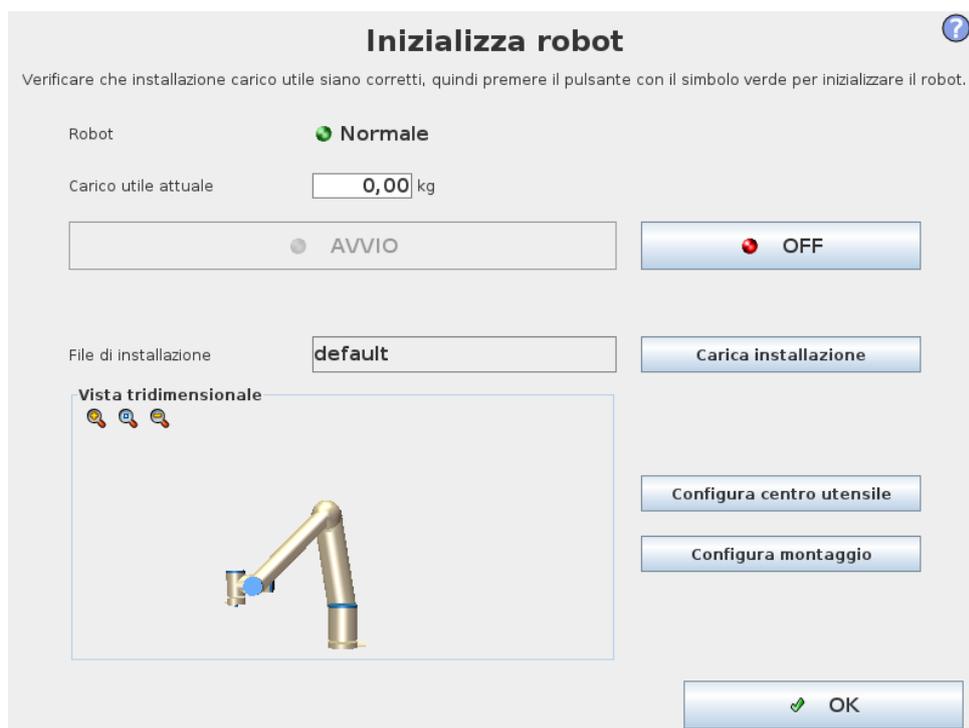
11.4 Schermata Benvenuto



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

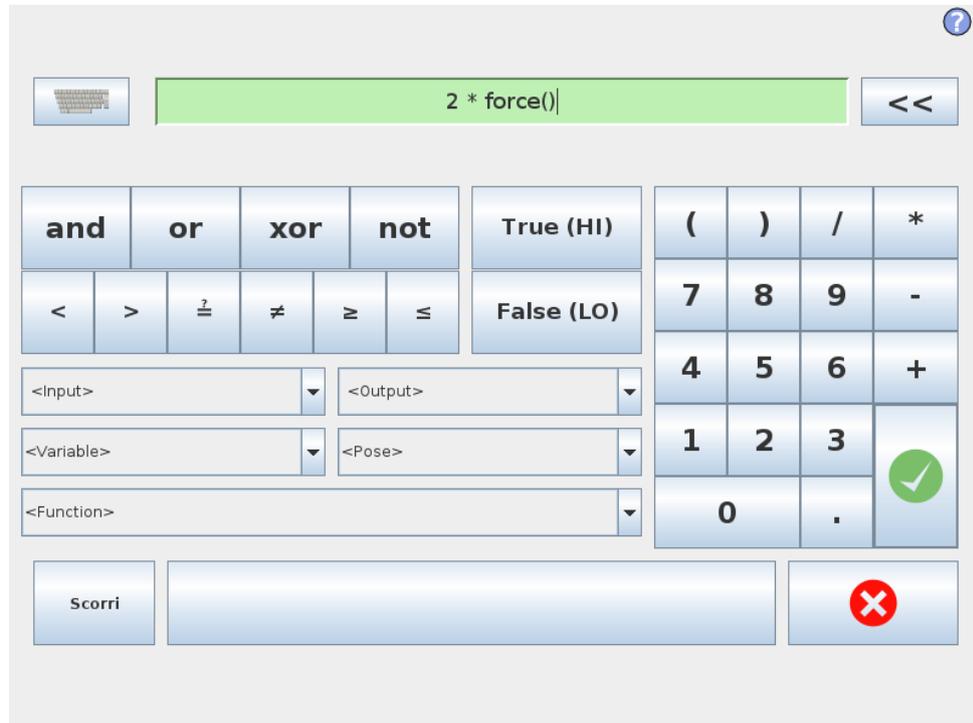
Se la verifica del montaggio viene superata, premendo il pulsante si sbloccano tutti i freni dei giunti ed il braccio robot è pronto a funzionare normalmente. Notare che il robot produce un suono e si muove leggermente mentre sblocca i freni.

- 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.

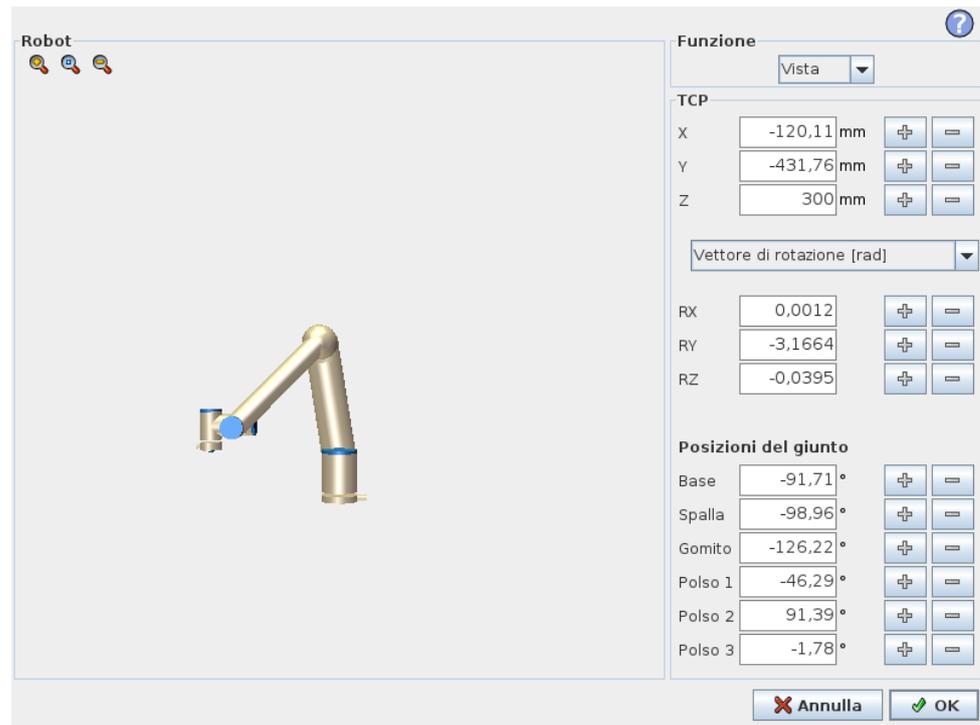
Premendo il tasto OK verrà verificata la presenza di errori grammaticali nell'espressione. Il pulsante Annulla consente di uscire dalla schermata, rimuovendo tutte le modifiche.

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 destra 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. 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.

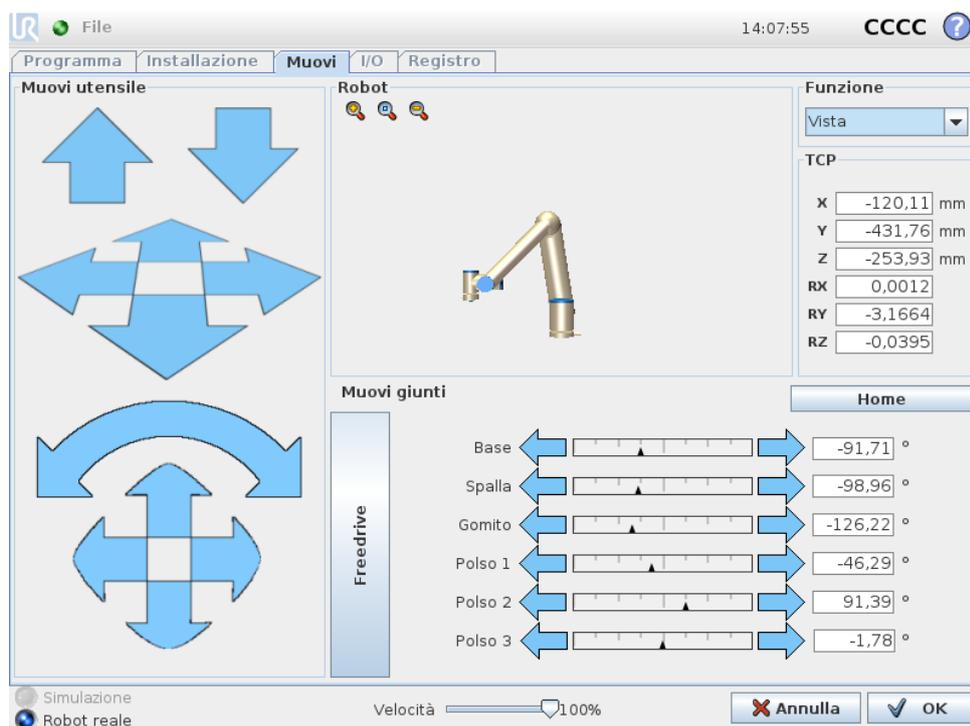
Pulsante Annulla

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

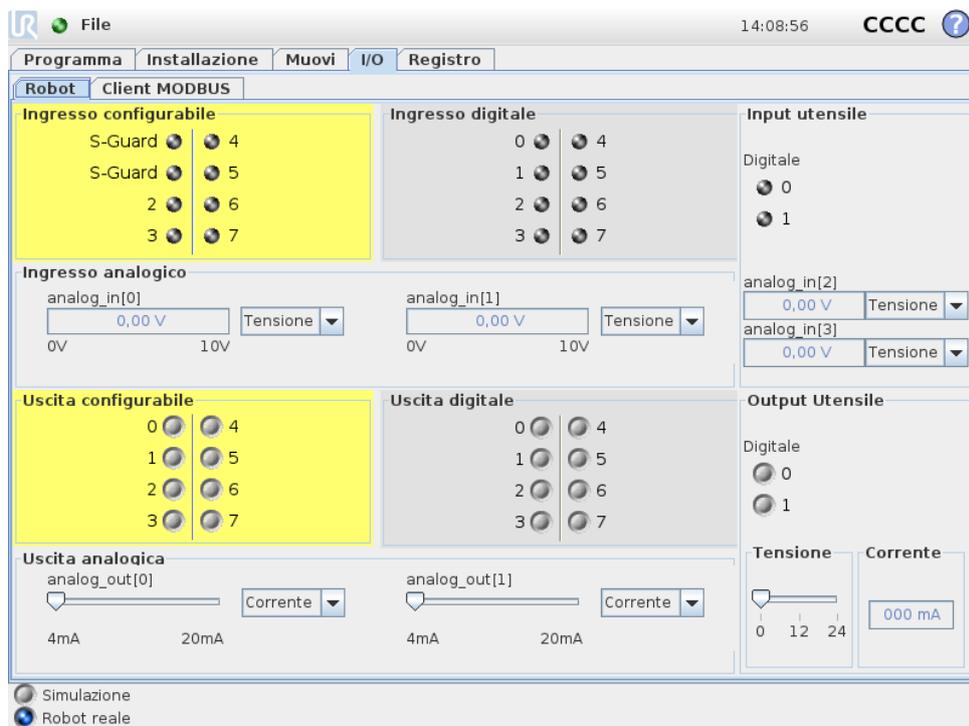
un carico pesante, potrebbe iniziare a muoversi (cadere) in caso di pressione del pulsante *Freedrive*. In tal caso, è sufficiente rilasciare di nuovo il pulsante *Freedrive*.



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 in installazioni 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.

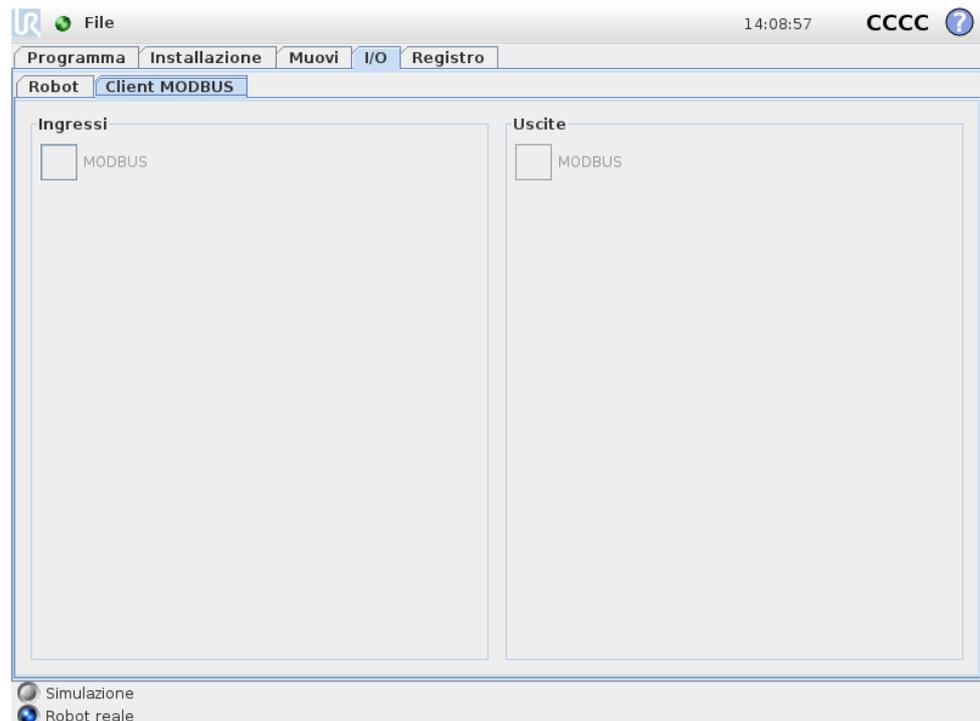
Le I/O configurabili possono essere riservate per impostazioni di sicurezza speciali definite nella sezione di configurazione I/O di sicurezza dell'installazione (vedere 10.13); quelle riservate prenderanno il nome della funzione di sicurezza in luogo del nome predefinito o assegnato dall'utente. Le 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

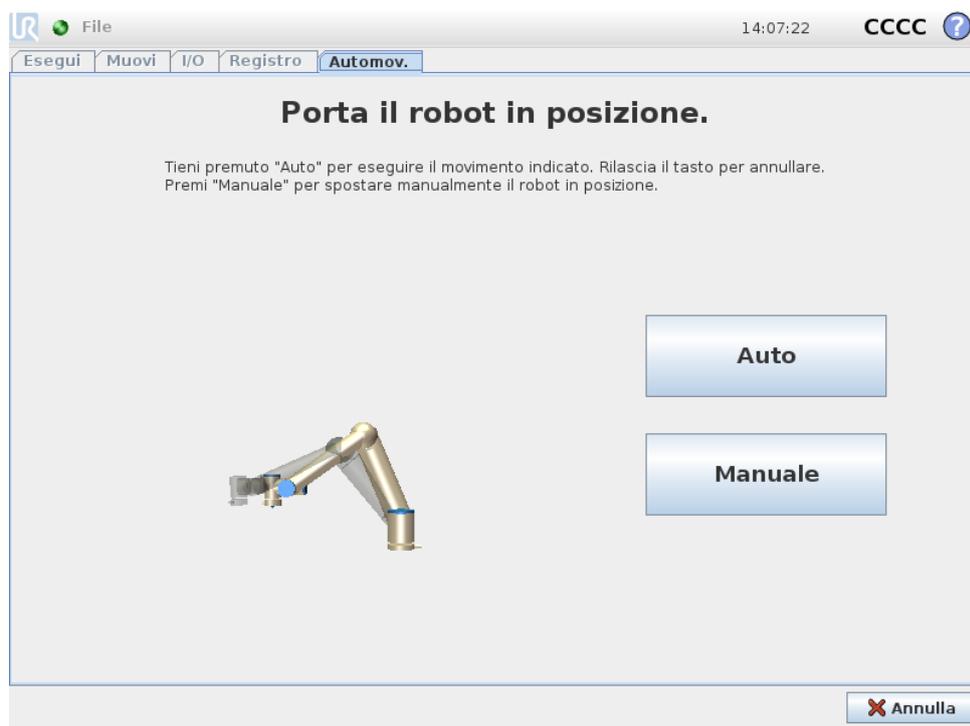
: visualizza lo stato degli ingressi digitali del client MODBUS.

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.

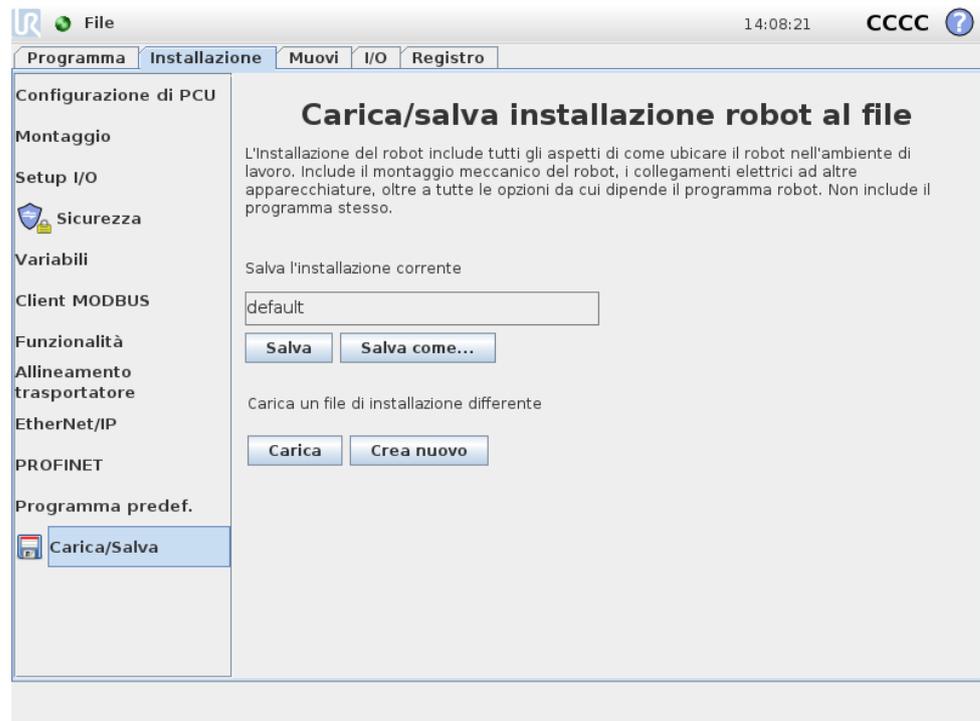
Auto

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**.

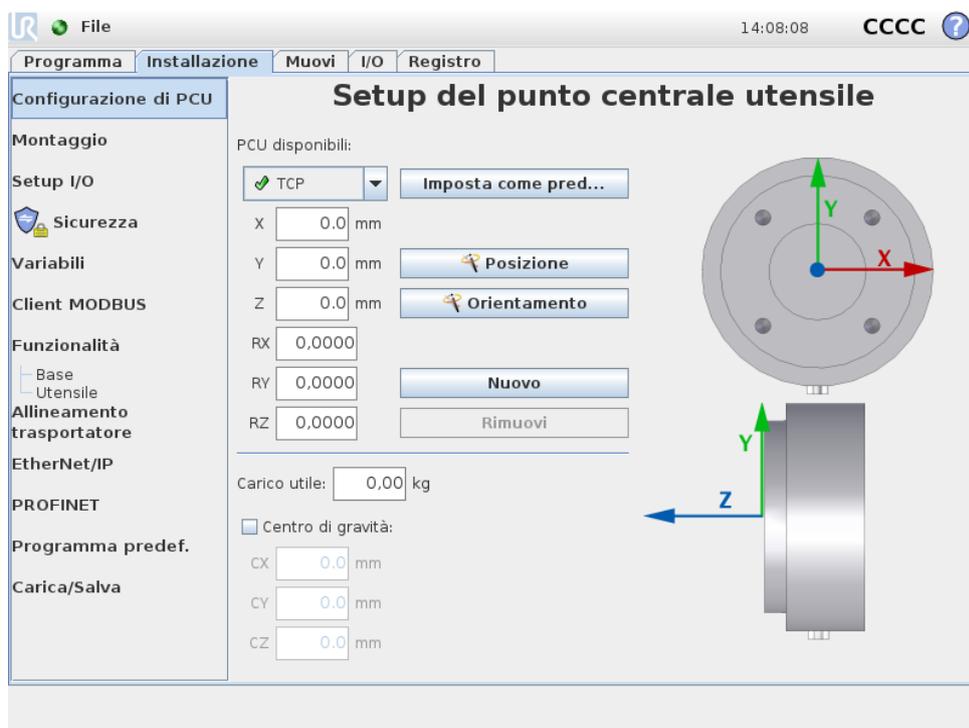
Si può eseguire il salvataggio di un'installazione premendo il pulsante *Salva* o *Salva come...*. In alternativa, il salvataggio di un programma salva anche l'installazione attiva. Per caricare un file di installazione differente, usare il pulsante *Carica*. Il pulsante *Crea nuovo* riporta tutte le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

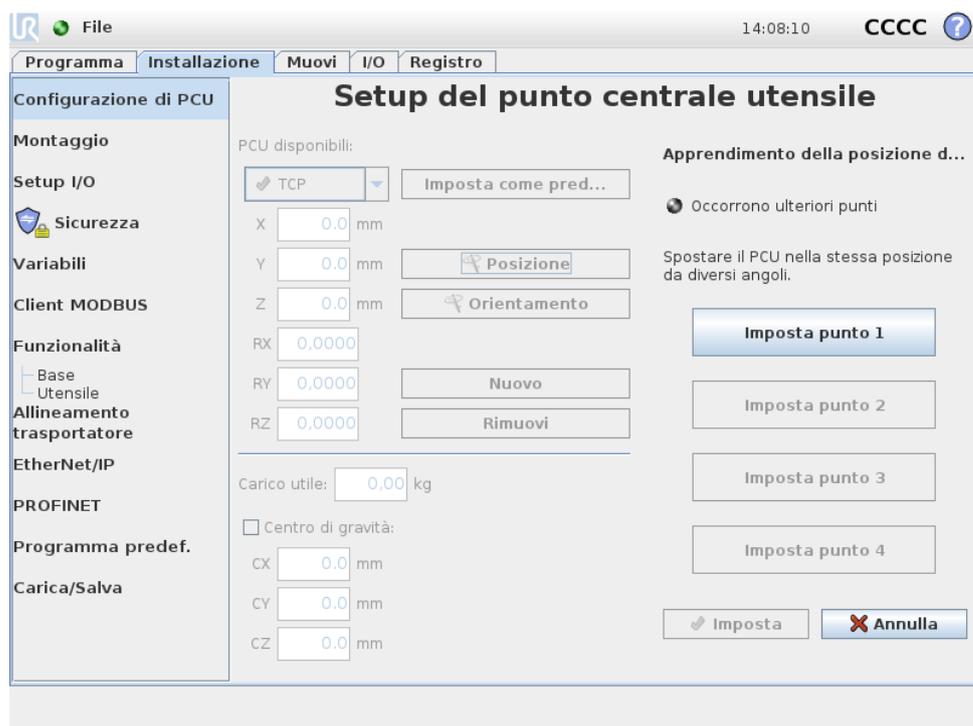
Per rimuovere il PCU selezionato, premere il pulsante **Rimuovi**. L'ultimo PCU restante non è eliminabile.

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:

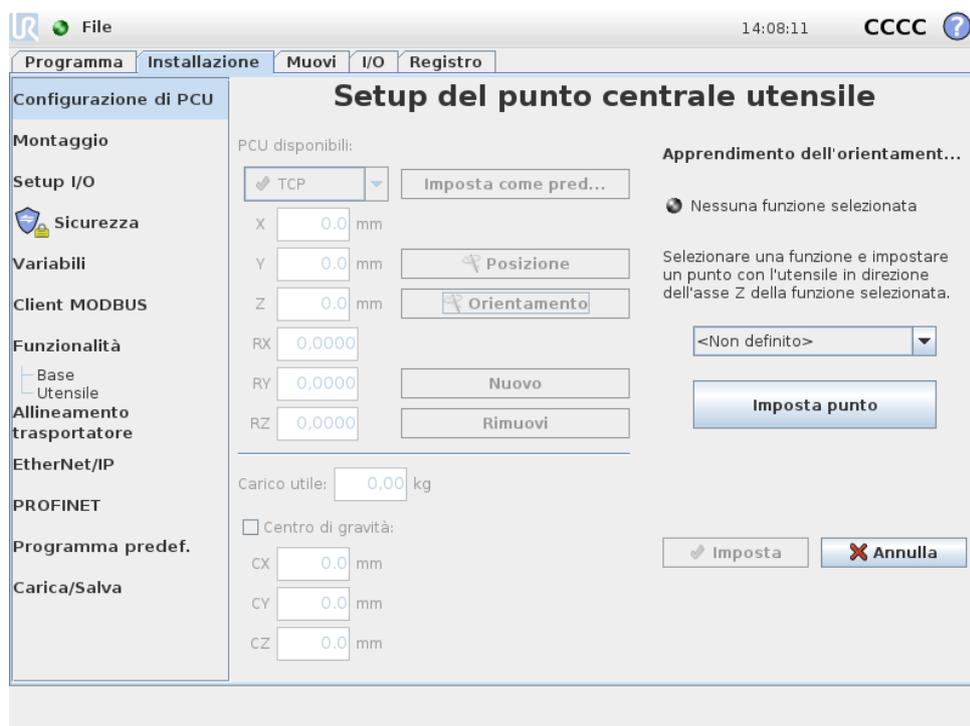
1. Premere il pulsante **Posizione**.
2. Selezionare un punto fisso nello spazio di lavoro del robot.
3. Mediante i pulsanti sul lato destro dello schermo, spostare il PCU nel punto selezionato da almeno tre angoli diversi, quindi salvare le posizioni corrispondenti della flangia di uscita utensile.

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

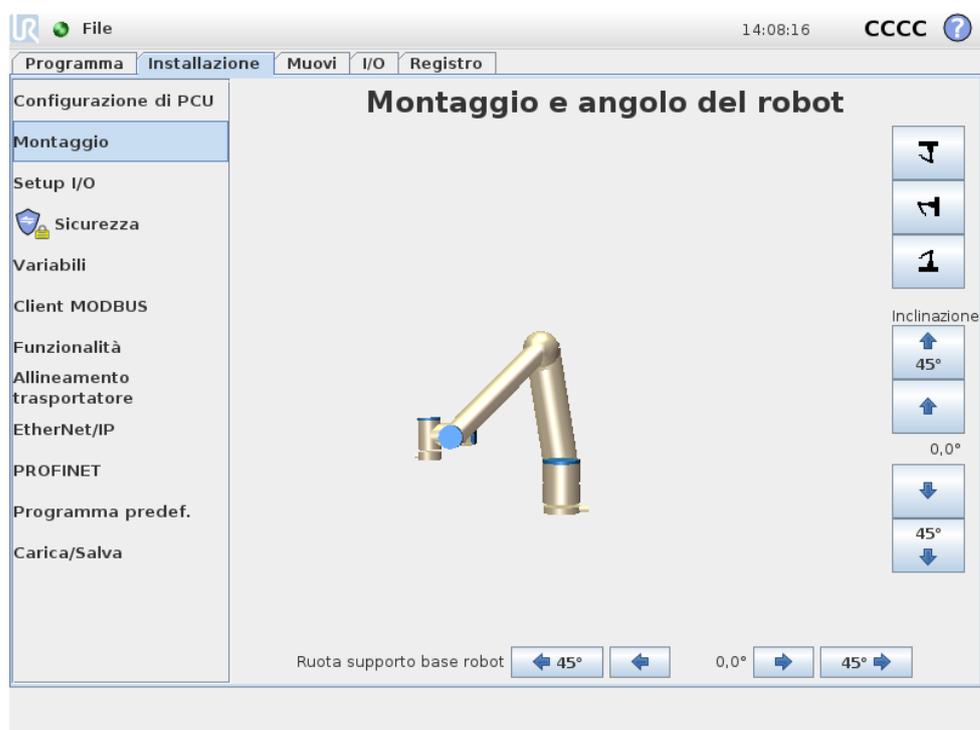
È possibile specificare il centro di gravità dell'utensile mediante i campi CX, CY e CZ. In assenza di ulteriori specificazioni, il PCU viene considerato il centro di gravità dell'utensile. Le impostazioni influiscono su tutti i PCU definiti.



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.

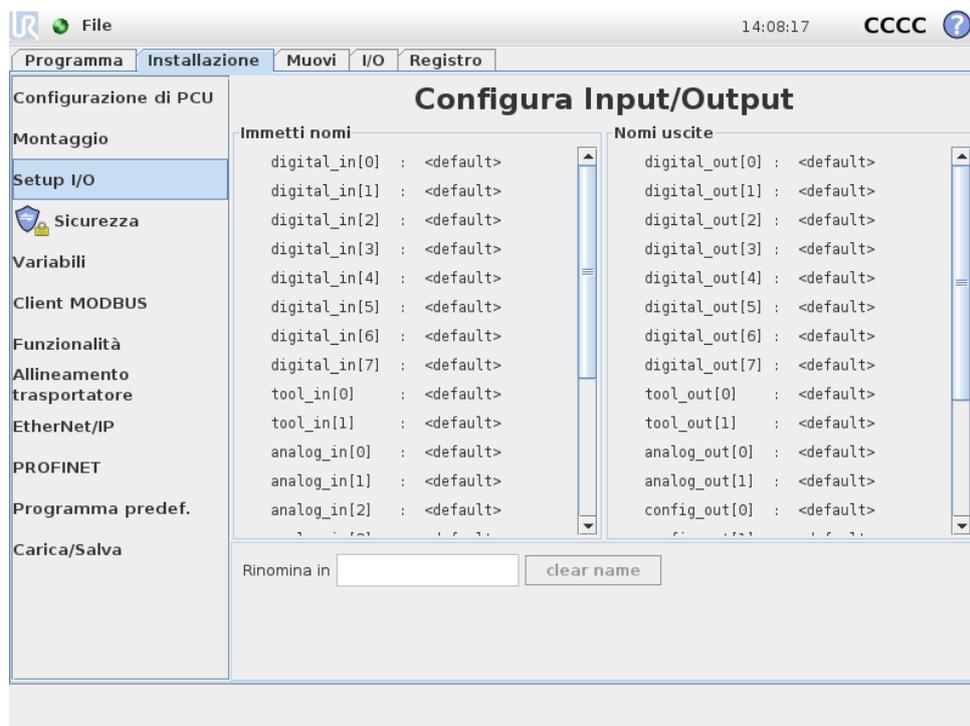
L'impostazione predefinita è con il robot montato su di un banco in piano o sul pavimento; in tal caso non si richiedono modifiche in questa schermata. Tuttavia, se il braccio robot è *montato a soffitto, a parete* o ad angolo, è necessario eseguire le modifiche utilizzando i pulsanti. I pulsanti sul 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 © 2009–2016 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

Ai segnali in ingresso e uscita possono essere assegnati dei nomi. In tal modo può risultare più facile ricordare ciò che fa il segnale quando lavora con il robot. Selezionare un I/O facendo clic su di esso e impostare il nome utilizzando la tastiera su schermo. È possibile reimpostare il nome esclusivamente con caratteri vuoti.

È possibile configurare gli otto ingressi digitali standard e i due ingressi dell'utensile per l'innesco di un'azione. Le azioni disponibili comprendono: avvio del programma in corso, arresto del programma in corso e pausa del programma in corso su un limite in crescita, oltre all'attivazione/disattivazione della modalità *Freedrive* in caso di ingresso alto/basso (in modo analogo a quanto avviene con il pulsante *Freedrive* nella parte posteriore del Teach Pendant).

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.

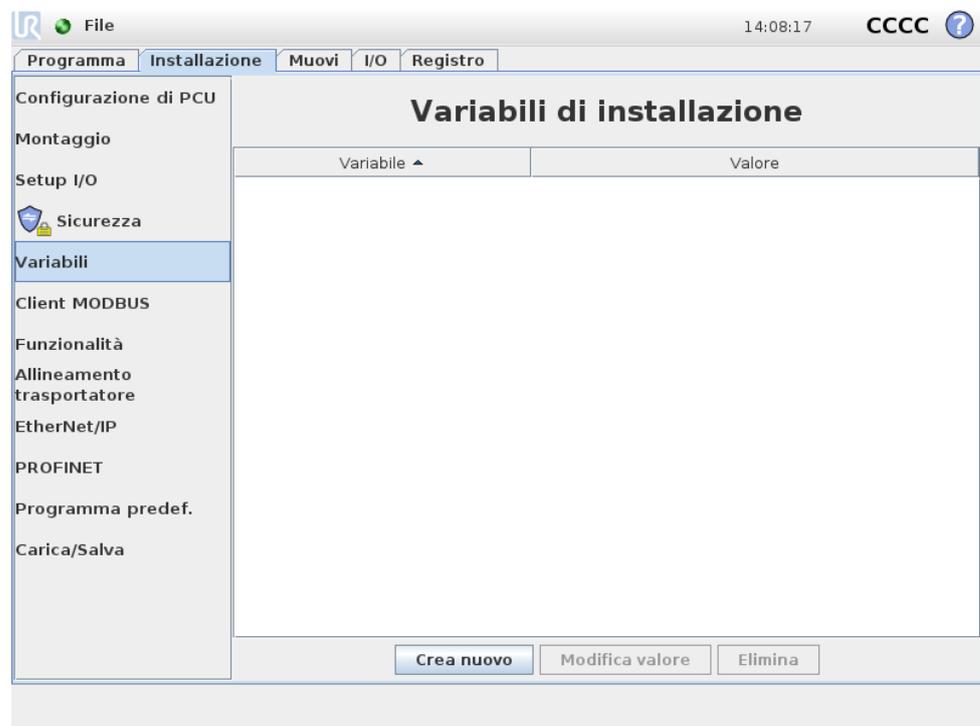
È possibile configurare le otto uscite digitali standard e le due uscite dell'utensile in modo da indicare l'eventuale esecuzione di un programma: in questo modo, l'uscita sarà alta in caso di esecuzione di un programma e bassa in caso contrario.

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

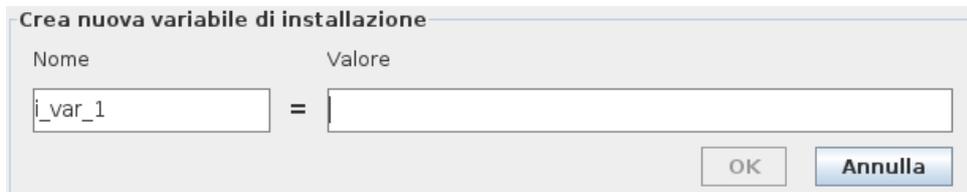
Consultare il capitolo 10.

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.



Crea nuova variabile di installazione

Nome	Valore
i_var_1	=

OK Annulla

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.

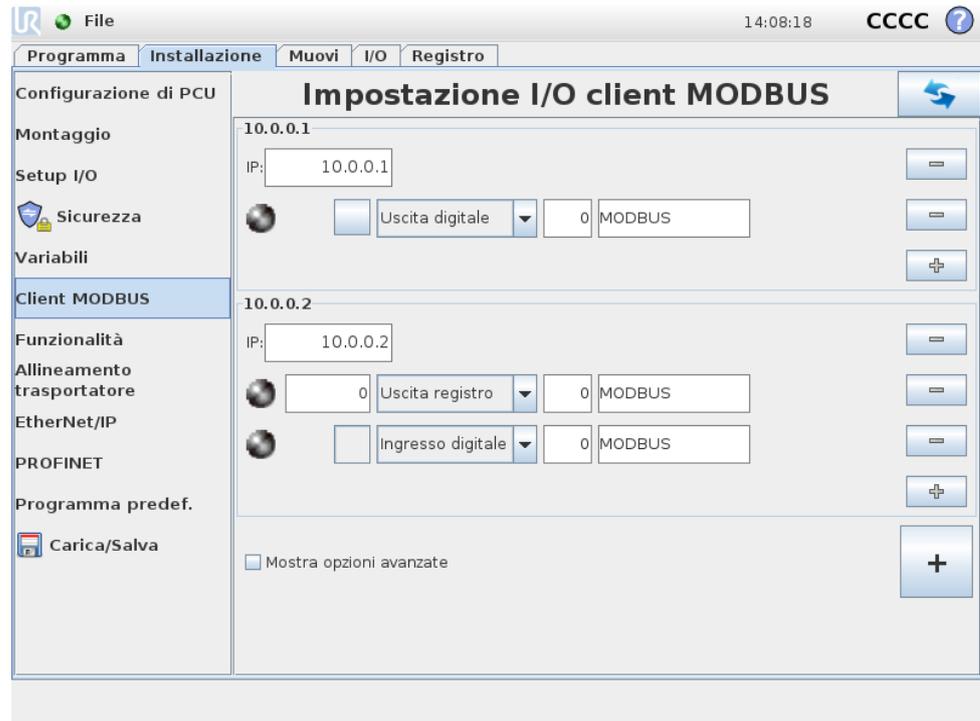
È possibile modificare il valore di una variabile di installazione selezionando la variabile nell'elenco e quindi facendo clic su **Modifica valore**.

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 input/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 indirizzo 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.

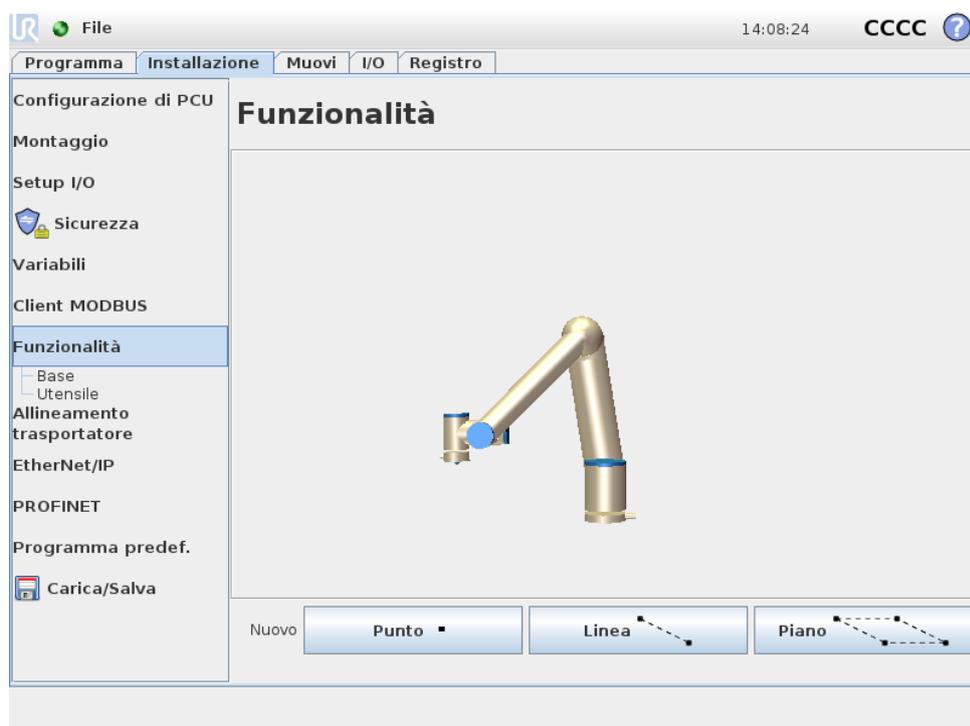
Mostra opzioni avanzate

: 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



Gli acquirenti di robot industriali di solito desiderano essere in grado di controllare o manipolare e programmare il braccio robot in relazione a vari oggetti e limiti nell'area circostante al braccio, come macchine, oggetti o spazi vuoti, supporti, trasportatori, pallet o sistemi di visualizzazione. Di solito, ciò avviene definendo "sistemi di riferimento" (sistemi di coordinate) che mettono in relazione il sistema di coordinate interno del braccio robot (sistema coordinate base) con il sistema di coordinate dell'oggetto in questione. Il riferimento può essere costituito dalle "coordinate utensile" e dalle "coordinate di base" del robot.

Tali sistemi di riferimento pongono un problema: occorre un buon livello di conoscenze matematiche per poter definire tali sistemi di coordinate; inoltre queste operazioni richiedono molto tempo anche ad un esperto nell'installazione e programmazione dei robot. Questa operazione richiede spesso il calcolo di matrici 4x4. La rappresentazione dell'orientamento è particolarmente complicata per coloro che non dispongono dell'esperienza necessaria a comprendere il problema.

Per esempio, i clienti chiedono spesso:

- Si può allontanare il robot di 4 cm circa dalla pinza della macchina a controllo numerico computerizzato (CNC)?
- Si può ruotare l'utensile di 45° rispetto al banco?
- È possibile far abbassare verticalmente il braccio robot con l'oggetto, rilasciare l'oggetto e quindi sollevare di nuovo il braccio robot?

Il significato di domande di questo genere è molto semplice per il cliente tipico che vuole utilizzare un braccio robot, ad esempio, nelle varie postazioni di una linea di

produzione; al cliente può sembrare irritante e incomprensibile sentirsi rispondere che potrebbero non esistere risposte semplici a tali domande *valide*. Tuttavia, per numerosi motivi complicati, la situazione è proprio questa; per affrontare questi problemi, Universal Robot ha sviluppato dei sistemi unici e semplici grazie ai quali un cliente può definire la posizione di vari oggetti rispetto al braccio robot. Quindi bastano pochi passi per eseguire esattamente le operazioni richieste nelle domande sopra citate.

Rinomina

: consente di rinominare una funzione.

Elimina

: 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 in Jog

: consente di scegliere se la funzione selezionata ammette spostamenti in Jog. Ciò determina se la funzione verrà visualizzata nel menu delle funzioni della schermata Muovi.

Variabile

: consente di scegliere se è possibile utilizzare la funzione selezionata come variabile. Selezionando questa opzione, durante la modifica dei programmi del robot sarà disponibile una variabile denominata in base al nome della funzione, seguita da "_var", assegnabile a un nuovo valore in un programma, a sua volta utilizzabile per controllare i punti percorso dipendenti dal valore di una funzione.

Imposta o modifica la posizione

: usare questo pulsante per impostare o modificare la funzione selezionata. Verrà visualizzata la schermata Muovi e sarà possibile impostare una nuova posizione per la funzione.

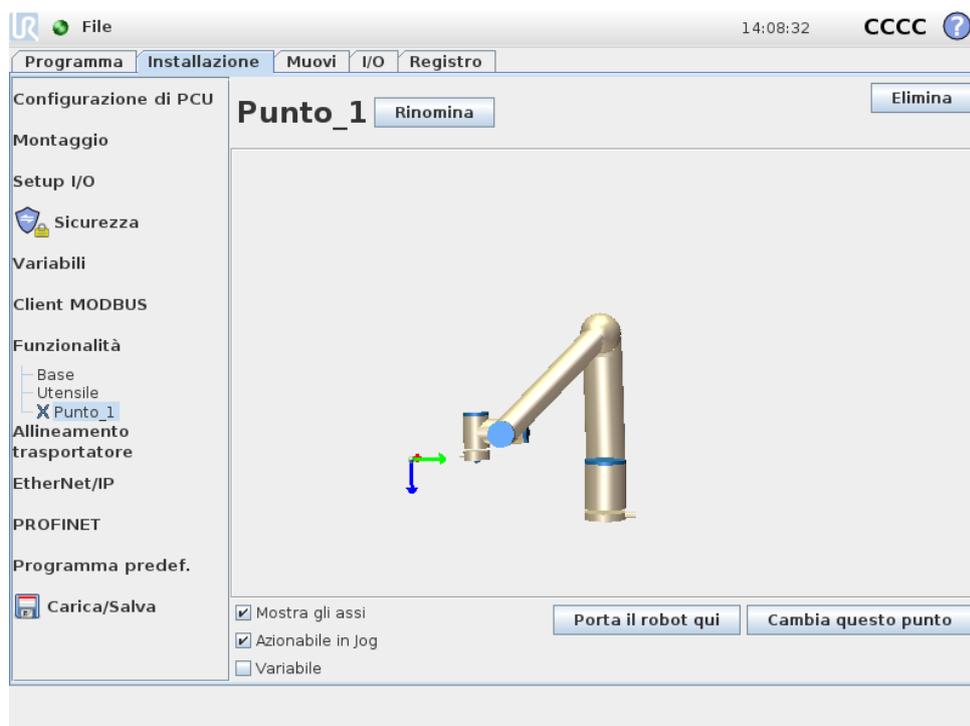
Muovi il robot alla funzione

: usare questo pulsante per spostare il braccio robot verso la funzione selezionata. Alla fine dello spostamento, il sistema di coordinate della funzione e la posizione di centro utensile (PCU) verranno a coincidere, salvo per una rotazione di 180° attorno all'asse X.

Aggiungi punto

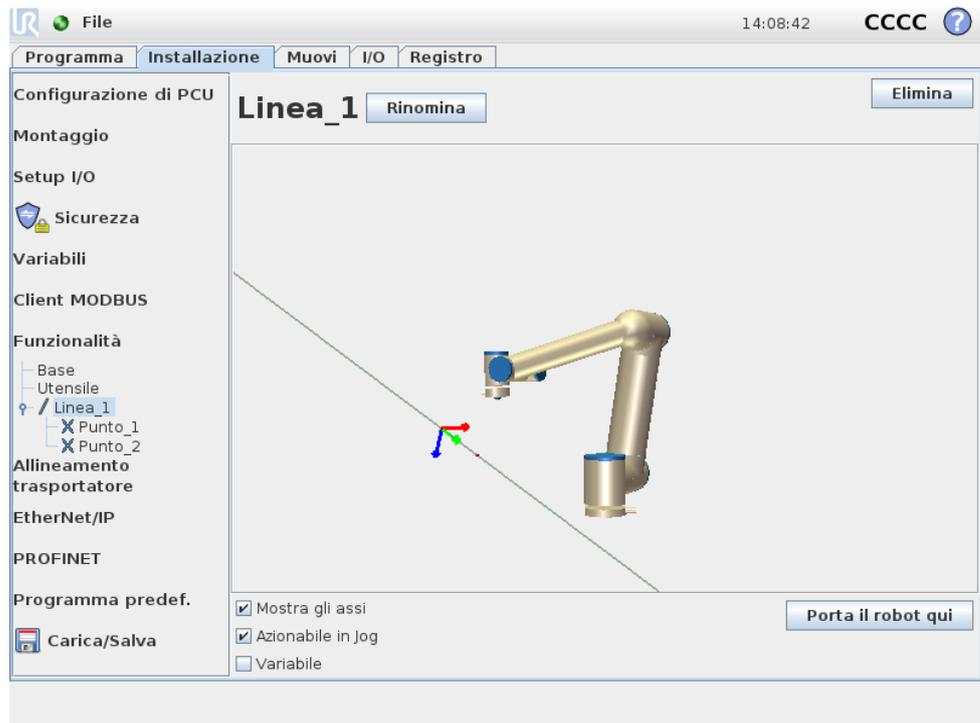
: premere questo pulsante per aggiungere una funzione punto all'installazione. La posizione di una funzione punto è definita come la posizione del centro utensile

in quel punto. L'orientamento della funzione punto è uguale a quello del centro utensile (PCU), salvo per una rotazione di 180° attorno all'asse X della funzione. In tal modo l'asse Z della funzione punto è rivolto in direzione opposta a quella del centro utensile (PCU) in quel punto.



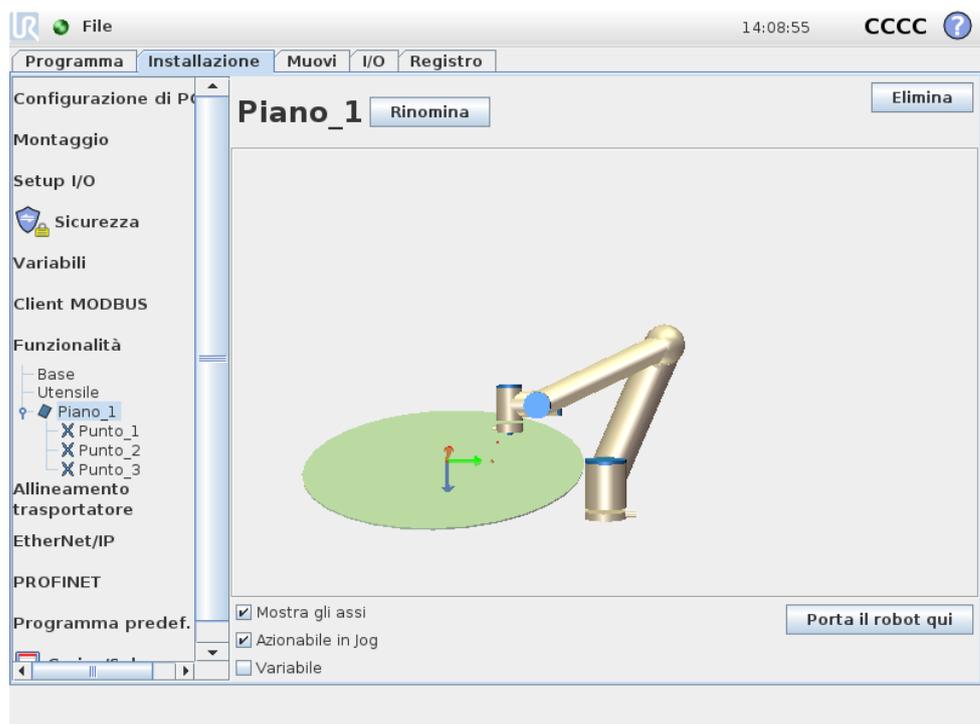
Aggiungi linea

: premere questo pulsante per aggiungere una funzione linea all'installazione. Una linea è definita come un asse tra due funzioni punto. 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 del primo sotto-punto sul piano perpendicolare alla linea. La posizione del sistema di coordinate della linea è la stessa di quella del primo sotto-punto.



Aggiungi piano

: premere questo pulsante per aggiungere una funzione piano all'installazione. 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.



13.13 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* *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.

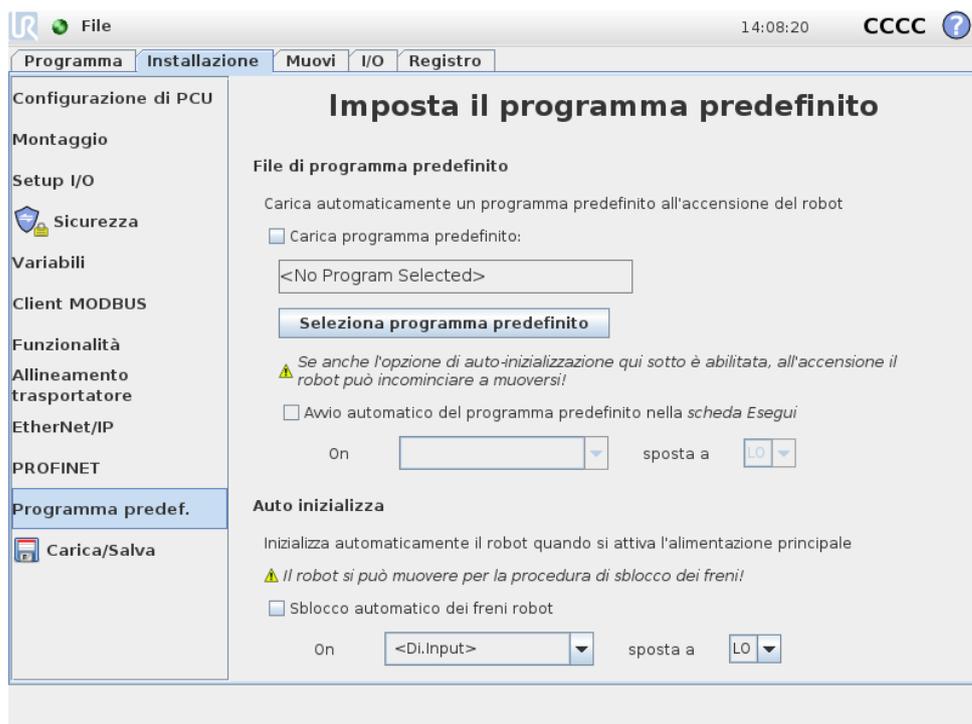
Il campo *Scatti per metro* equivale al numero di scatti generati dall'encoder quando il trasportatore si sposta di un metro.

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

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



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:

Se il caricamento, l'avviamento e l'inizializzazione automatici sono tutti e tre abilitati, il robot incomincerà ad eseguire il programma selezionato non appena si accende l'unità di controllo.

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.

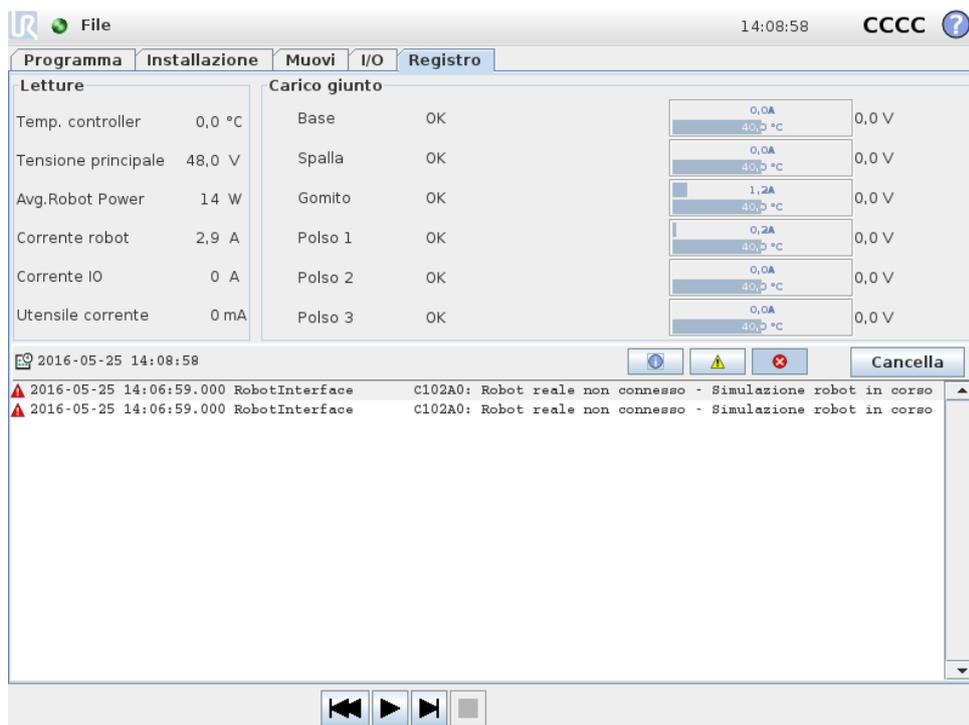
13.14.3 Inizializzazione automatica

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.

Copyright © 2009–2016 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

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.

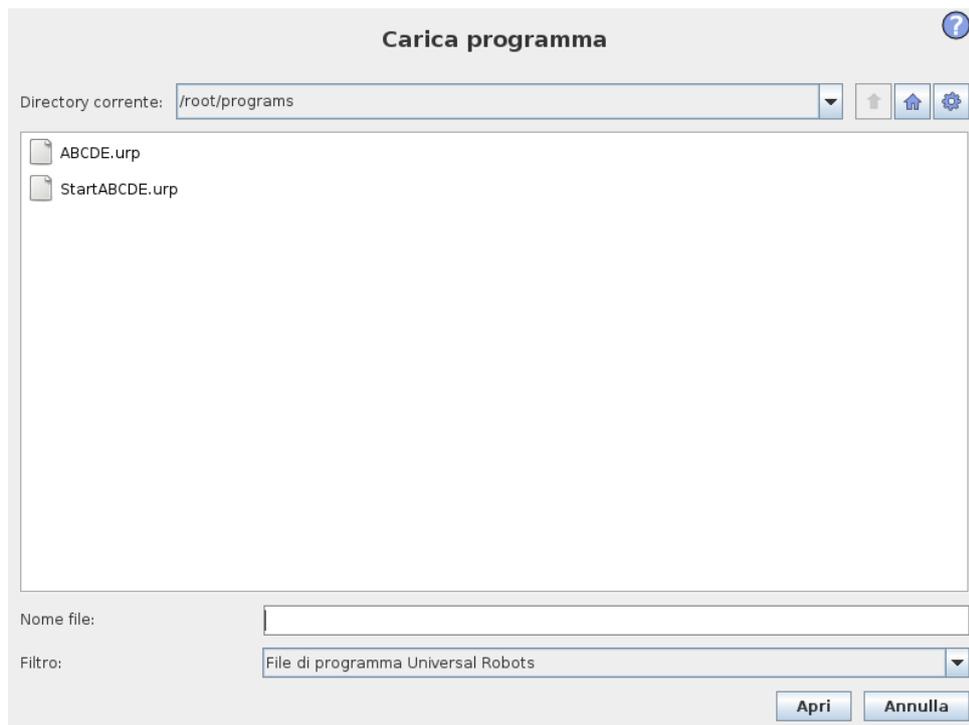
**NOTA:**

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.

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.

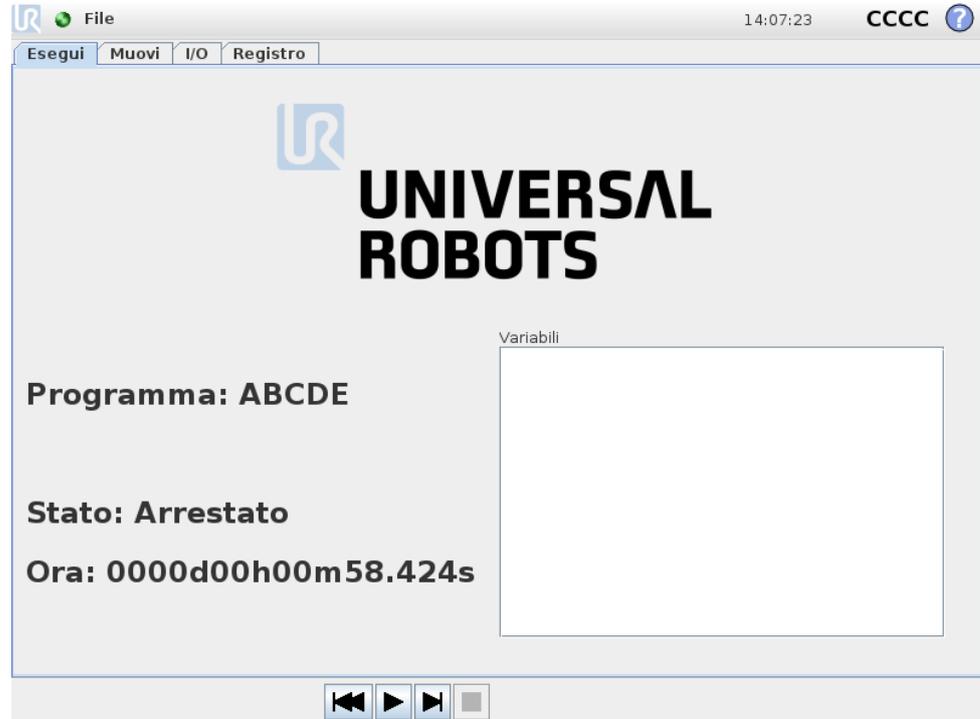
Pulsante Apri Facendo clic sul pulsante Apri, si apre il file attualmente selezionato e si torna alla schermata precedente.

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

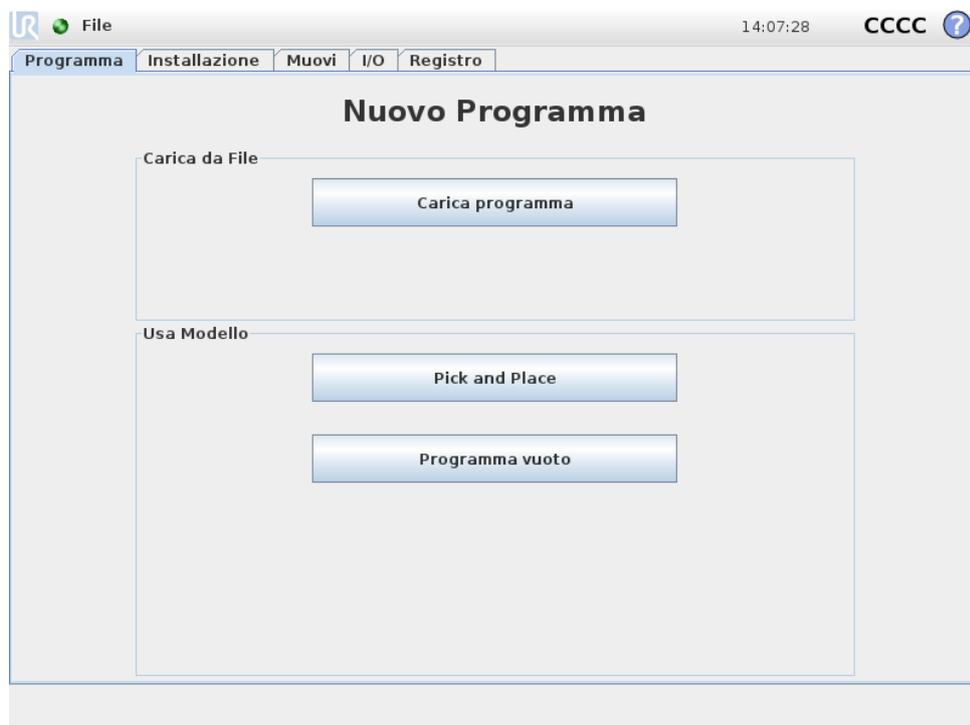
13.17 Scheda Esecuzione

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



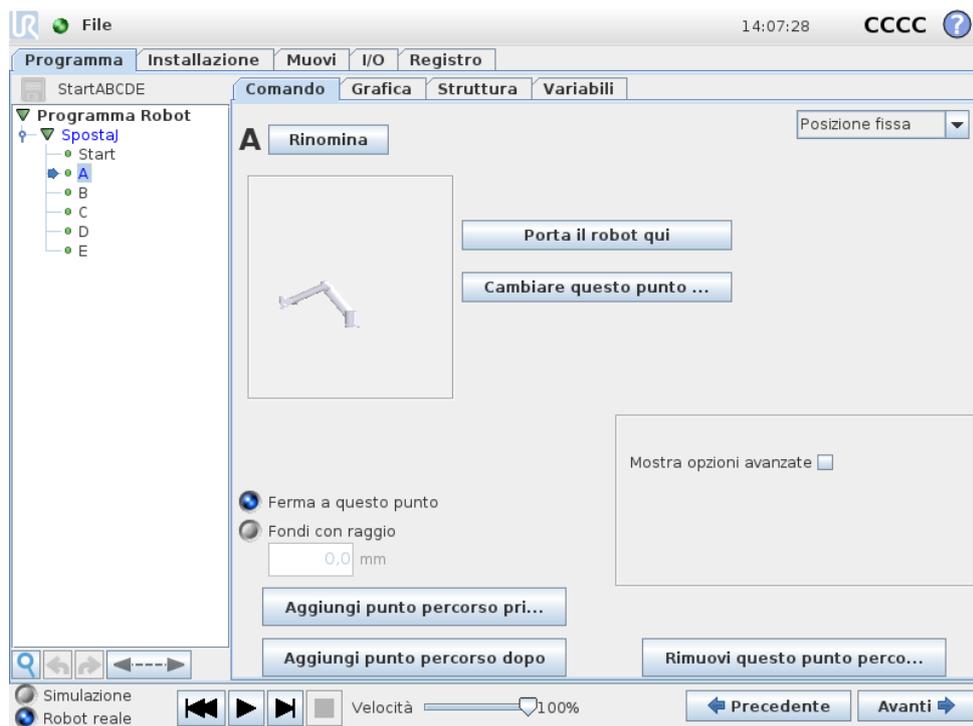
La scheda Programma mostra il programma corrente che si sta modificando.

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:

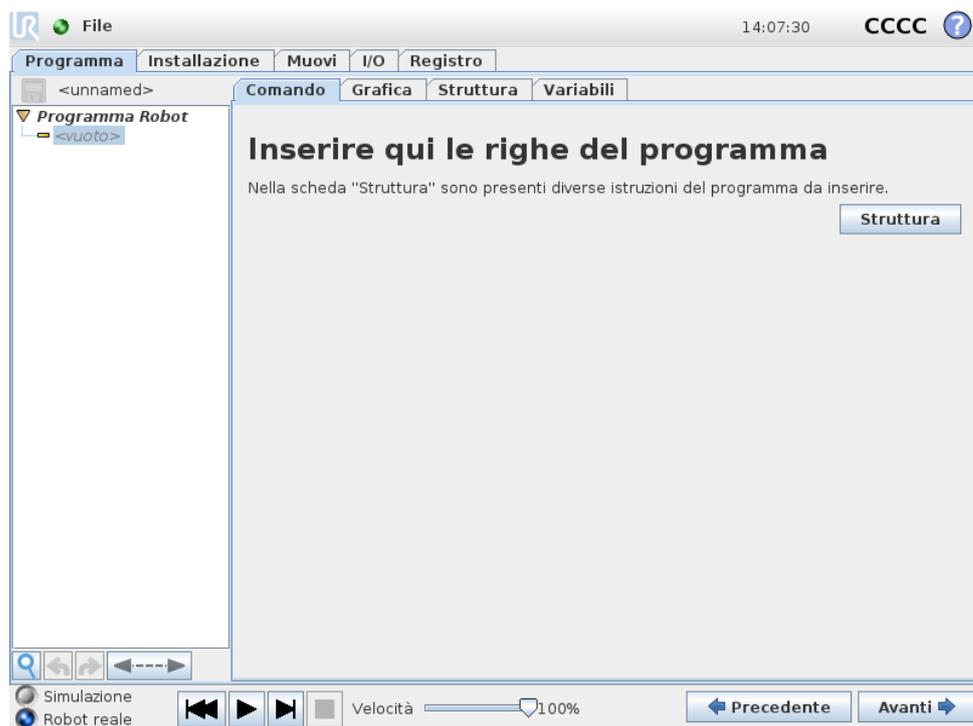
Variabili di installazione: Utilizzabili da diversi programmi. Nomi e valori restano invariati con l'installazione del robot (per ulteriori dettagli consultare 13.10). Le variabili di installazione mantengono i valori una volta riavviati robot e unità di controllo.

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:

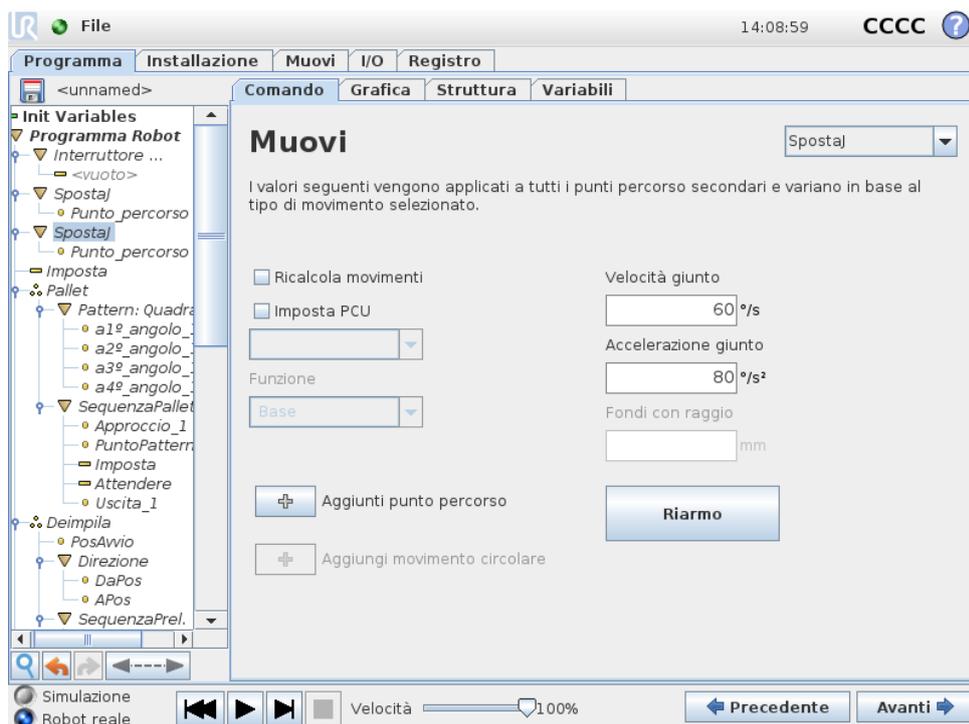
<i>bool</i>	Una variabile booleana il cui valore è <code>True</code> o <code>False</code> .
<i>int</i>	Un numero intero compreso fra -2147483648 e 2147483647 (32 bit).
<i>float</i>	Un numero con virgola mobile (decimale) (32 bit).
<i>stringa</i>	Una sequenza di caratteri.
<i>posizionale</i>	Un vettore 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**.

Ricalcola movimenti

Spuntare la casella di controllo in caso di regolazione in base al PCU attivo delle posizioni nel comando di movimento.

Selezione PCU

È possibile selezionare il PCU utilizzato per i punti percorso sotto il comando **Muovi**, spuntando la casella di controllo e selezionando un PCU dal menu a discesa. Il PCU selezionato viene impostato come attivo ogni volta che il braccio robot esegue uno spostamento verso uno dei punti percorso sotto il comando **Muovi**. In caso di mancata spunta della casella di controllo, il PCU attivo non viene modificato. 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.

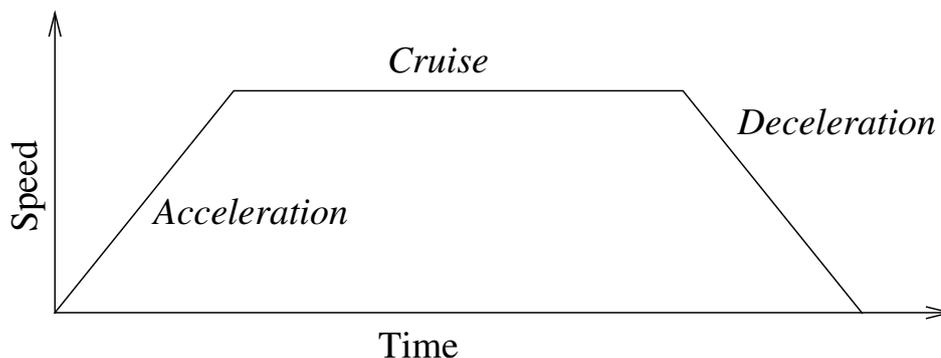


Figura 14.1: Profilo di velocità di un movimento. La curva è suddivisa in tre segmenti: *accelerazione*, *crociera* e *decelerazione*. Il livello della fase di *crociera* deriva dall'impostazione della velocità del movimento, mentre la ripidità delle fasi di *accelerazione* e *decelerazione* derivano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

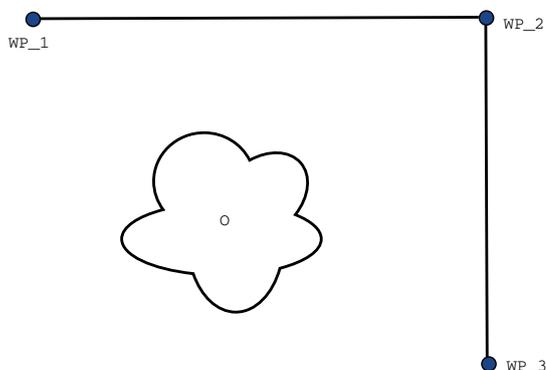


Figura 14.2: WP_1: posizione iniziale, WP_2: punto intermedio, WP_3: posizione di pick-up, O: ostacolo.

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 (MoveL, MoveJ)

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.

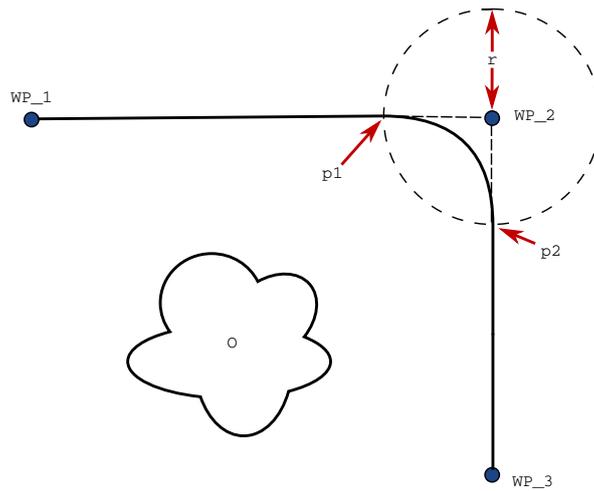


Figura 14.3: Transizione lungo WP_2 con raggio r , posizione di transizione iniziale in $p1$ e finale in $p2$. \circ è un ostacolo.

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.

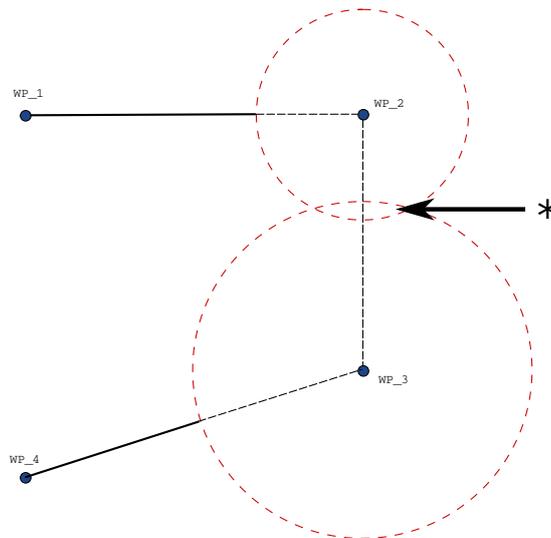


Figura 14.4: Non è consentita la sovrapposizione del raggio di transizione (*).

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.

```

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

```

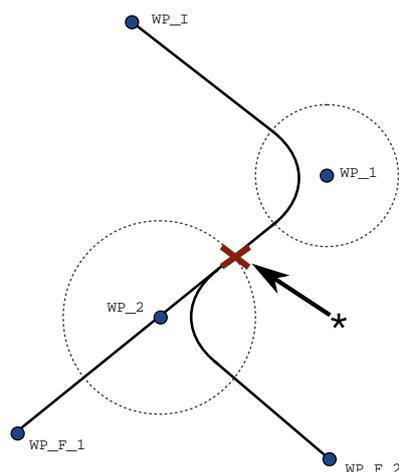


Figura 14.5: `WP_I` è il punto percorso iniziale. Esistono due punti percorso finali potenziali `WP_F_1` e `WP_F_2`, in base a un'espressione condizionale. L'espressione condizionale `if` viene valutata quando il braccio robot entra nella seconda transizione (*).

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

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

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.

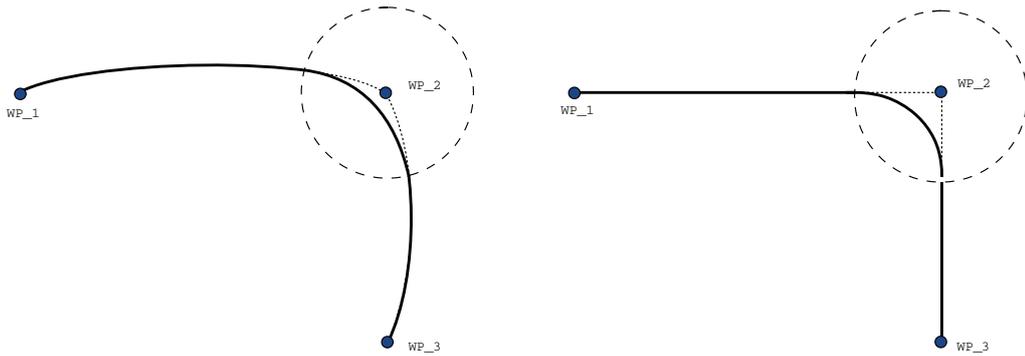


Figura 14.6: Movimento e transizione nel rapporto fra spazio dei giunti (MoveJ) e cartesiano (MoveL).

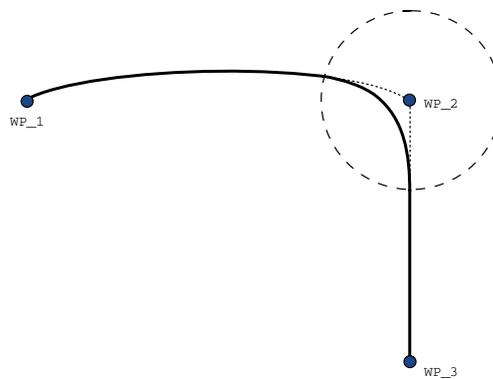


Figura 14.7: La transizione da un movimento nello spazio dei giunti (MoveJ) a un movimento lineare dell'utensile (MoveL).

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 MoveL.

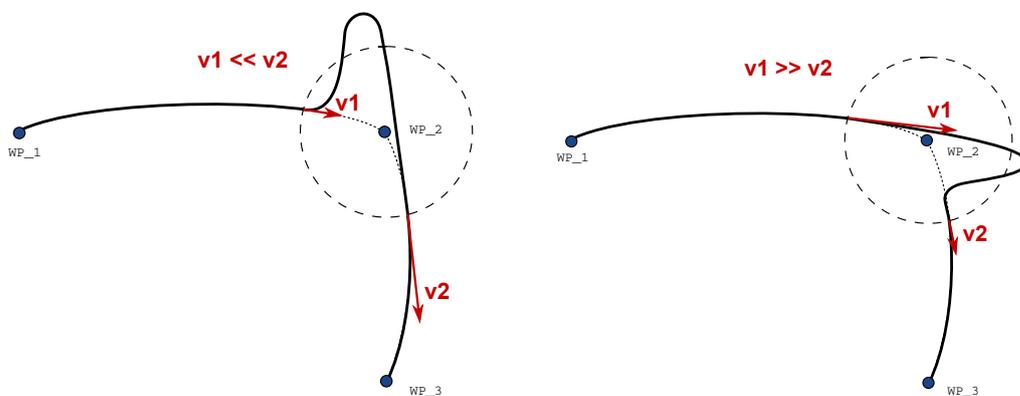


Figura 14.8: Transizione dello spazio dei giunti quando la velocità iniziale $v1$ è significativamente inferiore a quella finale $v2$ (o il contrario).

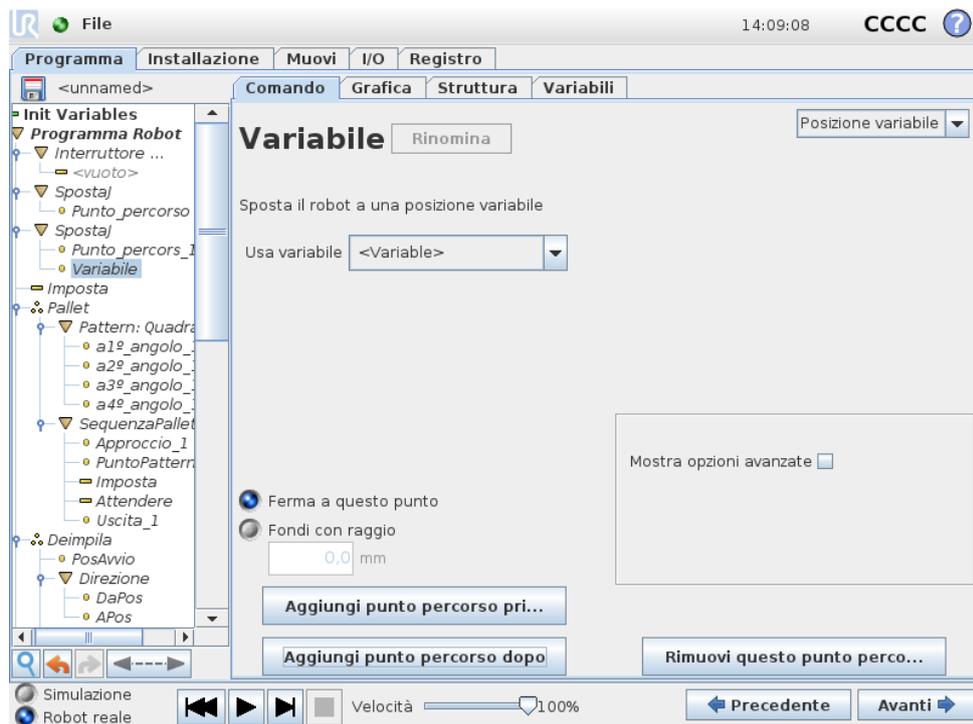
14.7 Comando: Punto percorso relativo



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:

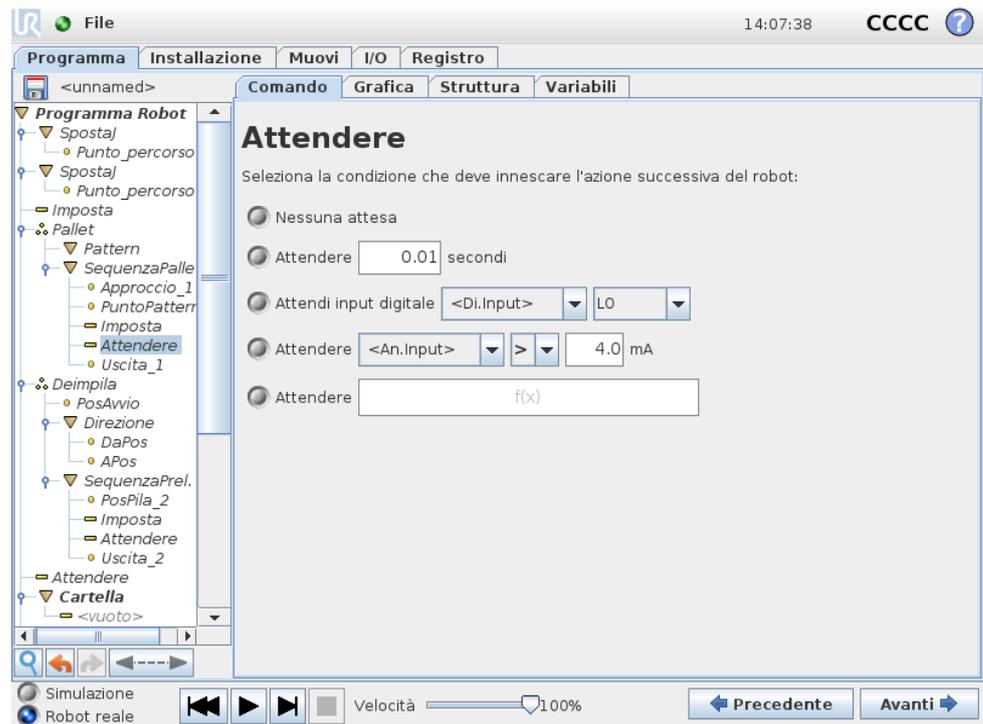


Un punto percorso con la posizione fornita da una variabile, in questo caso `pos_calcolata`. La variabile deve essere un *posizionamento* come `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. I primi tre valori indicano x,y,z e gli ultimi tre l'orientamento come *vettore di rotazione* in base al vettore rx,ry,rz . 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 muove 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 una quantità di tempo data o un segnale I/O.

14.10 Comando: Imposta

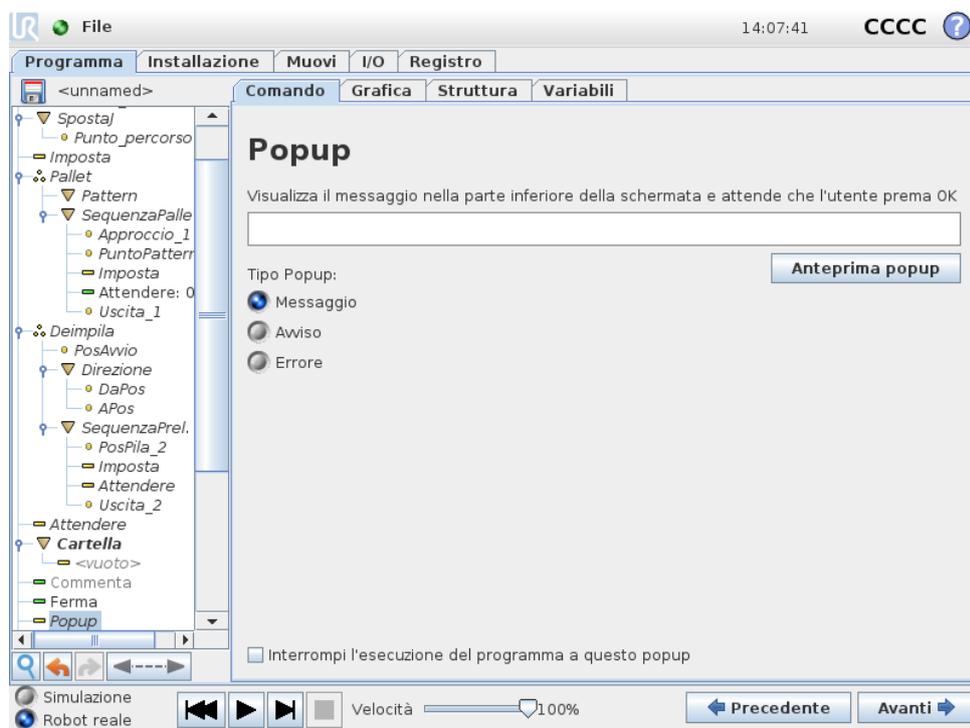


Imposta le uscite digitali o analogiche su un dato valore.

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.

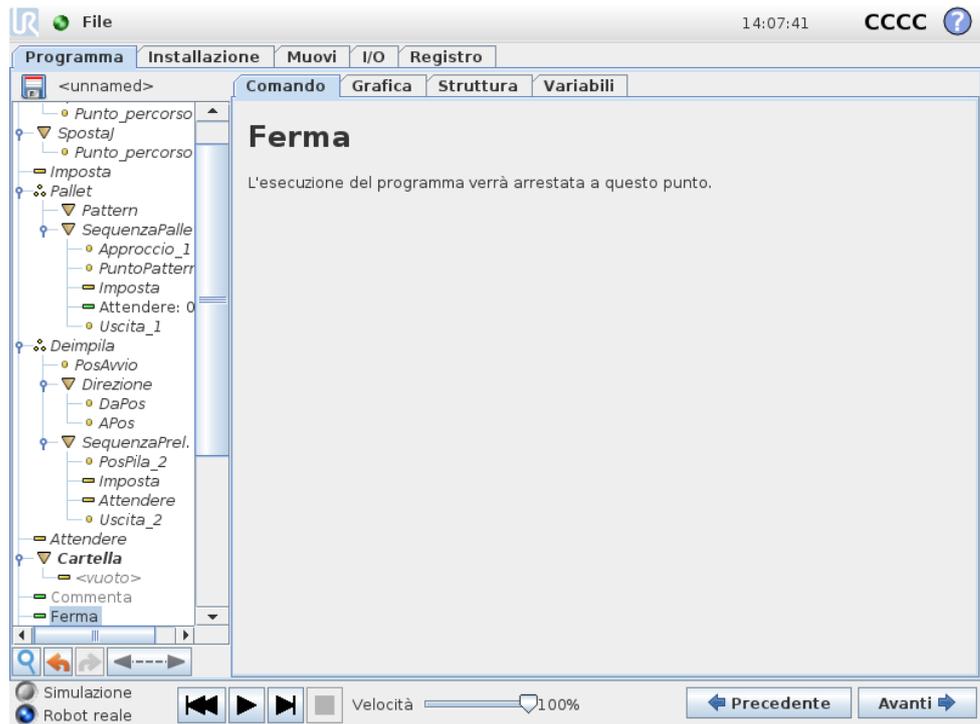
È possibile modificare il PCU attivo mediante il comando Imposta. Spuntare la casella di selezione e selezionare uno degli offset del PCU dal menu. Se un particolare PCU è noto al momento della scrittura del programma, prendere in considerazione l'utilizzo della selezione PCU nella scheda Muovi (vedere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

14.11 Comando: Popup



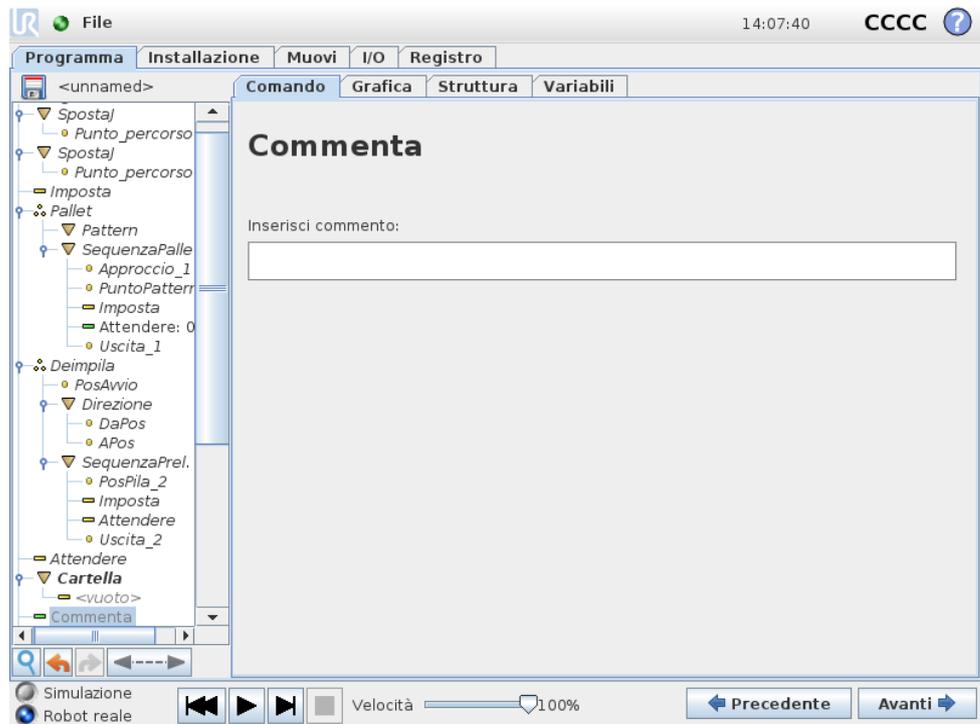
Il popup è un messaggio che appare sulla schermata quando il programma raggiunge il comando corrispondente. Lo stile del messaggio può essere selezionato e può essere immesso il testo utilizzando la tastiera su schermo. Il robot attende che l'utente/operatore prema il pulsante "OK" sotto il messaggio 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



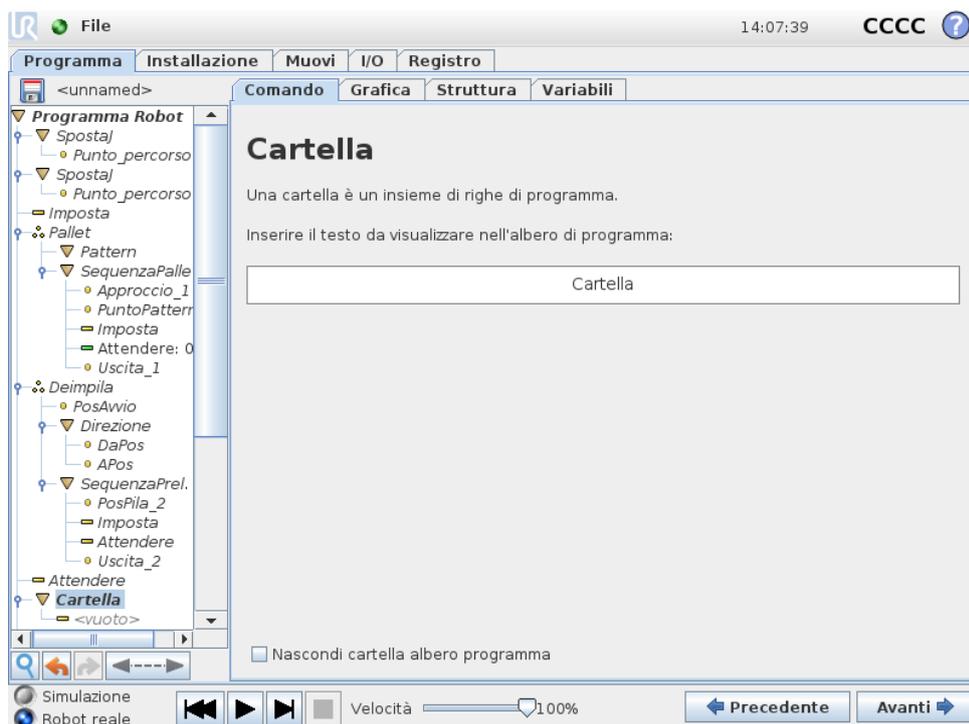
L'esecuzione del programma si ferma a questo punto.

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.

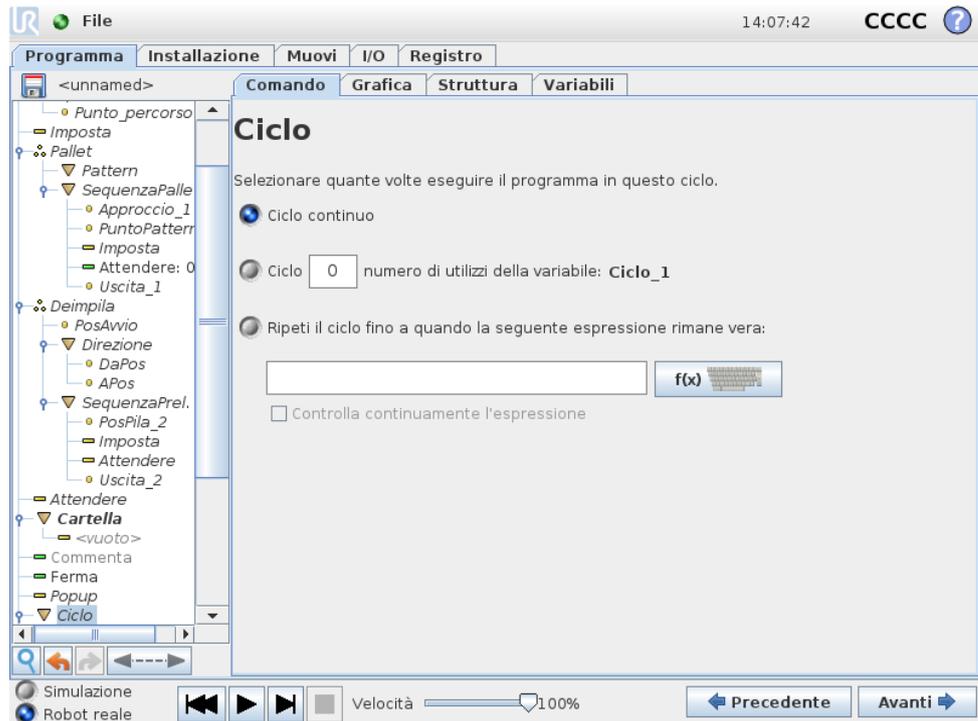
14.14 Comando: Cartella



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.

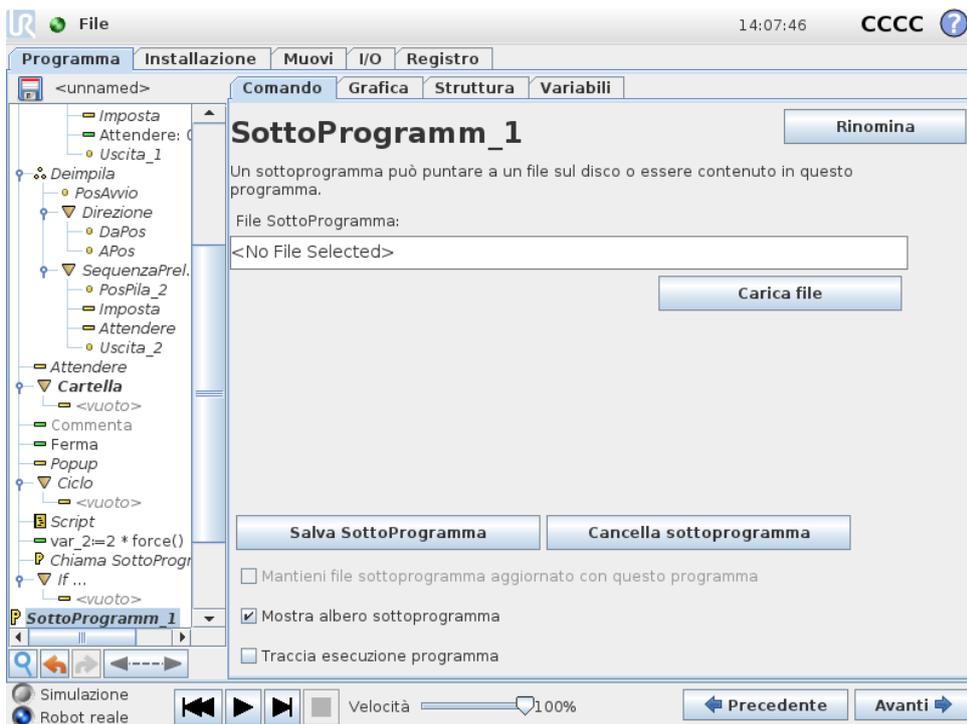
14.15 Comando: Ciclo



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 $N - 1$.

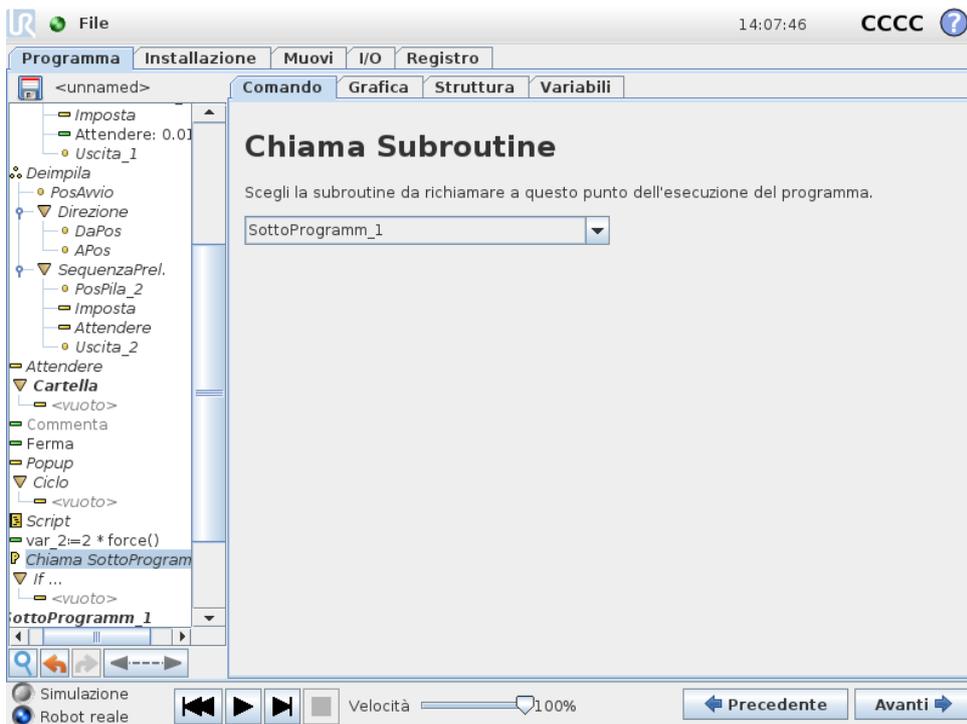
Quando si esegue un ciclo utilizzando un’espressione come condizione di fine, PolyScope consente di valutare tale espressione in continuazione, in modo da poter interrompere il “loop” in qualsiasi momento durante l’esecuzione e non solo dopo ciascuna iterazione.

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.

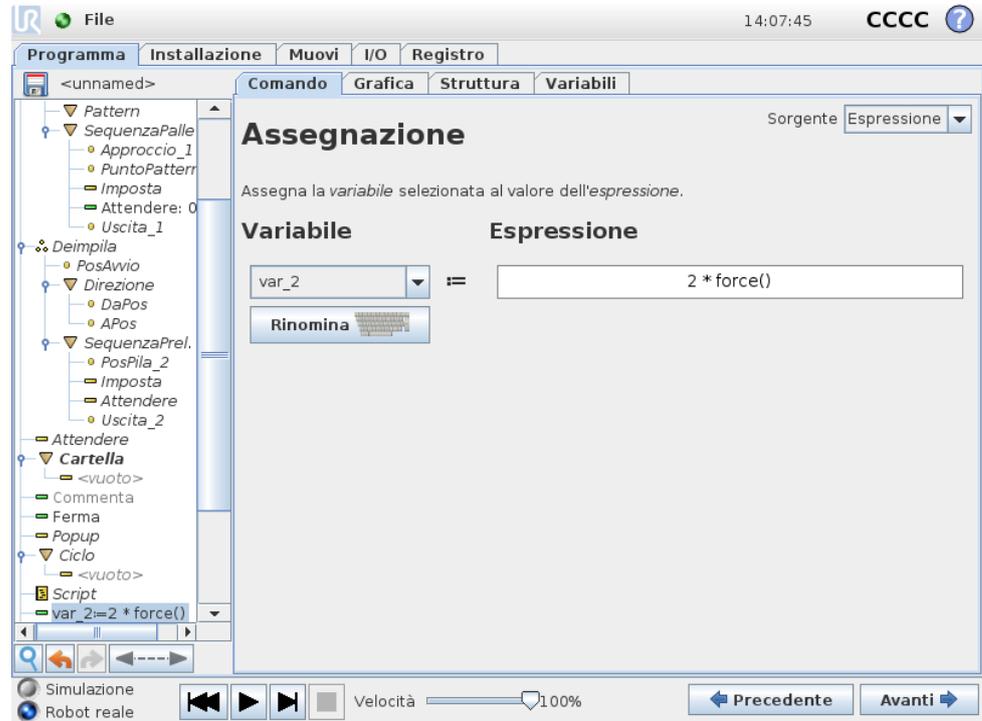
Comando: Richiama SottoProgramma



Copyright © 2009–2016 Universal Robots A/S. Tutti i diritti sono riservati.

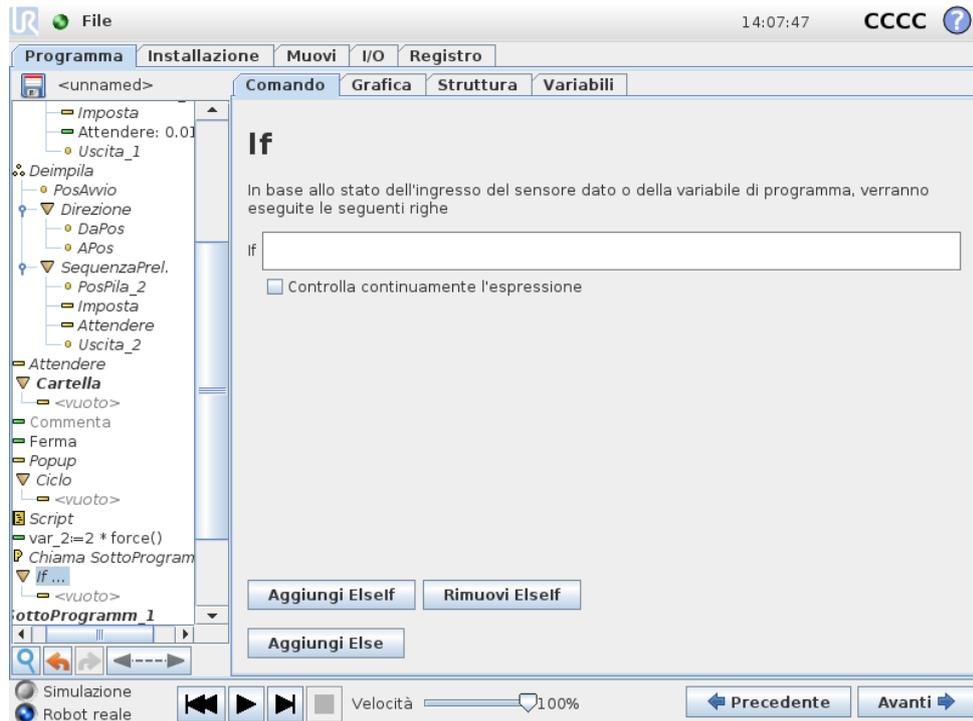
Una chiamata a un sottoprogramma eseguirà le righe di programma nel sottoprogramma e quindi ritornerà alla riga seguente.

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

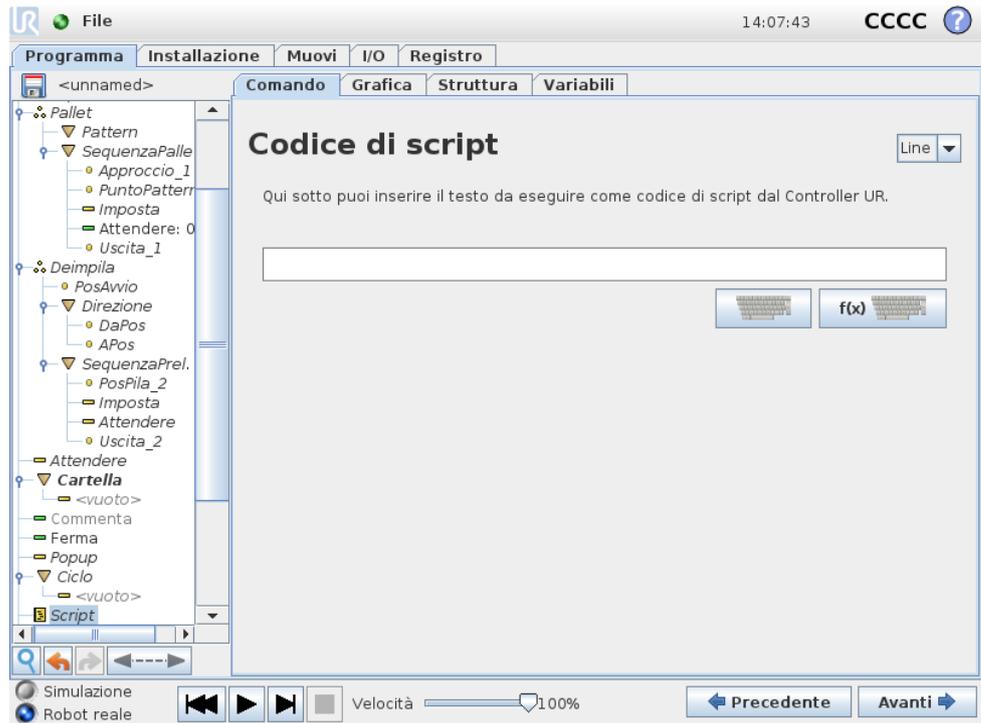


Un costrutto “if...else” può modificare il comportamento del robot in base agli ingressi sensore o ai valori variabili. Utilizzare l’editor espressioni per descrivere la condizione secondo la quale il robot deve procedere ai sottocomandi di questo If. Se la condizione è valutata a True, vengono eseguite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

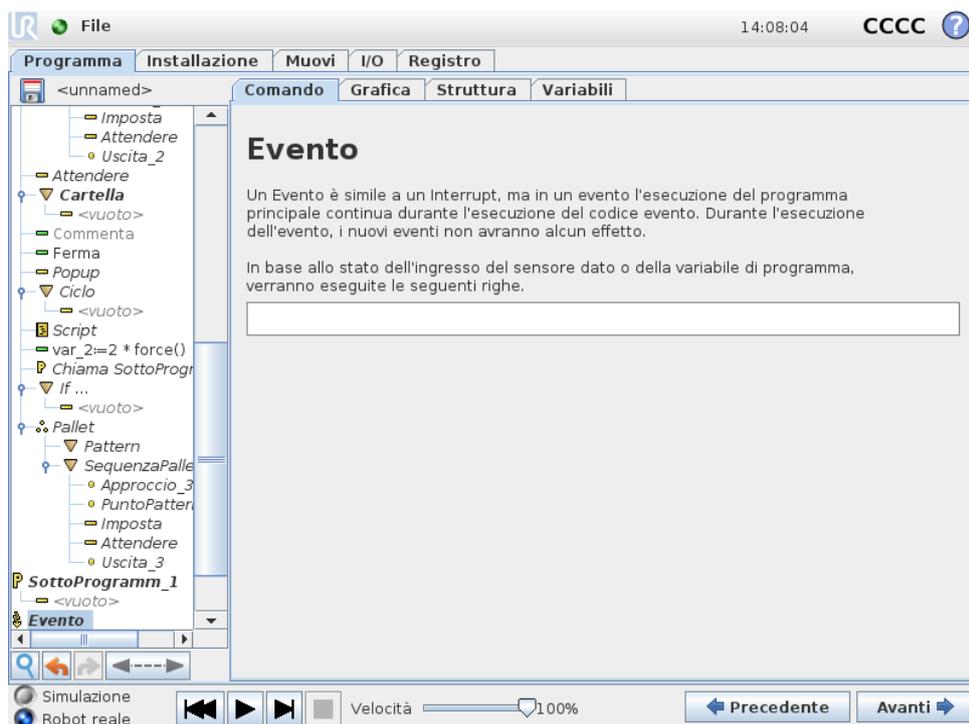
14.19 Comando: Script



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>).

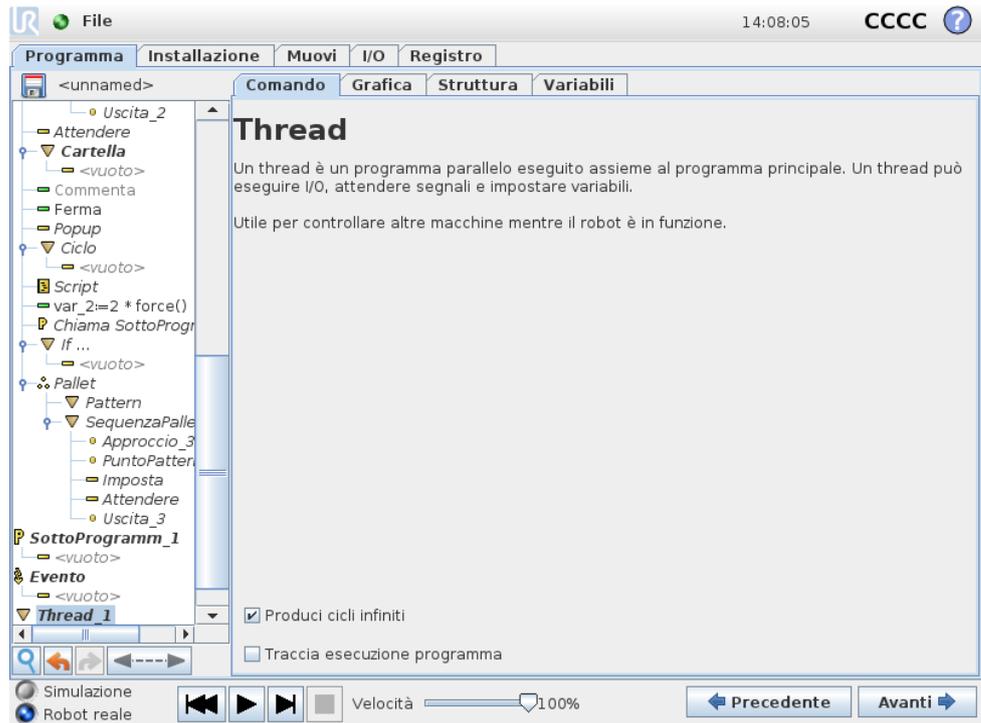
Selezionando l'opzione "File" nell'angolo superiore sinistro è possibile creare e modificare file di programma script. In tal modo i programmi script lunghi e complessi possono essere utilizzati assieme alla programmazione PolyScope facile per l'operatore.

14.20 Comando: Evento



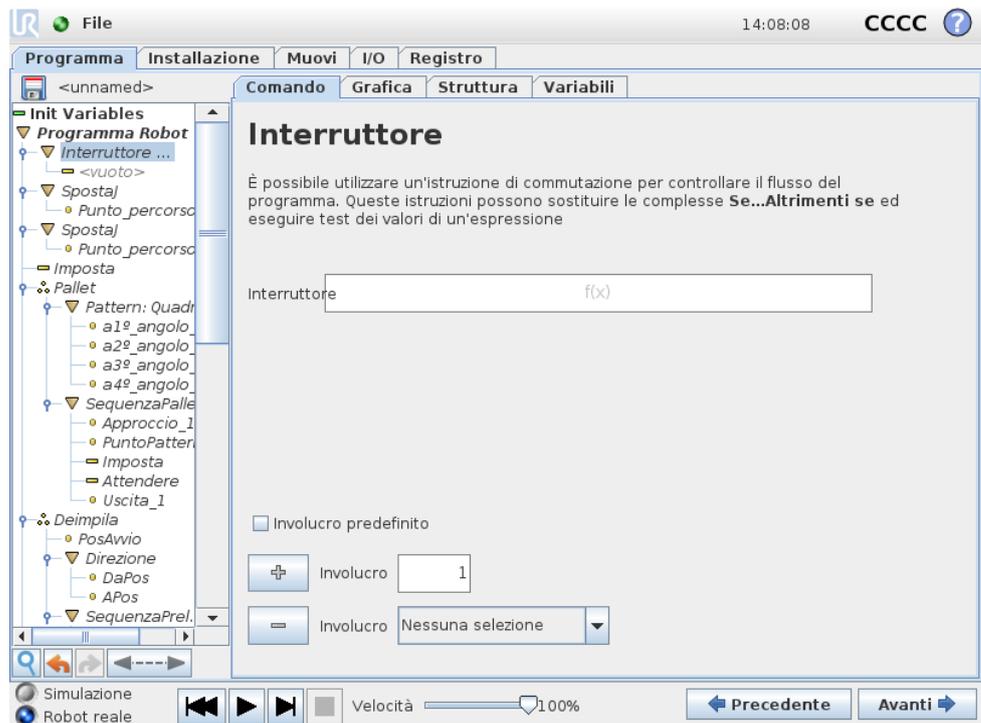
È possibile utilizzare un evento per monitorare un segnale di ingresso ed eseguire un'azione, oppure per impostare una variabile quando aumenta il livello di tale segnale di ingresso. Ad esempio, se un segnale di uscita aumenta di livello, il programma dell'evento può attendere 200 ms e riportarlo a 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.

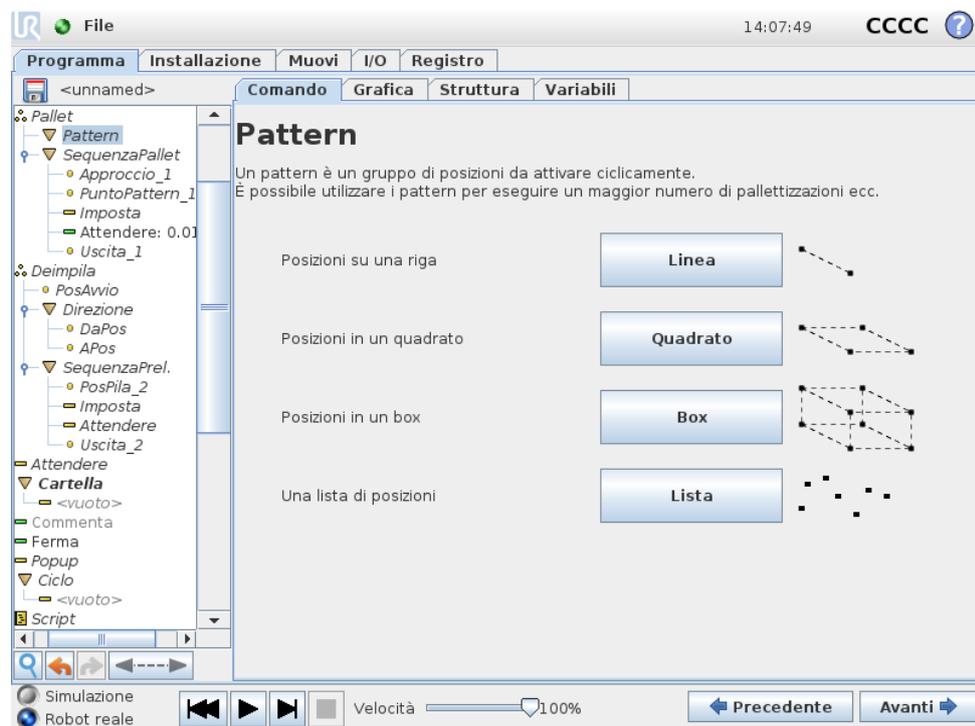
14.22 Comando: Switch



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.

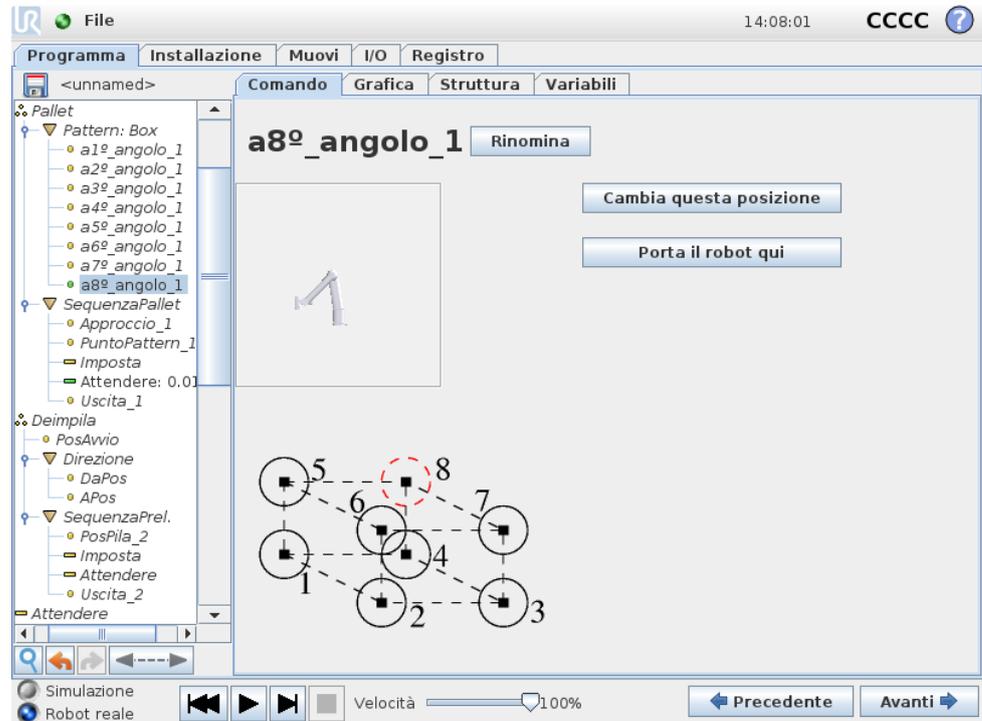
Un pattern può essere dato come pattern di quattro diversi tipi. I primi tre, “Linea”, “Quadrato” o “Box” possono essere utilizzati per le posizioni in un pattern regolare. I pattern regolari sono definiti da un numero di punti caratteristici in cui i punti definiscono i bordi del pattern. Per “Linea” 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.

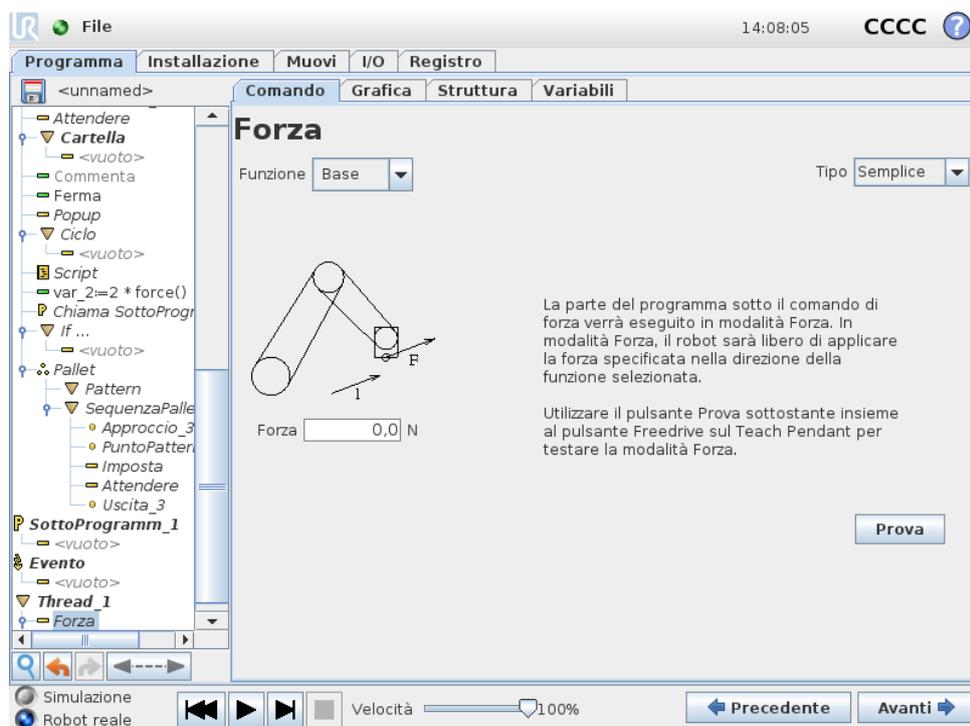
14.24 Comando: Forza

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'origo della funzione selezionata. La distanza tra il centro utensile del robot e l'origo 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.

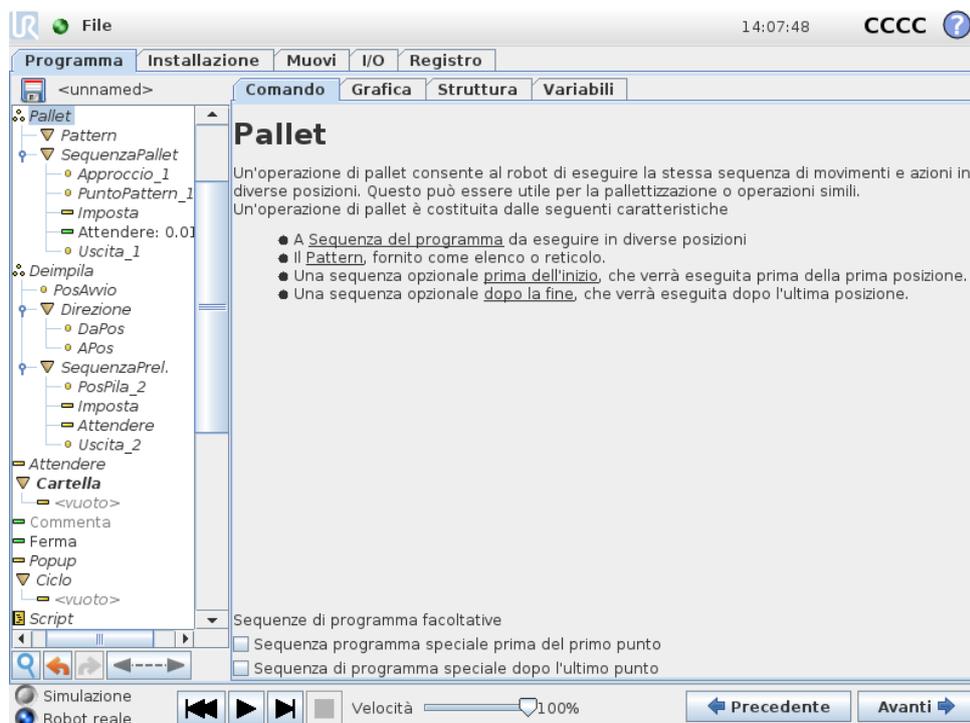
- **Conforme:** Il limite è la velocità massima che il centro utensile può raggiungere lungo/rispetto all'asse. Le unità sono [mm/s] e [gradi/s].
- **Non conforme:** Il limite è la deviazione massima consentita dalla traiettoria del programma prima che il robot esegua un arresto di protezione. Le unità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

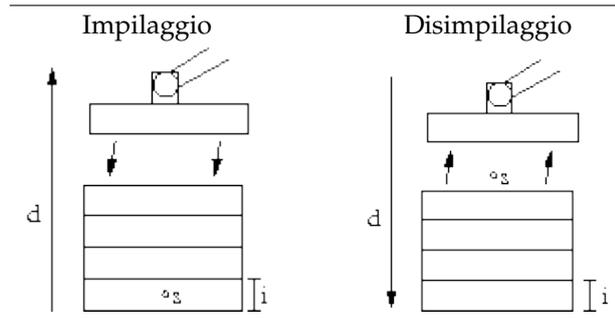
La sequenza opzionale `PrimaAvvio` viene eseguita prima che abbia inizio l'operazione. Può essere utilizzata per attendere i segnali di pronto.

"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.



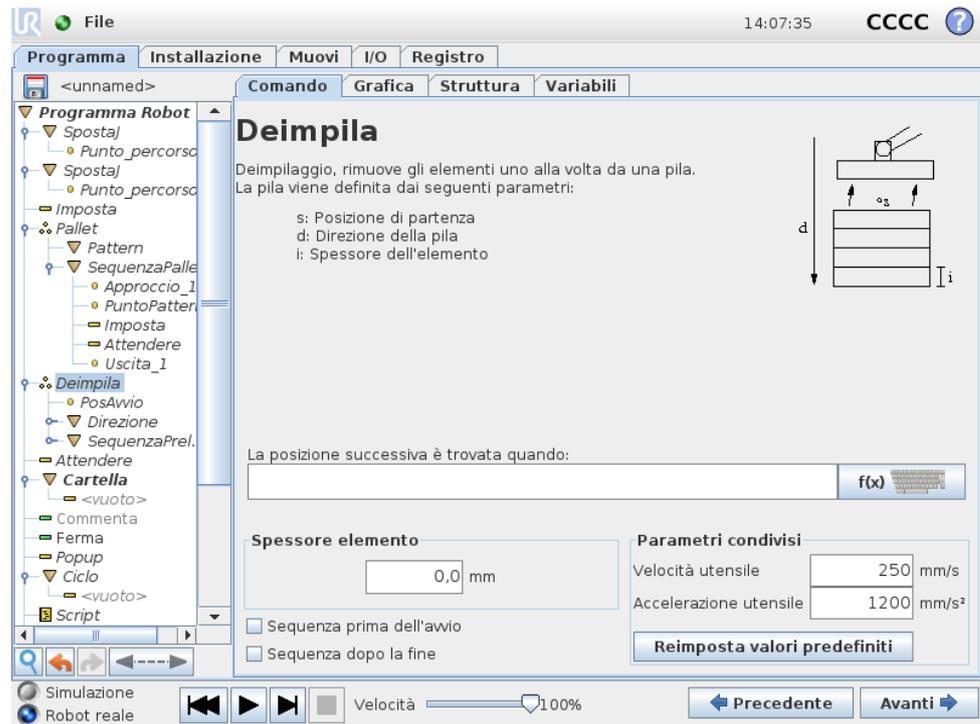
Quando si programma un'operazione di ricerca per lavorare su una pila, definire s il punto di partenza, d la direzione della pila e i lo spessore degli elementi nella pila.

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

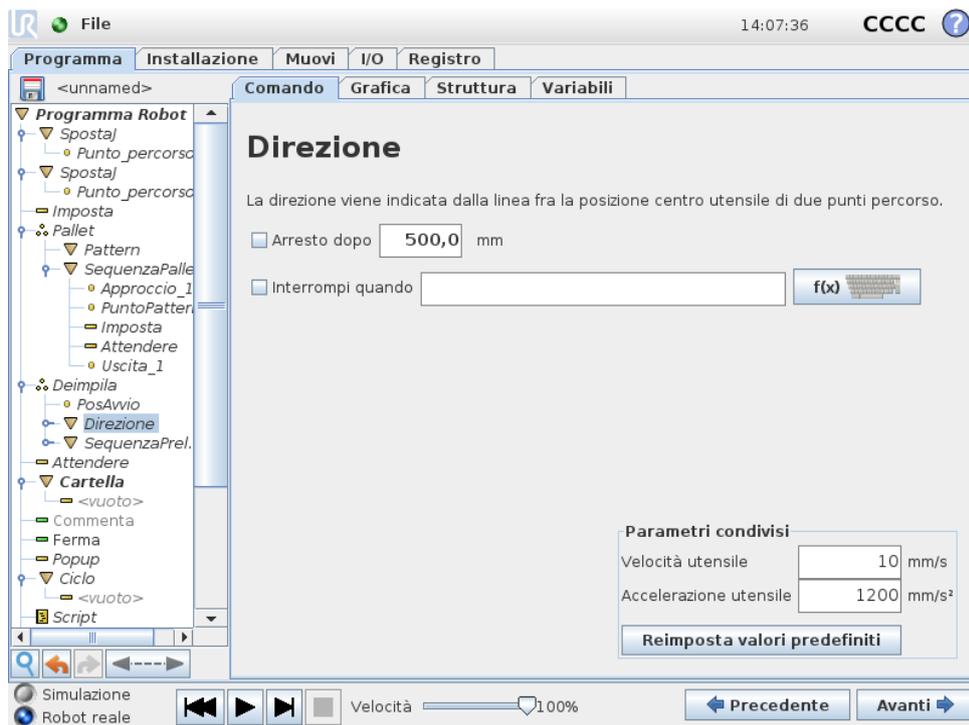


Durante il disimpilaggio, il braccio robot si porta dalla posizione di partenza nella direzione data, alla ricerca dell'elemento successivo. La condizione sullo schermo determina quando si è raggiunto l'elemento successivo. Una volta soddisfatta la condizione, il robot memorizza la posizione ed esegue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

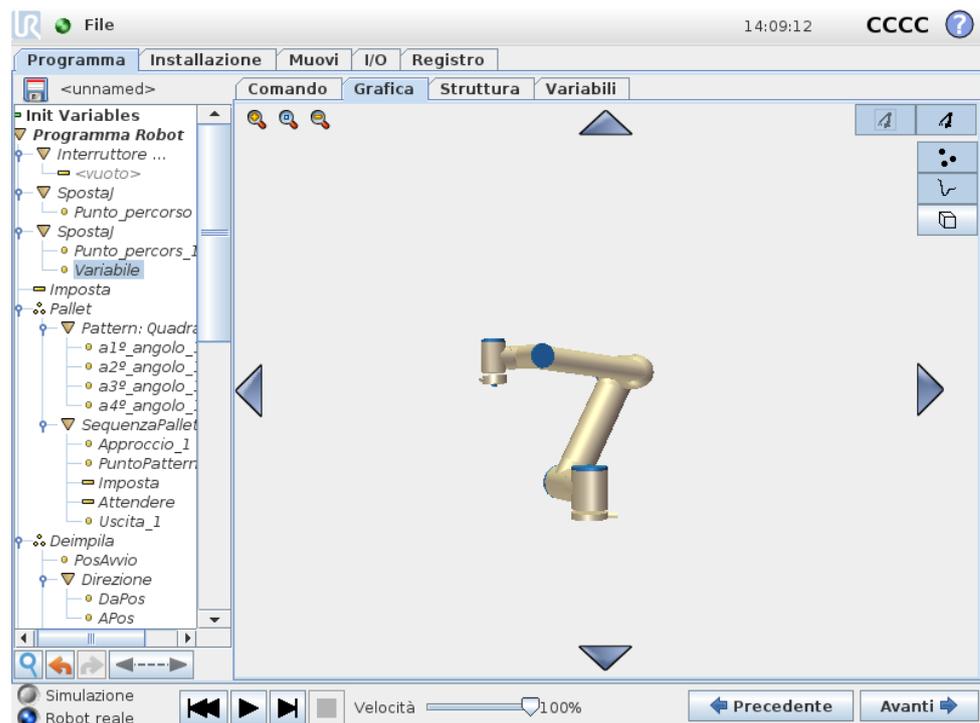
14.27 Comando: Allineamento trasportatore

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 soppresse 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.

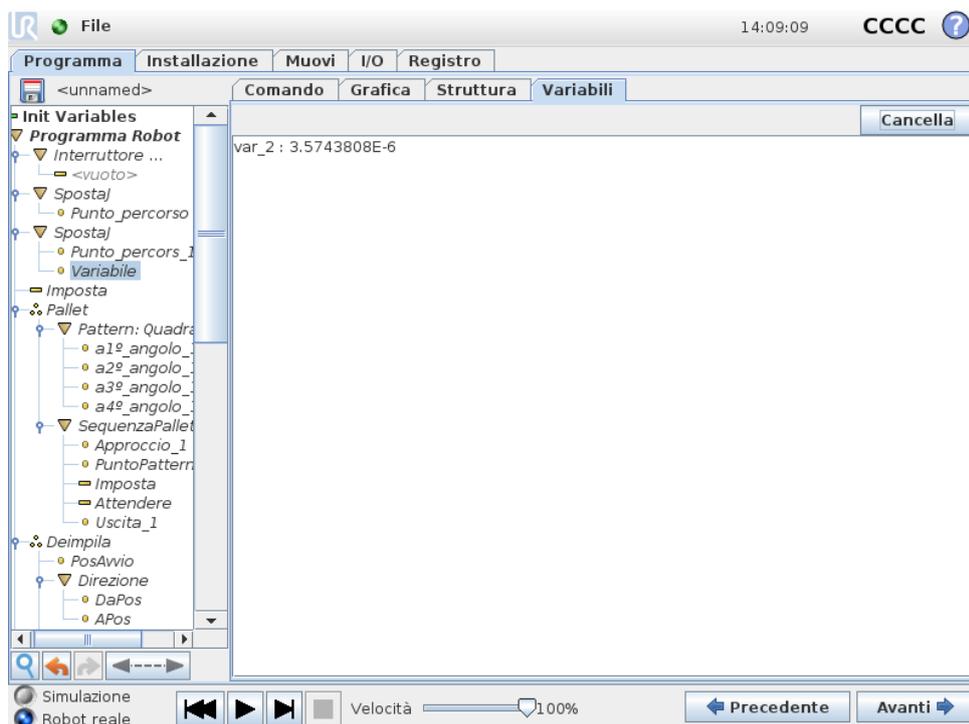
Per inserire comandi nuovi, eseguire i seguenti passaggi:

- 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.

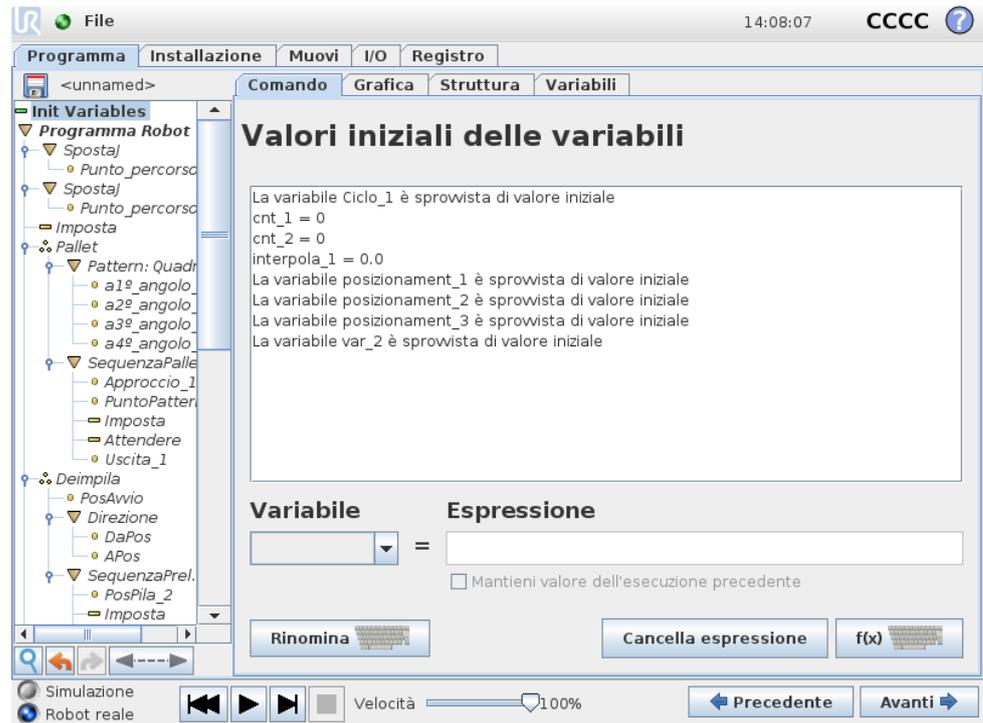
Non tutti i comandi rientrano in tutti i punti di un programma. I punti percorso devono trovarsi sotto un comando *Muovi* (anche non direttamente sottostanti). I comandi *ElseIf* ed *Else* devono seguire un comando *If*. In generale, lo spostamento dei comandi *ElseIf* può creare problemi. Alle variabili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



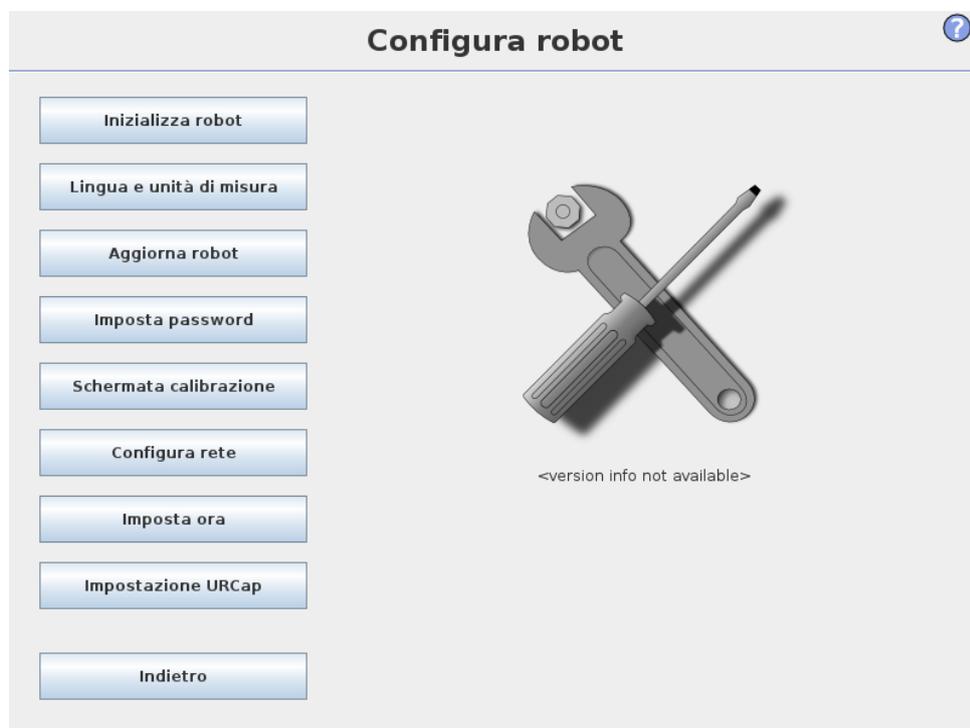
Questa schermata consente di impostare valori variabili prima che il programma (ed eventuali thread) inizi l'esecuzione.

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

The screenshot shows the 'Configura robot' (Configure robot) interface. On the left is a vertical menu with buttons for: 'Inizializza robot', 'Lingua e unità di misura', 'Aggiorna robot', 'Imposta password', 'Schermata calibrazione', 'Configura rete', 'Imposta ora', 'Impostazione URCap', and 'Indietro'. The main area is titled 'Configura robot' and contains two sections: 'Selezione lingua' and 'Selezione unità'. In the 'Selezione lingua' section, there is a dropdown menu set to 'Italiano' and a checked checkbox for 'English programming'. The 'Selezione unità' section has two radio buttons: 'Unità metriche' (selected) and 'Standard americano'. At the bottom right, there is a note: 'Riavviare PolyScope perché le nuove impostazioni abbiano effetto' and a 'Riavvia' button.

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

?

Configura robot

Inizializza robot

Lingua e unità di misura

Aggiorna robot

Imposta password

Schermata calibrazione

Configura rete

Imposta ora

Impostazione URCap

Indietro

Modifica password del sistema

Le password garantiscono che le modifiche di funzionalità e comportamento dei robot siano protette. Tutte le aree dove si possono eseguire modifiche verranno protette.

Password

Conferma password

Modifica password di sicurezza

Per definire una password della Configurazione di sicurezza, immettere una nuova password e confermarla, quindi fare clic sul pulsante. Per eliminare la password, immettere la password attuale e fare clic sul pulsante.

Immetti la password attuale

Password

Conferma password

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:

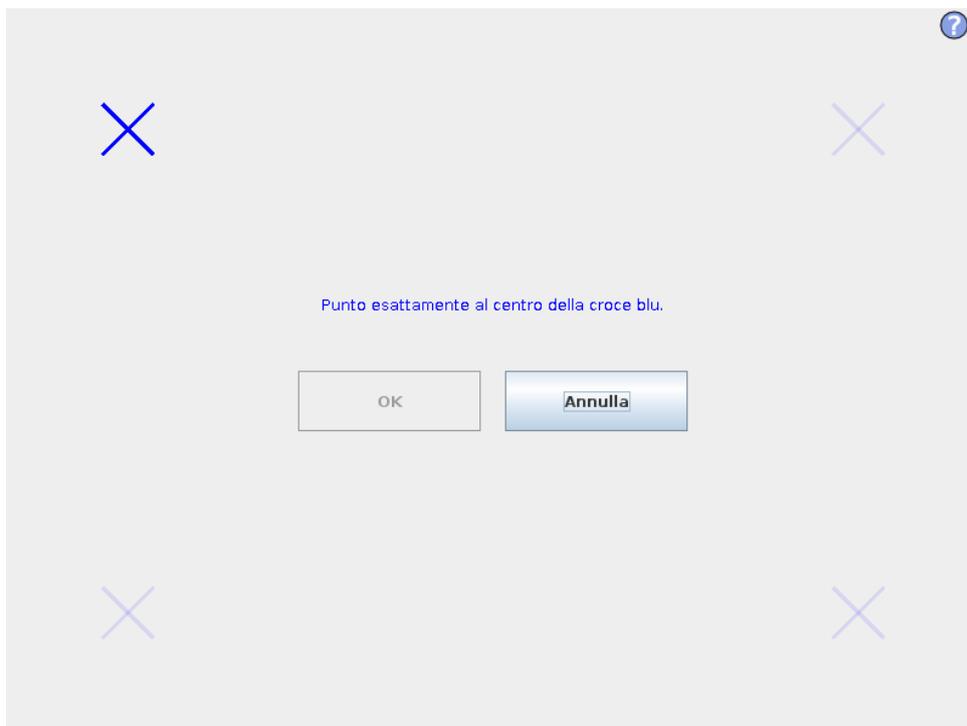
Per poter modificare la configurazione di sicurezza, si deve inserire la password di sicurezza.



AVVISO:

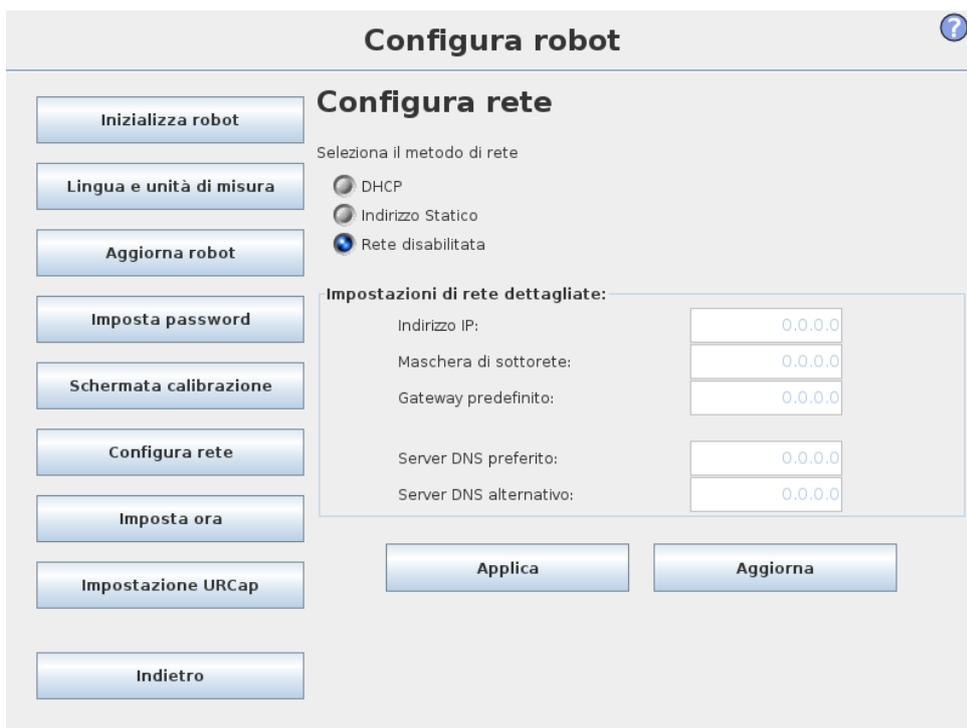
Aggiungere una password di sistema per impedire a personale non autorizzato di modificare l'installazione del robot.

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

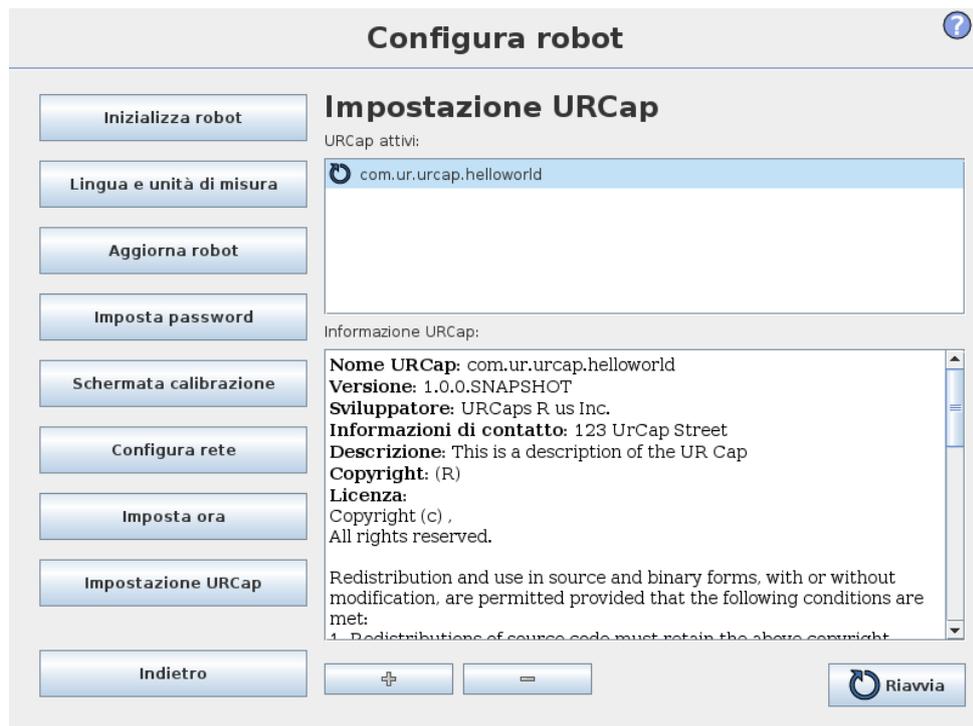
The screenshot shows the 'Configura robot' interface. On the left is a vertical menu with buttons: 'Inizializza robot', 'Lingua e unità di misura', 'Aggiorna robot', 'Imposta password', 'Schermata calibrazione', 'Configura rete', 'Imposta ora', 'Impostazione URCap', and 'Indietro'. The main area is titled 'Configura robot' and contains two sections:

- Imposta ora:**
 - Formato ora: 24 ore, 12 ore
 - Selezione l'ora corrente: A digital clock display showing 14:07:12 with '+' and '-' buttons for each digit.
- Imposta data:**
 - Selezione la data odierna: A text input field containing '25 maggio 2016'.
 - Formato data: 25 maggio 2016, 25-mag-2016, 25/05/16

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*. Tocandolo 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.

Glossario

Categoria di arresto 0: Il movimento del robot viene arrestato con l'interruzione immediata dell'alimentazione al robot. È un arresto non controllato, in cui il robot può deviare dal percorso programmato mentre ogni giunto si arresta il più rapidamente possibile. Questo arresto di protezione viene utilizzato in caso di superamento di un limite di sicurezza nominale o in caso di anomalie in componenti con classificazione di sicurezza del sistema di controllo. Per ulteriori informazioni, vedere ISO 13850 o IEC 60204-1.

Categoria di arresto 1: Il movimento del robot viene arrestato utilizzando l'alimentazione del robot per eseguire l'arresto e quindi interrompendo l'alimentazione una volta completato l'arresto. È un arresto controllato, in cui il robot prosegue lungo il percorso programmato. L'alimentazione viene interrotta non appena il robot è immobile. Per ulteriori informazioni, vedere ISO 13850 o IEC 60204-1.

Categoria di arresto 2: Un arresto controllato senza interruzione dell'alimentazione al robot. Il sistema di controllo con classificazione di sicurezza si assicura che il robot resti in posizione di arresto. Per ulteriori informazioni, vedere IEC 60204-1.

Categoria 3: Il termine "categoria" differisce dal termine "arresto di categoria". Per "categoria" si intende il tipo di architettura utilizzato come base per un determinato "livello di prestazioni". Una delle proprietà fondamentali dell'architettura di "categoria 3" prevede il mantenimento delle funzioni di sicurezza in caso di errore singolo. Per ulteriori informazioni, vedere ISO 13849-1.

Livello di prestazioni: Un livello di prestazioni (PL) è un livello distinto utilizzato per specificare la capacità di componenti correlati alla sicurezza dei sistemi di controllo per l'esecuzione di funzioni di sicurezza in presenza di circostanze previste. PLd è la seconda classe più alta di affidabilità e indica che la funzione di sicurezza è estremamente affidabile. Per ulteriori informazioni, vedere ISO 13849-1.

Copertura diagnostica (DC): è una misura dell'efficacia delle diagnostiche implementate per ottenere il livello di prestazioni nominale. Per ulteriori informazioni, vedere ISO 13849-1.

MTTFd: Il tempo medio prima di un'avaria pericolosa (MTTFd) è un valore basato su calcoli e test utilizzati per raggiungere il livello di prestazioni nominale. Per ulteriori informazioni, vedere ISO 13849-1.

Integratore: L'integratore è l'entità che progetta l'installazione finale del robot. L'integratore è responsabile dell'esecuzione della valutazione del rischio finale e si deve accertare che l'installazione finale sia conforme con le legislazioni e normative locali.

Valutazione dei rischi: Una valutazione del rischio è il processo globale di identificazione di tutti i rischi e di riduzione a livelli appropriati. Una valutazione

del rischio deve essere documentata. Per ulteriori informazioni, consultare ISO 12100.

Applicazioni collaborative di robot: Il termine “collaborativa” indica la collaborazione fra robot e operatore in un’applicazione del robot. Consulta le definizioni e descrizioni esatte in ISO 10218-1 e ISO 10218-2.

Configurazione di sicurezza: È possibile configurare interfacce e funzioni con classificazione di sicurezza mediante i parametri di configurazione di sicurezza. I parametri vengono definiti attraverso l’interfaccia software. Consultare II.

Indice