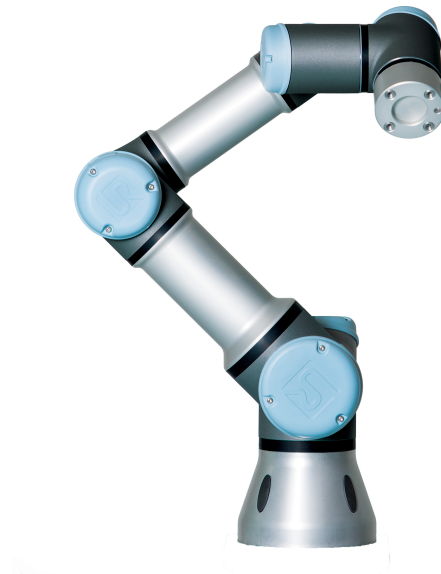




UNIVERSAL ROBOTS

Manuale dell'utente



UR3 / CB3

Traduzione delle istruzioni originali (it)



UNIVERSAL ROBOTS

Manuale dell'utente

UR3/CB3

Euromap67

Versione 3.5.5

Traduzione delle istruzioni originali (it)

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

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

Copyright © 2009–2018 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-10
1.9 Movimento con e senza alimentazione elettrica	I-10
 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-15
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-38
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-47
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	Certificazione di terzi	I-53
8.2	Certificazione di fornitori terzi	I-53
8.3	Certificazione di prova costruttore	I-54
8.4	Dichiarazioni conformi alle direttive UE	I-54
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
B.6	Certificati di test in camera bianca	I-64
C	Standard applicati	I-67
D	Specifiche tecniche	I-75
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-8
10.7.1	Marcia indietro	II-8
10.8	Protezione con password	II-8
10.9	Applica	II-9
10.10	Limiti generali	II-10
10.11	Limiti giunto	II-12
10.12	Limiti	II-13
10.12.1	Selezione di un limite da configurare	II-14
10.12.2	Visualizzazione tridimensionale	II-15
10.12.3	Configurazione piano di sicurezza	II-15
10.12.4	Configurazione limite utensile	II-19
10.13	I/O di sicurezza	II-21
10.13.1	Segnali in ingresso	II-21
10.13.2	Segnali in uscita	II-23
11	Avvio della programmazione	II-25
11.1	Introduzione	II-25
11.2	Attività iniziali	II-26
11.2.1	Installazione del braccio robot e dell'unità di controllo	II-26
11.2.2	Accensione e spegnimento dell'unità di controllo	II-26
11.2.3	Accensione e spegnimento del braccio robot	II-26
11.2.4	Avviamento rapido	II-27
11.2.5	Il primo programma	II-27
11.3	Interfaccia di programmazione PolyScope	II-29
11.4	Schermata Benvenuto	II-30
11.5	Schermata di inizializzazione	II-31
12	Editor su schermo	II-35
12.1	Editor espressioni su schermo	II-35
12.2	Schermata dell'editor del posizionamento	II-35
13	Controllo robot	II-39
13.1	Scheda Muovi	II-39
13.1.1	Robot	II-39
13.1.2	Posizione della funzione e dell'utensile	II-40
13.1.3	Muovi utensile	II-40
13.1.4	Muovi giunti	II-40
13.1.5	Freedrive	II-40
13.2	Scheda I/O	II-41
13.3	I/O client MODBUS	II-42
13.4	Scheda AutoMove	II-43
13.5	Installazione → Carica/Salva	II-44
13.6	Installazione → configurazione posizione centro utensile	II-45
13.6.1	Aggiunta, modifica e rimozione dei PCU	II-45

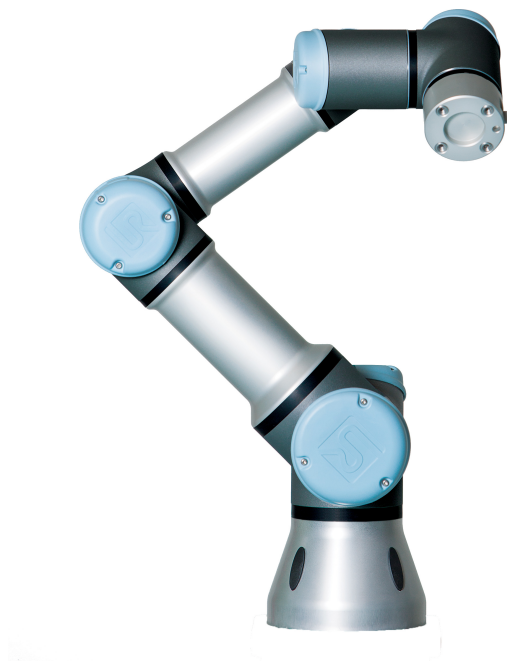
13.6.2	PCU predefinito e attivo	II-46
13.6.3	Apprendimento della posizione del PCU	II-46
13.6.4	Apprendimento dell'orientamento del PCU	II-47
13.6.5	Carico utile	II-47
13.6.6	Centro di gravità	II-48
13.7	Installazione → Montaggio	II-48
13.8	Installazione → Setup I/O	II-49
13.8.1	Tipo di segnale I/O	II-50
13.8.2	Assegnare nomi definiti dall'utente	II-50
13.8.3	Controllo della scheda I/O e azioni I/O	II-50
13.9	Sicurezza → installazione	II-51
13.10	Variabili → di installazione	II-51
13.11	Installazione → configurazione I/O del client MODBUS	II-52
13.12	Caratteristiche → dell'installazione	II-56
13.12.1	Usare una funzione	II-57
13.12.2	Nuovo punto	II-59
13.12.3	Nuova linea	II-59
13.12.4	Nuovo piano	II-60
13.12.5	Esempi: Aggiornando manualmente una funzione per modificare un programma	II-61
13.12.6	Esempi: Aggiornamento dinamico della posizione di una funzione	II-62
13.13	Configurazione sincronizzazione trasportatore	II-63
13.14	Installazione → Programma predefinito	II-64
13.15	Scheda Registro	II-66
13.16	Schermata caricamento	II-66
13.17	Scheda Esegui	II-69
14	Programmazione	II-71
14.1	Nuovo Programma	II-71
14.2	Scheda Programma	II-72
14.2.1	Albero del programma	II-72
14.2.2	Indicazione di esecuzione del programma	II-73
14.2.3	Pulsante Ricerca	II-73
14.2.4	Pulsanti Annulla/ripristina	II-74
14.2.5	Dashboard del programma	II-74
14.3	Variabili	II-75
14.4	Comando: Vuoto	II-76
14.5	Comando: Muovi	II-77
14.6	Comando: Punto percorso fisso	II-80
14.7	Comando: Punto percorso relativo	II-86
14.8	Comando: Punto percorso variabile:	II-87
14.9	Comando: Attendere	II-88
14.10	Comando: Imposta	II-88
14.11	Comando: Popup	II-89
14.12	Comando: Ferma	II-90
14.13	Comando: Commenta	II-90
14.14	Comando: Cartella	II-91
14.15	Comando: Ciclo	II-92

14.16 Comando: SottoProgramma	II-93
14.17 Comando: Assegnazione	II-94
14.18 Comando: If	II-95
14.19 Comando: Script	II-96
14.20 Comando: Evento	II-97
14.21 Comando: Thread	II-98
14.22 Comando: Switch	II-98
14.23 Comando: Pattern	II-99
14.24 Comando: Forza	II-100
14.25 Comando: Pallet	II-104
14.26 Comando: Cerca	II-105
14.27 Comando: Sincronizzazione trasportatore	II-109
14.28 Comando: Sopprimi	II-109
14.29 Scheda Grafica	II-109
14.30 Scheda struttura	II-111
14.31 Scheda variabili	II-112
14.32 Comando: Inizializzazione variabili	II-113
15 Schermata impostazioni	II-115
15.1 Lingua e unità di misura	II-116
15.2 Aggiorna robot	II-117
15.3 Imposta password	II-118
15.4 Schermata calibrazione	II-119
15.5 Configura rete	II-119
15.6 Imposta ora	II-120
15.7 Impostazione URCap	II-121
III Interfaccia EUROMAP 67	III-1
16 Introduzione	III-3
16.1 Standard EUROMAP 67	III-4
16.2 Nota legale	III-4
17 Integrazione tra robot e IMM	III-7
17.1 Arresto di emergenza e arresto di protezione	III-7
17.2 Collegamento di una barriera ottica MAF	III-7
17.3 Montaggio del robot e dell'utensile	III-8
17.4 Uso del robot senza IMM	III-8
17.5 Conversione da EUROMAP 12 a EUROMAP 67	III-8
18 Interfaccia Grafica Utente (GUI)	III-11
18.1 Modello di programma EUROMAP 67	III-11
18.2 Ricerca dei guasti e sommario I/O	III-12
18.2.1 Controllo	III-14
18.2.2 Dipendenti dal costruttore	III-14
18.2.3 Sicurezza	III-14
18.2.4 Stato	III-14

18.3	Funzionalità delle struttura di programma	III-14
18.3.1	Verifica avviamento	III-15
18.3.2	Libero a stampo	III-16
18.3.3	Attendi elemento	III-17
18.3.4	Espulsore avanti	III-17
18.3.5	Espulsore indietro	III-18
18.3.6	Estrattori anime dentro	III-18
18.3.7	Estrattori anime fuori	III-19
18.4	Azione I/O e attesa	III-20
19	Installazione e rimozione dell'interfaccia	III-21
19.1	Installazione	III-21
19.2	Rimozione	III-22
20	Caratteristiche elettriche	III-25
20.1	Interfaccia della barriera ottica MAF	III-25
20.2	Arresto di emergenza, dispositivi di sicurezza e segnali MAF	III-25
20.3	Ingressi digitali	III-26
20.4	Uscite digitali	III-26
	Glossario	III-27
	Indice	III-29

Prefazione

Congratulazioni per l'acquisto del nuovo UR3Universal 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 perché 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, l'altro contiene:

- L'unità di controllo con il Teach Pendant
- Staffa di fissaggio dell'unità di controllo
- Staffa di supporto del Teach Pendant
- Chiave di apertura dell'unità di controllo
- Cavo di alimentazione compatibile con l'area di commercializzazione
- Cavo EUROMAP 67
- Penna a stilo con laser
- Questo manuale

Importante avviso di sicurezza

Il robot è una **macchina parzialmente assemblata** (vedere 8.4) e come tale è necessario eseguire una valutazione del rischio per ogni installazione del robot.

Nota: Si devono rispettare tutte le istruzioni di sicurezza riportate 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.

Interfaccia EUROMAP 67: Utilizzo dell'interfaccia EUROMAP 67.

Questo manuale è destinato all'integratore che deve essere in possesso di conoscenze meccaniche ed elettriche di base. L'integratore dovrebbe anche essere a conoscenza dei concetti di base 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 di altre lingue di questo manuale
- Aggiornamenti al **manuale PolyScope** a seguito dell'introduzione di 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 URCAPS dove si possono 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.

In questo capitolo, le prime sotto-sezioni sono generali. Quelle che seguono trattano dati tecnici specifici di rilievo che permettono la configurazione e programmazione del robot. Il capitolo 2 descrive e definisce le funzioni di sicurezza particolarmente di rilievo per le applicazioni collaborative.

Le istruzioni e indicazioni fornite nel capitolo 2 e nella sezione 1.7 sono di particolare importanza.

È fondamentale rispettare e seguire tutte le istruzioni di assemblaggio e le indicazioni fornite negli altri capitoli e sezioni di questo manuale.

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



NOTA:

Universal Robots declina qualsiasi responsabilità se il robot (unità di controllo e/o telecomando del braccio) presenta danni e se è stato alterato o modificato in qualsiasi modo. Universal Robots declina qualsiasi responsabilità per qualsiasi danno causato al robot o ad altri dispositivi dovuto ad errori di programmazione o anomalie di funzionamento del robot.

1.2 Validità e responsabilità

Le informazioni in questo manuale non trattano la progettazione, l'installazione e l'uso di un'applicazione completa del robot, né coprono tutte le periferiche che possono avere un impatto sulla 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 di un intero sistema robotico
- 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 robotico 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 fascicolo tecnico che includa la valutazione del rischio e il presente manuale.

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

Le informazioni di sicurezza offerte in questo manuale non vanno intese come garanzia da parte di UR che il manipolatore industriale non causerà lesioni o danni, neanche nel caso in cui tutte le istruzioni di sicurezza siano state soddisfatte.

1.4 Simboli di avvertenza nel presente manuale

I simboli che seguono definiscono le diciture indicanti i livelli di rischio, utilizzate in tutto questo 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 generiche che possono essere riprese o spiegate in parti differenti di questo manuale. Altri avvisi ed avvertenze sono presenti in tutto questo manuale.

**PERICOLO:**

Accertarsi di installare il robot e tutti i dispositivi elettrici rispettando le specifiche e gli avvisi riportati nei capitoli 4 e 5.



AVVISO:

1. Accertarsi che il braccio robot e l'utensile/attuatore finale 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 del software, premere immediatamente l'arresto di emergenza, annotare le circostanze originarie 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 standard. Usare solo I/O di sicurezza.
8. Utilizzare le impostazioni di installazione corrette (ad es. angolo di montaggio robot, peso sul TCP, offset del TCP, configurazione di sicurezza). Salvare e caricare il file di installazione insieme al programma.
9. La funzione freedrive (Impedimento/retrocessione) deve essere usata solo in installazioni in cui la valutazione del rischio lo permetta. L'utensile/attuatore finale e gli ostacoli non devono presentare bordi taglienti o punti di schiacciamento.
10. Avvisare tutte le persone di mantenere la testa e il volto fuori dalla portata del robot in funzionamento o in procinto di attivarsi.
11. Prestare attenzione al movimento del robot durante l'utilizzo del teach pendant.
12. Se la valutazione del rischio lo prescrive, 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 può aumentare i rischi o creare nuovi pericoli. Eseguire sempre una valutazione complessiva del rischio per l'intera installazione. A seconda della valutazione del rischio, potrebbero essere utili livelli di sicurezza operativa differenziati; pertanto, quando si richiedono differenti livelli di prestazioni di arresto di emergenza e di sicurezza, scegliere sempre il livello 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 riassettaggio autorizzato deve essere eseguito tenendo conto delle informazioni nelle edizioni più recente di tutti i manuali di assistenza in questione.
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 interagire con il robot o di toccarlo durante o immediatamente dopo il funzionamento, poiché il contatto protratto potrebbe causare problemi. 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 che lo potrebbero danneggiare, si raccomanda vivamente di collaudare separatamente tutte le funzioni ed il programma del robot. Si raccomanda inoltre di collaudare il programma del robot usando punti percorso provvisori esterni allo spazio di lavoro di altre macchine.
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/attuatori finali e attrezzature, o alla lavorazione o trasferimento di componenti o prodotti. Per ulteriori informazioni sulle condizioni ambientali in cui il robot deve operare, consultare le appendici B e D.

I robot UR sono dotati di funzioni speciali di sicurezza concepite specificamente per permettere il funzionamento collaborativo in cui il sistema robotico opera senza barriere e/o affiancando una persona.

Il funzionamento collaborativo è destinato unicamente per applicazioni prive di rischi, dove l'intera applicazione, inclusi utensile/attuatore finale, pezzo in lavorazione, ostacoli e altre macchine, non presenta alcun rischio di rilievo secondo la 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 funzioni vitali
- Uso prima di aver completato una valutazione del rischio
- Uso al di fuori dell'ambito previsto
- Uso come ausilio all'arrampicata
- Impiego al di fuori dei parametri operativi ammissibili

1.7 Valutazione del rischio

Uno dei compiti più importanti di cui si deve occupare un integratore è l'esecuzione di una valutazione del rischio. 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/attuatore finale, ostacoli e altre macchine).

Si raccomanda che l'integratore faccia riferimento alle norme ISO 12100 e ISO 10218-2 quando esegue la 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 dell'applicazione del robot, fra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- L'apprendimento del robot durante configurazione e sviluppo dell'installazione del robot
- Diagnostica guasti e manutenzione
- 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. Per informazioni dettagliate, consultare il capitolo 2 e il paragrafo II.

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

- **Limitazione di forza e potenza:** 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 di posizione del TCP e dell'utensile/attuatore finale:** Consente la riduzione di rischi associati a determinate parti del corpo, Ad es. per evitare movimenti verso la testa e il collo.
- **Limitazione dell'orientamento del TCP e dell'utensile/attuatore finale:** Utile in particolare per ridurre i rischi associati a determinate aree e caratteristiche di utensili/attuatori finali e pezzi in lavorazione, ad esempio, per proteggere l'operatore da bordi taglienti.
- **Limitazione della velocità:** Garantisce una velocità ridotta del braccio robot,

L'integratore deve impedire l'accesso non autorizzato alla configurazione di sicurezza adottando una password di protezione.

Si richiede la valutazione del rischio di un'applicazione con robot collaborativo che determini eventuali contatti intenzionali e/o dovuti a un cattivo uso ragionevolmente prevedibile. L'operazione deve valutare:

- La gravità delle singole collisioni potenziali
- La probabilità che si verifichino singole collisioni potenziali
- La possibilità di evitare singole collisioni potenziali

Se il robot è installato in applicazioni robotiche non collaborative in cui è impossibile eliminare o ridurre in modo ragionevole e sufficiente i rischi e pericoli utilizzando le funzioni di sicurezza integrate (ad es., in caso di uso di utensili/attuatori finali pericolosi), la valutazione del rischio effettuata dall'integratore dovrà determinare ulteriori misure protettive richieste (ad es., un dispositivo di attivazione protezione dell'operatore durante la configurazione e programmazione).

Universal Robots identifica i rischi potenziali significativi sotto elencati come rischi che devono essere considerati dall'integratore.

Nota: Altri fattori di rischio di rilievo possono essere presenti in installazioni robotiche specifiche.

1. Penetrazione della cute da parte di spigoli vivi e punti taglienti sull'utensile/attuatore finale o sul relativo innesto.
2. Penetrazione della cute da parte di spigoli vivi e punte affilate presenti ostacoli nei pressi della pista del robot.
3. Contusioni dovute al contatto con il robot.
4. Storte o fratture delle ossa dovute a colpi fra un pesante carico utile e una superficie dura.
5. Conseguenze dovute a bulloni di fissaggio del braccio robot o dell'utensile/attuatore finale allentati.
6. Oggetti in caduta dall'utensile/attuatore finale, ad es. a causa di presa insufficiente o interruzione di corrente.
7. Errori dovuti a pulsanti di arresto di emergenza diversi per macchine differenti.
8. Errori dovuti a modifiche non autorizzate dei parametri di configurazione di sicurezza.

Le informazioni sui tempi e le distanze di arresto sono riportate nel capitolo 2 e nell'appendice A.

1.8 Arresto di emergenza

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

Nota: Secondo le normative IEC 60204-1 e ISO 13850, i dispositivi di emergenza non sono protezioni. Sono misure di protezione complementari e non sono destinate a prevenire lesioni.

La valutazione del rischio dell'applicazione del robot deve determinare se sono necessari altri pulsanti di arresto di emergenza. I pulsanti di arresto di emergenza devono essere conformi alla normativa IEC 60947-5-5 (consultare la sezione 5.3.2).

1.9 Movimento con e senza alimentazione elettrica

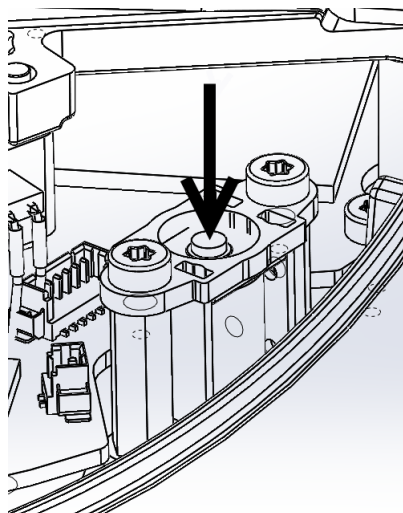
Nell'improbabile caso di una situazione di emergenza in cui occorre muovere almeno uno dei giunti del robot e non si può o non si vuole collegare l'alimentazione, esistono due modi diversi per forzare il movimento dei giunti del robot:

1. Arretramento forzato: forzare il movimento di un giunto spingendo/tirando energicamente il braccio del robot. 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 (solo per i giunti di base, spalla e gomito): Smontare il coperchio del giunto svitando le poche viti M3 che lo mantengono in posizione. Sbloccare il freno premendo lo stantuffo sulla piccola elettrocalamita, come indicato nell'immagine qui sotto.

**AVVISO:**

1. Spostare manualmente il braccio robot solo in caso di estrema urgenza, poiché se ne potrebbero danneggiare i giunti.
2. Al rilascio manuale del freno, la forza di gravità potrebbe far cadere il braccio in terra. Quando si sblocca il freno, sostenere sempre il braccio robot, l'utensile/attuatore finale e il pezzo in lavorazione.



2 Funzioni e interfacce con classificazione di sicurezza

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 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 accettato dal robot, collegato al centro utensile (3 kg).

Il tempo di arresto del caso peggiore per la categoria di arresto¹ 0 in caso di violazioni di interfacce o limiti di sicurezza è indicato nella tabella sottostante.

Limite di velocità del PCU	Tempo di arresto massimo
1.0 m/s	400 ms
1.5 m/s	450 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 eccezionali. In caso di violazione di un limite, il sistema di sicurezza effettua una categoria di arresto 0.

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

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 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.

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

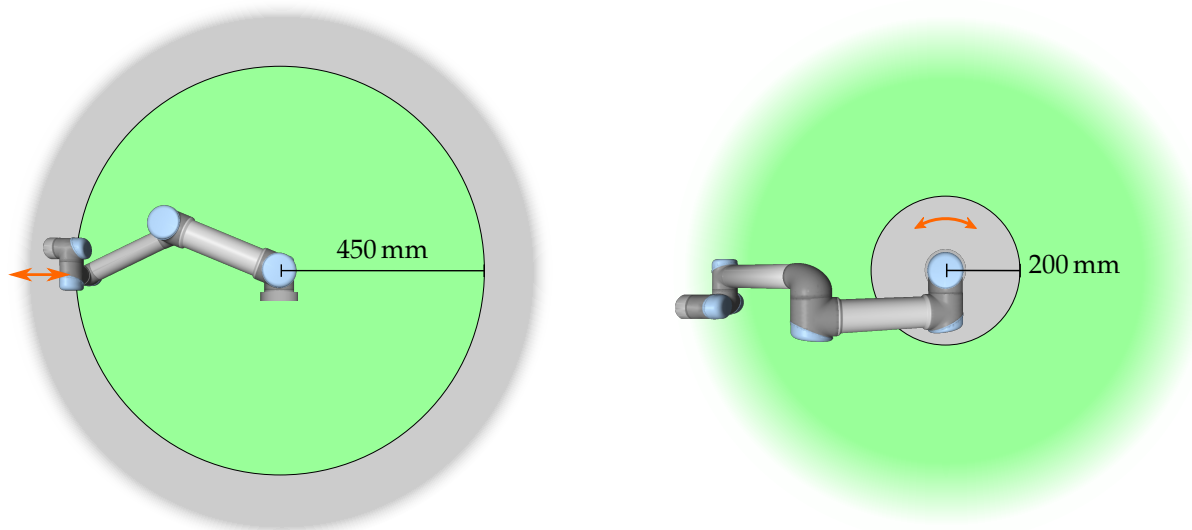


Figura 2.1: Si deve prestare attenzione a determinate aree dello spazio di lavoro per evitare rischi di schiacciamento, a causa delle caratteristiche fisiche del braccio robot. Un'area viene definita per i movimenti radiali, quando il giunto del polso 1 si trova ad una distanza di almeno 450 mm dalla base del robot. L'altra area si trova entro 200 mm dalla base del robot, durante il movimento in direzione tangenziale.

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 giunto	30 °/s
Velocità del PCU	250 mm/s
Forza del PCU	100 N
Momento	10 kg m/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 emergenza robot	(Ingresso dedicato). Esegue una categoria di arresto 1, che è possibile inoltrare ad altre macchine tramite l'uscita <i>Arresto di emergenza del sistema</i> , una volta configurata.
Pulsante di arresto di emergenza	(Pulsante Teach Pendant). Esegue una categoria di arresto 1, che è possibile inoltrare ad altre macchine tramite l'uscita <i>Arresto di emergenza del sistema</i> , una volta configurata.
Arresto di emergenza sistema	(Ingresso configurabile). Esegue una categoria di arresto 1. Per prevenire gli stalli, il segnale non verrà inoltrato ad altre macchine tramite l'uscita <i>Arresto di emergenza del sistema</i> .
Arresto di protezione	(Ingresso dedicato). Esegue una categoria di arresto 2.
Resettaggio protezione	(Ingresso configurabile). Ripristina il robot dallo stato di <i>arresto di protezione</i> , quando si crea un fronte sull'ingresso del ripristino protezione.
Modalità ridotta	(Ingresso configurabile). Il sistema di sicurezza passa ai limiti della modalità <i>Ridotta</i> .
Dispositivo di abilitazione a 3 posizioni	(Ingresso configurabile). Ingresso di arresto di protezione quando l'ingresso della modalità di funzionamento è alto.
Modalità di funzionamento	(Ingresso configurabile). Utilizzare la modalità di funzionamento in caso di configurazione di un dispositivo di attivazione a 3 posizioni.

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:

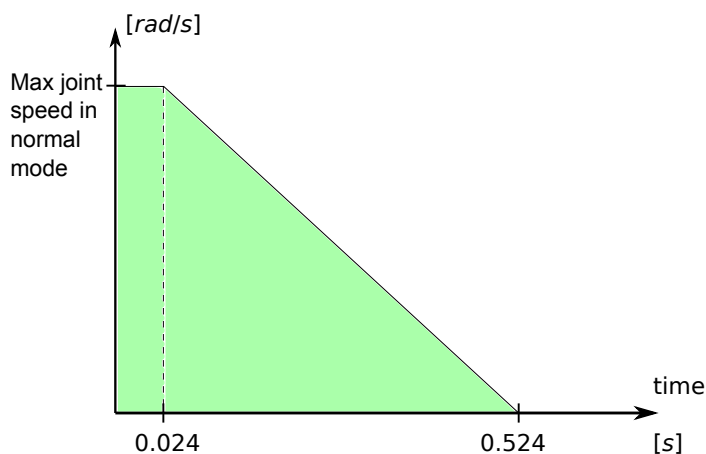


Figura 2.2: L'area verde al di sotto della rampa sono le velocità ammesse per un giunto in fase di frenaggio. Al momento 0 viene rilevato un evento (arresto di emergenza o di protezione) sul processore di sicurezza. La decelerazione inizia dopo 24 ms.

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 rad/s), si verifica che non si sposti più di 0,05 rad dalla posizione in cui si trovava quando la velocità misurata era inferiore a 0,2 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.

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.

2.5 Interfacce elettriche con classificazione di sicurezza

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

Sollevare 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.

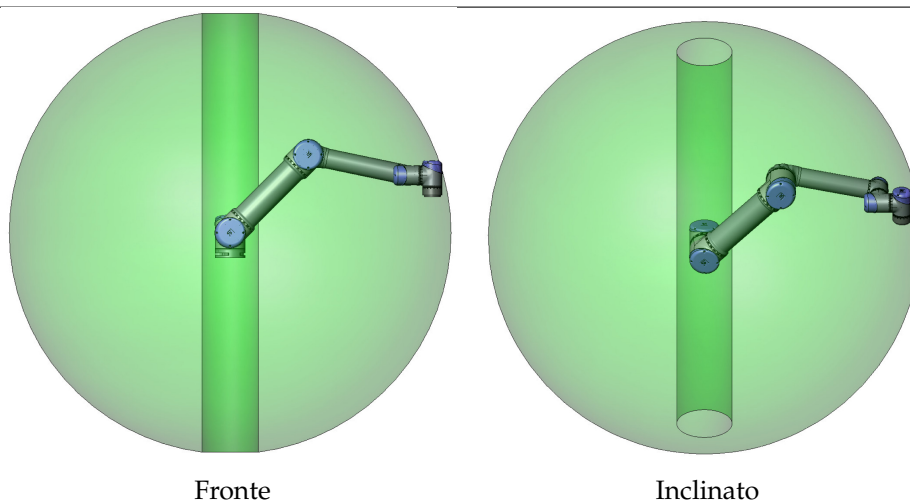
4 Interfaccia meccanica

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 UR3 si estende 500 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 M6, usando i quattro fori da 6.6 mm sulla base. Stringere i bulloni con una coppia di 9 N m. Per riposizionare il braccio robot in maniera precisa, sono disponibili due fori da Ø5 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.

È possibile montare il cavo del connettore del robot nella parte laterale o inferiore della base.



AVVISO:

Inserire i tappi di gomma in tutti i fori di montaggio nella base del robot per evitare lo schiacciamento delle dita.

Montare il robot su una superficie solida, sufficientemente robusta da sopportare 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 M6 devono essere serrati a 9 N m. 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.

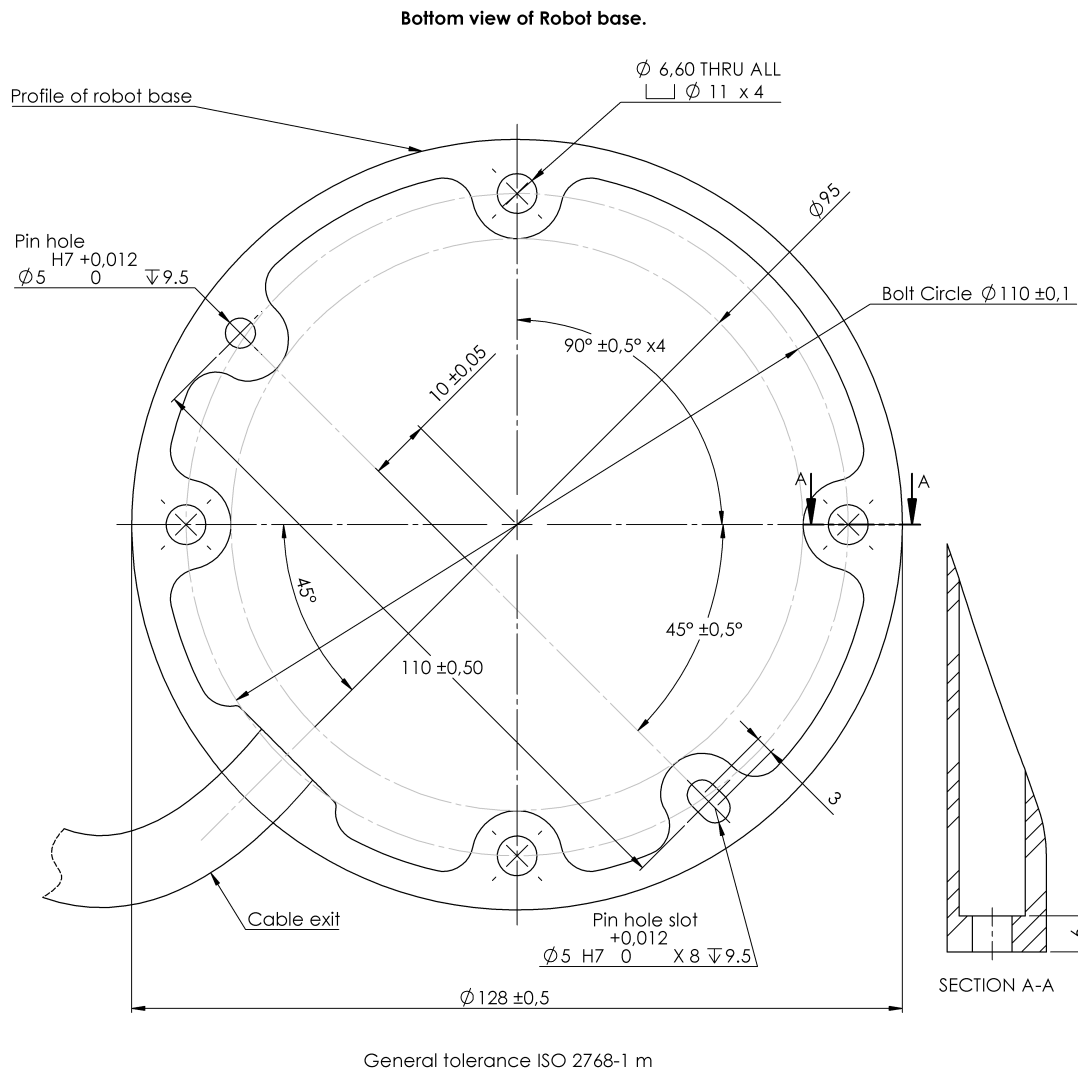


Figura 4.1: Fori di montaggio del robot. Utilizzare quattro bulloni M6. Tutte le misure sono in mm.

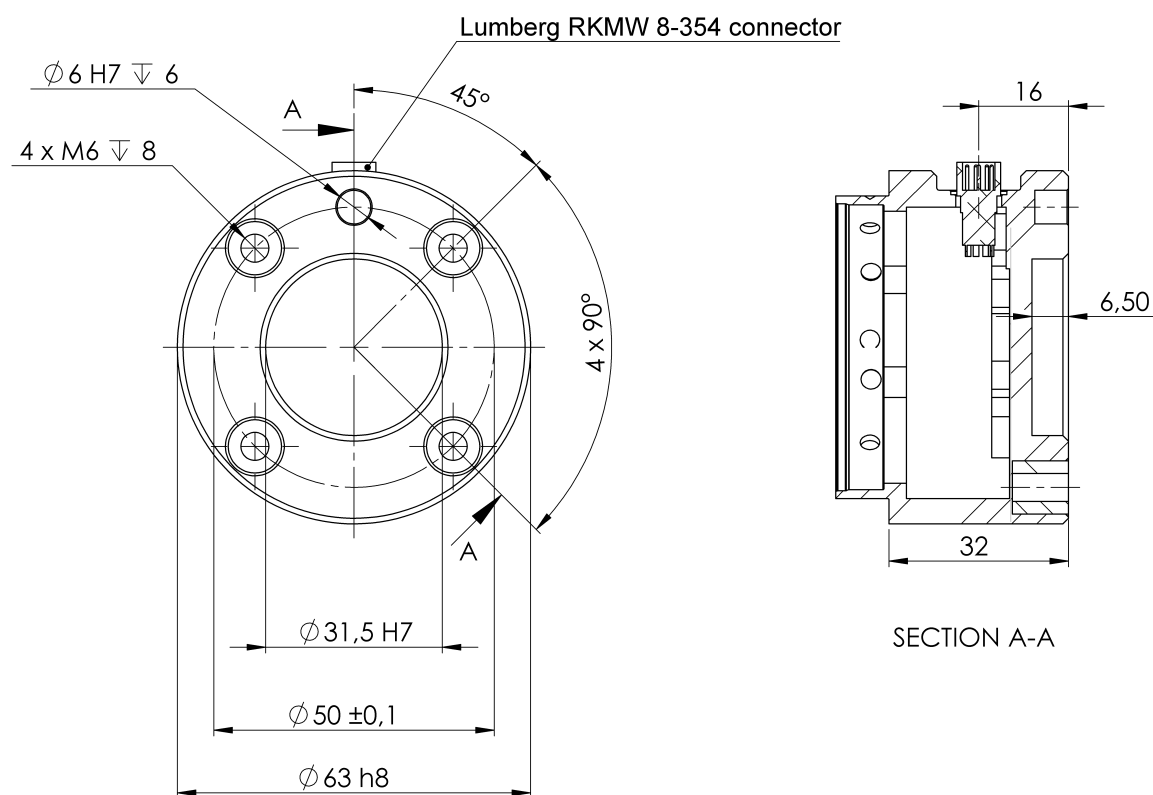


Figura 4.2: La flangia di uscita dell'utensile, ISO 9409-1-50-4-M6. Qui viene montato l'utensile alla sommità del robot. Tutte le misure sono in mm.

**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.

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.

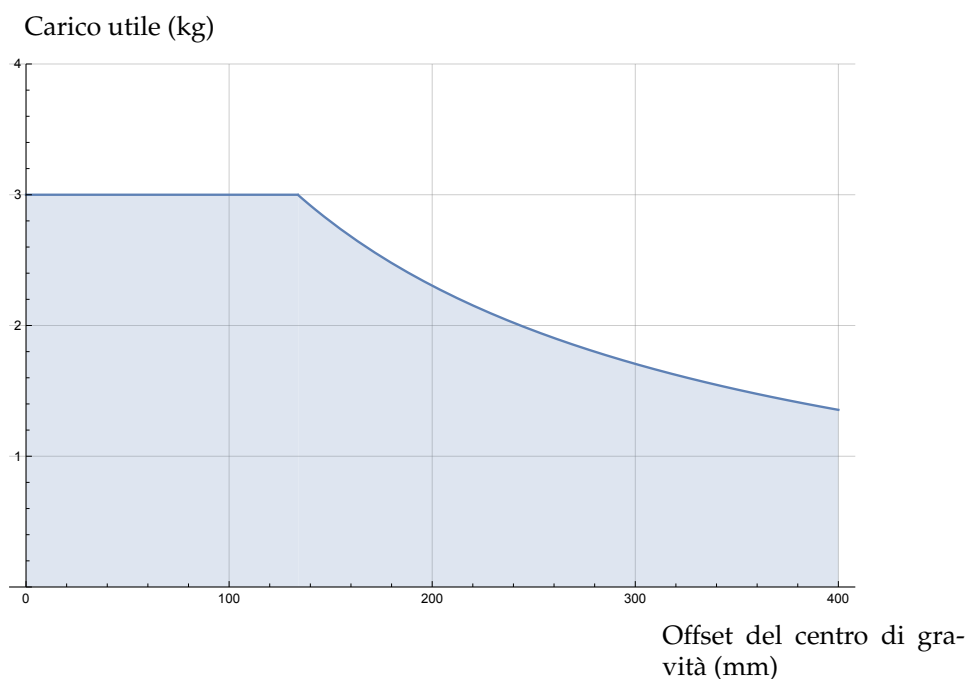


Figura 4.3: Rapporto fra il carico utile massimo consentito e l'offset del centro di gravità.

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.

I segnali elettrici attraverso l'interfaccia E67 sono descritti nella sezione III.

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 le funzioni di sicurezza potrebbero essere ignorate. 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.



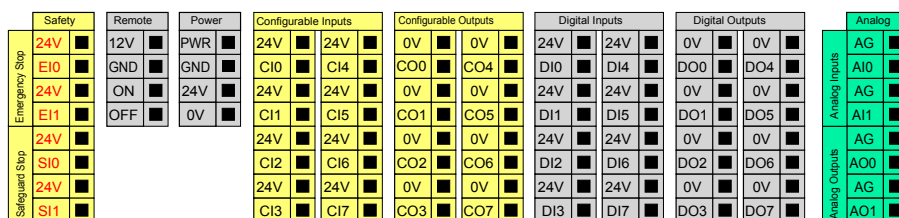
NOTA:

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 alle I/O interne 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.

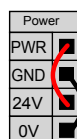
5.3.1 Specifiche comuni per tutte le I/O digitali

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

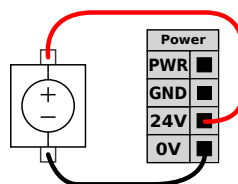
- I/O di sicurezza.
- I/O configurabili.
- I/O di uso generico.

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: *Per carichi resistivi o induttivi fino a un massimo di 1H.



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 in rosso) e le I/O configurabili (terminali gialli con testo in nero) configurate come I/O di sicurezza. Si devono osservare le specifiche comuni riportate 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 conservate come ramificazioni indipendenti. Un singolo guasto non deve causare la perdita della funzione di sicurezza.

I due ingressi di sicurezza permanenti sono Arresto emergenza robot e Arresto di protezione. L'ingresso dell'Arresto emergenza robot è riservato ai soli dispositivi di arresto di emergenza. L'ingresso dell'Arresto di protezione viene utilizzato per tutti i tipi di dispositivi 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.

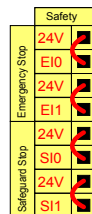
Nelle sotto-sezioni che seguono sono riportati alcuni esempi di come utilizzare le I/O di sicurezza.


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 le funzioni di sicurezza potrebbero essere ignorate. 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. La non conformità potrebbe causare lesioni gravi o fatalità, poiché la funzione di sicurezza potrebbe essere ignorata.

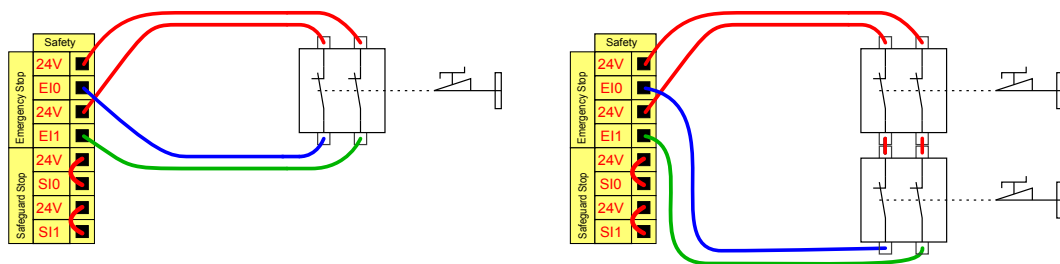
5.3.2.1 Configurazione di sicurezza predefinita

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

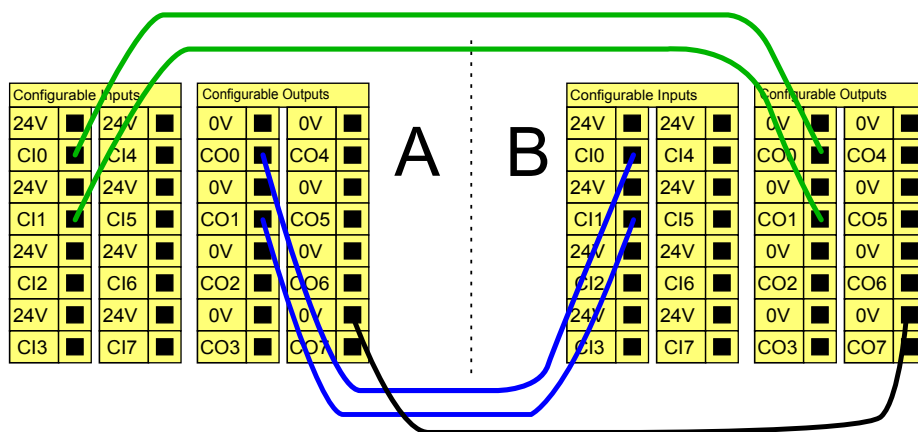
Quando si utilizza il robot in combinazione con altre macchine, spesso è desiderabile creare un circuito comune per l'arresto di emergenza. In tal modo, l'operatore non ha bisogno di pensare a quale pulsante di arresto di emergenza utilizzare.

L'ingresso dell'Arresto emergenza robot non può essere utilizzato per la condivisione, poiché entrambe le macchine attenderanno che l'altra 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.

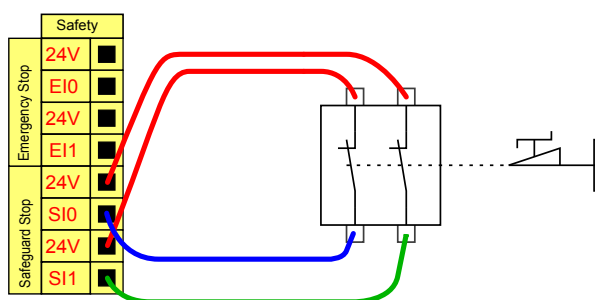
L'immagine qui sotto indica come due robot UR condividono le funzioni di arresto di emergenza. In questo esempio le I/O configurate utilizzate sono "CI0-CI1" e "CO0-CO1".



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

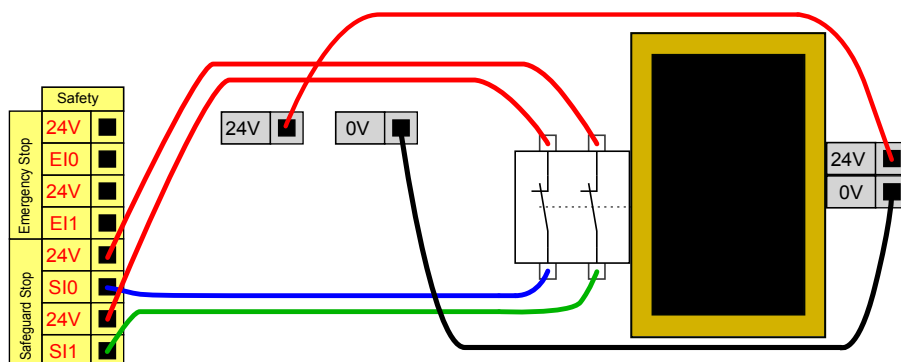
5.3.2.4 Arresto di protezione con ripristino automatico

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.

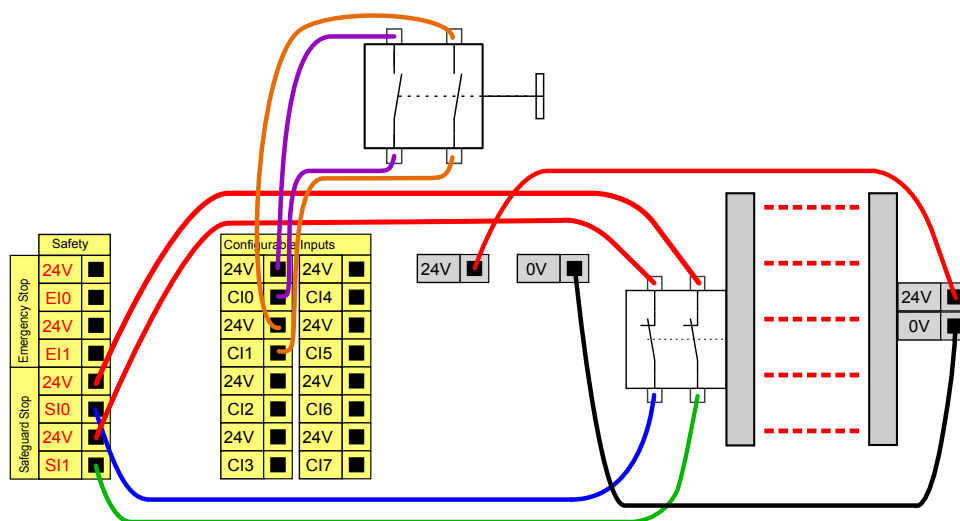


**PERICOLO:**

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.

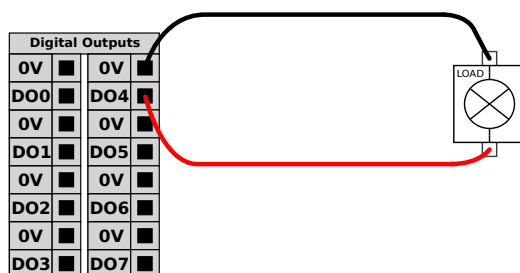
**5.3.3 I/O digitali per uso generico**

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.

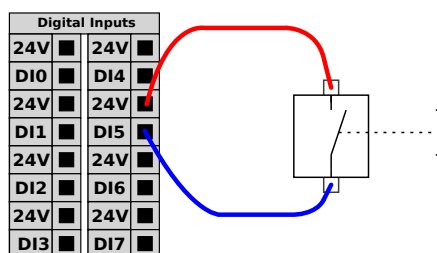
5.3.3.1 Carico controllato da un'uscita digitale

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



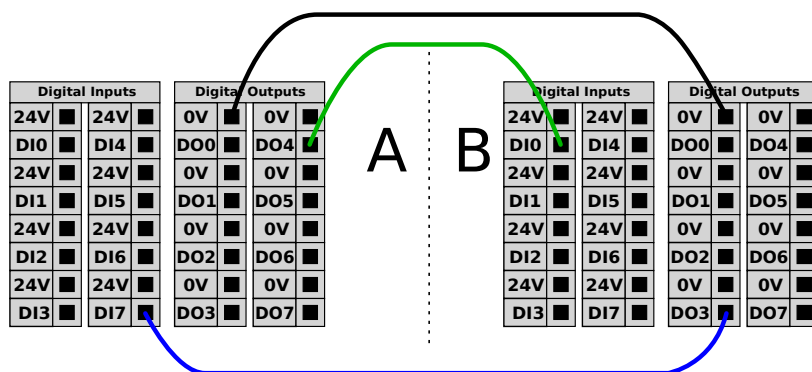
5.3.4 Ingresso digitale da pulsante

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.

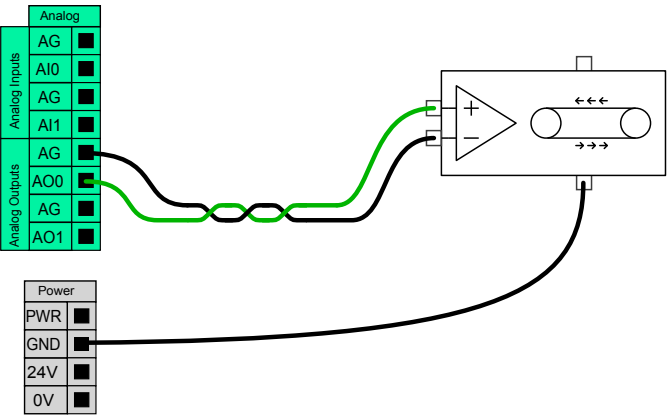
Le modalità di ingresso si possono selezionare nel GUI, consultare la sezione II. Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto.

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.

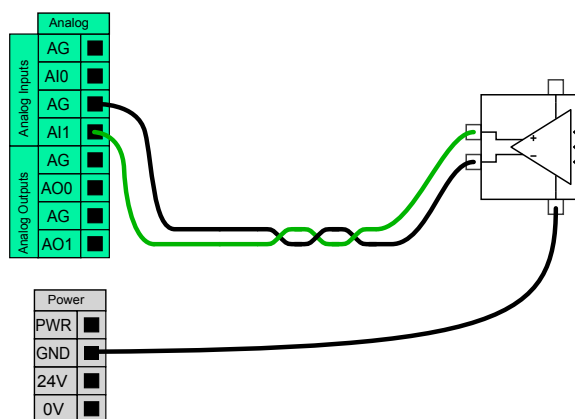
5.3.6.1 Uso di un’uscita analogica

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:

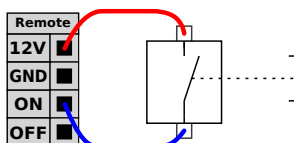
È possibile utilizzare una funzione speciale del software per il caricamento e l'avvio automatico dei programmi, consultare la sezione II.

**ATTENZIONE:**

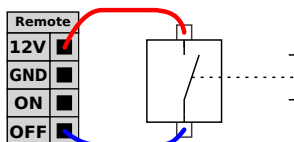
1. Non utilizzare l'ingresso "on" o il pulsante di accensione per spegnere l'unità di controllo.

5.3.7.1 Pulsante di accensione a distanza

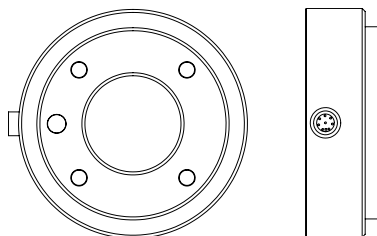
L'immagine qui sotto indica come collegare un pulsante di accensione a distanza.

**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 utensile 0 (TO0)
Rosa	Uscita utensile 1 (TO1)
Giallo	Ingresso utensile 0 (TI0)
Verde	Ingresso utensile 1 (TI1)
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 24V	-	24	-	V
Tensione di alimentazione in modo 12V	-	12	-	V
Corrente di alimentazione in entrambe le modalità*	-	-	600	mA

Nota: *Si raccomanda vivamente di usare un diodo di protezione per carichi induttivi

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.

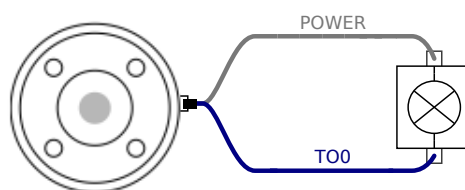


ATTENZIONE:

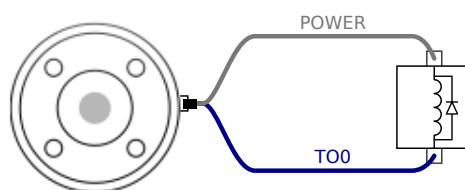
1. Le uscite digitali nell'utensile non sono limitate in corrente e se non si tengono in considerazione i dati specificati si possono causare danni permanenti.

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.



Nota: Si raccomanda vivamente di usare un diodo di protezione per carichi induttivi, come indicato qui sotto.



5.4.2 Ingressi digitali dell'utensile

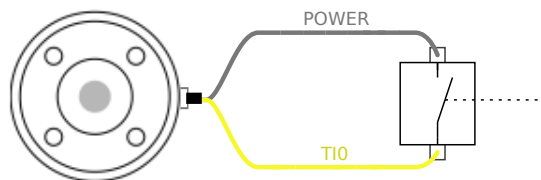
Gli ingressi digitali sono implementati come PNP con resistori di pull-down deboli. Ciò significa che un ingresso flottante si leggerà sempre "basso". Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto.

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	-	10,7	-	kΩ
Risoluzione	-	12	-	bit
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 4 mA e 20 mA	-	182	188	Ω
Risoluzione	-	12	-	bit

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

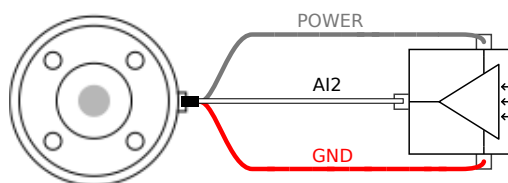


ATTENZIONE:

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.

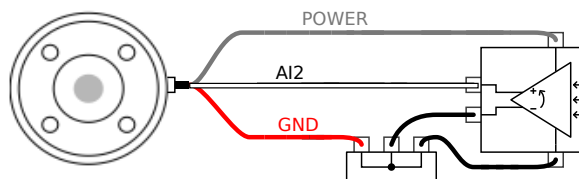
5.4.3.1 Uso degli ingressi analogici dell'utensile, non differenziale

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.



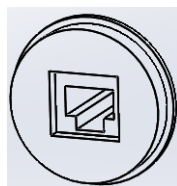
5.4.3.2 Uso degli ingressi analogici dell'utensile, differenziale

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, vedere l'immagine che segue.



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.

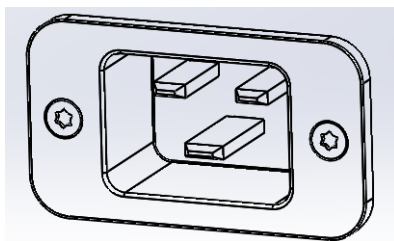
Le specifiche elettriche sono riportate qui sotto.

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
Velocità di comunicazione	10	-	1000	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	-	265	VAC
Fusibile di rete esterno (per 100-200 V)	8	-	16	A
Fusibile di rete esterno (per 200-265V)	8	-	16	A
Frequenza di ingresso	47	-	63	Hz
Potenza disponibile per emergenza	-	-	0,5	W
Potenza di funzionamento nominale	90	150	325	W

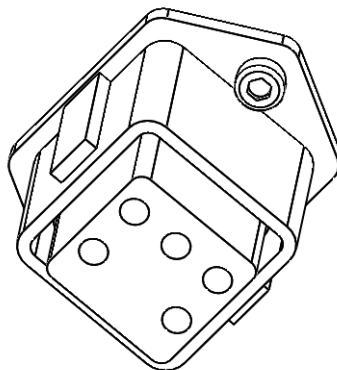


PERICOLO:

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 in basso sull'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

Gli interventi di manutenzione e riparazione si devono eseguire rispettando tutte le istruzioni di sicurezza riportate in questo manuale.

Gli interventi di manutenzione, calibrazione e riparazione si devono eseguire facendo riferimento alle ultime versioni dei Manuali di assistenza sulla pagina web di supporto <http://www.universal-robots.com/support>.

Ogni riparazione deve essere eseguita solo 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 controlli per garantire il livello di sicurezza richiesto. I controlli devono rispettare le normative di sicurezza sul lavoro nazionali o regionali 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.

Quando si lavora sul braccio robot o l'unità di controllo, si devono rispettare le procedure e le avvertenze che seguono.


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 i certificati e le dichiarazioni preparate per il prodotto.

8.1 Certificazione di terzi

La certificazione di terzi è facoltativa. Tuttavia, per fornire il miglior servizio agli integratori dei robot, UR ha deciso 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 omologazione sicurezza TÜV NORD è disponibile nell'appendice B.



DELTA

Le prestazioni dei robot UR sono verificate da DELTA. I certificati di prova ambientale e compatibilità elettromagnetica (EMC) sono disponibili nell'appendice B.



TÜV SÜD

I robot UR sono testati in camera bianca da TÜV SÜD. Un certificato di camera bianca è disponibile nell'appendice B.



RoHS CINESI

I robot UR sono compatibili con i metodi di gestione CHINA RoHS CINESI per controllo inquinamento con prodotti informatici elettronici. Una copia della Tabella di dichiarazione prodotto è disponibile nell'appendice B.

8.2 Certificazione di fornitori terzi



Ambiente

Così come vengono forniti dai nostri fornitori, i pallet di spedizione dei robot UR soddisfano i requisiti ISMPM-15 danesi per la produzione di materiali di imballaggio in legno e sono marchiati in conformità con tale schema.

8.3 Certificazione di prova costruttore



UR

I robot UR vengono sottoposti a collaudi interni continui e a procedure di collaudo a fine produzione. I processi di collaudo UR sono sottoposti a continue revisioni e miglioramenti.

8.4 Dichiarazioni conformi alle direttive UE

Sebbene siano di interesse principalmente in Europa, alcuni paesi extraeuropei riconoscono e/o richiedono **dichiarazioni dell'UE**. Le direttive europee sono disponibili sulla 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 Macchine 2006/42/CE, i robot UR sono **macchinari parzialmente completati** e pertanto non richiedono il marchio CE.

Nota: Se un robot UR viene usato per l'aspersione di pesticidi, si deve verificare la presenza della direttiva 2009/127/CE. La dichiarazione di incorporazione in conformità con la 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)

Nella dichiarazione di incorporazione nell'appendice B, sono elencate le dichiarazioni di conformità con le direttive di cui sopra.

Un marchio CE viene apposto in conformità con le direttive di marchiatura CE di cui sopra. Le informazioni sullo smaltimento di dispositivi elettrici/elettronici sono riportate nel capitolo 7.

Le informazioni sugli standard utilizzati durante lo sviluppo del robot, sono riportate nell'appendice C.

9 Garanzie

9.1 Garanzia prodotto

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

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 (3 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)	0.18	159
Giunto 1 (SPALLA)	0.20	154
Giunto 2 (GOMITO)	0.15	92

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 UR3/CB3

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

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

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

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

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

A complete list of applied harmonized standards, including associated specifications, is provided in the product manual.

Odense, April 20th, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.2 Dichiarazione di Incorporazione CE/EU (traduzione dall'originale)

In conformità con la direttiva europea 2006/42/CE, allegato II 1.B.

Il costruttore Universal Robots A/S
 Energivej 25
 5260 Odense S
 Danimarca

dichiara con la presente che il prodotto descritto qui di seguito

Robot industriale UR3/CB3

non può essere messo in funzione prima che il macchinario nel quale verrà incorporato venga dichiarato conforme alle disposizioni della Direttiva 2006/42/CE, modificata dalla Direttiva 2009/127/CE e alle normative di trasposizione in legislazione nazionale.

Le funzioni di sicurezza del prodotto sono concepite per soddisfare tutti i requisiti essenziali della Direttiva 2006/42/CE nell'ambito delle condizioni di incorporazione appropriate; consultare il manuale del prodotto. La conformità con tutti i requisiti essenziali della Direttiva 2006/42/CE si basa sull'installazione specifica del robot e sulla valutazione del rischio finale.

La documentazione tecnica pertinente è stata redatta nel rispetto della Direttiva 2006/42/CE, allegato VII, parte B, ed è resa disponibile in forma elettronica per le autorità nazionali dietro legittima richiesta. Il sottoscritto si appoggia all'indirizzo del produttore ed è autorizzato alla compilazione del presente documento.

Inoltre, il prodotto è dichiarato conforme alle seguenti direttive, in base alle quali il prodotto reca il marchio CE:

- 2014/35/EU: direttiva bassa tensione (LVD)
- 2014/30/EU: direttiva di compatibilità elettromagnetica (EMC)
- 2011/65/EU: restrizioni sull'uso di determinate sostanze pericolose (RoHS)

Un elenco completo degli standard armonizzati applicati, comprendenti le specifiche associate, è disponibile nel manuale del prodotto.

Odense, 20 aprile 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*

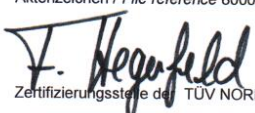
Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

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. / *Registration No.* 44 207 14097602
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3515 4327
Aktenzeichen / *File reference* 8000443298

Gültigkeit / *Validity*
von / *from* 2015-06-02
bis / *until* 2020-06-01



Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen

Essen, 2015-06-02

www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

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



B.4 Certificato di test ambientale



Climatic and mechanical assessment sheet no. 1375

DELTA client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	DELTA project no. T209612 and T209963
Product identification Robot system UR3, consisting of: UR3 Robot Arm CB 3.1 Control Box TP 3.1 Teach Pendant	
DELTA report(s) DELTA project no. T209612, DANAK-19/14749 DELTA project no. T209963, DANAK-19/14964	
Other document(s)	
Conclusion The Robot system UR3 including its Robot Arm, Control Box and Teach Pendant has 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 the annexes of the test reports mentioned above, were fulfilled. IEC 60068-2-1:2007, Test Ae: -5 °C, 16 h IEC 60068-2-2:2007, Test Be: +50 °C, 16 h IEC 60068-2-27:2008, Test Ea: 160 g, 1 ms, 3 x 6 shocks IEC 60068-2-64:2008, Test Fh: 5 – 10 Hz: 0.0025 (m/s ²) ² /Hz, 10 – 50 Hz: 0.04 (m/s ²) ² /Hz, 100 Hz: 0.0025 (m/s ²) ² /Hz, 1.5 m/s ² (0.15 grms), 3 x 30 min.	
Date Hørsholm, 06 February 2015	Assessor  Susanne Otto B.Sc.E.E., B.Com (Org)

B.5 Certificato di test EMC



We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1549

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

DELTA client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

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

Manufacturer

Universal Robots A/S

Technical report(s)

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

Standards/Normative documents

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

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

DELTA

Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

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

Hørsholm, 08 August 2016



Knud A. Baltsen
Senior Consultant

20aocass-uk-j

B.6 Certificati di test in camera bianca



Industrie Service

CERTIFICATE

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

Roboter, Model: UR3 / Typ INDUSTRIAL

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

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

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

Certificate Nr.: 2589737-01

Report-Nr.: 203195-1

Valid till: August 2018

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

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT



Industrie Service

CERTIFICATE

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

Controller for UR 3 & UR 5 & UR 10

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

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

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

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



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

C Standard applicati

Questa sezione descrive gli standard specifici adottati in 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 essere conforme con 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.

Se si utilizza un robot UR in un'applicazione pericolosa, potrebbero essere necessarie ulteriori misure di sicurezza. Consultare il capitolo 1 di questo 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 Struttura 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.

¹conforme a ISO 13849-1, consultare il Glossario per ulteriori dettagli.

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	UR3
Peso	11 kg / 24.3 lb
Carico utile massimo (vedi sezione 4.4)	3 kg / 6.6 lb
Raggio d'azione	500 mm / 19.7 in
Arco di movimento dei giunti	Rotazioni illimitate della flangia dell'utensile, $\pm 360^\circ$ per tutti gli altri giunti
Velocità	Tutti i giunti del polso: Max 360 °/s . Altri giunti: Max 180 °/s. Utensile: Circa 1 m/s / Circa 39.4 in/s.
Ripetibilità	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
Impronta	$\varnothing 128$ mm / 5.0 in
Gradi di libertà	6 giunti rotanti
Dimensioni dell'unità di controllo (W × H × D)	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 porta Ethernet, Modbus TCP e adattatore EtherNet/IP, Profinet
Programmazione	Interfaccia grafica utente PolyScope su schermo tattile da 12 pollici
Rumore	70 dB(A)
Classificazione IP	IP64
Classificazione di camera bianca	Braccio robot: Unità di controllo Classe ISO 5: Classe ISO 6
Assorbimento di corrente	Circa 100 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
Materiali	Alluminio, plastica PP
Temperatura	Il robot può funzionare in una gamma di temperature ambientali di 0-50 °C. A elevate e costanti velocità del giunto, la temperatura massima ambientale è inferiore.
Alimentazione elettrica	100-240 VAC, 50-60 Hz
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

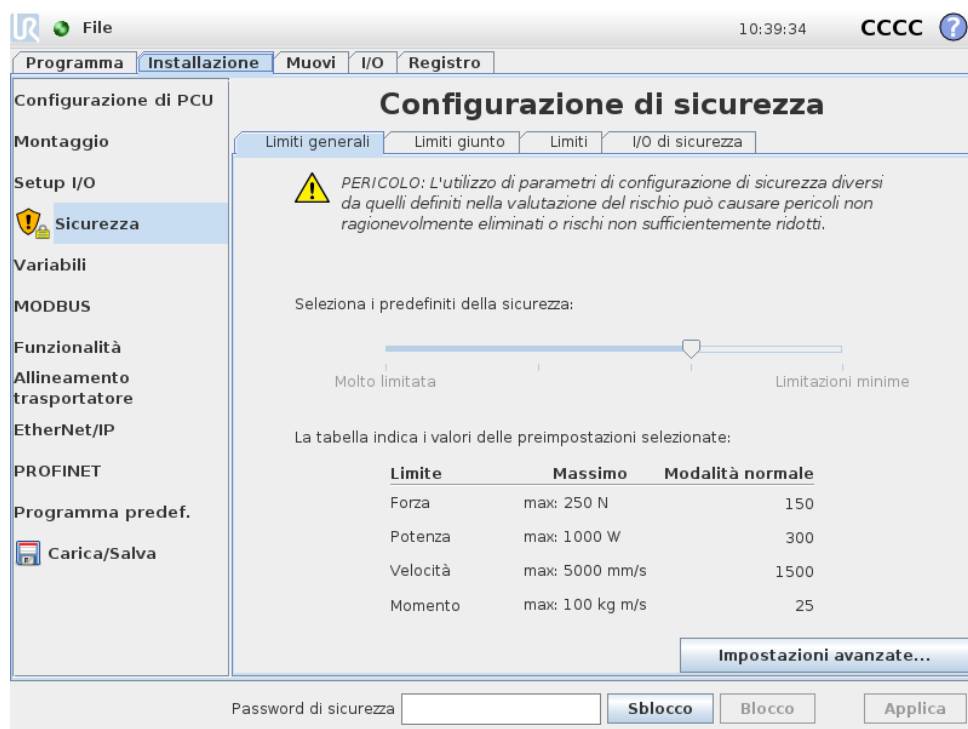
Il robot è dotato di un sistema di sicurezza evoluto. In base alle caratteristiche specifiche dello spazio di lavoro del robot, configurare le impostazioni del sistema di sicurezza in modo da garantire la sicurezza di tutto il personale e delle attrezzature circostanti al robot. La prima operazione dell'integratore 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. La risoluzione dei problemi sarà segnalata dalla assenza di icona rossa di errore vicino al testo *Sicurezza* sul lato sinistro della schermata.
2. Ripristino della configurazione di sicurezza applicata in precedenza. Questa opzione ignorerà tutte le modifiche e permetterà di passare alla destinazione desiderata.

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

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

10.4 Tolleranze

Il *braccio robot* sfrutta tolleranze integrate per evitare violazioni di sicurezza. Una tolleranza di sicurezza è la differenza tra un limite di sicurezza e un valore operativo massimo. Ad esempio, la tolleranza generica per la velocità è -150mm/s . Ciò significa che se l'utente configura un limite di velocità di 250mm/s , la velocità operativa massima sarà $250 - 150 = 100\text{mm/s}$. Le tolleranze di sicurezza evitano le violazioni di sicurezza ma permettono le fluttuazioni nel comportamento del programma. Ad esempio, quando si manipola un carico pesante, possono verificarsi situazioni in cui il *braccio robot* deve funzionare brevemente superando la normale velocità massima operativa per seguire una traiettoria programmata. Un esempio di questo tipo di situazione è riportato nell'immagine 10.1.



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

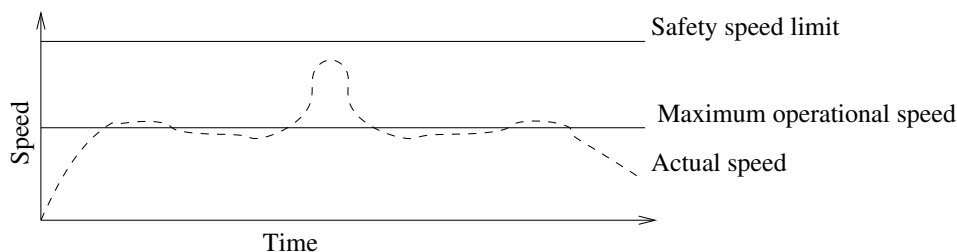


Figura 10.1: Esempio di tolleranza di sicurezza.

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 TCP di un piano di *Attivazione modalità ridotta* (vedere 10.12) o se viene attivata 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**. Questa modalità permette al robot di ritornare lentamente nell'area consentita usando **MoveTab** o **Freedrive**. 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

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

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.

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

10.7.1 Marcia indietro

In modalità *Freedrive*, i giunti del robot si possono muovere con forza relativamente ridotta perché i freni sono sbloccati. Durante l'inizializzazione del braccio robotico, potrebbero verificarsi vibrazioni minime al momento del rilascio dei freni del robot. In alcune situazioni, come quando il robot è prossimo a una collisione, questi scuotimenti sono controproducenti; si può usare la funzione *Arretramento* per obbligare giunti specifici a passare a una posizione desiderata senza sbloccare tutti i freni del braccio robot.

Per abilitare la *marcia indietro*:

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

10.8 Protezione con password

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

**NOTA:**

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

10.9 Applica

Quando si sblocca la configurazione di sicurezza, il braccio robot viene spento mentre vengono eseguite le modifiche. Non è possibile riaccendere il braccio robot fino a quando le modifiche siano state applicate o annullate e si esegua un'accensione manuale dalla schermata di inizializzazione.

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

Conferma della Configurazione di sicurezza applicata				
Limiti generali	Limiti giunto	Limiti	I/O di sicurezza	Varie
Limite	Modalità normale	Modalità ridotta		
Forza	150,00	120,00 N		
Potenza	300,00	200,00 W		
Velocità	1,50	0,75 m/s		
Momento	25,00	10,00 kg m/s		

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.

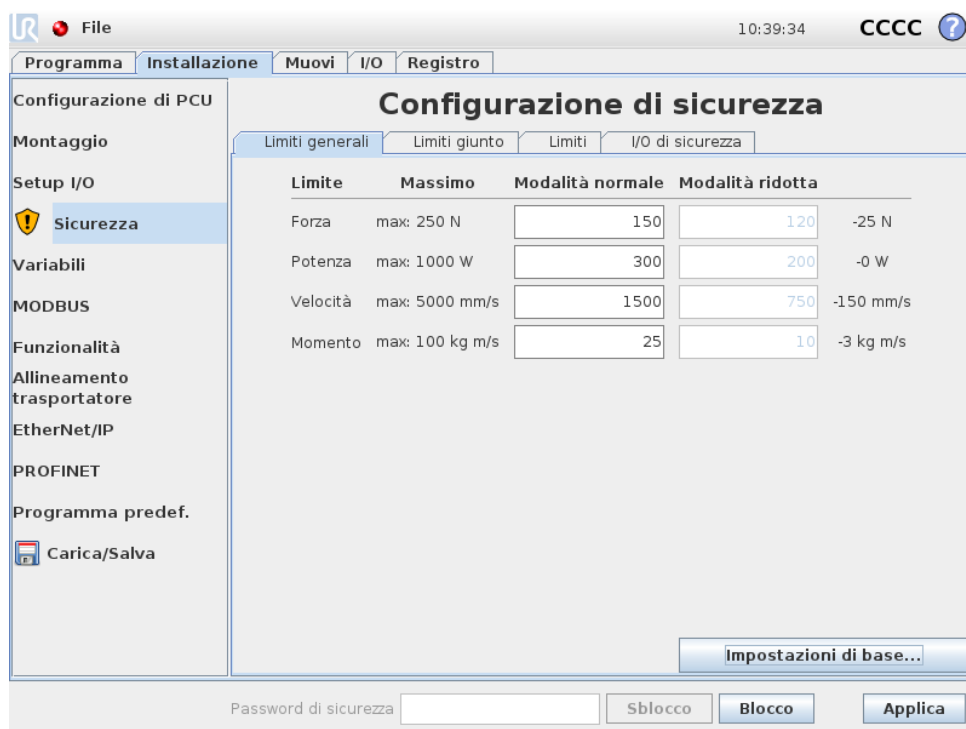
Durante la modalità *Freedrive* (vedere 13.1.5) e con una velocità attuale del PCU robot vicina al limite di *Velocità*, l'utente percepirà una forza di repulsione che aumenta in intensità con l'avvicinarsi della velocità al limite. La forza viene generata quando la velocità attuale si trova a 250 mm/s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

Impostazioni di base Il sottopannello dei limiti generali iniziali, visualizzato come schermata predefinita, presenta un cursore con quattro set di valori predefiniti 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 (50 N per un UR3) e 250 N, mentre il limite di potenza è configurabile in un valore compreso fra 80 W e 1000 W.

Nota: I campi per i limiti in modalità *Ridotta* sono disabilitati quando non si sono definiti né piani di sicurezza né ingressi configurabili per attivarla (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

File 10:39:35 CCCC ?

Programma | **Installazione** | **Muovi** | **I/O** | **Registro**

Configurazione di PCU

Montaggio

Setup I/O

Sicurezza

Variabili

MODBUS

Funzionalità

Allineamento trasportatore

EtherNet/IP

PROFINET

Programma predef.

Carica/Salva

Configurazione di sicurezza

Limiti generali | **Limiti giunto** | **Limiti** | **I/O di sicurezza**

Ciascuno dei seguenti limiti del giunto può essere configurato indipendentemente:

- Velocità massima
- Gamma posizioni

Giunti	Gamma	Modalità normale		Modalità ridotta		
		Minimo	Massimo	Minimo	Massimo	
Base	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Spalla	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Gomito	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Polso 1	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Polso 2	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Polso 3	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °

Password di sicurezza **Sblocco** **Blocco** **Applica**

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

Durante la modalità *Freedrive* (vedere 13.1.5) e con una posizione o velocità attuale di un giunto vicina al limite, l'utente percepirà una forza di repulsione che aumenta di intensità con l'avvicinarsi del giunto al limite. La forza è generata quando la velocità del giunto si trova entro $20^\circ/s$ 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 nella colonna intestata *Massimo*. Nessuno dei valori può essere impostato al di sotto del valore di tolleranza.

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

La tolleranza e l'unità di misura di ciascun limite sono elencati alla fine della rispettiva riga. Quando un programma è in esecuzione, la velocità del braccio robot

viene regolata automaticamente per evitare di superare i valori immessi meno la tolleranza (vedere 10.4). Notare che il segno meno visualizzato con ciascun valore di tolleranza è presente solo per indicare che la tolleranza va sottratta dal valore effettivo immesso. Tuttavia, se la velocità angolare di uno dei giunti dovesse superare il valore immesso (senza tolleranza), il sistema di sicurezza eseguirà una categoria di arresto 0.

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

In caso di utilizzo del Polso 3 per applicazioni richiedenti un numero illimitato di giri in entrambe le direzioni, selezionare l'opzione *Limiti privi di restrizione* per Polso 3.

Nota: I campi per i limiti in modalità *Ridotta* sono disabilitati quando non si sono definiti né piani di sicurezza né ingressi configurabili per attivarla (per ulteriori dettagli vedere 10.12 e 10.13).

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

10.12 Limiti

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

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


AVVISO:

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

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


NOTA:

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

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

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

10.12.1 Selezione di un limite da configurare

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

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

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

Fare clic sul pulsante  /  per attivare/disattivare la visualizzazione tridimensionale del limite di soglia. Se un limite di soglia è attivo, la *modalità di sicurezza*

(vedere 10.12.3 e 10.12.4) viene segnalata da una delle seguenti icone  /  /  / .

10.12.2 Visualizzazione tridimensionale

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

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

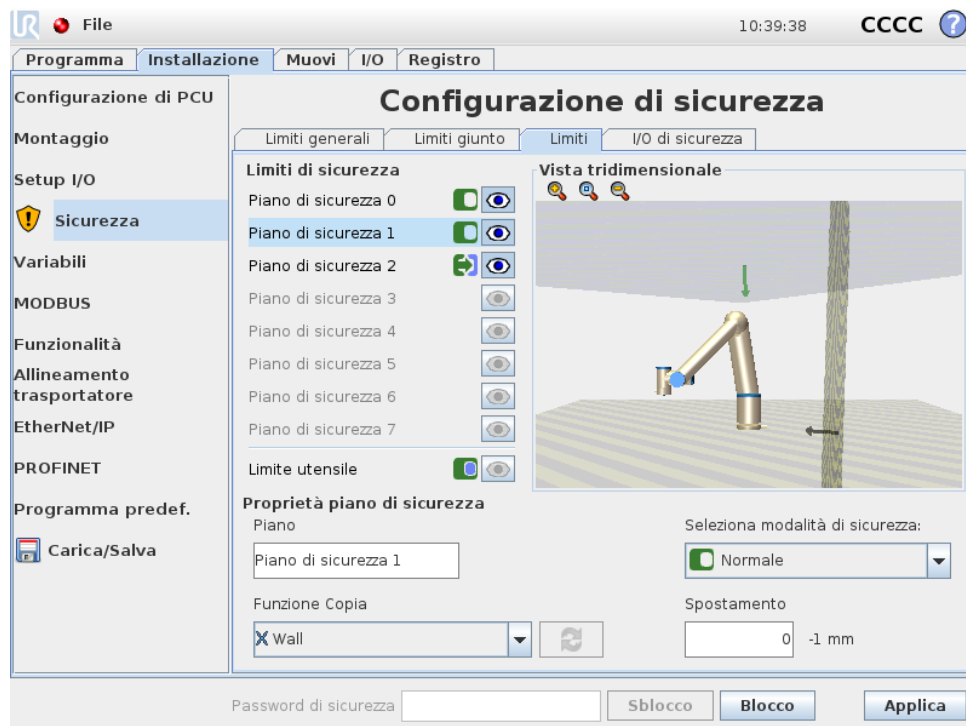
La soglia limite di orientamento utensile è visualizzata con un cono sferico abbinato ad un vettore che indica l'orientamento attuale dell'utensile del robot. L'interno del cono rappresenta l'area permessa di orientamento dell'utensile (vettore).

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

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

10.12.3 Configurazione piano di sicurezza

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



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

Funzione Copia La posizione e la normale del piano di sicurezza sono definite tramite una funzione (vedere 13.12) dell'installazione attuale del robot. Usare la casella con menu a tendina nella porzione inferiore sinistra della sezione Proprietà piano di sicurezza per selezionare una funzione. Sono disponibili solo le funzioni del tipo punto e piano. Scegliendo la voce <Undefined> si elimina la configurazione del piano.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

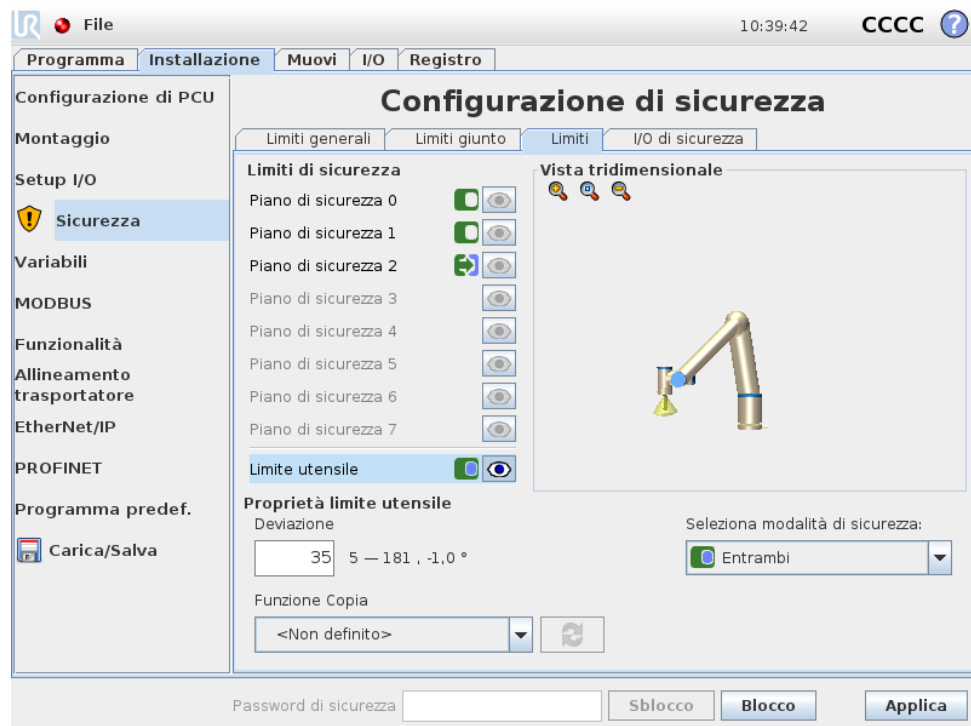
Quando non si verifica più nessuno dei casi sopra descritti, il sistema di sicurezza ritorna alla modalità *Normale*.

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

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

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

10.12.4 Configurazione limite utensile



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

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

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

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

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

Si prega di notare che quando il limite è stato configurato selezionando una funzione, i dati di orientamento vengono solo *copiati* al limite; il limite *non* è associato a tale funzione. Ciò significa che se si verificano cambiamenti di posizione e orientamento di una funzione che è stata usata per configurare il limite, questo non viene aggiornato automaticamente. Se la funzione cambia, ciò viene indicato

da un'icona  ubicata sopra il selettore di funzione. Fare clic sul pulsante  di fianco al selettore per aggiornare il limite con l'orientamento attuale della funzione. L'icona  viene visualizzata anche se la funzione selezionata è stata eliminata dall'installazione.

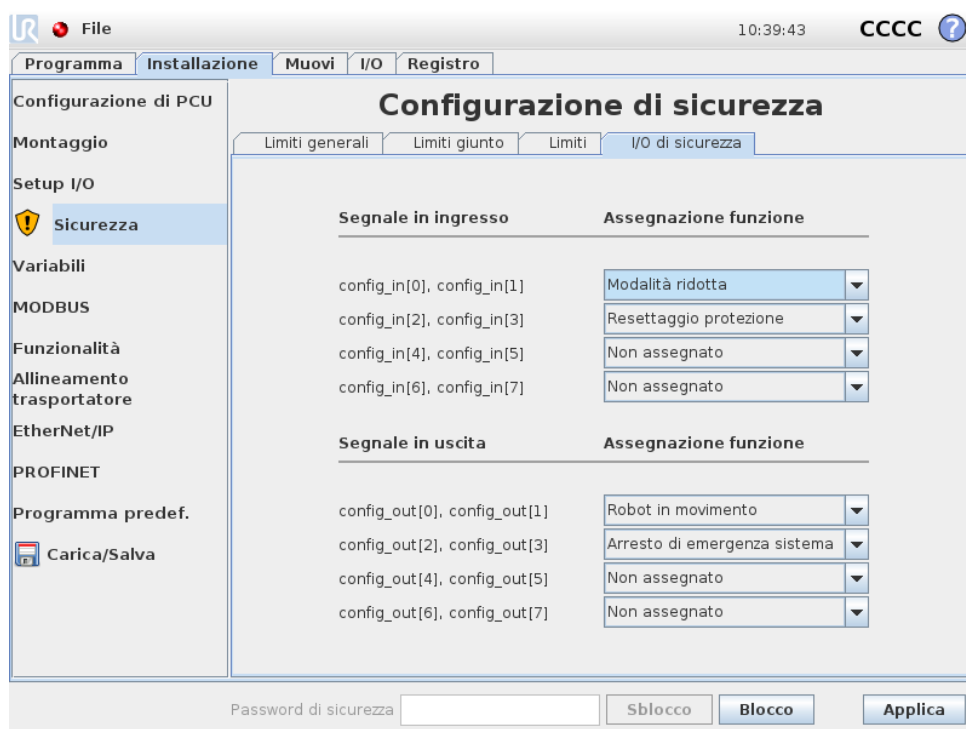
Modalità di sicurezza Il menu a tendina sul lato destro del pannello **Proprietà limite utensile** si usa per scegliere la *modalità di sicurezza* per il limite di orientamento dell'utensile. Le opzioni disponibili sono:

 Disabilitato	Il limite di soglia utensile non è mai attivo.
 Normale	Quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Normale</i> , il limite di soglia dell'utensile è attivo.
 Ridotto	Quando il sistema di sicurezza è in modalità <i>Ridotta</i> , il limite di soglia dell'utensile è attivo.
 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 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 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 associate in modo che ciascuna funzione fornisca una categoria² 3 e I/O PLd.

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 5 per i segnali in uscita.

10.13.1 Segnali in ingresso

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

Arresto di emergenza sistema Se configurato, consente di aggiungere un altro pulsante di Arresto di emergenza oltre al Pulsante di arresto di emergenza sul Teach Pendant. Questa funzionalità richiede l'utilizzo di un dispositivo conforme a ISO 13850.

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

²in conformità con ISO 13849-1. Consultare il glossario per ulteriori dettagli.

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

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



AVVISO:

La funzione Resettaggio protezione è pre-configurata sui piedini di ingresso 0 e 1. In caso di disabilitazione completa, il braccio robot non sarà più in Arresto di protezione quando il segnale del Arresto di protezione passa ad alto. In altre parole, senza un Resettaggio protezione, gli ingressi SI0 e SI1 del Arresto di protezione (vedere Manuale di installazione hardware) controllano da soli se lo stato di arresto di protezione è attivo o no.

Dispositivo di abilitazione 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 del Dispositivo di abilitazione a 3 posizioni, il robot entrerà in "modalità di esecuzione" o "di 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 del Dispositivo di abilitazione a 3 posizioni è basso, interviene 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 riportato sul valore basso se l'ingresso del Dispositivo di abilitazione a 3 posizioni passa da basso ad alto.

Esistono due metodi per la configurazione della selezione della modalità operativa:

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

l'ingresso dell'Dispositivo di abilitazione a 3 posizioni. Il robot sarà in *modalità di esecuzione* quando l'ingresso del Modalità di funzionamento è basso e in *modalità di programmazione* quando è alto.

2. Per selezionare la modalità operativa da Polyscope, configurare e applicare alla configurazione di sicurezza solo l'ingresso dell'Dispositivo di abilitazione a 3 posizioni. 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'Dispositivo di abilitazione a 3 posizioni abilitato, viene visualizzata automaticamente la schermata di benvenuto. Inoltre, la schermata di benvenuto verrà visualizzata in automatico passando dalla modalità di funzionamento di *programmazione* a quella di *esecuzione*.
- Il selettore di modalità fisico, se in uso, deve essere pienamente conforme a ISO 10218-1: articolo 5.7.1 per la selezione.
- L'interruttore a 3 posizioni, oltre al suo comportamento, prestazioni caratteristiche e funzionamento, deve essere pienamente conforme a ISO 10218-1: articolo 5.8.3 per un dispositivo di abilitazione.

10.13.2 Segnali in uscita

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

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


NOTA:

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

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

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

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

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

11 Avvio della programmazione

11.1 Introduzione

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

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

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

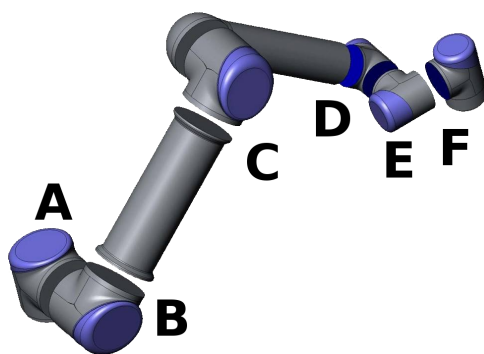


Figura 11.1: Giunti del robot. A: *Base*, B: *Spalla*, C: *Gomito* e D, E, F: *Polso 1, 2, 3*

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 le operazioni da eseguire. PolyScope permette di programmare il robot anche a persone con esperienza limitata in materia. 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 tirare il braccio robot in posizione mantenendo premuto il pulsante **Freedrive** sul dorso 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:

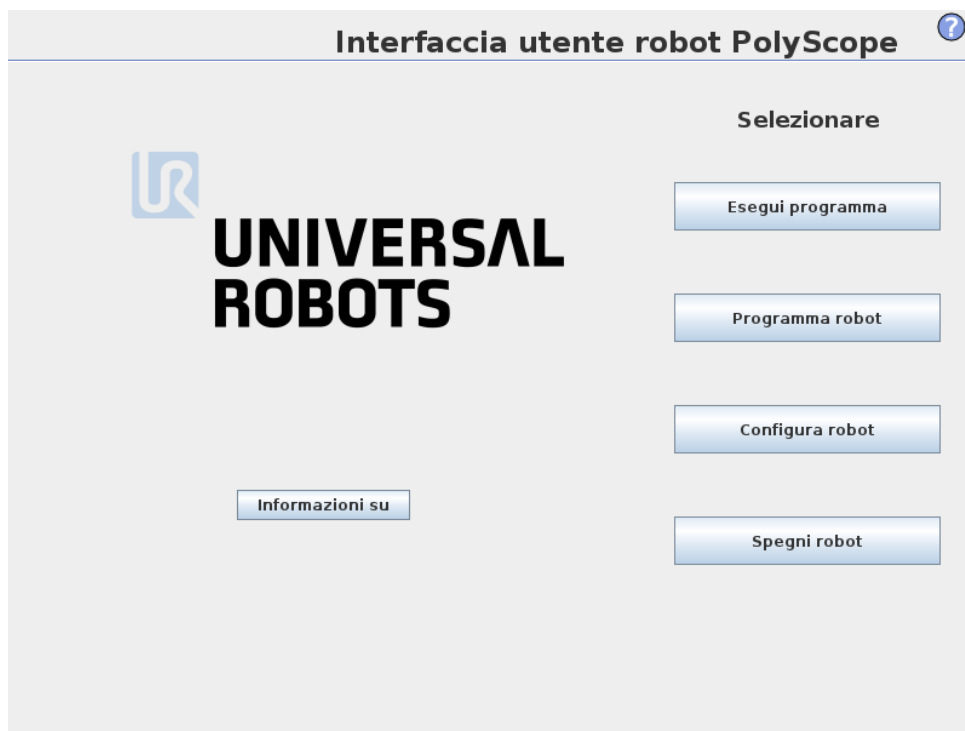
1. Sfiare il pulsante `Programma Robot` e selezionare `Programma vuoto`.
2. Premere il pulsante `Avanti` (in basso a destra) in modo da selezionare la riga `<empty>` nella struttura ad albero sul lato sinistro della schermata.
3. Andare alla scheda `Struttura`.
4. Premere il pulsante `Muovi`.
5. Andare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

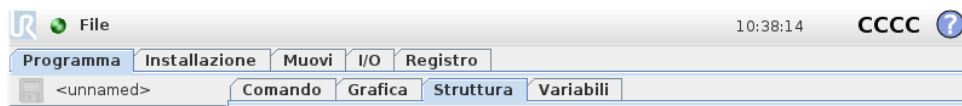
1. Evitare che il robot urti sé stesso o altri oggetti poiché ne potrebbero derivare danni al robot.
2. Mantenere la testa ed il torso fuori dal raggio di azione (spazio di lavoro) del robot. Evitare di introdurre le dita in punti dove possano essere schiacciate.
3. Questa è solo una guida rapida iniziale 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.

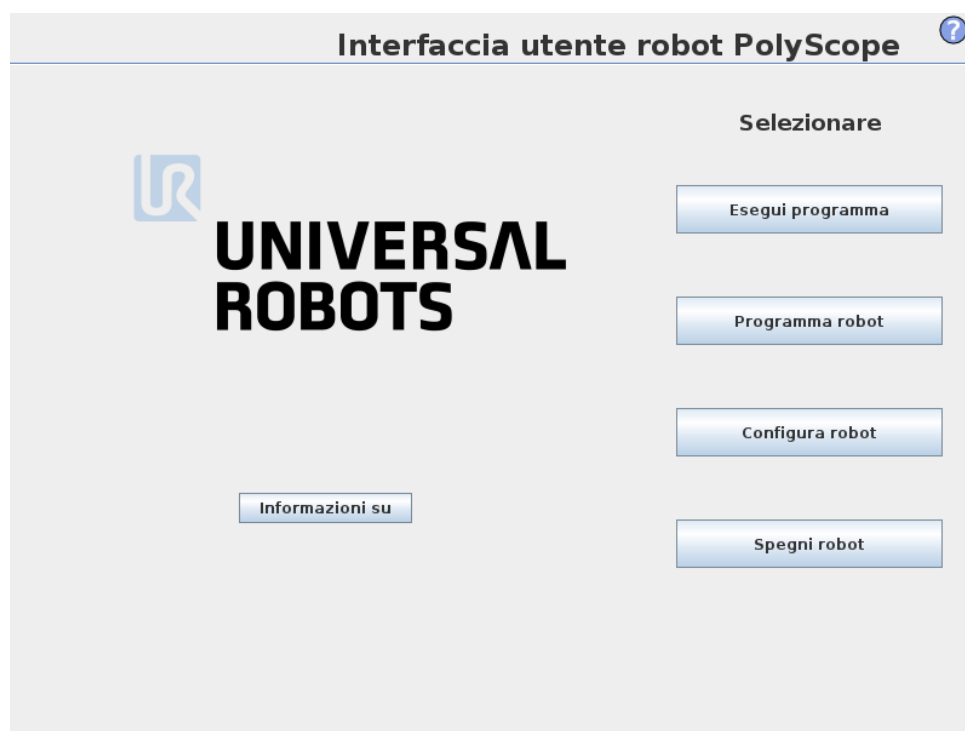


In questo esempio, la scheda **Programma** è selezionata al livello superiore, mentre sotto di essa è selezionata la scheda **Struttura**. La scheda **Programma** contiene informazioni sul programma al momento caricato. Se è selezionata la scheda **Muovi**, viene visualizzata la schermata **Muovi** da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

Le varie schermate di PolyScope sono descritte alle sezioni seguenti.

11.4 Schermata Benvenuto

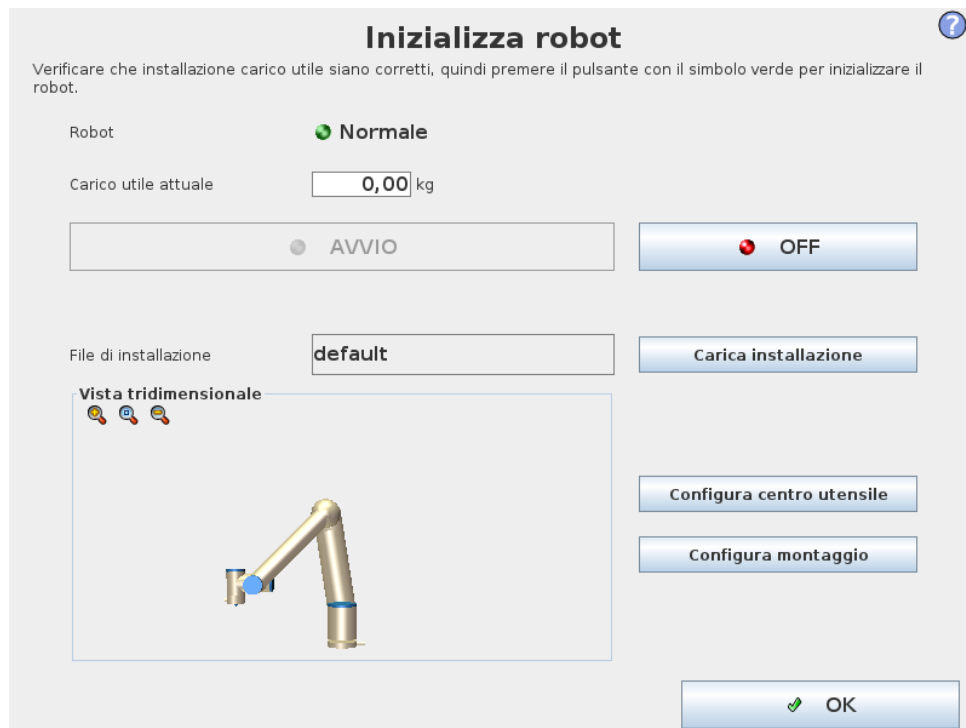


Una volta avviato il PC del controller, appare la schermata di benvenuto. La schermata propone le seguenti opzioni:

- **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.

Spia di stato del braccio robot

Il LED di stato offre un'indicazione sullo 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.

Nota bene: impostando questo valore non si modifica il carico utile nell'installazione del robot (vedere 13.6), si imposta solamente la massa del carico utile utilizzata 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 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.

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.

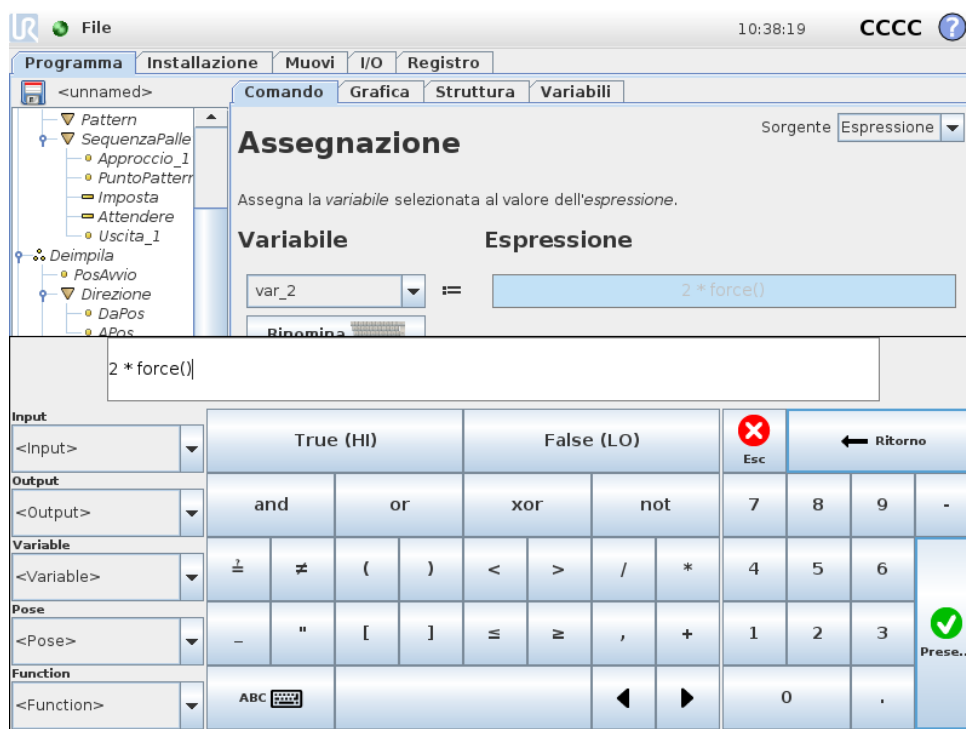
11.5 Schermata di inizializzazione

- Se dopo l'attivazione il braccio robot supera uno dei limiti di sicurezza, passerà 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 diIngresso e Uscita. Alcune funzioni speciali sono riportate in Funzione.

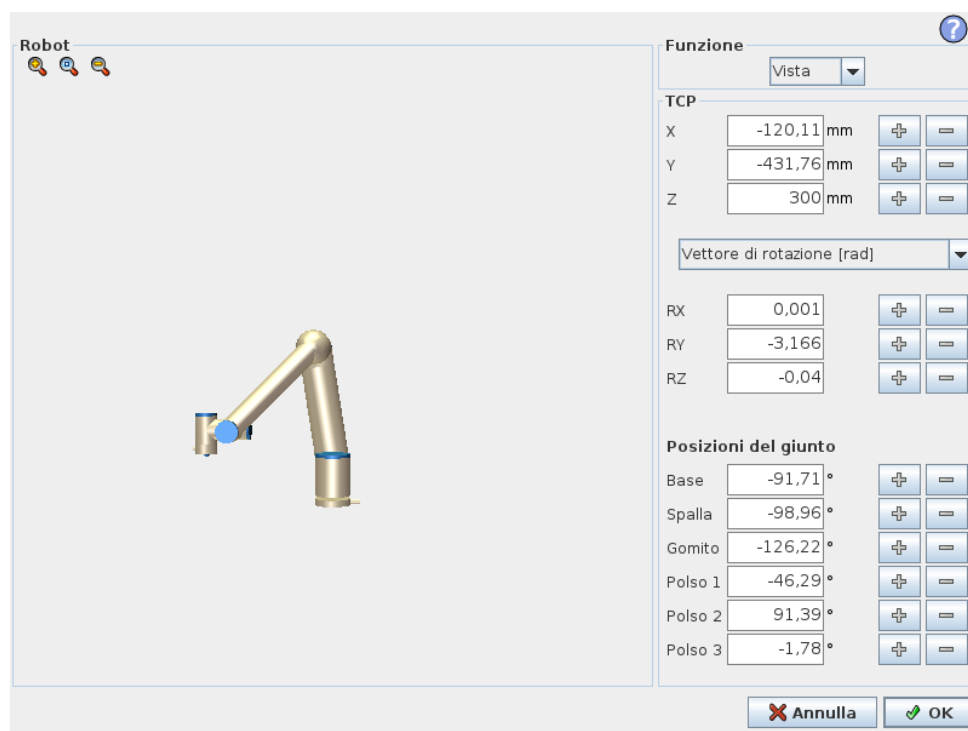
Premendo il tasto OK verrà verificata la presenza di errori grammaticali nell'espressione. Il pulsante Annulla consente di uscire dalla schermata, rimuovendo tutte le modifiche.

Un'espressione può avere questo aspetto:

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

12.2 Schermata dell'editor del posizionamento

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



Robot

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

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

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

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

Posizione della funzione e dell'utensile

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

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.

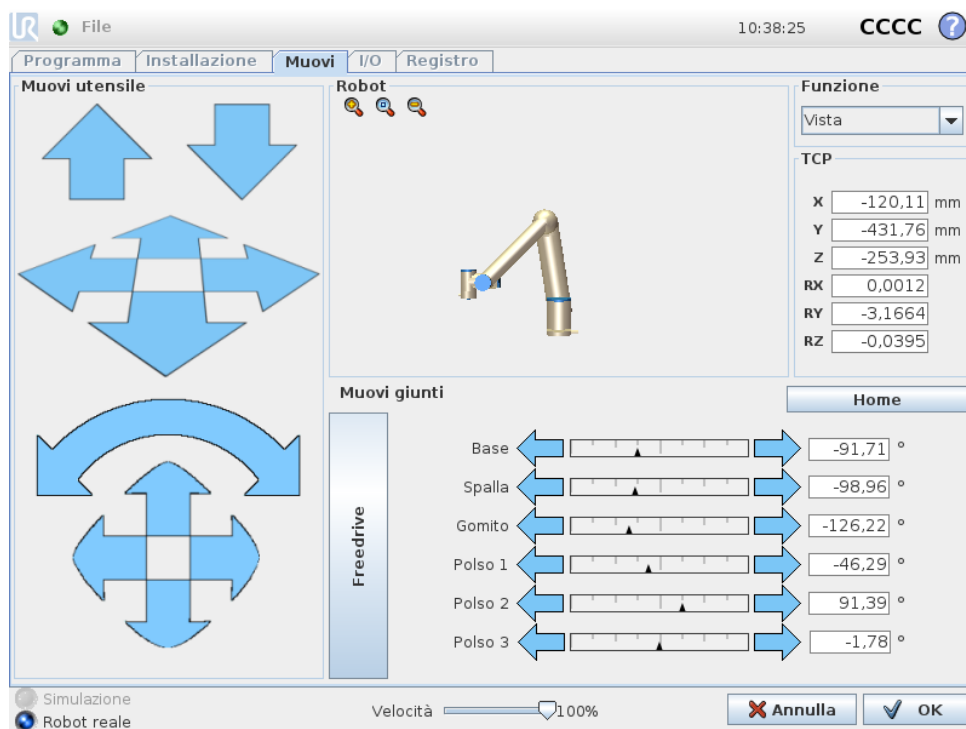
Pulsante Annulla

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 TCP del robot si avvicina ad un piano di sicurezza o di attivazione, o l'orientamento dell'utensile del robot è vicino alla soglia limite di orientamento utensile (vedere 10.12), appare un'indicazione 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 attivazione sono rappresentati in blu e verde con una freccetta che indica il lato del piano, dove sono attivi i limiti della

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 TCP 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.

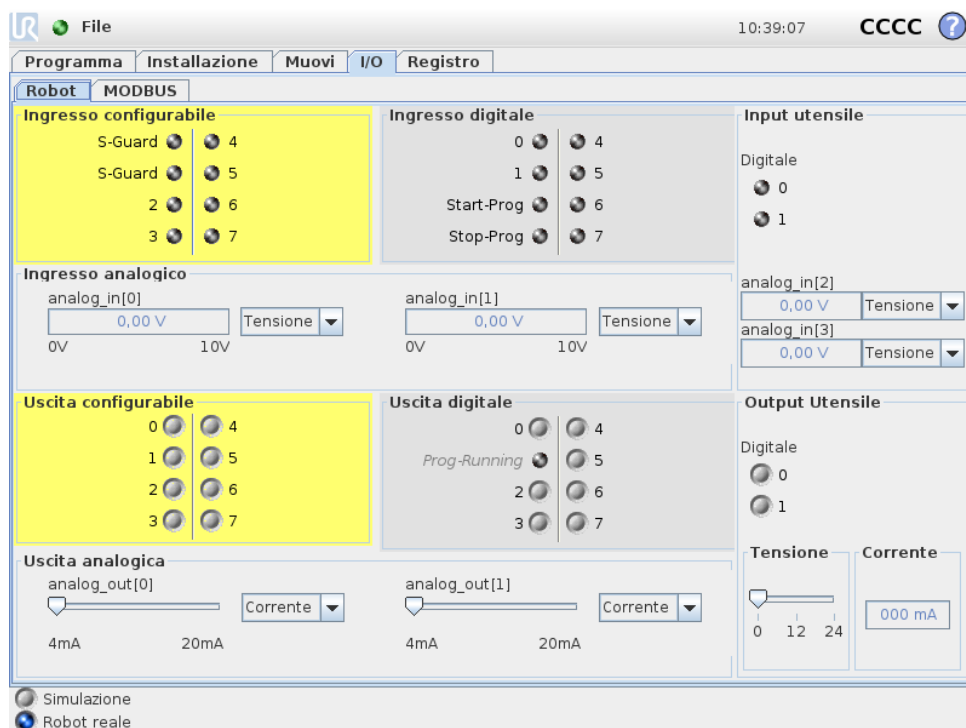
13.1.5 Freedrive

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) se si preme il 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 nelle installazioni dove la valutazione del rischio la ammette. 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 da/a l'unità di controllo del robot. La schermata visualizza lo stato attuale 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.

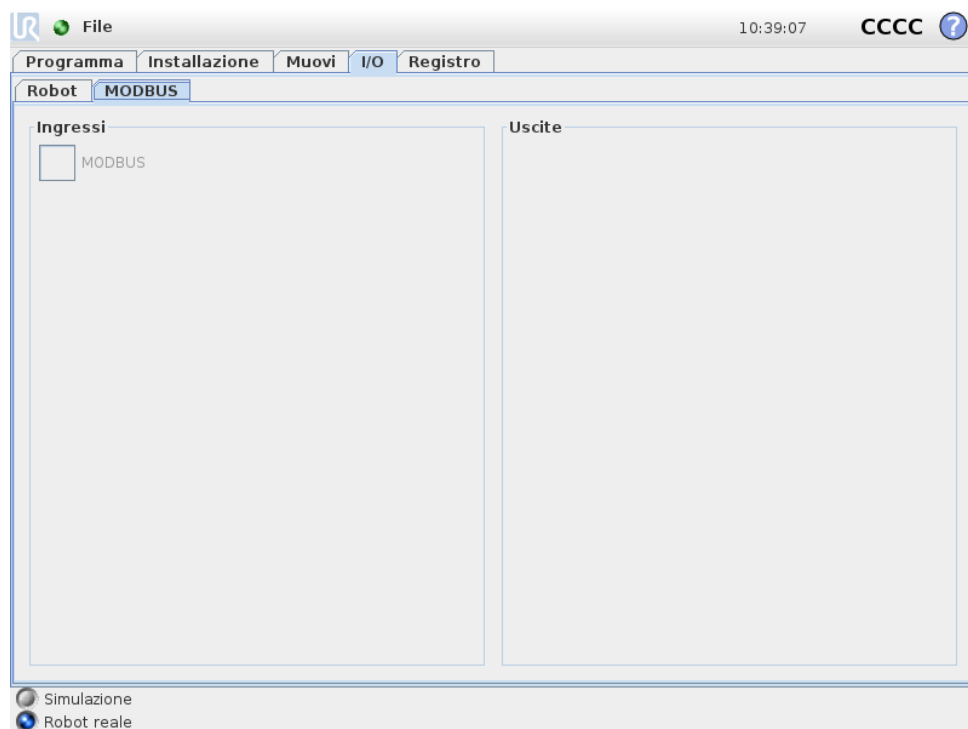
Le I/O configurabili possono essere riservate per impostazioni di sicurezza speciali definite nella sezione di configurazione I/O di sicurezza dell'installazione (vedere 10.13); quelle riservate prenderanno il nome della funzione di sicurezza in luogo del nome predefinito o assegnato dall'utente. Le 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 capitolo 5.3.

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 definiti nell'installazione. Se si perde la connessione del segnale, viene disabilitata la voce corrispondente su questa schermata.



Ingressi

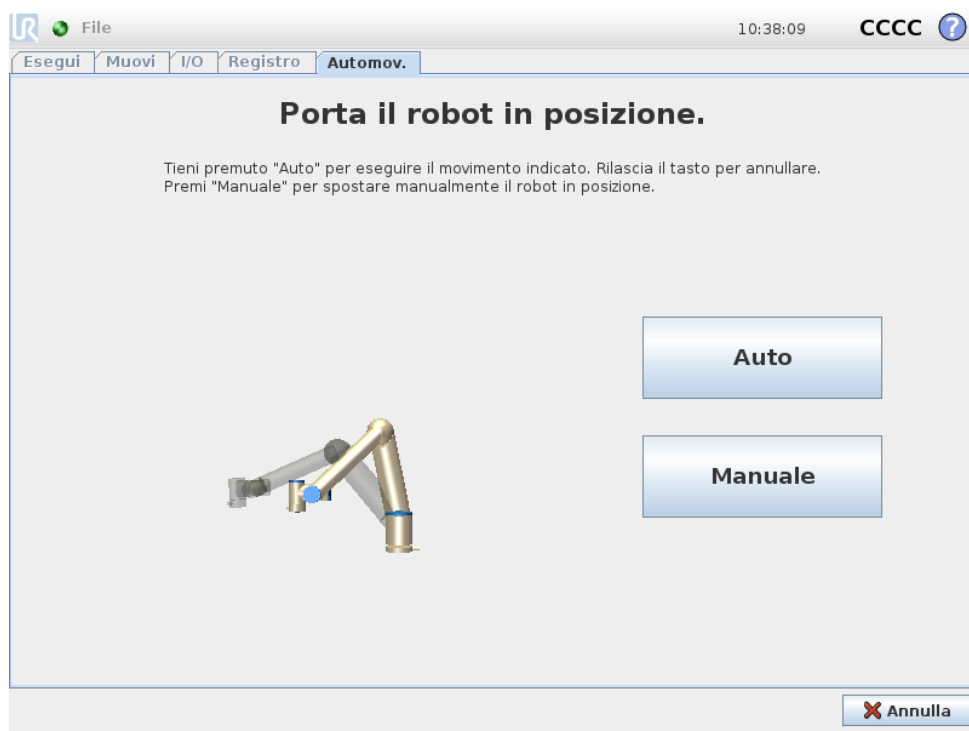
Visualizza lo stato degli ingressi digitali del client MODBUS.

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 (vedere 13.8).

13.4 Scheda AutoMove

La scheda AutoMove 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

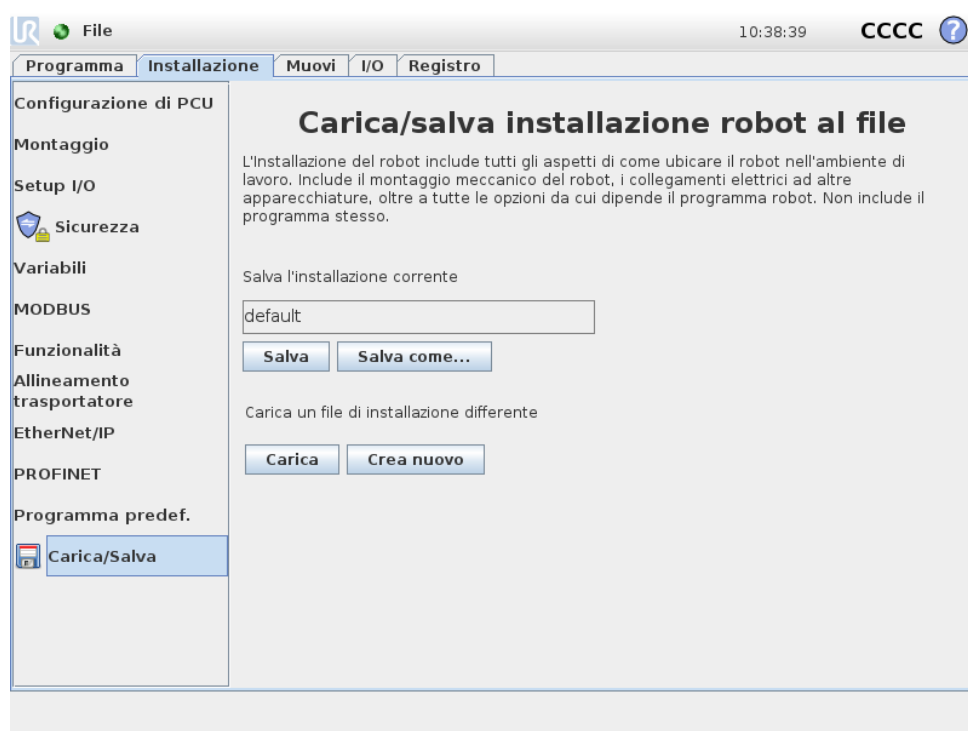
Tenere premuto il pulsante **Auto** per muovere il braccio robot come indicato nell'animazione.

Nota: Rilasciare il pulsante per arrestare il movimento in qualsiasi momento.

Manuale

Premendo il pulsante **Manuale** si passa alla scheda **Muovi** dove 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 si possono definire nelle varie schermate sotto la scheda **Installazione**, eccetto per le aree delle I/O che si configurano nella scheda **I/O** (vedere 13.2).

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

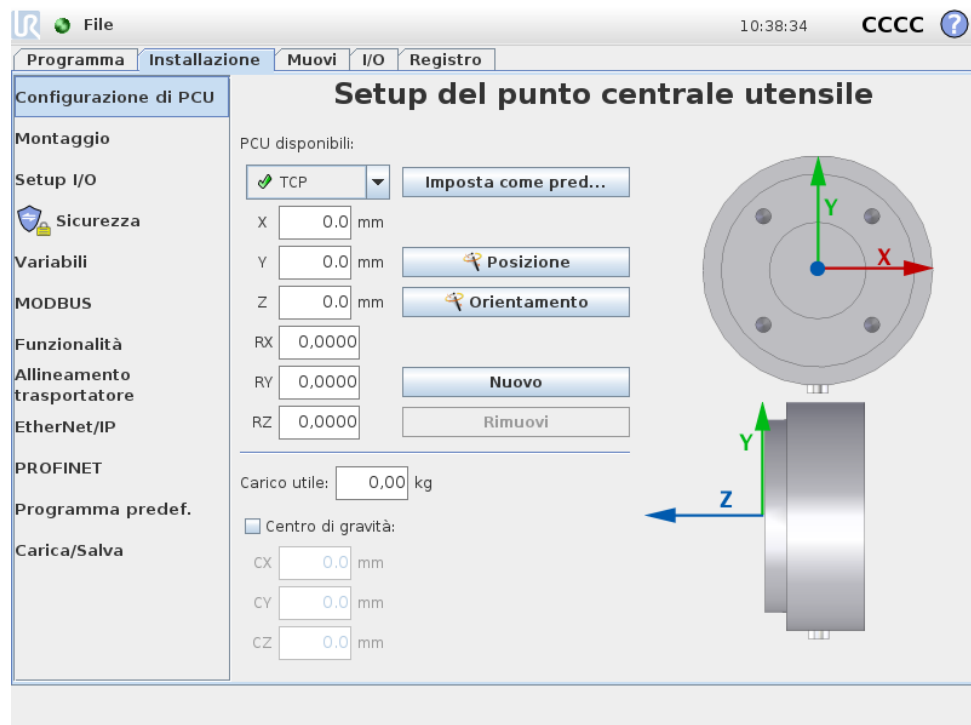
Qualsiasi modifica a un'installazione deve essere salvata per essere conservata dopo lo spegnimento. Se non tutte le modifiche dell'installazione sono state salvate, compare l'icona di un floppy disk di fianco al testo **Carica/Salva** sul lato sinistro della scheda **Installazione**.

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 una memoria 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** (TCP) 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 TCP attivo che viene 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 TCP specificato come attivo per un movimento specifico 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:

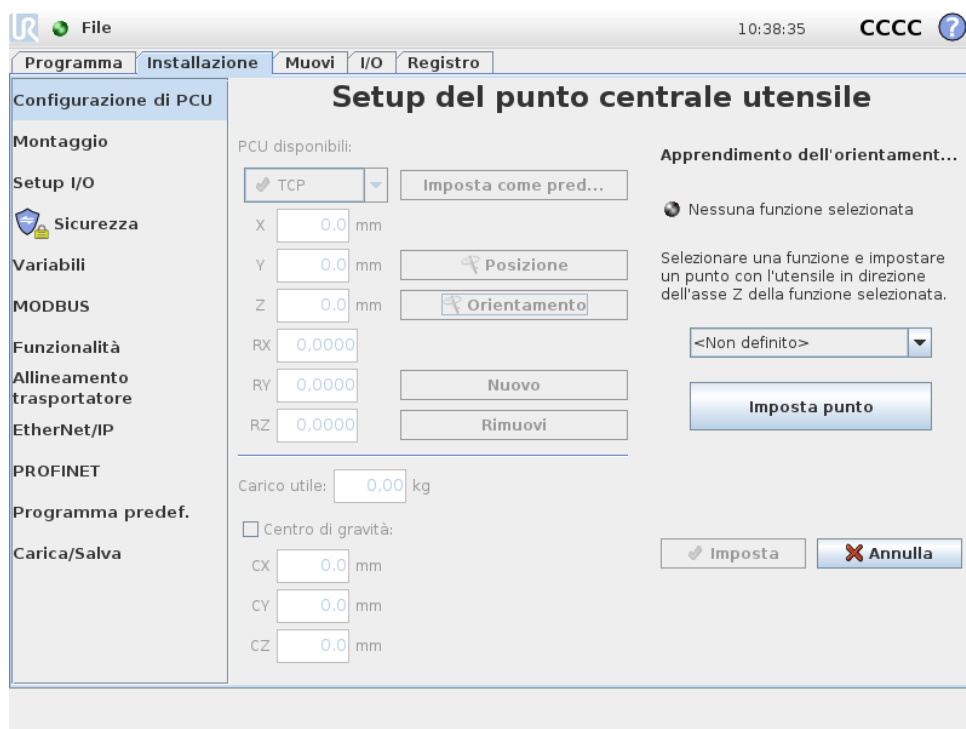
1. Premere il pulsante **Posizione**.
2. Selezionare un punto fisso nello spazio di lavoro del robot.
3. Mediante i pulsanti sul lato destro dello schermo, spostare il PCU nel punto selezionato da almeno tre angoli diversi, quindi salvare le posizioni corrispondenti della flangia di uscita utensile.

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

Nota bene: le posizioni devono essere sufficientemente diverse 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

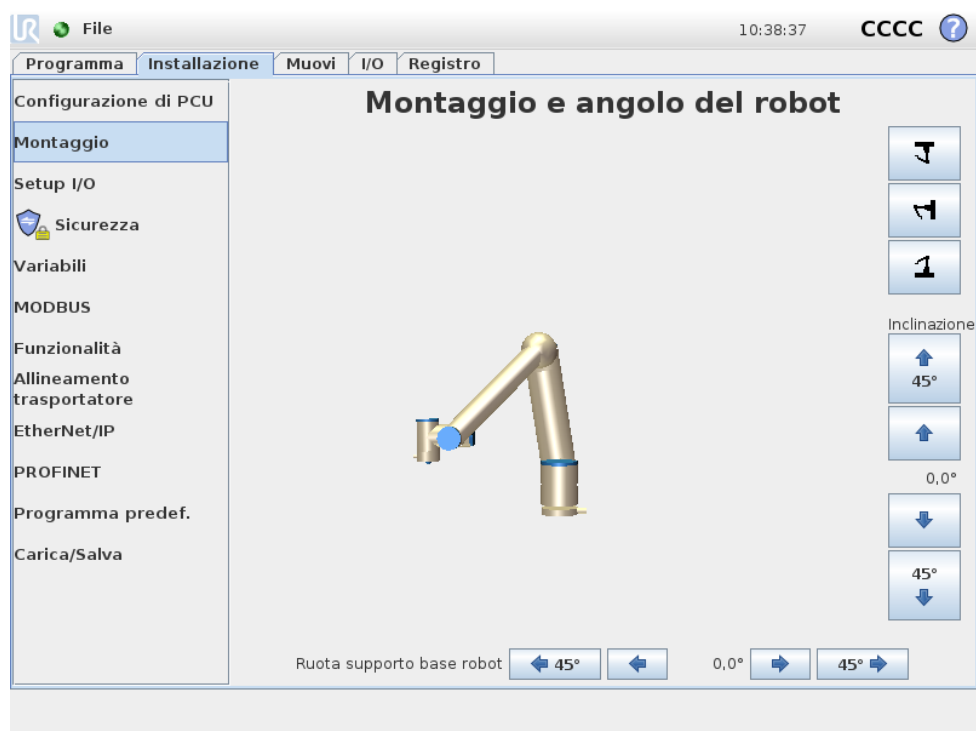
È possibile specificare il centro di gravità dell'utensile mediante i campi CX, CY e CZ. In assenza di ulteriori specificazioni, il PCU viene considerato il centro di gravità dell'utensile. Le impostazioni influiscono su tutti i PCU definiti.



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:**

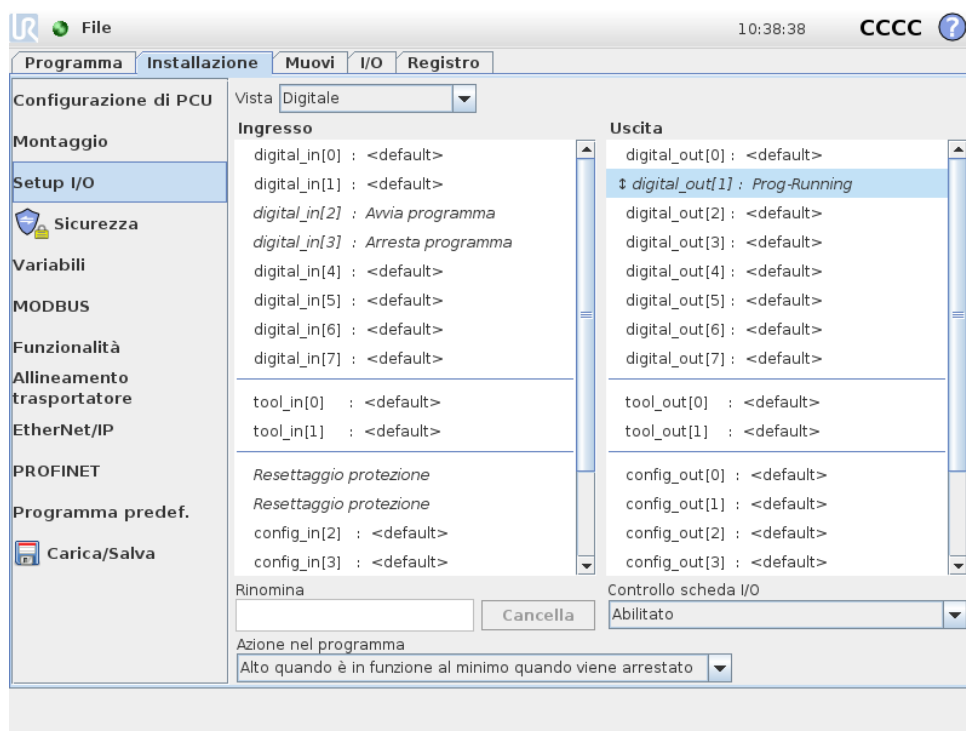
La configurazione inappropriata del montaggio del braccio robot potrebbe causare arresti di protezione frequenti, e/o il possibile movimento del braccio robot alla pressione del pulsante **freedrive**.

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



Su questa schermata, ai segnali disponibili per il robot possono essere assegnati nomi definiti dall'utente, oltre che configurati con il controllo della scheda I/O e azioni.

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

Digitale: (uso generico comune, configurabile e utensile)

Analogico: (uso generico comune e utensile)

MODBUS:

Registri: di uso generico (booleano, numero intero e float)

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

13.8.1 Tipo di segnale I/O

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

13.8.2 Assegnare nomi definiti dall'utente

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

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

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

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

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

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

Controllo della scheda I/O e azioni di uscita: Il comportamento predefinito delle uscite prevede la conservazione dei propri valori all'arresto del programma. Inoltre, è possibile configurare un'uscita con un valore predefinito applicato quando

nessun programma è in esecuzione.

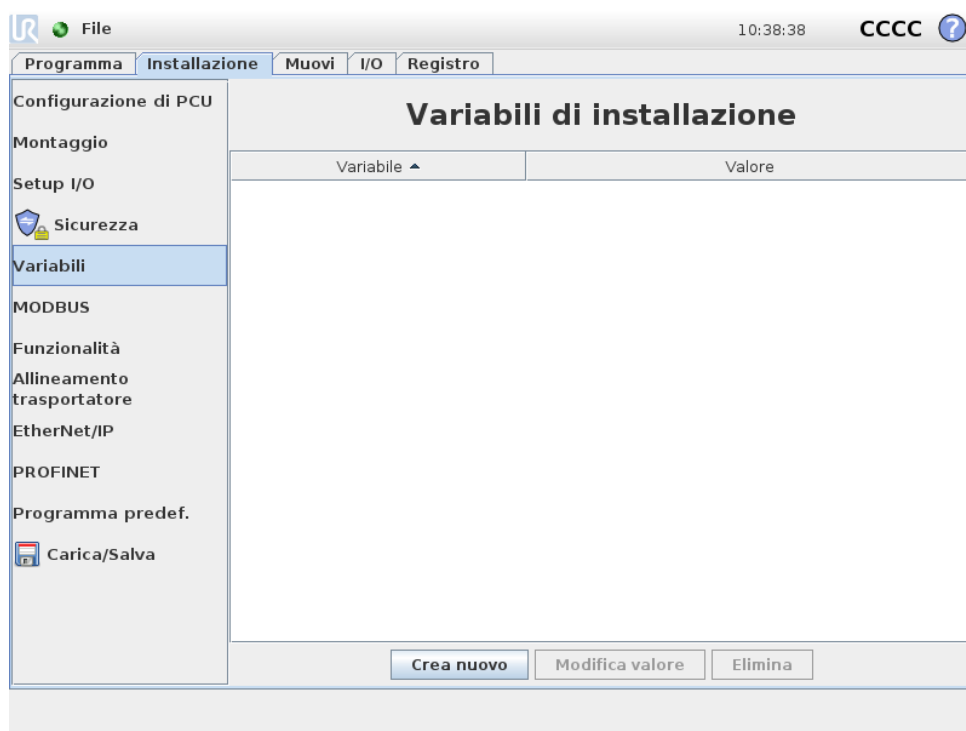
È inoltre possibile configurare le otto uscite digitali di uso generico predefinito e le due uscite digitali dell'utensile in modo da indicare l'eventuale esecuzione di un programma: in questo modo, l'uscita sarà alta in caso di esecuzione di un programma e bassa in caso contrario. Anche i registri di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

Infine, è anche possibile specificare se un'uscita può essere controllata dalla scheda I/O (dai programmatori o da operatori e programmatori), o se solo i programmi del robot possono modificare il valore di uscita.

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 hanno lo stesso nome delle variabili di installazione, l'utente ha 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

The screenshot displays the 'Impostazione I/O client MODBUS' dialog box. The top bar shows the file menu and the time 10:38:38. The left sidebar contains a tree view with options: Programma, Installazione (selected), Muovi, I/O, and Registro. The main area is titled 'Impostazione I/O client MODBUS' and shows the following settings:

- IP: 10.0.0.2
- Modalità sequenziale: ☐
- Uscita registro: 0, MODBUS
- Frequenza [Hz]: 10
- Indirizzo Slave MODBUS: 255
- Tempo di risposta [ms]: ---, Timeout: 0, Richieste non soddisfatte: 0, Avg. resp. f: --
- Ingresso digitale: 0, MODBUS
- Frequenza [Hz]: 10
- Indirizzo Slave MODBUS: 255
- Tempo di risposta [ms]: ---, Timeout: 0, Richieste non soddisfatte: 0, Avg. resp. f: --
- Mostra opzioni avanzate: ☒

Qui si possono configurare i segnali 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. Un aggiornamento disconnette e riconnette tutti i moduli modbus. Tutte le statistiche vengono cancellate.

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.

Modalità sequenziale

Disponibile solo se si seleziona Visualizza opzioni avanzate (vedere 13.11). Spuntando questa casella si obbliga il client del modbus ad attendere una risposta prima di inviare la richiesta successiva. Questa modalità è richiesta da alcuni moduli fieldbus. Attivando questa opzione può servire quando esistono segnali multipli e una frequenza in aumento delle richieste causa disconnessioni dei segnali. Notare che la frequenza di segnale effettiva potrebbe essere inferiore di quanto richiesto quando svariati segnali sono definiti in modalità sequenziale. La frequenza di segnale effettiva si può osservare nelle statistiche di segnale (vedere sezione 13.11). La spia di segnale diventa gialla se la frequenza di segnale effettiva è inferiore a metà del valore selezionato dall'elenco a tendina "Frequenza".

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 imporrà il valore di questa uscita, il valore sarà letto dall'unità MODBUS remota. In altre parole, verrà utilizzato il codice funzione 0x01 (lettura bobine). Quando l'uscita viene impostata da un programma del robot o premendo il pulsante **impostazione valore segnale**, viene usato il codice funzione 0x05 (scrittura bobina singola).

Ingresso registro: Un ingresso di registro è una quantità di 16-bit letta dall'indirizzo specificato nel campo dell'indirizzo. Viene utilizzato il codice funzione 0x04 (lettura registri ingresso).

Uscita registro: Un'uscita di registro è una quantità di 16 bit che può essere impostata dall'utente. Fino a quando non verrà impostato il valore del registro, questo verrà letto dall'unità MODBUS remota. In altre parole, verrà utilizzato il codice funzione 0x03 (lettura registri mantenimento). Quando l'uscita viene impostata da un programma del robot o specificando un valore di segnale nel campo **impostazione valore segnale**, il codice funzione 0x06 (scrittura registro singolo) viene utilizzato per impostare il valore sull'unità MODBUS remota.

Imposta nome segnale

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

Imposta nome segnale:

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

Valore segnale:

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

Stato connettività segnale:

icona che indica se è possibile leggere o scrivere il segnale correttamente (verde) o se l'unità risponde in modo imprevisto o è irraggiungibile (grigio). Se viene ricevuta una risposta di eccezione del MODBUS, verrà visualizzato 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: ERRORE DISPOSITIVO ASSERVITO (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 ASSERVITO 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. Quando la frequenza è impostata su 0, le richieste del modbus vengono iniziate su richiesta usando le funzioni degli script *modbus_get_signal_status*, *modbus_set_output_register* e *modbus_set_output_signal*.

Indirizzo dispositivo asservito: 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.

Contatore riconnessioni: Numero di volte che la connessione TCP è stata chiusa e riconnessa.

Stato di connessione: Stato di connessione TCP.

Tempo di risposta [ms]:] Tempo tra invio richiesta modbus e ricezione risposta - viene aggiornata solo quando la comunicazione è attiva.

Errori pacchetti modbus: Numero di pacchetti contenenti errori ricevuti (ad es. lunghezza non valida, dati mancanti, errore presa TCP).

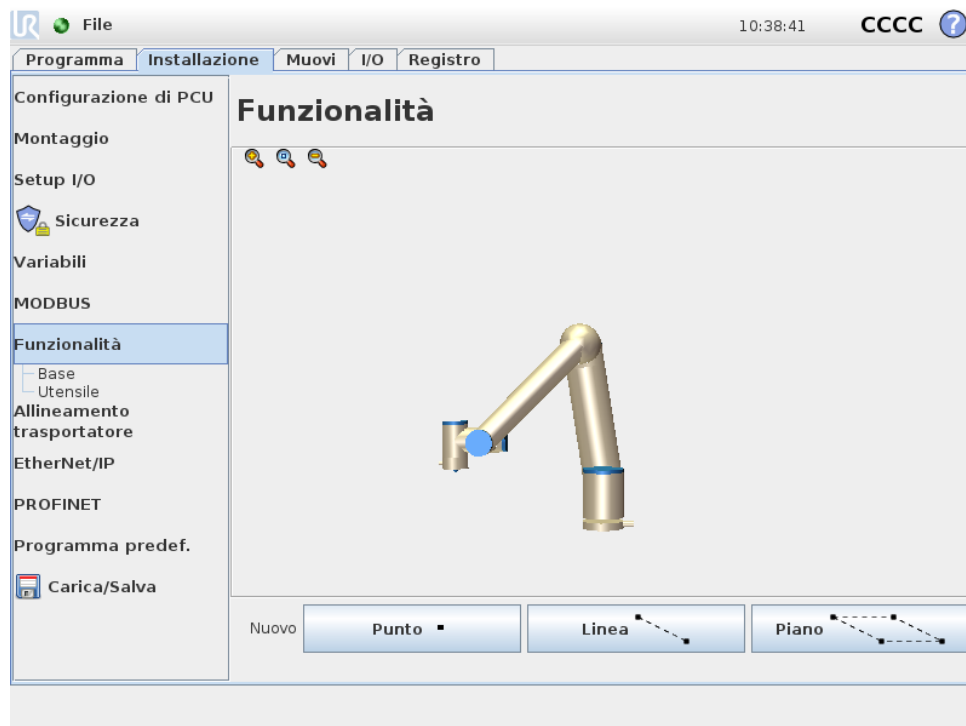
Timeout: Numero di richieste modbus che non hanno ottenuto risposta.

Richieste non riuscite: Numero di pacchetti che non sono stati inviati a causa dello stato non valido della presa.

Freq. effettiva: La frequenza media di aggiornamento stato di segnale del client (master). Questo valore viene ricalcolato ogni volta che il segnale riceve una risposta dal server (o asservito).

Tutti i contatori vanno fino a 65535 e poi ripartono da 0.

13.12 Caratteristiche → dell'installazione



Lo scenario comune prevede che le sottoparti di un programma del robot comprendano movimenti che devono essere eseguiti in relazione a specifici oggetti diversi dalla base del braccio robot. Questi oggetti potrebbero essere tabelle, altre macchine, pezzi, trasportatori, pallet, sistemi di visualizzazione, spazi vuoti o limiti che solitamente ci sono nell'area circostante al braccio robot.

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

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

Base: funzione ha l'origine al centro della base del robot (vedere l'immagine 13.1)

Utensile: funzione ha l'origine al centro del TCP attuale (vedere l'immagine 13.2)

Le funzioni definite dall'utente hanno la loro posizione definita dall'utente attraverso un metodo unico ed intuitivo che usa la posizione attuale dell'utensile (TCP) per definire le posizioni nell'area di lavoro. Ciò significa che l'utente può indicare le

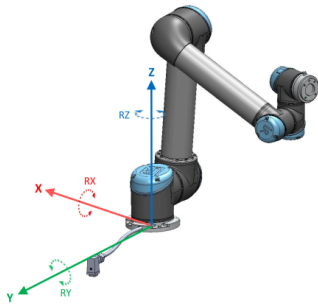


Figura 13.1: Funzione base

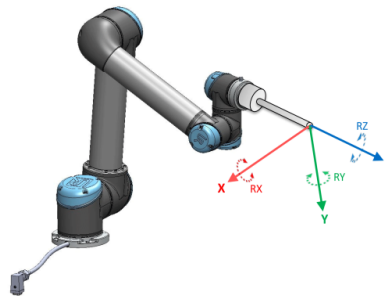


Figura 13.2: Funzione (PCU) dell'utensile

posizioni delle funzioni usando ad es. la modalità **Freedrive** o impulsi per portare il robot alla posizione desiderata.

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

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

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

13.12.1 Usare una funzione

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

Le funzioni configurate come a impulsi sono uno strumento utile anche quando si sposta manualmente il robot nella scheda **Muovi** (sezione 13.1) o nella schermata dell'**editor di posizione** (vedere 12.2). Quando una funzione viene scelta come struttura di riferimento, i tasti **Muovi utensile** per traslazioni e rotazioni opereranno nello spazio della funzione selezionata (vedere 13.1.2) e (13.1.3),

mentre il valore attuale delle coordinate TCP viene visualizzato nella sezione TCP della schermata. Se ad es. una tavola è stata definita come funzione e viene scelta come riferimento nella scheda **Muovi**, i tasti con frecce per traslazioni su/giù, destra/sinistra, avanti/indietro, muoveranno il robot in queste direzioni in relazione alla tavola, e le coordinate del TCP visualizzate saranno anch'esse nella struttura della tavola.

Rinomina

Consente di rinominare una funzione.

Elimina

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

Mostra gli assi

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

Azionabile

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

Variabile

Scegli se è possibile utilizzare la funzione selezionata come variabile. Selezionando questa opzione, una variabile con il nome della funzione avente il suffisso "_var" sarà quindi disponibile quando si modificano i programmi del robot, e a questa variabile può essere assegnato un nuovo valore in un programma, che può essere poi usato per controllare i punti percorso dipendenti dal valore di una funzione. Una funzione può essere contrassegnata come variabile se un comando di movimento dipendente da esso dovesse essere aggiornato quando la funzione viene modificata. Se non è contrassegnata come variabile, il punto percorso si riferirà alla posizione al momento della definizione.

Cambia questo punto

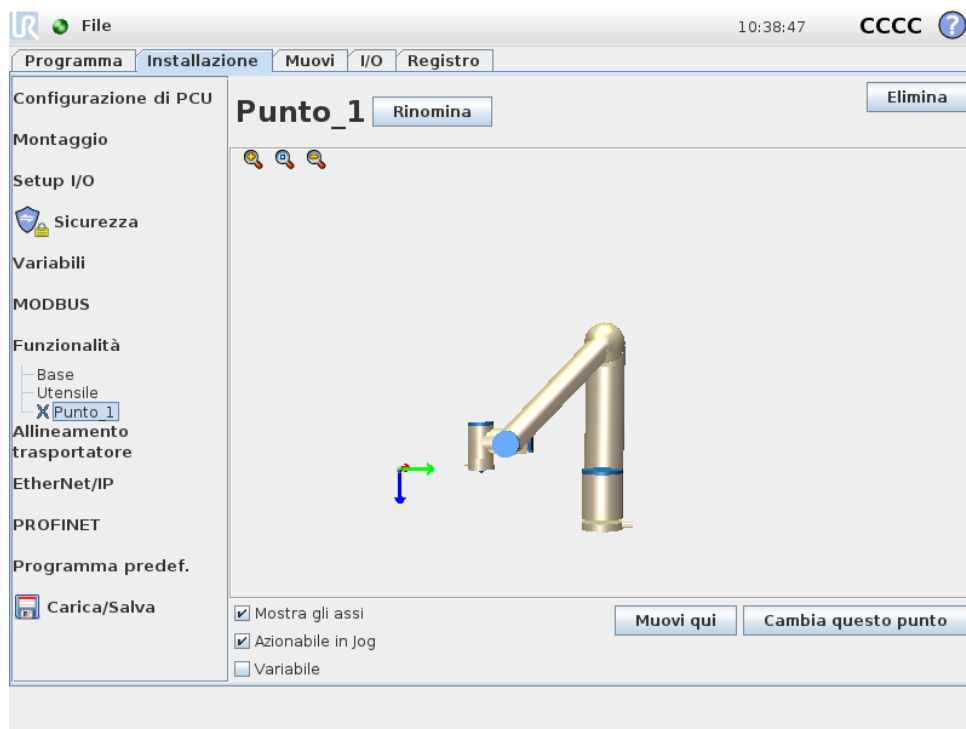
Usare questo pulsante per impostare o modificare la funzione selezionata. Comparirà la scheda **Muovi** (sezione 13.1) e potrà essere impostata una nuova posizione della funzione.

Porta il robot qui

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

13.12.2 Nuovo punto

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



13.12.3 Nuova linea

Usa questo tasto per aggiungere una nuova funzione punto all'installazione. La funzione linea è tipicamente scelta per definire le linee che il robot deve seguire, ad es. quando si usa l'allineamento del trasportatore. Una linea l è definita come un asse tra due funzioni punto $p1$ e $p2$ come mostrato nell'immagine 13.3.

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

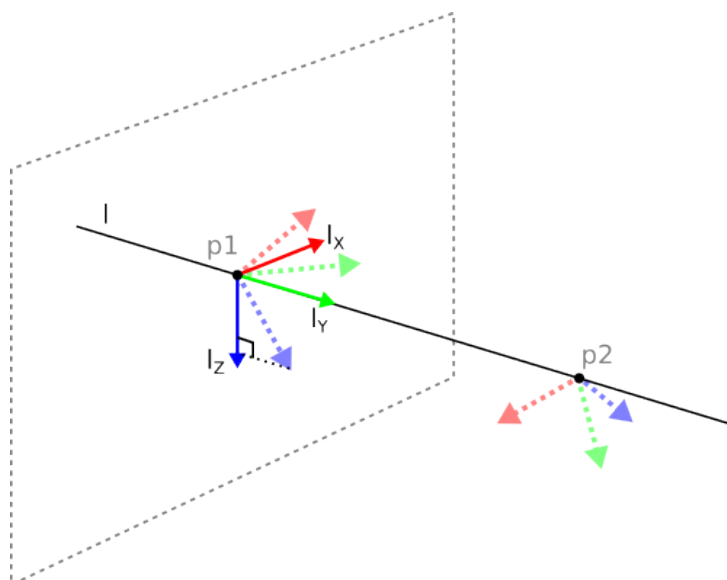
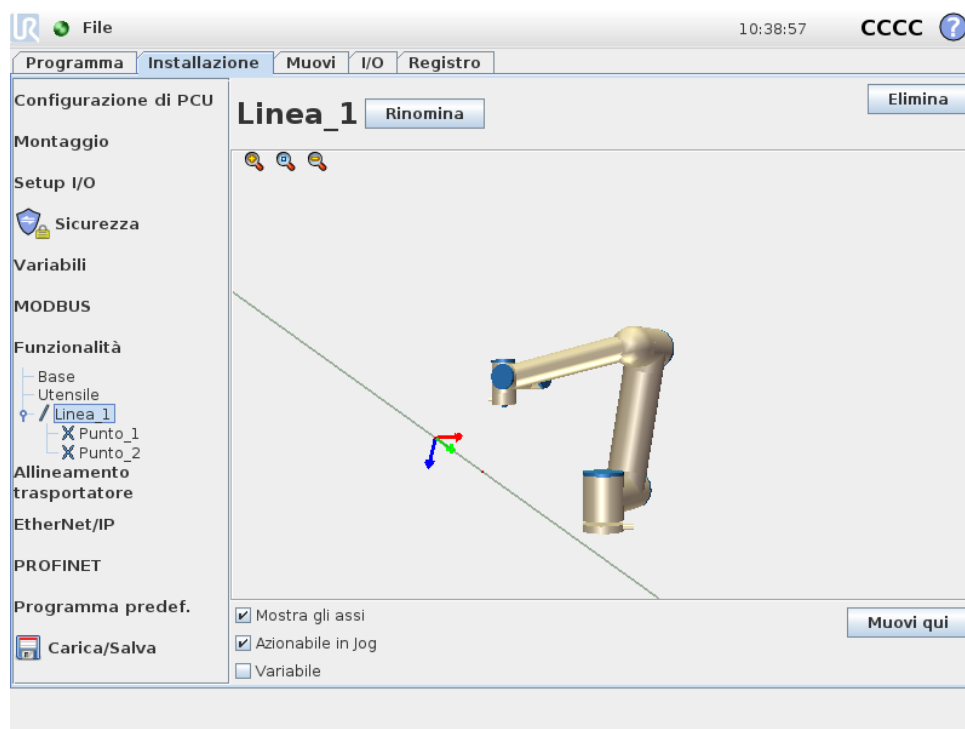
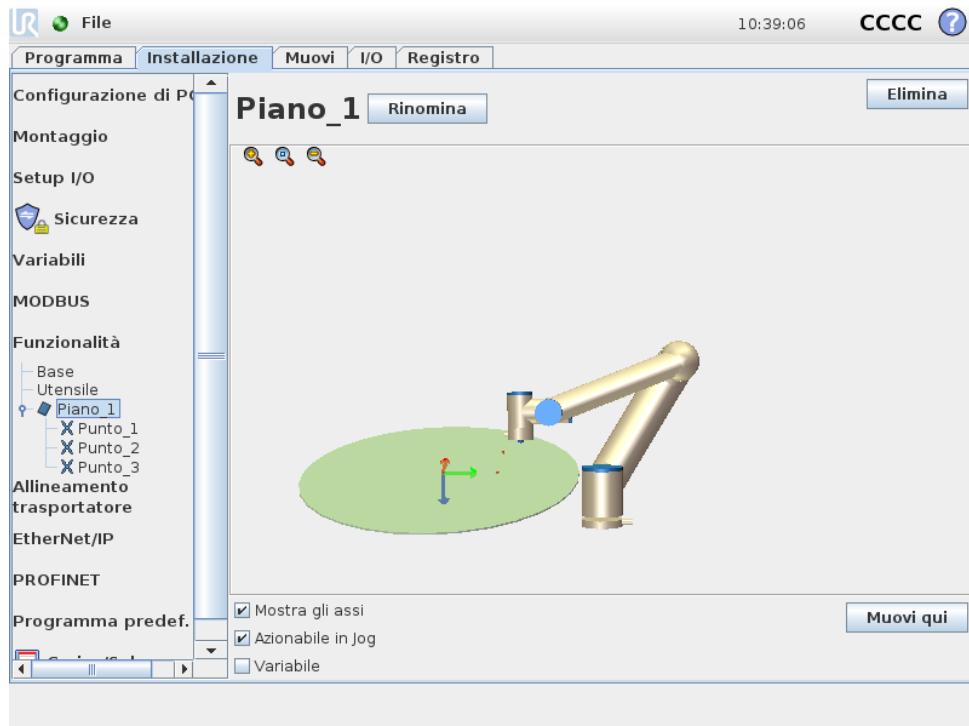


Figura 13.3: della funzione di linea



13.12.4 Nuovo piano

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



13.12.5 Esempi: Aggiornando manualmente una funzione per modificare un programma

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

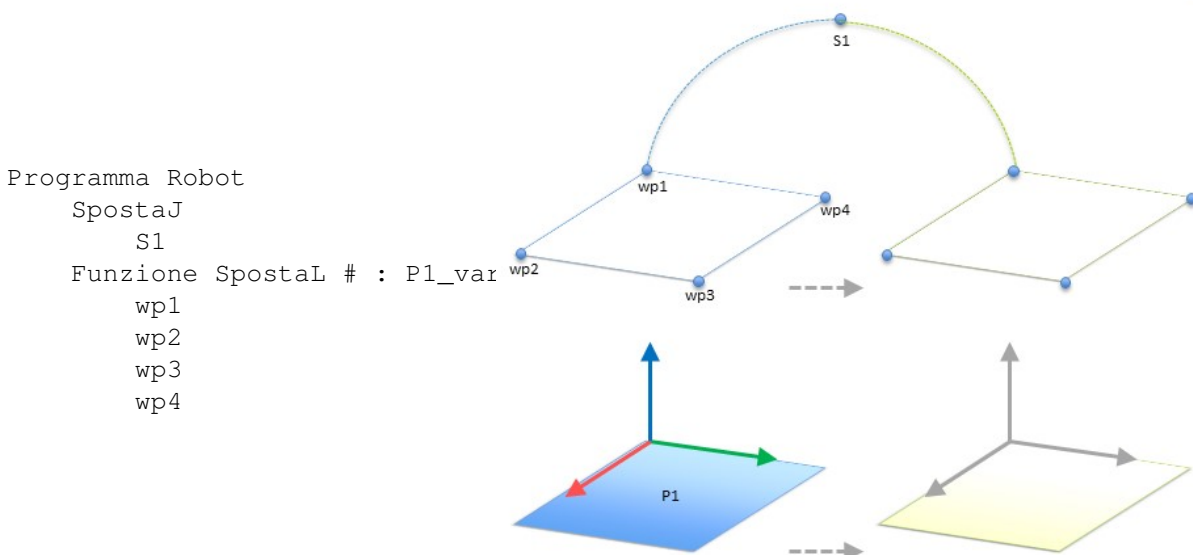


Figura 13.4: Programma semplice con quattro punti percorso relativi a un piano di riferimento aggiornati manualmente modificando il riferimento

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

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

Il concetto è applicabile a qualsiasi numero di Funzioni in un'applicazione, per raggiungere un programma flessibile che può eseguire lo stesso compito su più robot sebbene ad es. il pick-up o il drop-off o qualsiasi altro luogo critico nell'area di lavoro possa variare tra le installazioni.

13.12.6 Esempi: Aggiornamento dinamico della posizione di una funzione

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

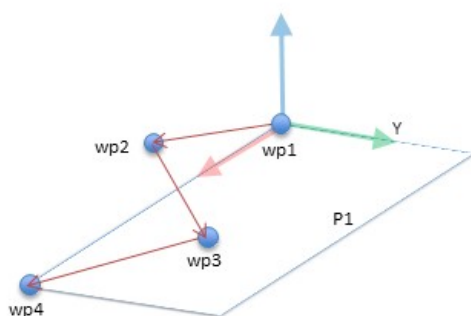


Figura 13.5: Un comando *MuoviL* con quattro punti percorso relazionati a un piano

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

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

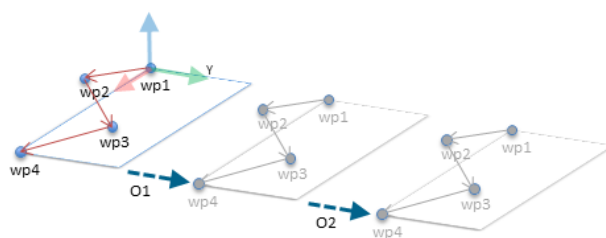


Figura 13.6: Applicazione di un offset alla funzione piano

È anche possibile passare ad una funzione completamente diversa mentre il programma è in esecuzione invece che aggiungere soltanto un offset. Ciò illustrato nell'immagine in basso (vedere l'immagine 13.7) dove la funzione di riferimento per il comando *SpostaL P1_var* può passare da un piano all'altro tra *P1* e *P2*.

Programma Robot

```

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

```

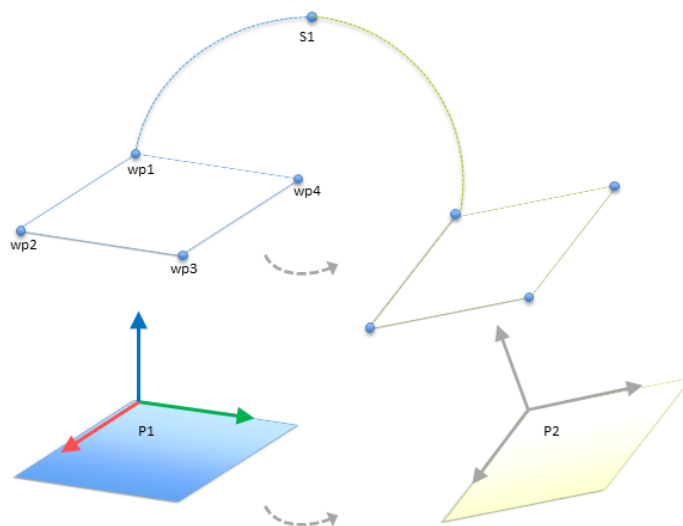


Figura 13.7: Passaggio da una funzione piano all'altra

13.13 Configurazione sincronizzazione trasportatore

Se si usa un trasportatore, si può configurare il robot in modo da sincronizzarlo con il suo movimento. La configurazione della sincronizzazione trasportatore comprende opzioni per configurare il robot per operazioni con encoder assoluti e incrementali e trasportatori circolari e lineari.

Parametri del trasportatore

Gli: encoder incrementali si possono collegare agli ingressi digitali da 0 a 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, si può utilizzare un unico ingresso per la rilevazione di limiti *In crescita*, *In calo* o *In crescita e in calo* per determinare la velocità del trasportatore.

Gli: encoder assoluti si possono utilizzare in caso di connessione con segnale MODBUS. +Ciò richiede che un registro dell'ingresso digitale MODBUS venga preconfigurato in (sezione 13.11).

Trasportatori lineari

Se si seleziona un trasportatore lineare, si deve configurare una funzione linea nella sezione **Funzioni** dell'installazione per definire la direzione del trasportatore. L'elemento lineare deve essere parallelo alla direzione del trasportatore e occorre impostare una distanza elevata fra i due punti che definiscono l'elemento lineare. Si consiglia di configurare l'elemento lineare ubicando in modo stabile l'utensile sul lato del trasportatore durante l'apprendimento dei due punti. Se la direzione dell'elemento lineare è opposta al movimento del trasportatore, usare il pulsante **Inverti direzione**.

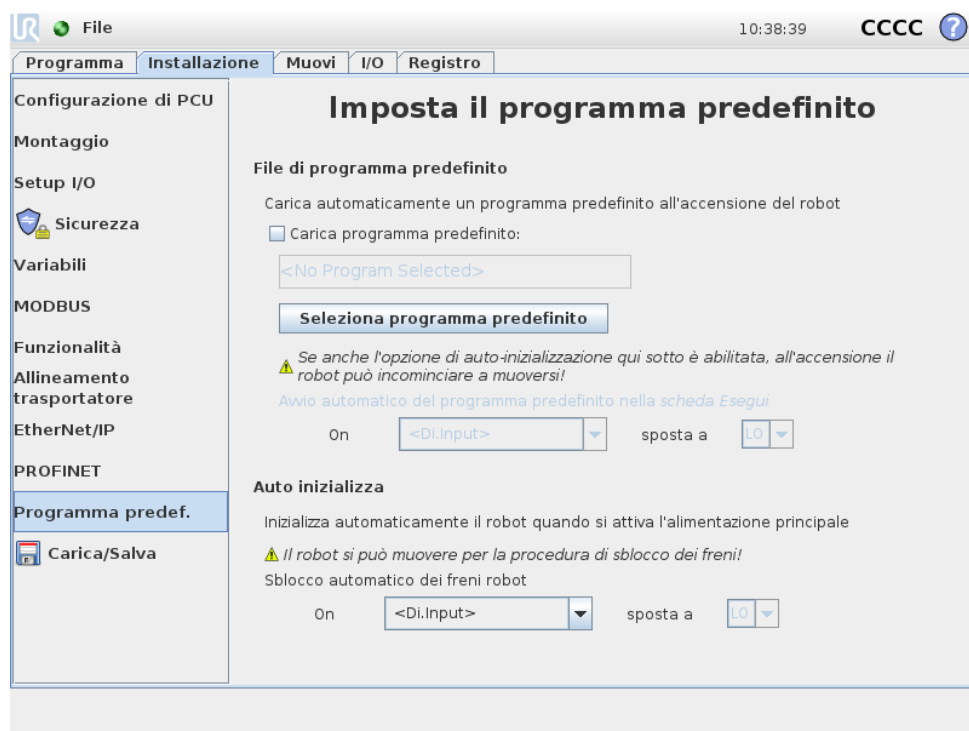
Il campo **Scatti per metro** equivale al numero di scatti generati dall'encoder quando il trasportatore si sposta di un metro.

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

Trasportatori circolari

Se si seleziona un trasportatore circolare, occorre definire il punto centrale dello stesso (cerchio). Ciò si esegue nella sezione **Elementi** dell'installazione, definendo un punto. Il valore di **Scatti per metro** deve essere corrispondere al numero di scatti generati dall'encoder quando il trasportatore effettua una rotazione completa. Spuntare la casella **Ruota l'utensile con il trasportatore** se l'orientamento dell'utensile deve essere relazionato al trasportatore (ad es. se l'utensile è perpendicolare al trasportatore, rimarrà perpendicolare durante il movimento). Rimuovere la spunta se l'orientamento deve essere controllato dalla traiettoria

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:**

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

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.

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.

Nota bene: all'avviamento il livello di segnale in ingresso attuale non è definito e scegliendo una transizione che corrisponde al livello di segnale all'avvio, si avvia immediatamente il programma. 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.

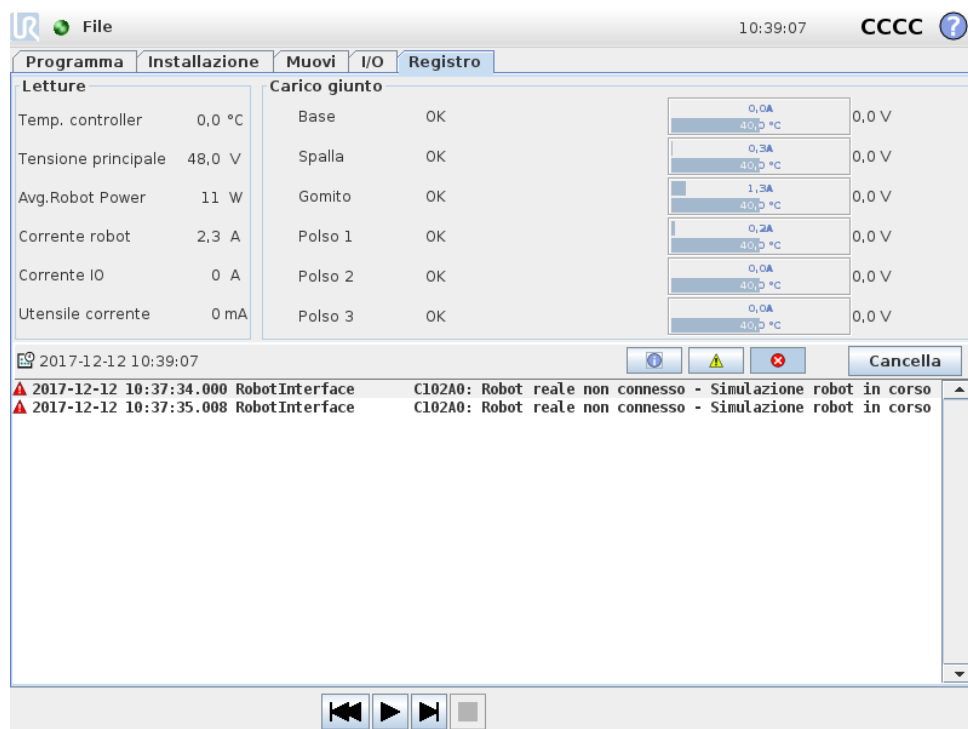
Inizializzazione automatica

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).

Nota bene: all'avviamento il livello di segnale in ingresso attuale non è definito e scegliendo una transizione che corrisponde al livello di segnale all'avvio, si inizializza immediatamente il braccio robot.

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. Ogni giunto del robot riporta i dati di temperatura del motore e dell'elettronica, di carico sul giunto e di tensione elettrica al giunto.

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

13.16 Schermata caricamento

Su questa schermata si sceglie quale programma caricare. Esistono due versioni di questa schermata: una da usare quando si desidera semplicemente caricare un programma ed eseguirlo e una che si usa quando di fatto si desidera modificare un programma.

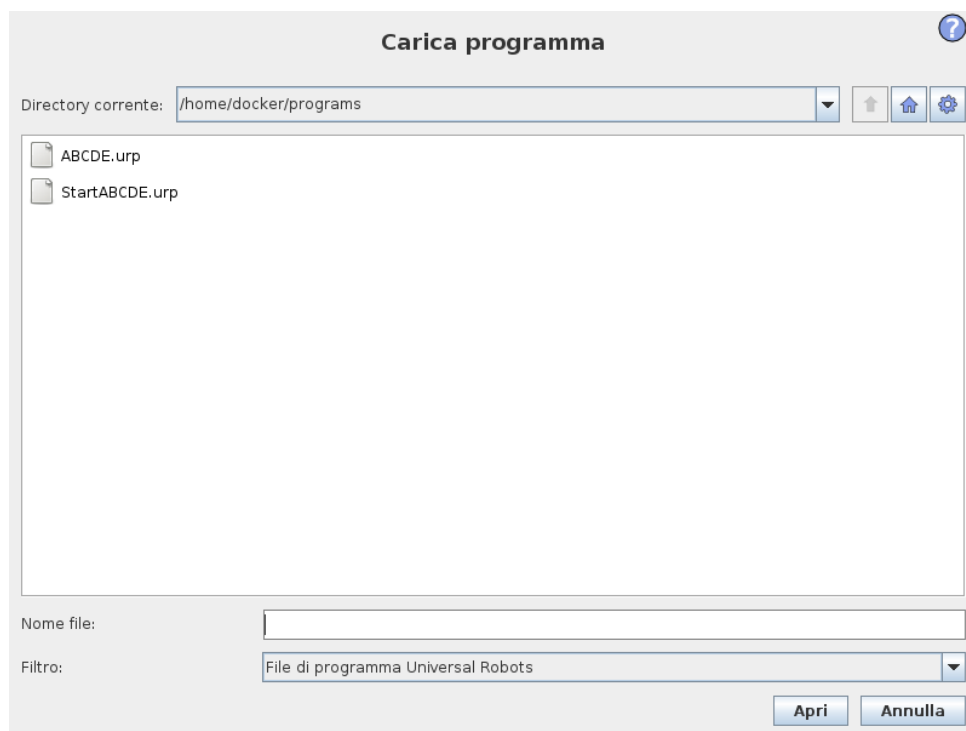
**NOTA:**

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

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

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

Layout schermata



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

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

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

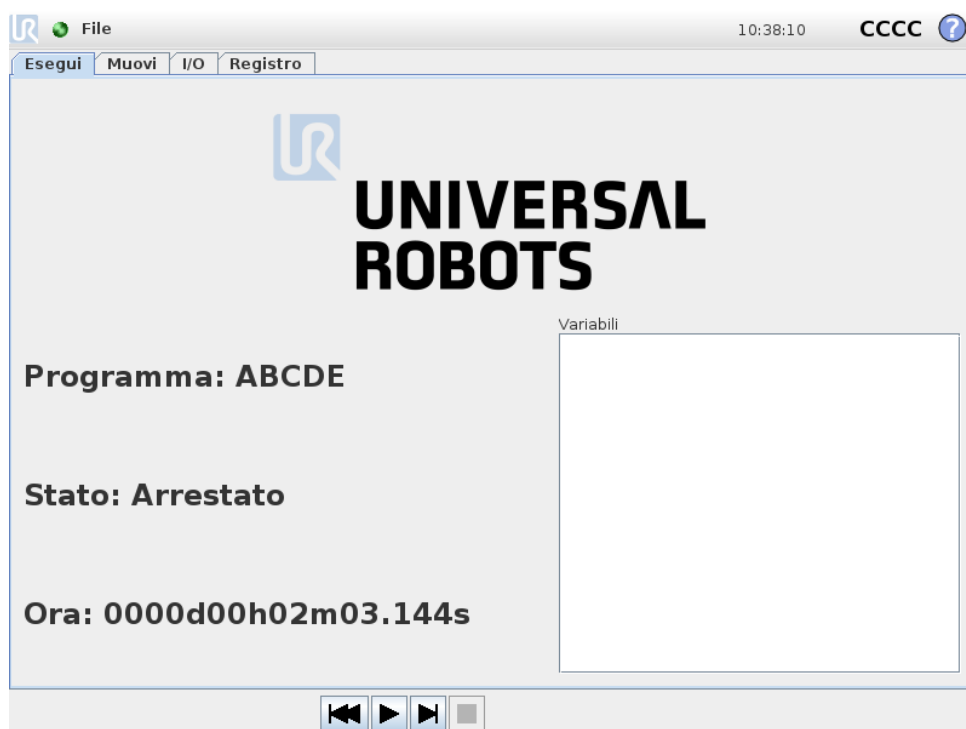
Pulsante Apri Facendo clic sul pulsante Apri, si apre il file attualmente selezionato e si torna alla schermata precedente.

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 pagina iniziale
- Azioni: Azioni quali creazione directory, eliminazione file ecc.

13.17 Scheda Esegui

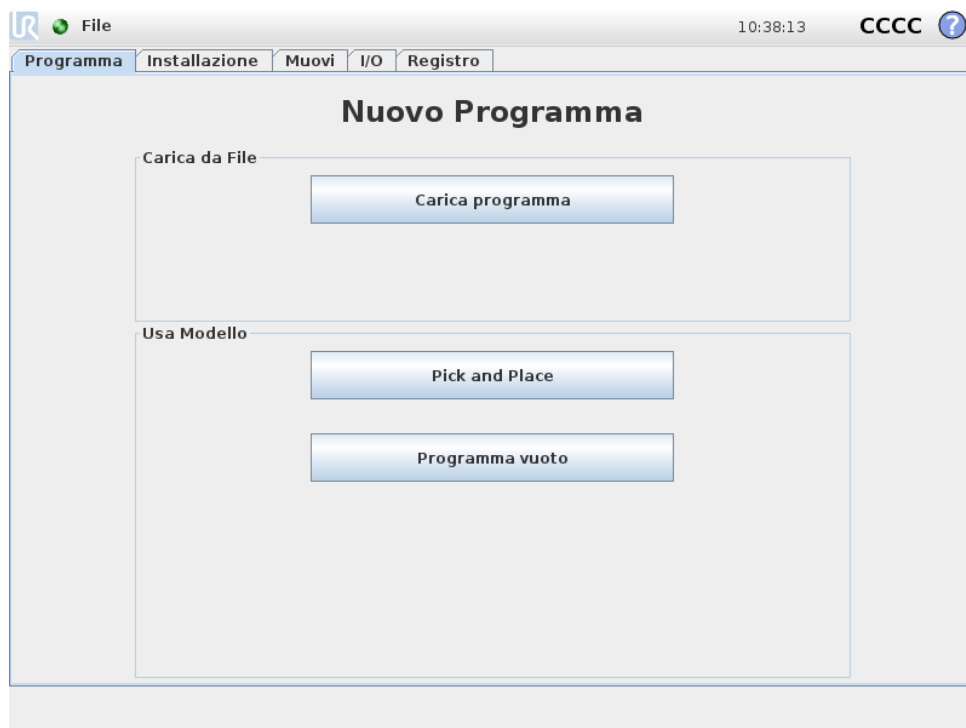


Questa scheda consente di controllare il braccio robot e l'unità di controllo in modo molto semplice, con un numero minimo di pulsanti ed opzioni. Ciò si può abbinare vantaggiosamente alla protezione con password della sezione di programmazione di PolyScope (vedere 15.3), per trasformare il robot in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

Inoltre, in questa scheda si può caricare ed eseguire automaticamente un programma predefinito in base ad una transizione di fronte segnale esterno in ingresso (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



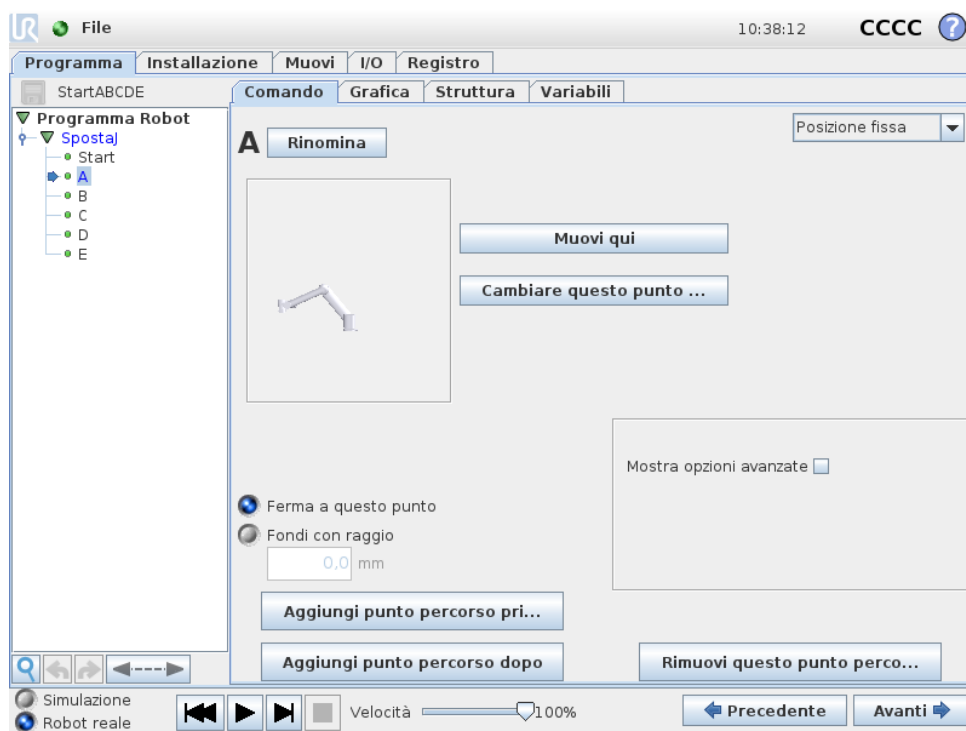
La scheda Programma mostra il programma che è in fase di modifica.

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 attuale. Il comando attuale si può selezionare facendo clic sull'elenco dei comandi oppure utilizzando i pulsanti **Indietro** e **Avanti** situati nell'angolo inferiore destro della schermata. È possibile inserire o rimuovere i comandi con la scheda **Struttura**. Il nome del programma viene riportato direttamente sopra l'elenco dei comandi, con un'icona a forma di dischetto su cui si può fare clic per salvare rapidamente il programma.

Nell'albero del programma, il comando in fase di 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 in fase di esecuzione da parte del controller 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, facilitando 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 indicato con l'icona  e il suo 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 e aggiornare svariati valori durante l'esecuzione. Sono disponibili due tipi di variabili:

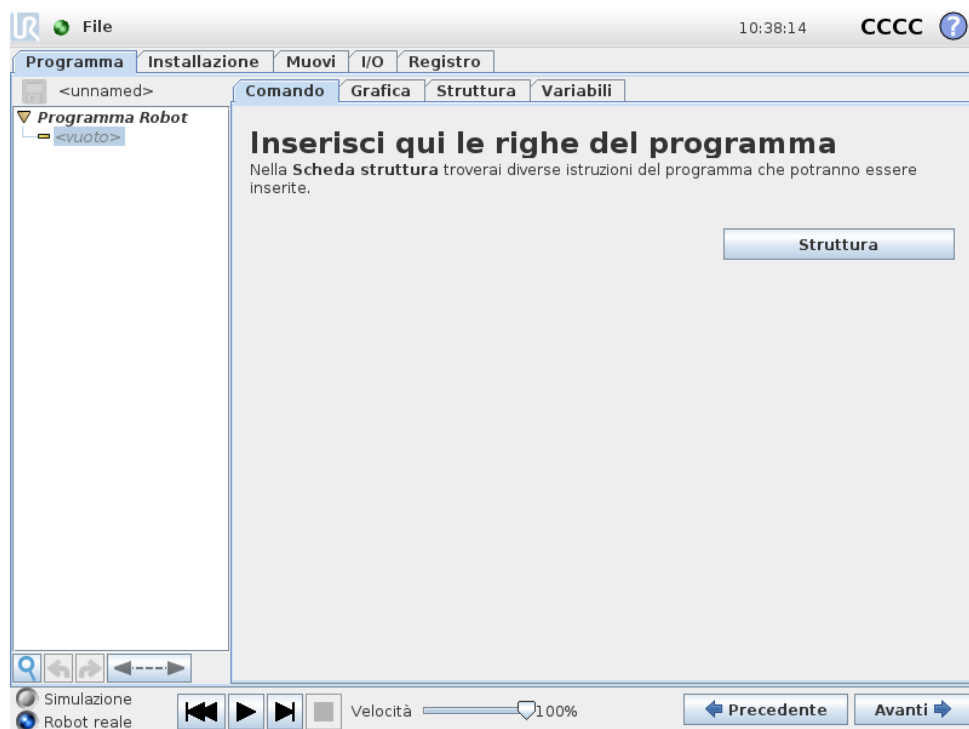
Variabili di installazione: Queste sono disponibili per diversi programmi, i nomi e i valori restano invariati insieme all'installazione del robot (vedere 13.10). Le variabili di installazione mantengono i valori una volta riavviati robot e unità di controllo.

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 variabili:

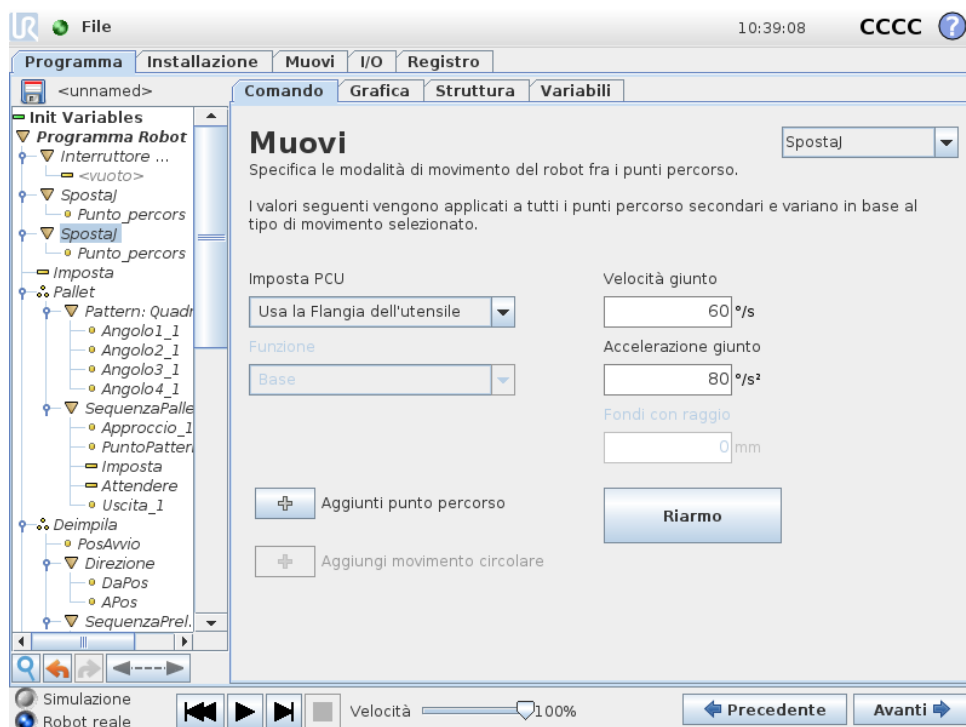
<i>bool</i>	Una variabile booleana il cui valore è <code>True</code> o <code>False</code> .
<i>int</i>	Un numero intero compreso fra -2147483648 e 2147483647 (32 bit).
<i>float</i>	Un numero con virgola mobile (decimale) (32 bit).
<i>stringa</i>	Una sequenza di caratteri.
<i>posizionale</i>	Un vettore 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 <code>p[x, y, z, rx, ry, rz]</code> .
<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.

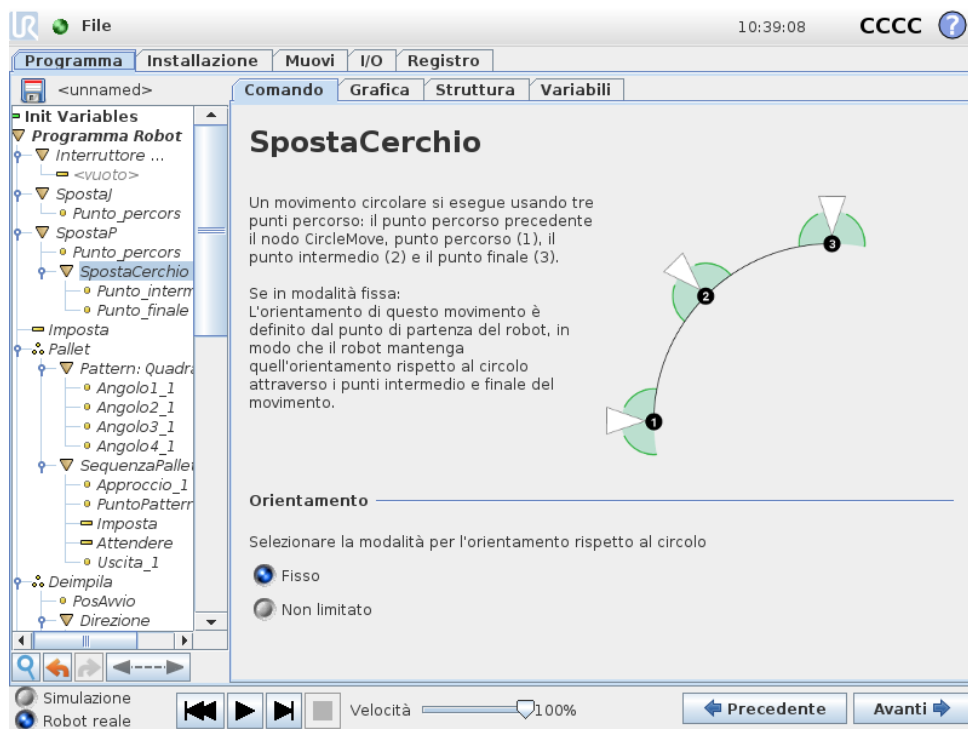
- **Spostaj** esegue movimenti calcolati entro lo **spazio giunto** del braccio robot. Ciascun giunto è controllato in modo da raggiungere l'ubicazione finale desiderata nello stesso momento. Questo tipo di movimento si traduce in un percorso curvo dell'utensile. I parametri condivisi validi per questo 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** muove l'utensile 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** muove l'utensile in maniera lineare a velocità costante, eseguendo transizioni circolari. È concepito per alcune operazioni di lavorazione, 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.
- **Sposta in cerchio** si può aggiungere a un **SpostaP** per creare un movimento circolare. Il robot inizia il movimento dalla posizione attuale o dal punto di partenza, si sposta attraverso un **punto di transizione** definito sull'arco circolare e un **punto finale** che completa il movimento circolare.

Per il calcolo dell'orientamento utensile attraverso l'arco circolare si usa una modalità. La modalità può essere:

- Fissa: solo il punto di partenza viene usato per definire l'orientamento dell'utensile
- Non limitata: il punto di partenza diventa il **punto finale** per definire l'orientamento dell'utensile



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 e da lì a ciascuno dei punti percorso successivi. Le impostazioni del comando Muovi non valgono per il percorso che parte *dall'*ultimo punto percorso sotto il comando Muovi.

Selezione PCU

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

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

Selezione delle funzioni

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

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

Punti percorso variabili: Quando il braccio robot si muove verso un punto percorso variabile, la posizione target dell'utensile viene 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 caricata viene selezionato come variabile, le variabili corrispondenti saranno selezionabili anche nel menu di selezione funzioni. Se viene selezionata la variabile di funzione (denominata dalla funzione con suffisso “_var”), i movimenti del braccio robot (esclusi 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.

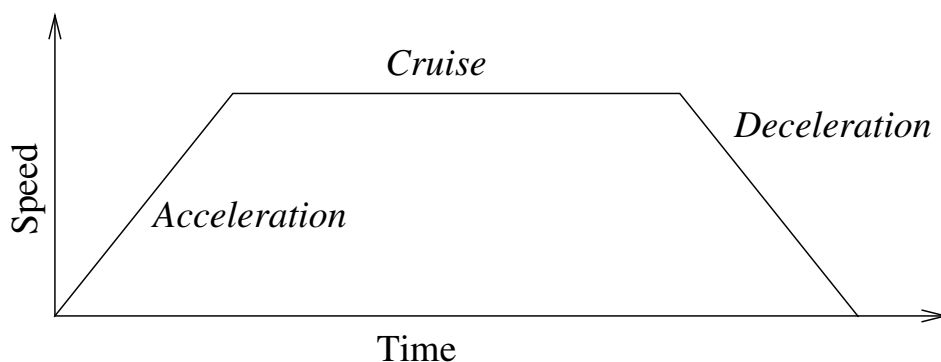
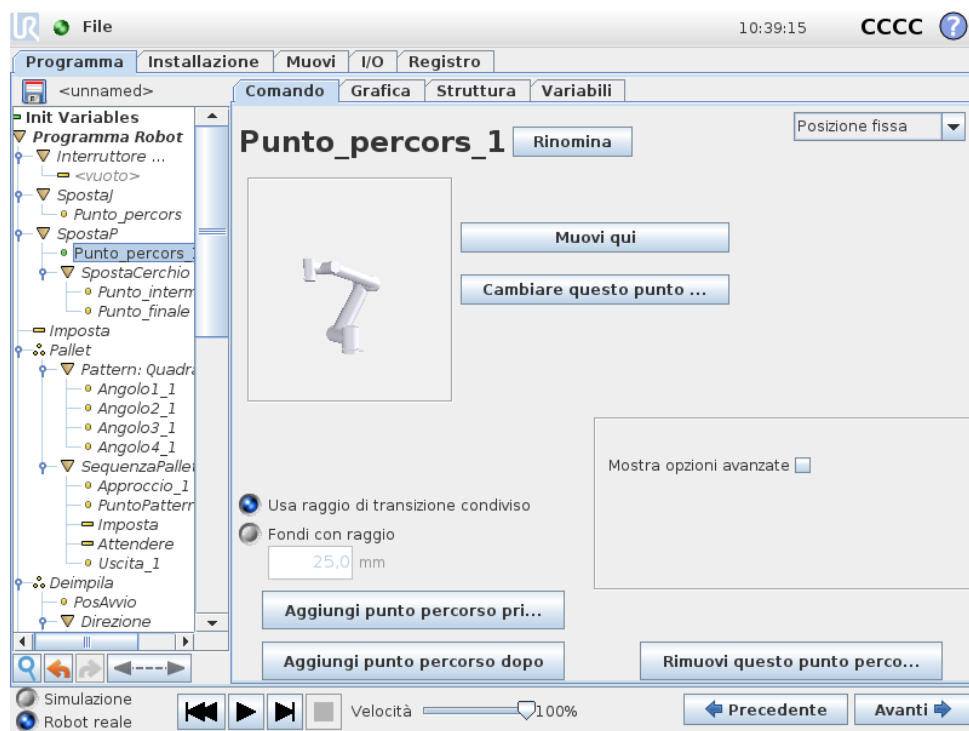


Figura 14.1: Profilo di velocità di un movimento. La curva è suddivisa in tre segmenti: *accelerazione*, *crociera* e *decelerazione*. Il livello della fase di *crociera* deriva dall'impostazione della velocità del movimento, mentre la ripidità delle fasi di *accelerazione* e *decelerazione* derivano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

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 indicano al braccio robot dove ubicarsi. 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 una transizione fluida fra due traiettorie senza arrestarsi nel punto percorso intermedio.

Esempio Esaminare come esempio un'applicazione di presa e posizionamento (vedi immagine 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.

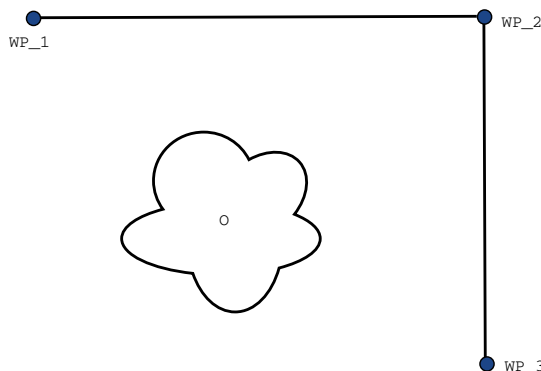


Figura 14.2: WP_1: posizione iniziale, WP_2: punto intermedio, WP_3: posizione di pick-up, O: ostacolo.

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 $p1$ e $p2$)
- 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 ($SpostaL$, $SpostaJ$)

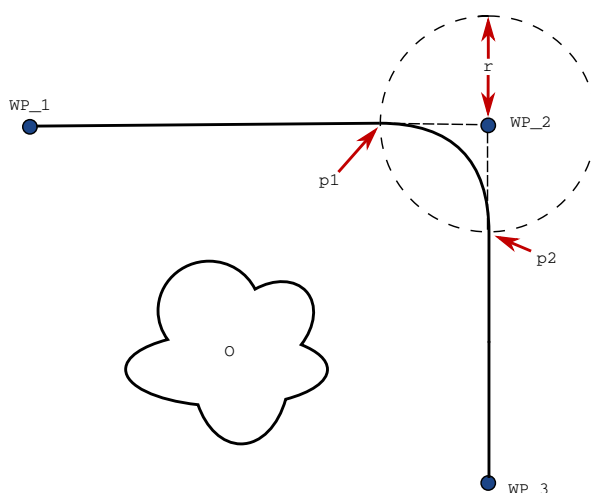


Figura 14.3: Transizione lungo WP_2 con raggio r , posizione di transizione iniziale in $p1$ e finale in $p2$. O è un ostacolo.

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.

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.

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

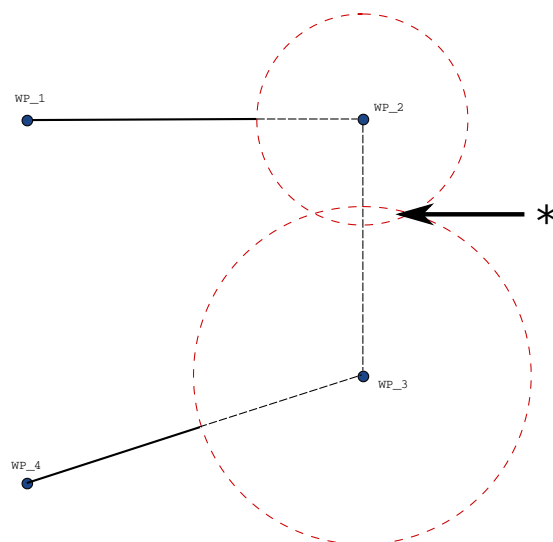


Figura 14.4: Non è consentita la sovrapposizione del raggio di transizione (*).

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

```
SpostaL
  WP_I
  WP_1 (transizione)
  WP_2 (transizione)
  se (digital_input[1]) allora
    WP_F_1
  else
    WP_F_2
```

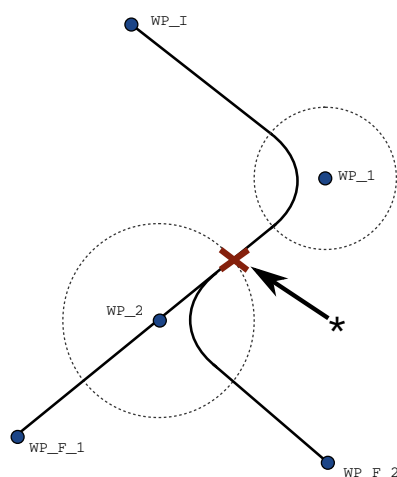


Figura 14.5: WP_I è il punto percorso iniziale ed esistono due punti percorso finali potenziali WP_F_1 e WP_F_2, in base a un'espressione condizionale. L'espressione condizionale **if** viene valutata quando il braccio robot entra nella seconda transizione (*).

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

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

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

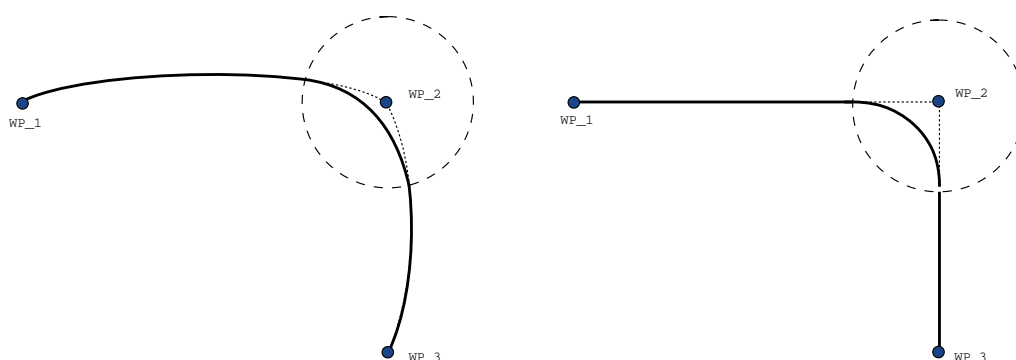


Figura 14.6: Movimento e transizione nel rapporto fra spazio dei giunti (**SpostaJ**) e cartesiano (**SpostaL**).

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.

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. se si specificano impostazioni avanzate, ovvero velocità o tempo, per un punto percorso specifico), potrebbero crearsi ampie deviazioni dalla traiettoria originale, come indicato nell'immagine 14.8. Per eseguire una transizione fra diverse velocità, se non è possibile accettare questa deviazione occorre prendere in considerazione una transizione nello spazio cartesiano utilizzando **SpostaL**.

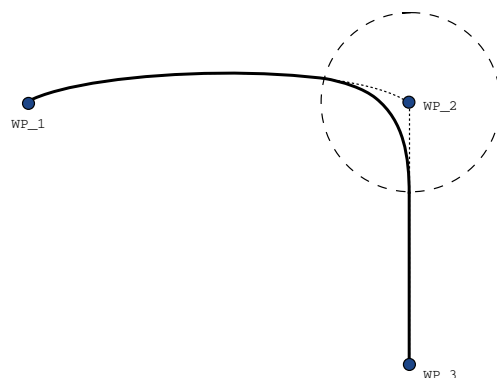


Figura 14.7: La transizione da un movimento nello spazio dei giunti (*SpostaJ*) a un movimento lineare dell'utensile (*SpostaL*).

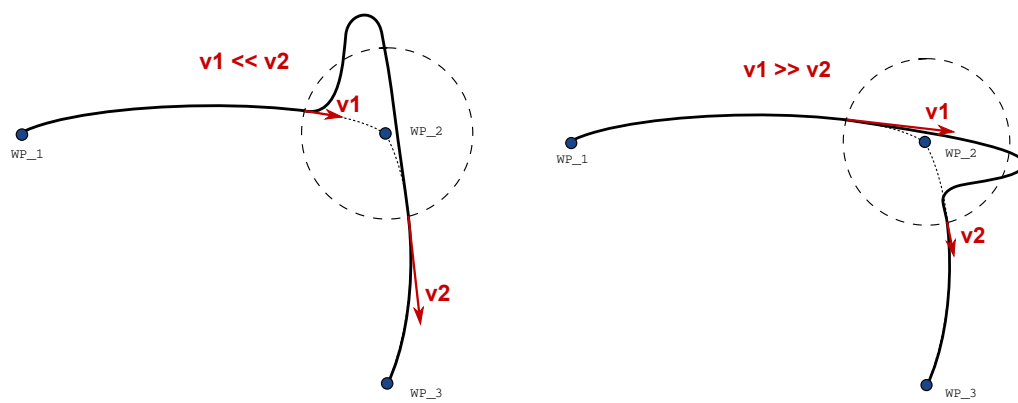


Figura 14.8: Transizione dello spazio dei giunti quando la velocità iniziale v_1 è significativamente inferiore a quella finale v_2 (o il contrario).

14.7 Comando: Punto percorso relativo

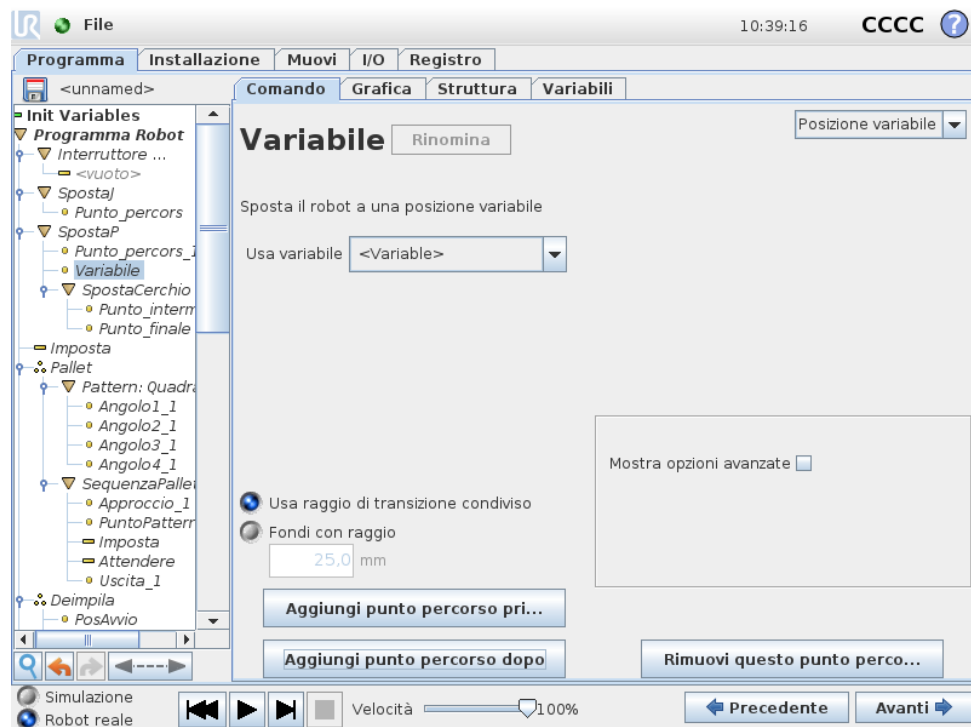


Un punto percorso con la posizione definita in relazione a quella precedente del braccio robot, ad esempio “due centimetri a sinistra”. La posizione relativa è definita come differenza tra due determinate posizioni (sinistra a destra).

Nota bene: 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 TCP nelle due posizioni. L'angolo indica il grado di variazione dell'orientamento del TCP 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 transizione viene impostato su un punto percorso fisso e i punti percorso precedenti e successivi sono variabili, o se il raggio di transizione viene impostato su un punto percorso variabile, il controllo della sovrapposizione del raggio di 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:

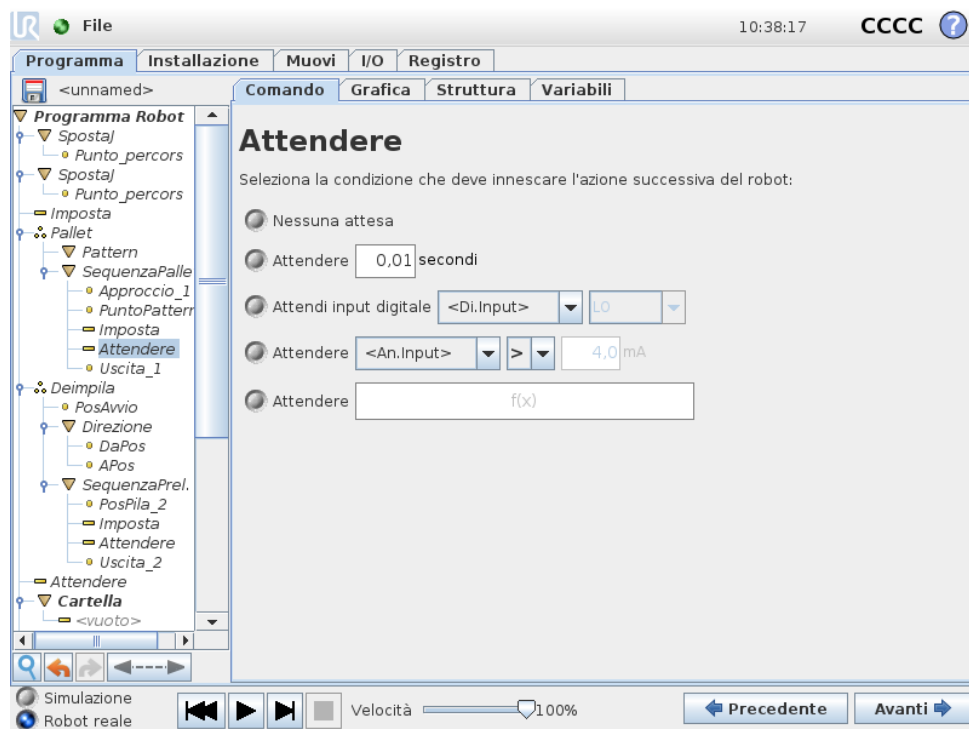
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
SpostaL
```

```
  Punto percorso_1 (posizione variabile):
```

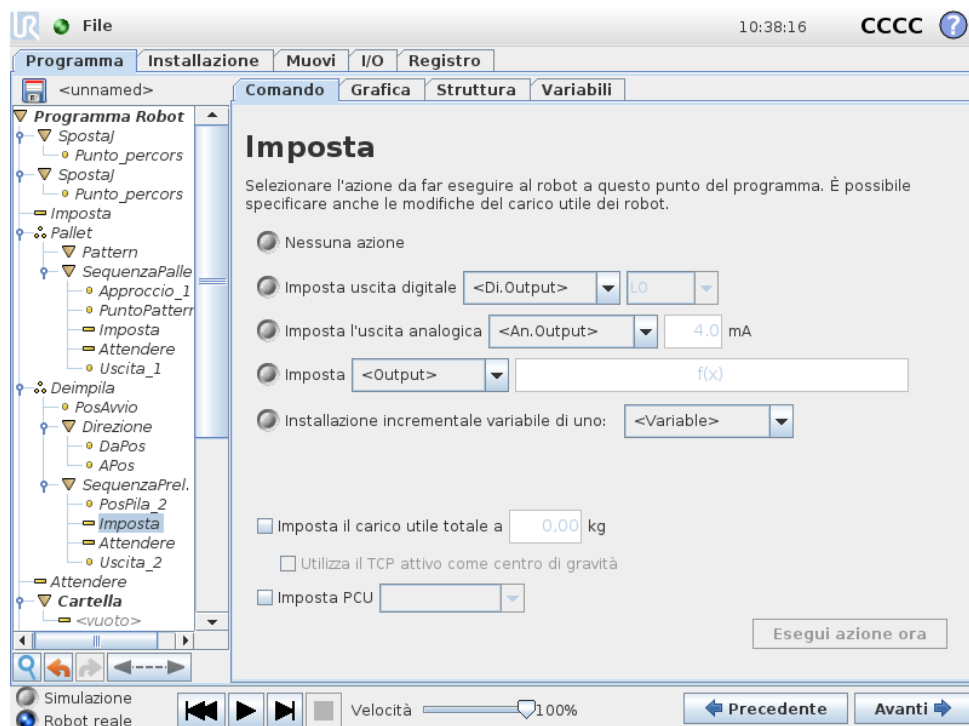
```
    Usare la variabile=var_1, Funzione=utensile
```

14.9 Comando: Attendere



Attesa sospende il segnale I/O, o espressione, per un determinato periodo di tempo. Se si seleziona **Non attesa**, non succede nulla.

14.10 Comando: Imposta

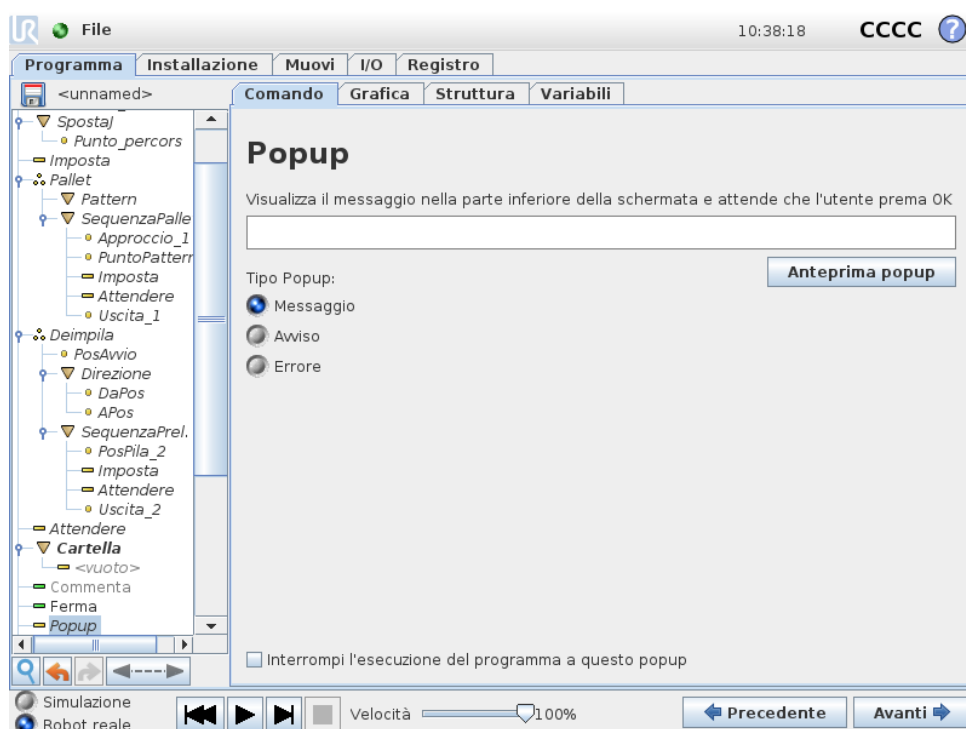


Imposta le uscite digitali o analogiche su un dato valore.

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.

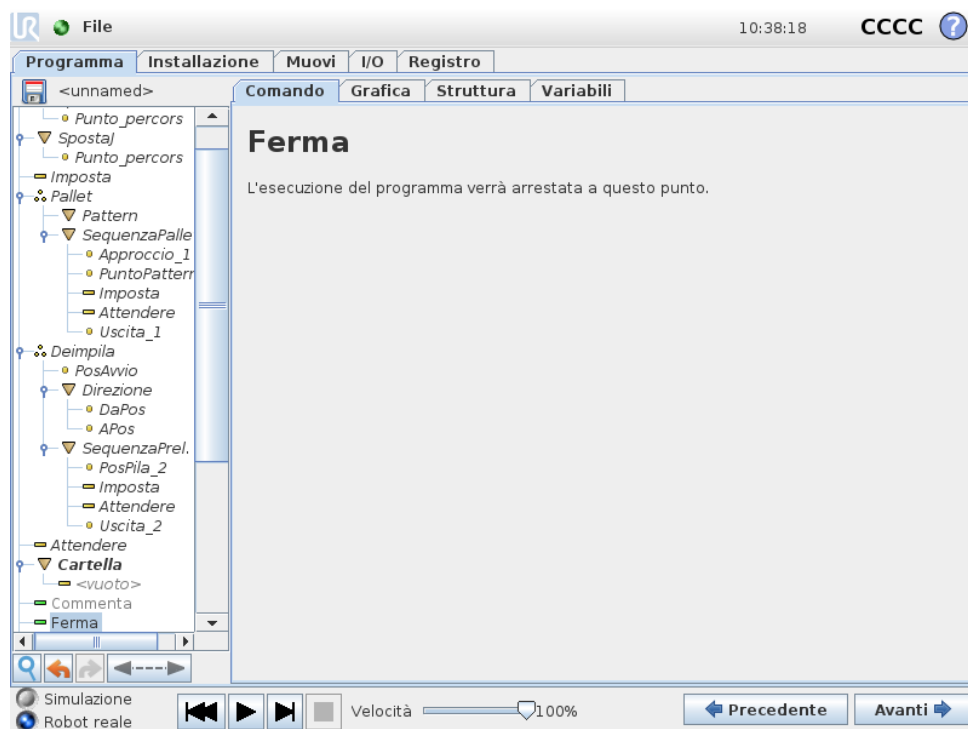
È inoltre possibile modificare il TCP attivo usando il comando **imposta**. Spuntare la casella di selezione e selezionare uno degli offset del PCU dal menu. Se il TCP attivo di un movimento specifico è noto al momento della scrittura del programma, prendere in considerazione l'utilizzo della selezione TCP sulla scheda **muovi** (vedere 14.5). Per ulteriori informazioni sulla configurazione dei TCP con nome (vedere 13.6).

14.11 Comando: Popup



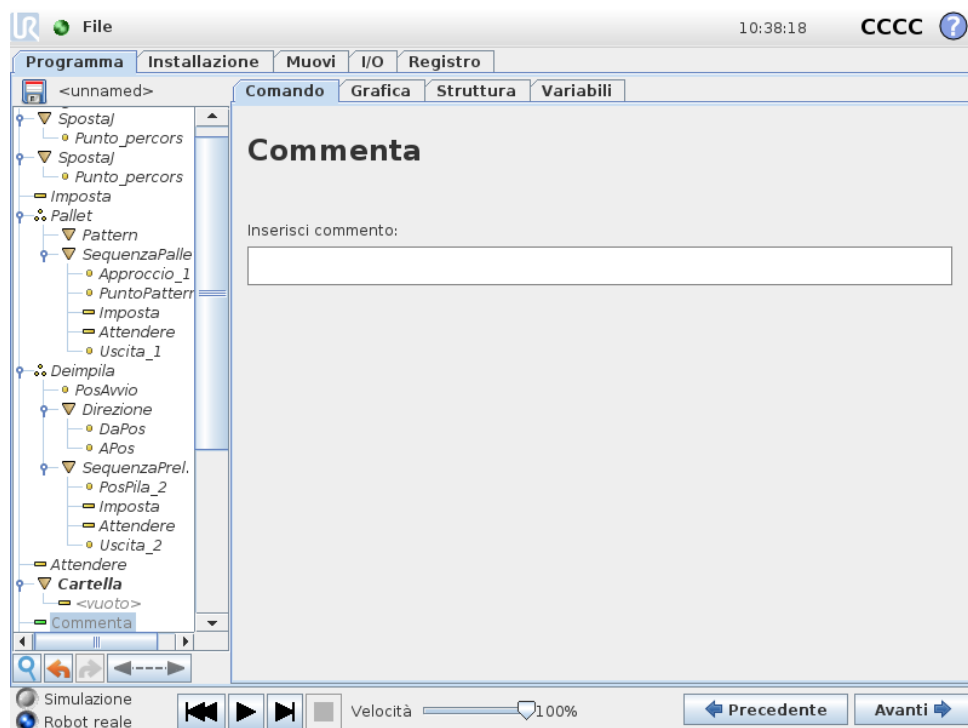
Il popup è un messaggio che appare sulla schermata quando il programma raggiunge questo comando. Lo stile del messaggio può essere selezionato e può essere immesso il testo utilizzando la tastiera su schermo. Il robot attende che l'utente/operatore prema il pulsante "OK" sotto il messaggio a comparsa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



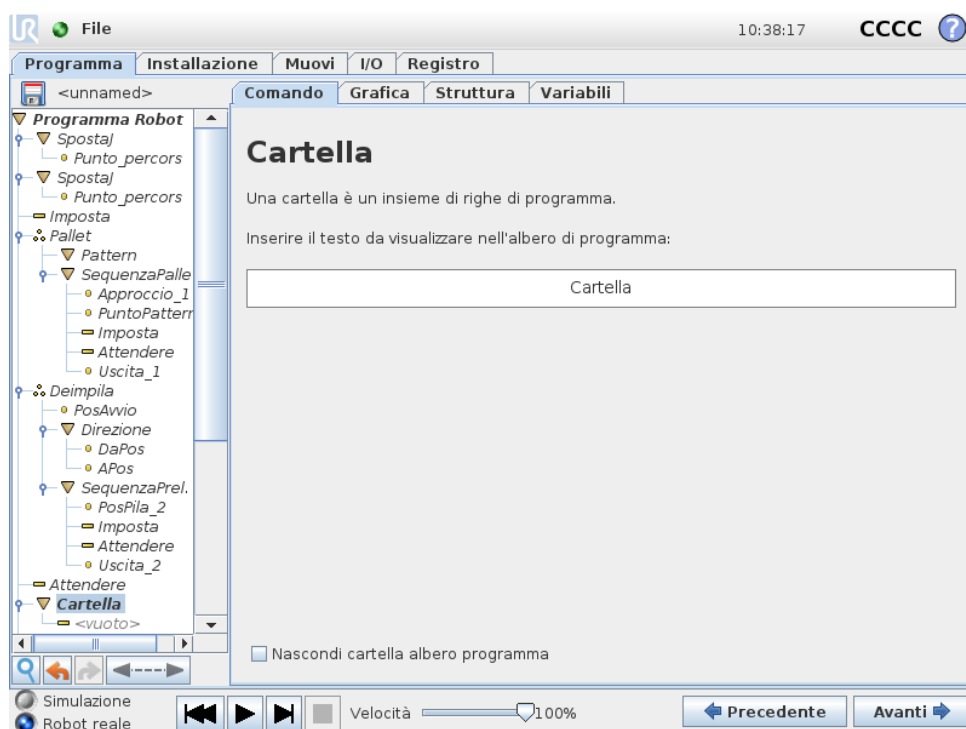
L'esecuzione del programma si ferma a questo punto.

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.

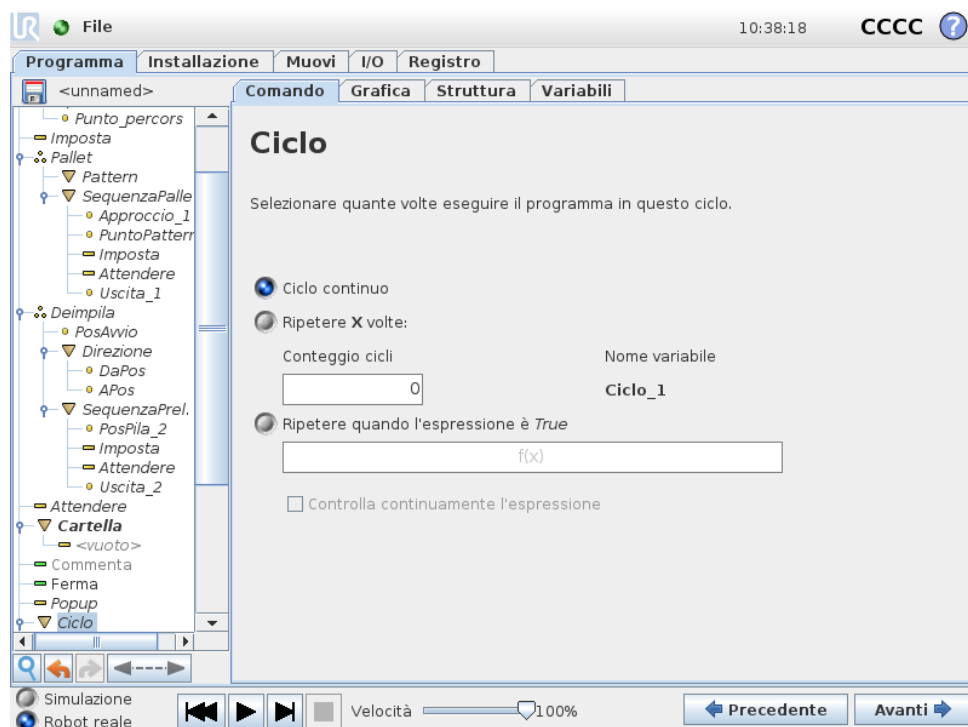
14.14 Comando: Cartella



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.

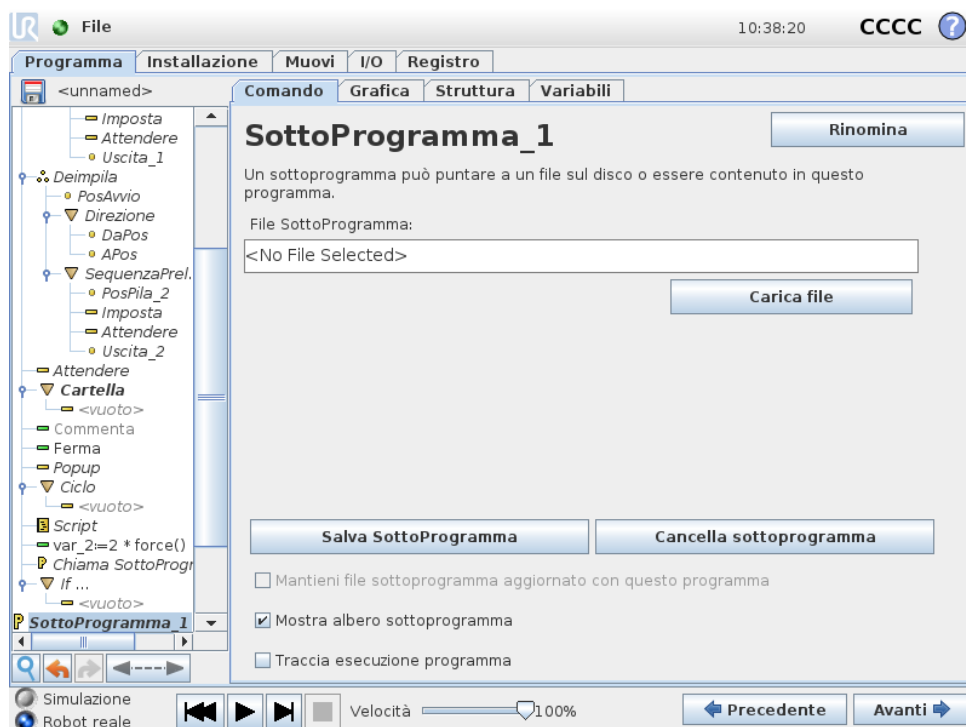
14.15 Comando: Ciclo



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 $N - 1$.

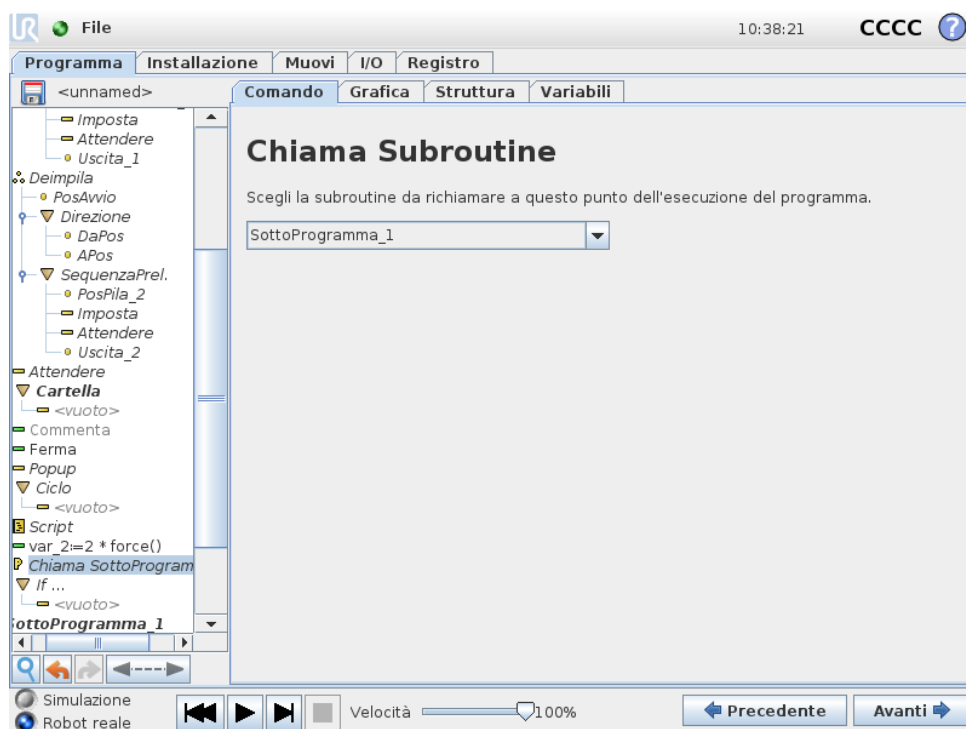
Quando si esegue un ciclo utilizzando un'espressione come condizione di fine, PolyScope consente di valutare tale espressione in continuazione, in modo da poter interrompere il "ciclo" in qualsiasi momento durante l'esecuzione e non solo dopo ciascuna iterazione.

14.16 Comando: SottoProgramma



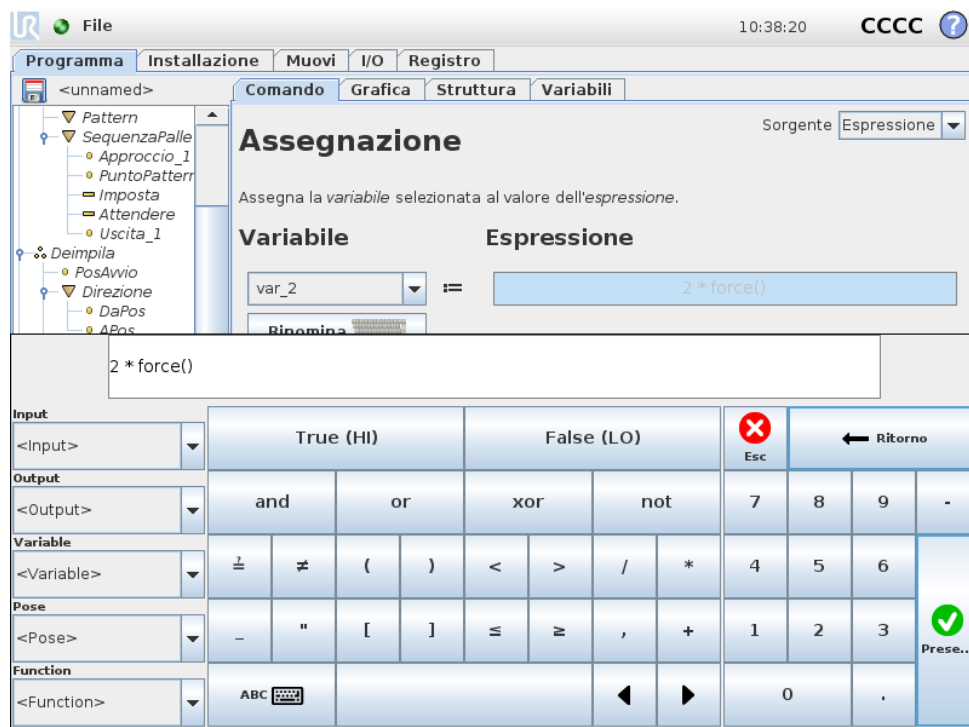
Un SottoProgramma può contenere parti del programma che sono necessarie in vari punti. Un SottoProgramma può essere un file separato sul disco, e può essere anche nascosto per proteggere da modifiche accidentali del SottoProgramma.

Comando: Richiama SottoProgramma



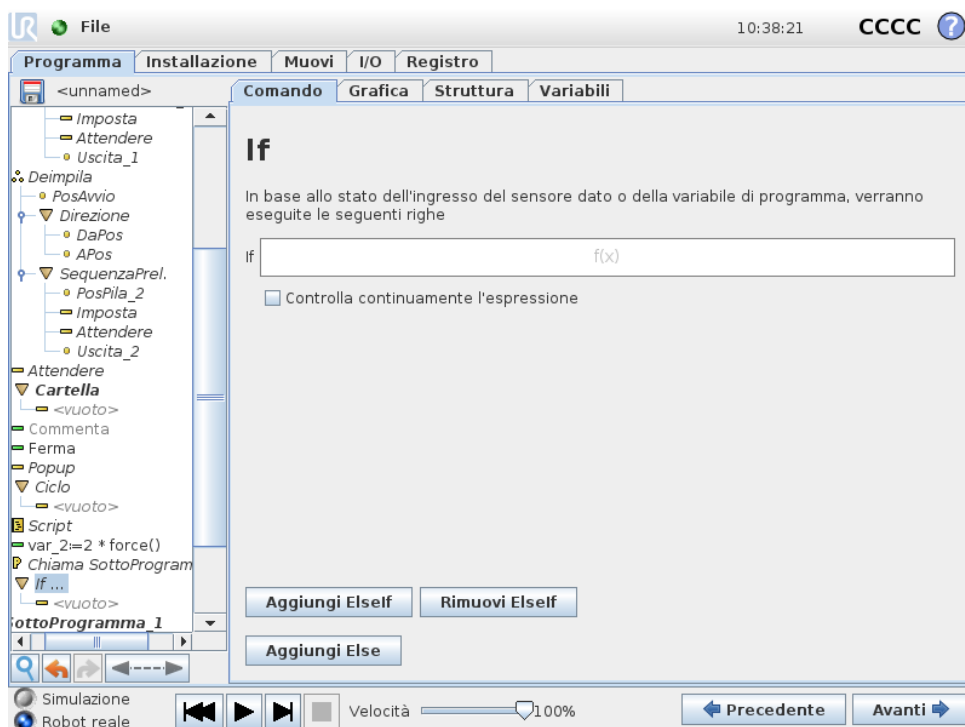
Una chiamata a un sottoprogramma eseguirà le righe di programma nel sottoprogramma e quindi ritornerà alla riga seguente.

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

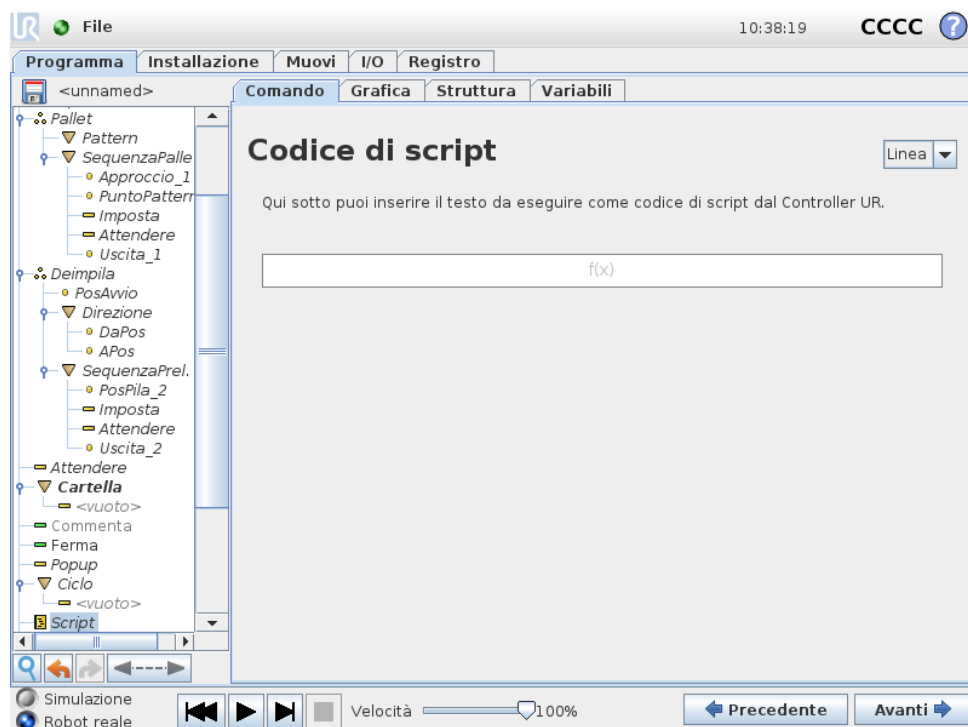


Un costrutto **if...else** può modificare il comportamento del robot in base agli ingressi sensore o ai valori variabili. Utilizzare l'**Editor espressioni** per definire la condizione in base alla quale il robot deve procedere ai sottocomandi di questo **If**. Se la condizione è valutata a **True**, 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** e **ElseIf** durante l'esecuzione delle righe contenute. Se un risultato di un'espressione viene valutato come *False* all'interno della parte **If**, si passerà all'istruzione **ElseIf** o **Else** seguente.

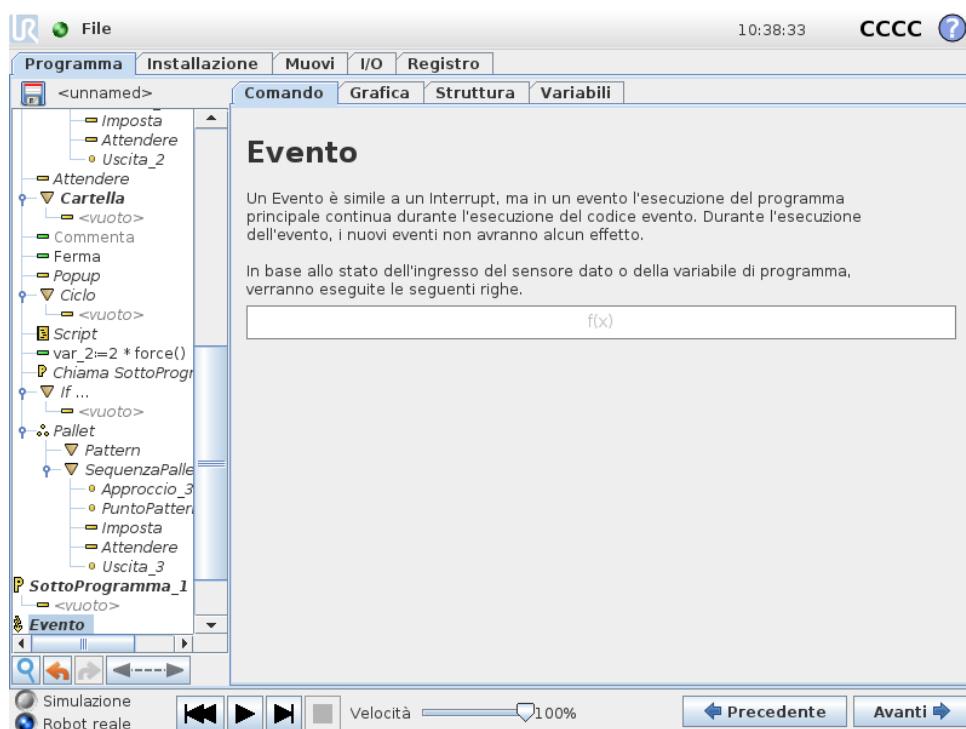
14.19 Comando: Script



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>).

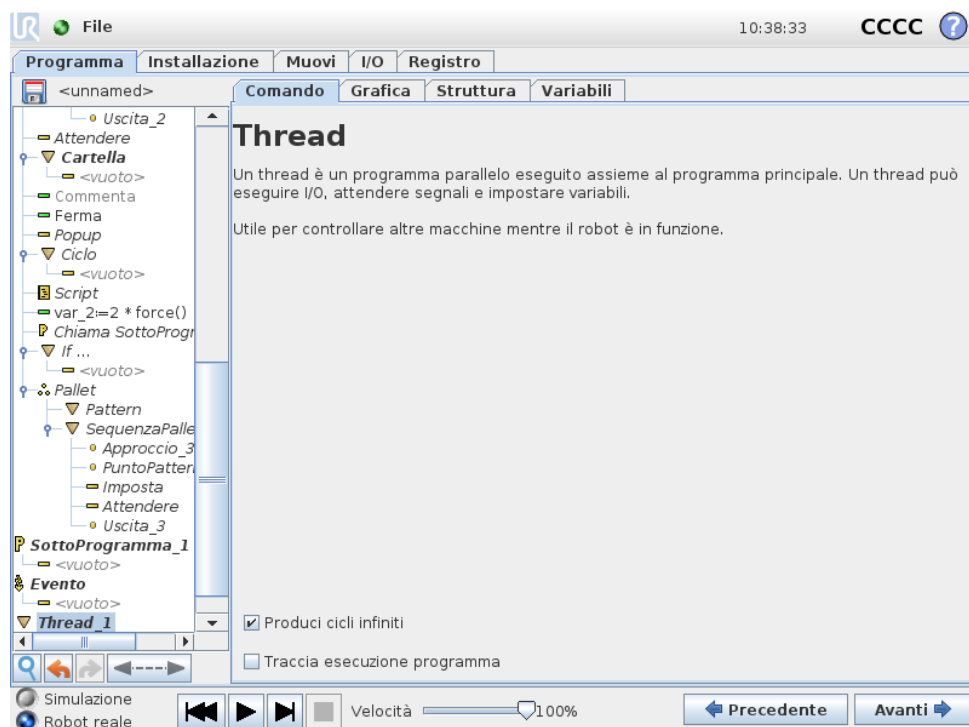
Selezionando l'opzione "File" nell'angolo in alto a sinistra è possibile creare e modificare file di programma script. In tal modo i programmi script lunghi e complessi possono essere utilizzati assieme alla programmazione semplificata PolyScope.

14.20 Comando: Evento



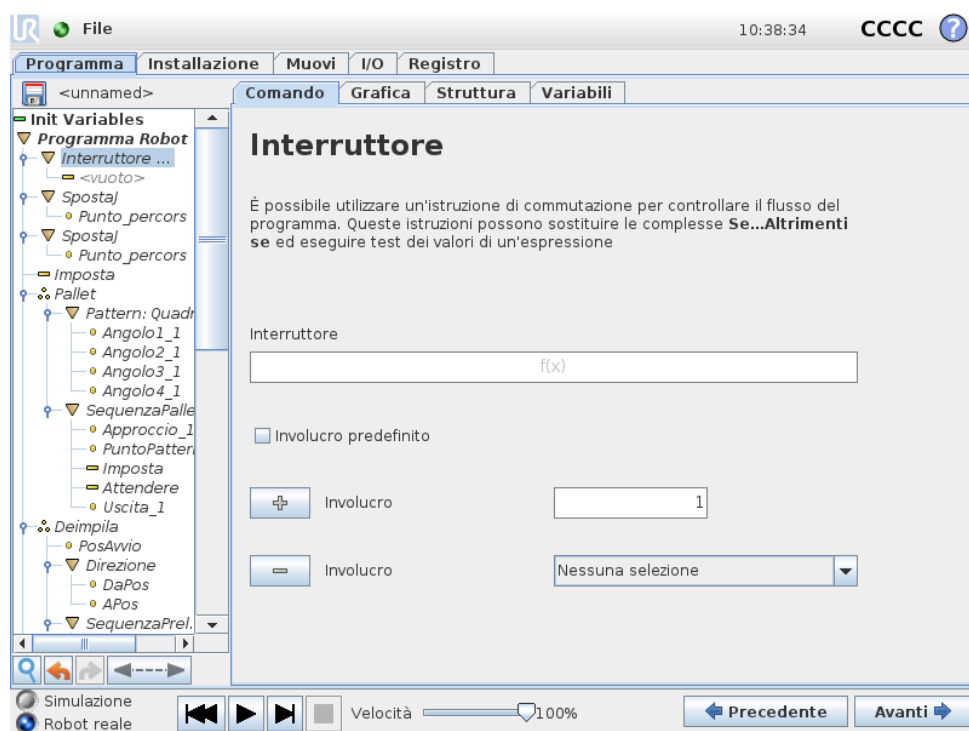
È possibile utilizzare un evento per monitorare un segnale di ingresso ed eseguire un'azione, oppure per impostare una variabile quando aumenta il livello di tale segnale di ingresso. Ad esempio, se un segnale di uscita aumenta di livello, il programma dell'evento può attendere 200 ms e riportarlo a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

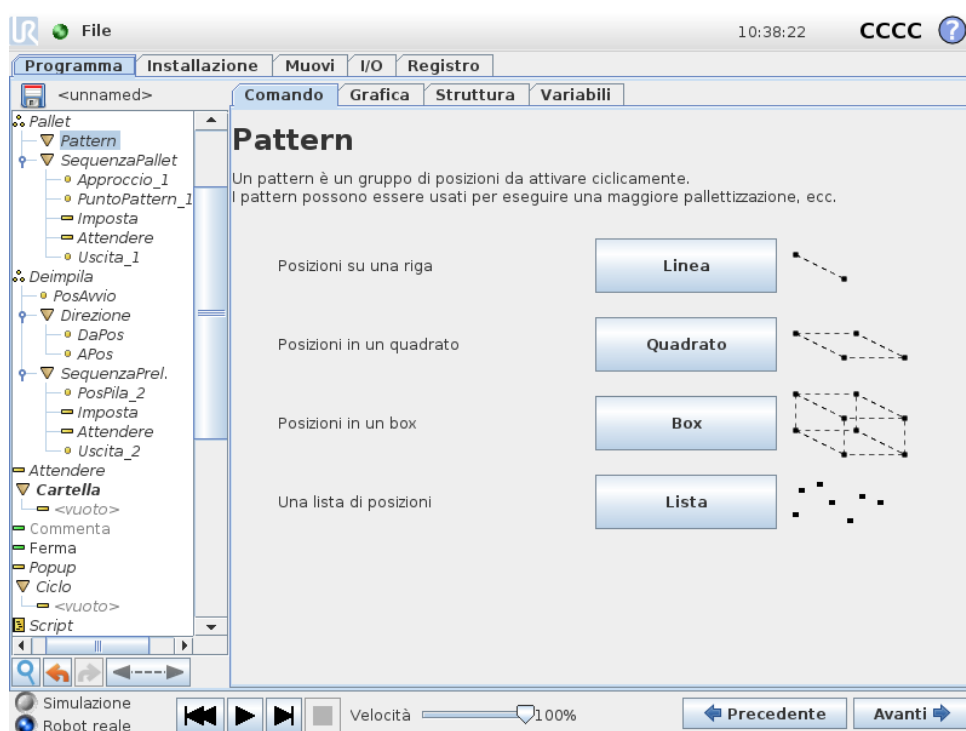
14.22 Comando: Switch



Un costrutto **Caso switch** può modificare il comportamento del robot in base agli ingressi sensore o a valori variabili. Utilizzare l'**Editor espressioni** per descrivere la condizione di base e definire i casi in cui il robot deve passare ai sottocomandi di questo 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 avere svariati Casi e un Caso predefinito. 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 eseguire la sequenza delle posizioni nel programma del robot. Il comando **Pattern** corrisponde a una posizione ad ogni esecuzione.

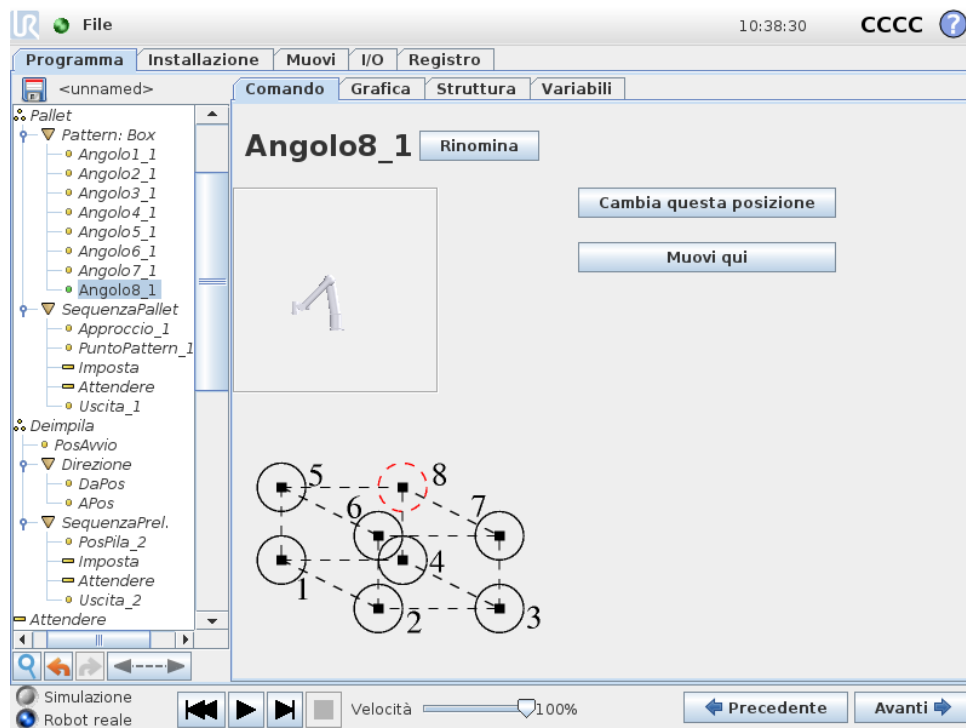
Un pattern può essere dato come pattern di quattro diversi tipi. I primi tre, **Linea**, **Quadrato** o **Box** possono essere utilizzati per le posizioni in una sequenza regolare. I pattern regolari sono definiti da un numero di punti caratteristici in cui i punti definiscono i bordi del pattern. Per **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 una sequenza regolare, è possibile selezionare l'opzione **Elenco**, 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.



Una sequenza **Box** utilizza tre vettori per definire il lato della cassa. 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.

Le sequenze **Linea** e **Quadrato** funzionano in modo simile.

È utilizzata una variabile del contatore mentre attraversa le posizioni del pattern. Il nome della variabile è visibile 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

Nello spazio di lavoro del robot, la **Modalità forza** tiene in considerazione conformità e forza su assi selezionabili. Tutti i movimenti del braccio robot sotto un comando **Forza** sono in **modalità Forza**. Quando il braccio robot si muove in **Modalità forza**, è possibile selezionare uno o più assi su cui il braccio robot è conforme. Il braccio robot rimane conforme all'ambiente lungo gli assi di conformità.

Ciò significa che il braccio robot regolerà automaticamente la propria posizione per sviluppare 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 la posizione reale del TCP lungo un asse predefinito, ma è necessaria una determinata forza lungo quell'asse. Ad esempio, quando il TCP del robot rotola su una superficie curva, spinge o tira un pezzo. La **Modalità forza** supporta anche l'applicazione di determinate coppie attorno ad assi predefiniti.

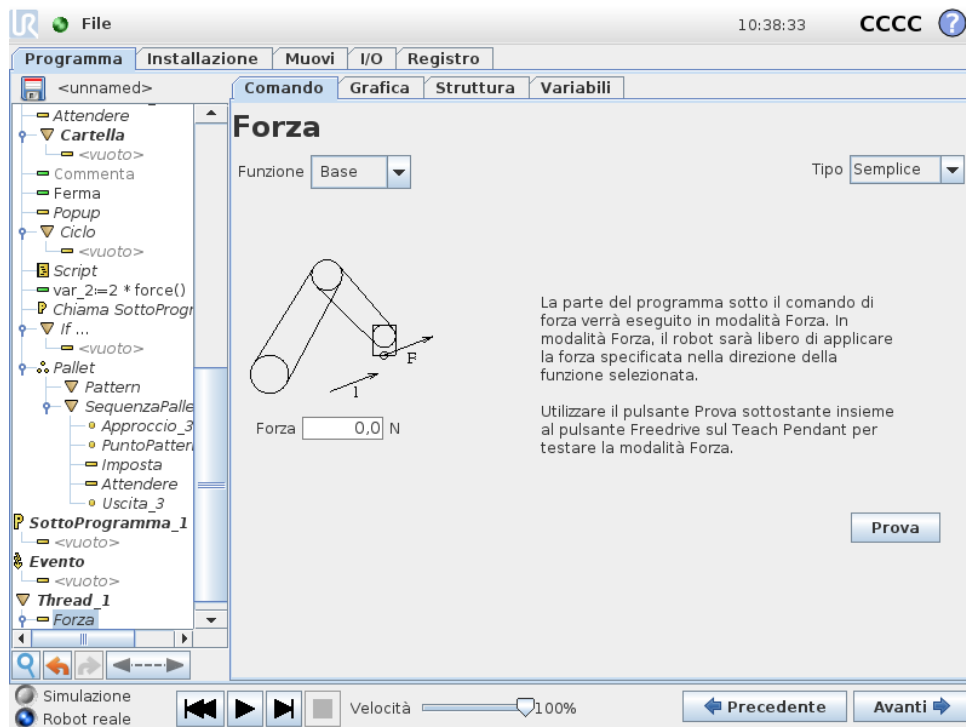
Nota bene: in assenza di ostacoli su un asse su cui è impostata una forza diversa da zero, il braccio robot tenderà ad accelerare lungo quell'asse.

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



AVVISO:

1. Evitare decelerazioni brusche subito prima di passare alla Modalità forza.
2. Evitare accelerazioni brusche in Modalità forza, poiché la precisione di gestione della forza si riduce.
3. Evitare movimenti paralleli agli assi conformi prima di passare alla Modalità forza.



Selezione delle funzioni

Il **menu Funzione** si utilizza per selezionare il sistema di coordinate (assi) che il robot utilizzerà quando la Modalità forza è attiva. Le funzioni nel 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 applicata lungo l'asse Z della funzione selezionata. Tuttavia, per le funzioni Linea, ciò avviene lungo il loro asse Y.
- **Struttura:** Il tipo Sistema consente un utilizzo più avanzato. In questo caso, la conformità e le forze esercitate in tutti i sei gradi di libertà possono essere selezionate in modo indipendente.
- **Punto:** Selezionando Punto, nel sistema dell'attività l'asse Y punta dal centro utensile del robot all'origine della funzione selezionata. La distanza tra il centro utensile del robot e l'origine della funzione selezionata deve essere di almeno 10 mm. Si noti che il sistema dell'attività cambierà durante l'esecuzione insieme alla posizione del centro utensile del robot. Gli assi X e Z del sistema dell'attività dipendono dall'orientamento originale della funzione selezionata.
- **Movimento:** Il movimento indica che il sistema dell'attività cambierà insieme alla direzione del movimento del centro utensile. L'asse X del sistema dell'attività sarà la proiezione della direzione del movimento del centro utensile sul piano che comprende gli assi X e Y della funzione selezionata. L'asse Y sarà perpendicolare al movimento del braccio robot e nel piano X-Y della funzione selezionata. Ciò può essere utile in caso di sbavatura lungo un percorso complesso, in cui è necessaria una forza perpendicolare al movimento del TCP. Nota bene: quando il braccio robot è fermo: 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 è possibile visualizzare la struttura reale dell'attività durante l'esecuzione (vedere 14.29), quando il robot funziona in modalità Forza.

Selezione del valore della forza

- Il valore di forza o coppia su assi conformi si può impostare e il braccio robot modifica la posizione per sviluppare la forza selezionata.
- Per gli assi non conformi, il braccio robot seguirà la traiettoria definita dal programma.

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

**NOTA:**

Eseguire le seguenti operazioni:

- Usare la funzione dello script `get_tcp_force()` in un paragrafo separato, per rilevare la forza e la coppia effettive.
- Correggere il vettore chiave, se la forza e/o coppia effettiva è inferiore a quella richiesta.

Selezione dei limiti

È possibile definire un limite per tutti gli assi, ma questi ultimi hanno un significato differente corrispondente agli assi quando sono conformi o 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].

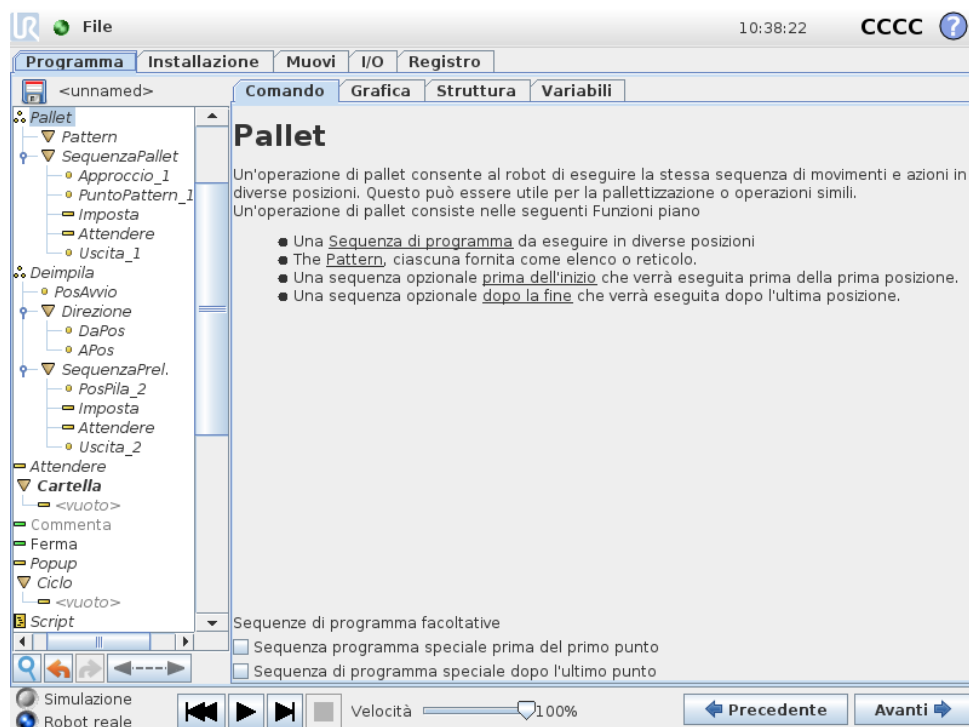
Impostazioni della forza di prova

Il pulsante on/off, marcato come **Prova**, modifica il comportamento del pulsante **Freedrive** sul dorso del Teach Pendant dalla modalità Freedrive normale alla verifica del comando di forza.

Quando il **pulsante Prova** è attivo e il pulsante **Freedrive** sul dorso del Teach Pendant è premuto, il braccio robot funzionerà come se il programma avesse raggiunto questo comando di forza, quindi le impostazioni possono essere verificate prima di eseguire il programma completo. In particolare, questa possibilità è utile per verificare che gli assi conformi e le forze siano stati selezionati correttamente. Afferrare il TCP del robot con una mano, premere il pulsante **Freedrive** con l'altra e osservare le direzioni in cui il braccio robot può/non può essere mosso. Dopo essere usciti da questa schermata, il pulsante Prova si disattiva automaticamente, pertanto il pulsante **Freedrive** sul dorso del telecomando si può utilizzare di nuovo per la modalità **Freedrive** normale.

Nota: il pulsante **Freedrive** produce un effetto 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 una serie di punti forniti come sequenza, (vedere 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 relative.

Sequenza pallet/Sequenza ancorabile

In un nodo **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 dalla sequenza nella **Posizione di ancoraggio/Punto pattern**. Le posizioni rimanenti saranno tutte spostate in modo che ciò avvenga.

Non utilizzare il comando **Muovi** in una sequenza, poiché non sarà relativo alla posizione di ancoraggio.

“PrimaAvvio”

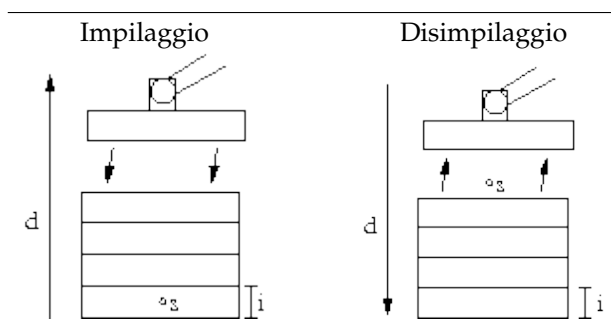
La sequenza opzionale **PrimaAvvio** viene eseguita subito prima che inizi l'operazione. Può essere utilizzata per attendere i segnali di pronto.

“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.

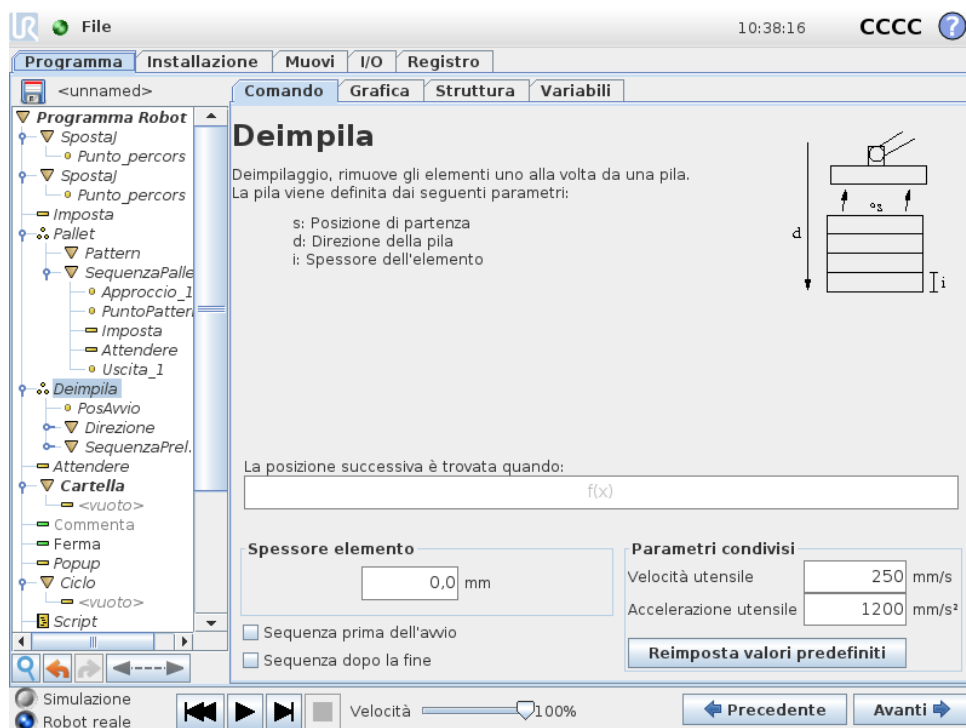
Occorre inoltre definire la condizione del momento in cui sarà raggiunta la successiva posizione della pila, e una sequenza di programma speciale che sarà eseguita in ciascuna delle posizioni della pila. Anche la velocità e le accelerazioni devono essere date in relazione al movimento che l'operazione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

Impilaggio



Durante l'impilaggio, il braccio robot si porta in posizione di partenza e si muove in direzione *opposta* per ricercare la posizione di impilaggio 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 termina quando l'altezza della pila è superiore a un certo numero definito o quando un sensore invia un segnale.

Disimpilaggio

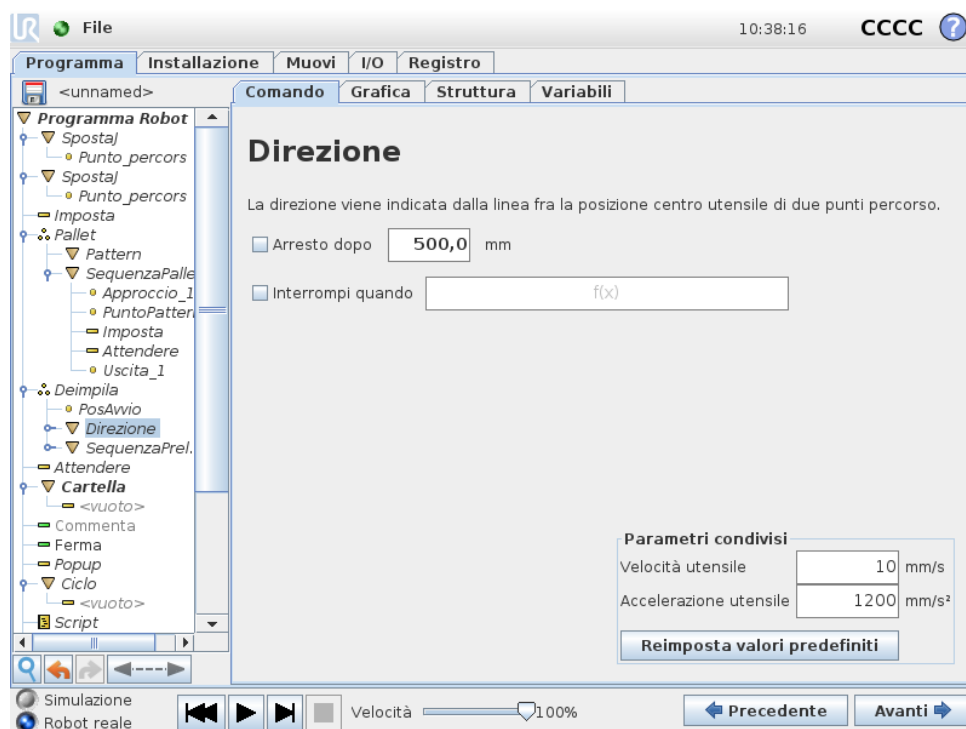


Durante il disimpilaggio, il braccio robot si porta dalla posizione di partenza nella direzione data, alla ricerca dell'articolo seguente. La condizione sullo schermo determina quando si è raggiunto l'elemento successivo. Una volta soddisfatta la condizione, il robot memorizza la posizione ed esegue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

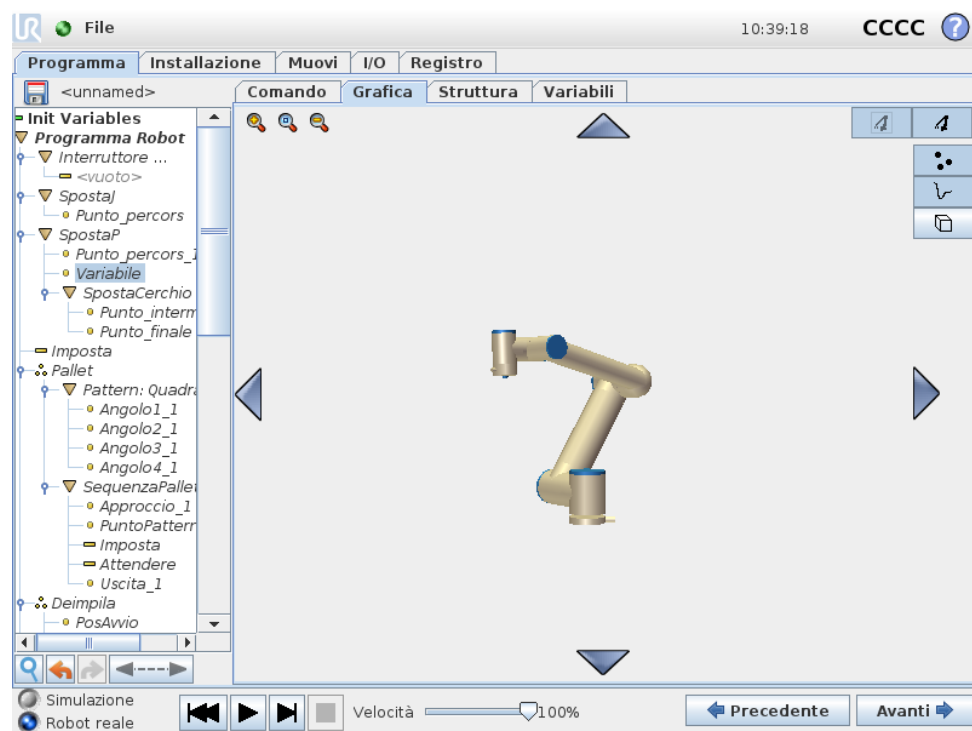
14.27 Comando: Sincronizzazione trasportatore

Se si usa un trasportatore, si può configurare il robot in modo da sincronizzarlo con il suo movimento. Quando la **sincronizzazione trasportatore** definita nell'installazione è configurata correttamente, il robot adatterà i propri movimenti in modo da seguire il trasportatore. Il nodo programma **sincronizzazione trasportatore** è disponibile dalla scheda **Procedure guidate** sotto la scheda **Struttura**. Tutti i movimenti sotto questo nodo sono consentiti durante la sincronizzazione trasportatore, ma sono vincolati al movimento del nastro trasportatore. La configurazione della **sincronizzazione trasportatore** sotto la scheda **Installazione** (vedere sezione 13.13) fornisce opzioni per la configurazione del robot per operazioni con encoder assoluti e incrementali, oltre a trasportatori circolari e lineari.

14.28 Comando: Sopprimi

Le righe di programma sopprresse 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 TCP è rappresentato in una vista tridimensionale, con i segmenti di movimento in nero e i segmenti di transizione (transizioni fra segmenti di movimento) 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 braccio robot intende raggiungere il punto percorso selezionato sul lato sinistro della schermata.

Se la posizione attuale del TCP del robot si avvicina a un piano di sicurezza o di attivazione, o l'orientamento dell'utensile robot è vicino al limite di orientamento utensile (vedere 10.12), appare un'indicazione tridimensionale del limite approssimato.

Nota bene: quando il robot sta eseguendo un programma, la visualizzazione dei limiti 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 attivazione sono rappresentati in blu e verde con una freccetta che indica il lato del piano dove sono attivi i limiti della 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 sulla schermata possono disabilitare i vari componenti grafici nella vista tridimensionale. 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**, il display mostra le ~ 10 fasi successive di movimento.

14.30 Scheda struttura



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

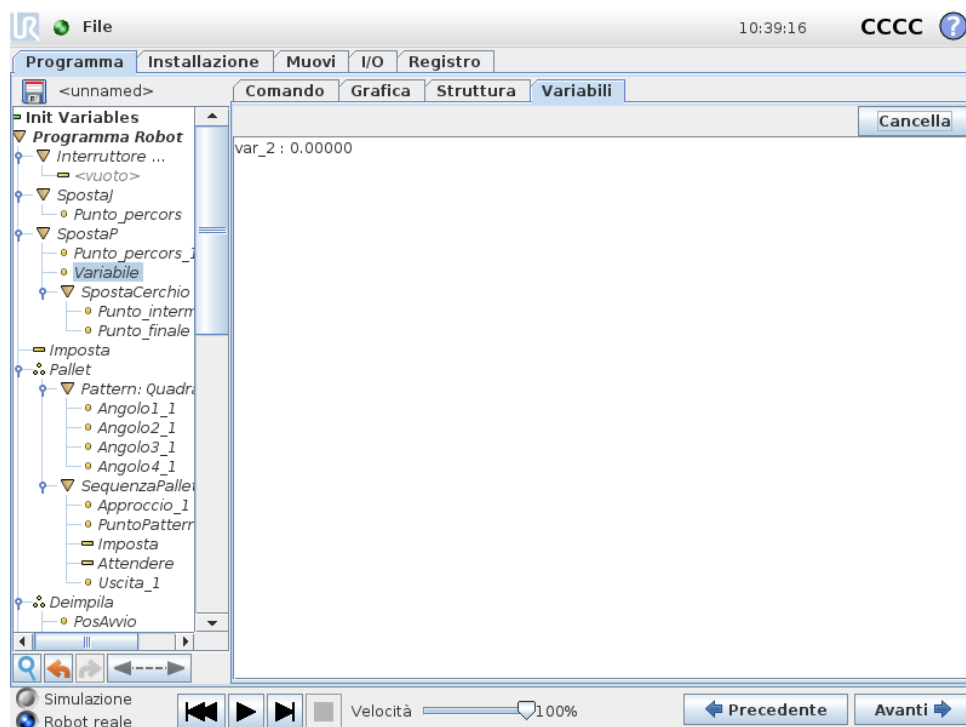
Per inserire comandi nuovi, eseguire i seguenti passaggi:

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

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

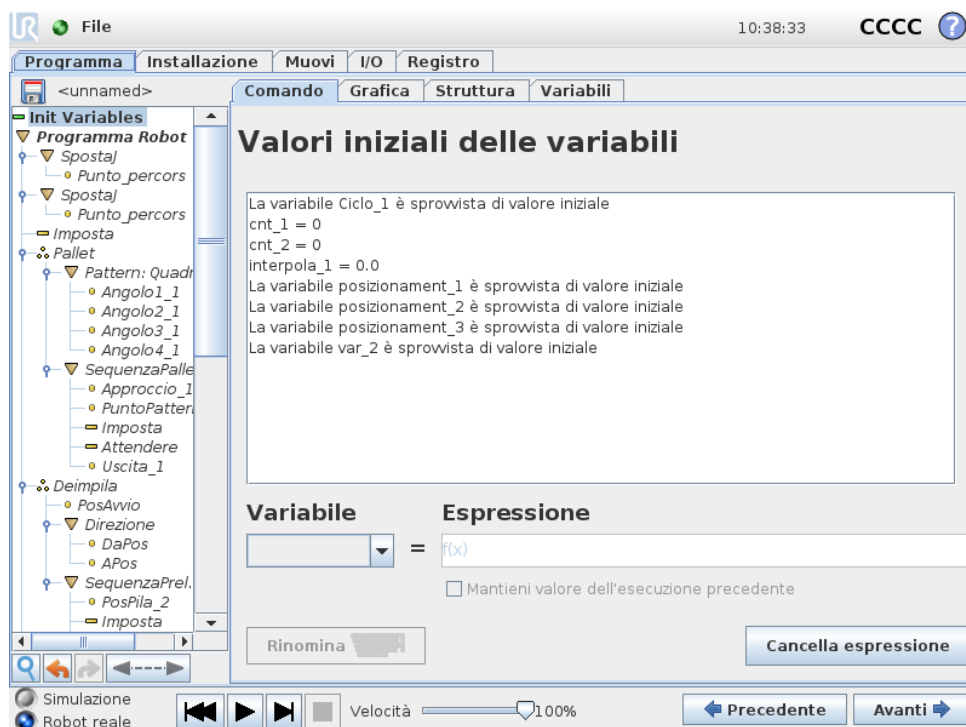
Non tutti i comandi rientrano in tutti i punti di un programma. I punti percorso devono trovarsi sotto un comando **Muovi** (anche non direttamente sottostanti). I comandi **ElseIf** ed **Else** devono seguire un comando **If**. In generale, lo spostamento dei comandi **ElseIf** può creare problemi.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

14.31 Scheda variabili



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

14.32 Comando: Inizializzazione variabili



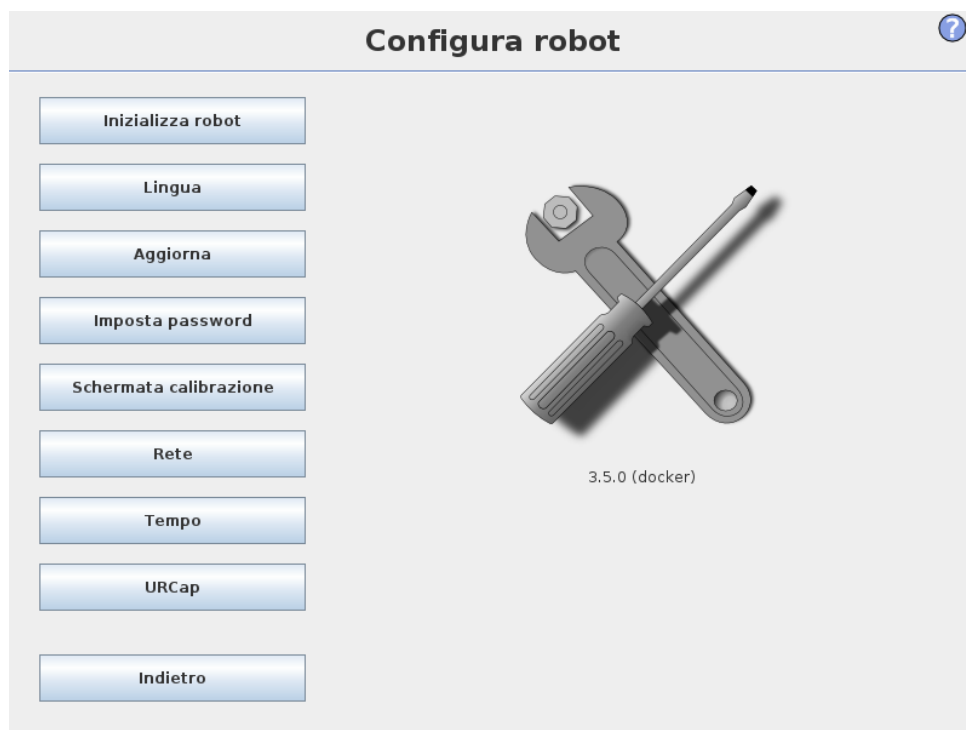
Questa schermata consente di impostare valori variabili prima che il programma (ed eventuali thread) inizi l'esecuzione.

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

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

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

15 Schermata impostazioni



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

15.1 Lingua e unità di misura



Su questa schermata si possono selezionare la lingua, le unità di misura e la lingua della tastiera 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.

La lingua della tastiera selezionata viene utilizzata in tutte le tastiere a comparsa in PolyScope.

15.2 Aggiorna robot



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



AVVISO:

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

15.3 Imposta password



The screenshot shows the 'Configura robot' (Configure robot) interface. On the left is a vertical menu with buttons: 'Inizializza robot', 'Lingua', 'Aggiorna', 'Imposta password' (highlighted), 'Schermata calibrazione', 'Rete', 'Tempo', 'URCap', and 'Indietro'. The main area is divided into two sections. The top section, 'Password di sistema', has a 'Nuova password' field, a 'Conferma la nuova password' field, and an 'Applica' button. The bottom section, 'Password di sicurezza', has a 'Password attuale' field, a 'Nuova password' field, a 'Conferma la nuova password' field, and an 'Applica' button. A help icon (?) is in the top right corner.

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:

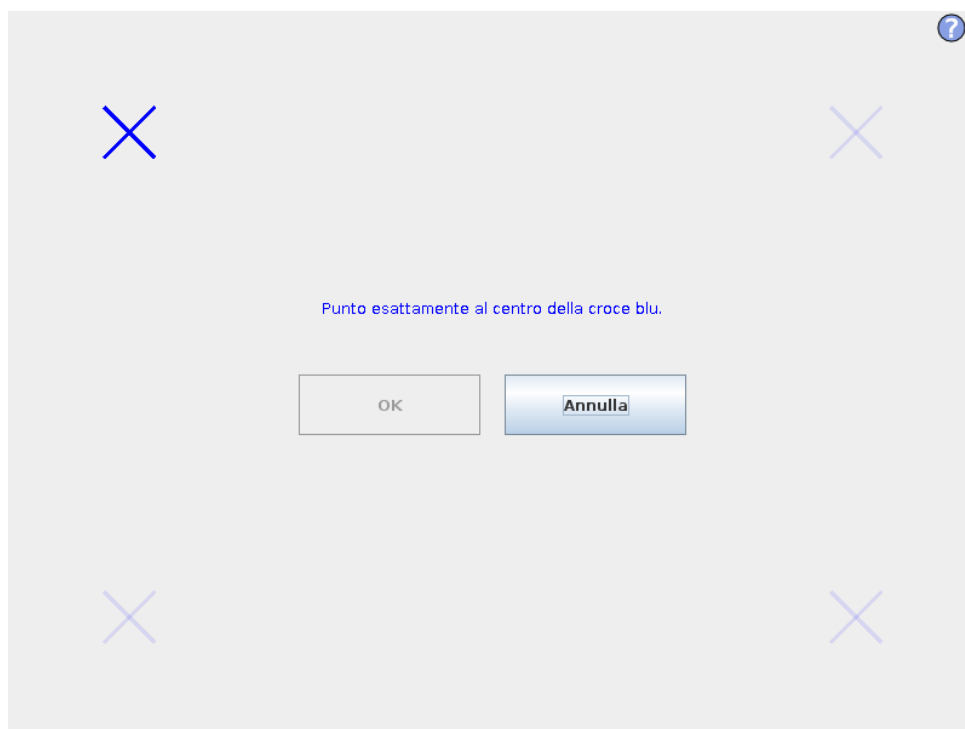
Per poter modificare la configurazione di sicurezza, si deve inserire la password di sicurezza.



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



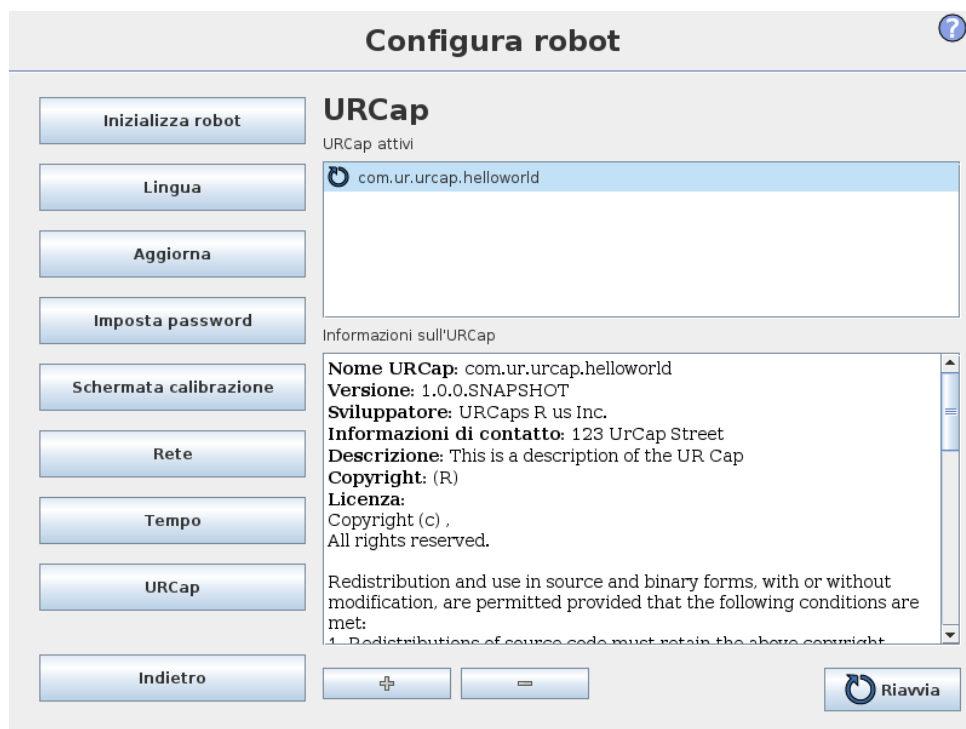
Pannello per impostazione rete Ethernet. Un collegamento Ethernet non è necessario per le funzioni di base del robot, ed è disabilitato per impostazione predefinita.

15.6 Imposta ora

The screenshot shows the 'Configura robot' (Configure robot) window. On the left is a vertical menu with buttons: 'Inizializza robot', 'Lingua', 'Aggiorna', 'Imposta password', 'Schermata calibrazione', 'Rete', 'Tempo', 'URCap', and 'Indietro'. The main area is titled 'Configura robot' and contains two sections: 'Imposta ora' and 'Imposta data'.
 In the 'Imposta ora' section, there are radio buttons for 'Formato ora': '24 ore' (selected) and '12 ore'. To the right, a digital clock displays '10 : 38 : 00' with '+' and '-' buttons for each digit to adjust the time.
 In the 'Imposta data' section, there is a text field showing '12 dicembre 2017'. Below it, radio buttons for 'Formato data': '12 dicembre 2017' (selected), '12-dic-2017', and '12/12/17'.
 At the bottom right, a message states: 'Riavviare PolyScope perché le nuove impostazioni abbiano effetto' (Restart PolyScope for the new settings to take effect), with a 'Riavvia' (Restart) 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*. Toccandolo 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:

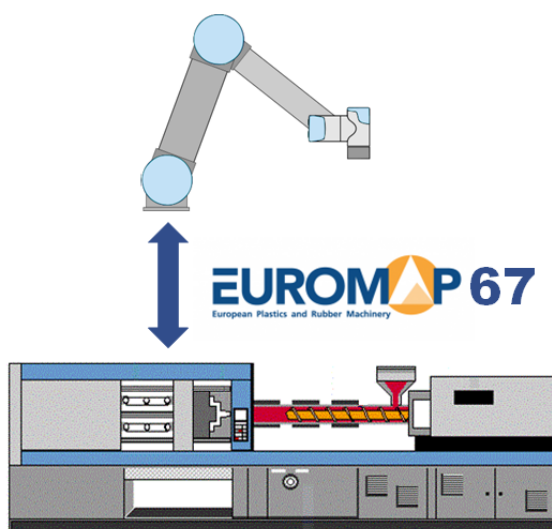
-  *URCap ok*: *URCap* installato e normalmente in funzione.
-  *Errore URCap*: *URCap* installato ma non avviabile. Contattare lo sviluppatore dell'*URCap*.
-  *Necessario riavvio dell'URCap*: *URCap* appena installato che richiede un riavvio.

Parte III

Interfaccia EUROMAP 67

16 Introduzione

Il presente manuale è rivolto all'integratore. Contiene importanti informazioni relative all'integrazione, alla programmazione, alla comprensione e all'individuazione dei malfunzionamenti.



Di seguito sono spiegate le abbreviazioni utilizzate nel presente documento.

Abbreviazione	Significato
UR	Universal Robots
CB	Unità di controllo
IMM	Macchina per lo stampaggio ad iniezione
MAF	Area di formatura libera
A, B, C, ZA, ZB e ZC	Segnali interni al cavo EUROMAP 67



NOTA:

EUROMAP 67 è supportato solo sulle unità di controllo prodotte dopo settembre 2014.


PERICOLO:

Alcuni segnali di una IMM possono raggiungere i 250 V. Non collegare una IMM all'interfaccia EUROMAP 67, se non correttamente installata in un'unità di controllo completa di tutti i collegamenti di messa a terra obbligatori.


PERICOLO:

1. Accertarsi di installare una barriera ottica (dispositivo di sicurezza) tra il robot e l'IMM in modo tale che l'IMM non possa chiudere lo stampo mentre il robot si trova all'interno. Il mancato rispetto di tale raccomandazione può causare danni al robot e allo stampo.
2. Leggere per intero e comprendere questo manuale prima di provare ad utilizzare l'interfaccia euromap 67.

16.1 Standard EUROMAP 67

Lo standard EUROMAP 67 può essere scaricato gratuitamente da www.euromap.org. Il modulo EUROMAP 67 UR soddisfa tutti i requisiti in questo standard quando è acceso. Quando viene spento, lo standard EUROMAP 67 prescrive che tutti i segnali relativi alla sicurezza devono essere attivi. Questo fatto può creare situazioni di pericolo e contraddice le specifiche relative alla sicurezza prescritte negli standard ISO 13849-1 e EN ISO 13849-1. Pertanto, il modulo EUROMAP 67 UR interrompe i segnali di arresto di emergenza, i segnali MAF e tutti i segnali di I/O quando l'unità di controllo è spenta.

Sono supportati tutti i segnali opzionali, i segnali dipendenti dal costruttore e quelli di I/O riservati. È anche possibile l'interfacciamento in base allo standard EUROMAP 67.1.

16.2 Nota legale

L'interfaccia è costruita con gli stessi componenti e principi e sotto gli stessi requisiti di collaudo dell'unità di controllo e può essere acquistata solo congiuntamente all'unità di controllo. L'interfaccia EUROMAP 67, pertanto, è coperta dalla Dichiarazione di incorporazione, disponibile nel Manuale di installazione hardware.

**PERICOLO:**

1. Una IMM è una macchina estremamente pericolosa. Leggere e comprendere il manuale della IMM. La mancata integrazione in maniera sicura tra robot e IMM può causare fatalità, gravi lesioni o danni alle macchine. Universal Robots declina qualsiasi responsabilità per danni causati da una IMM (ad es. se un robot o una persona subiscono lesioni per i movimenti dello stampo).
2. Quando si modifica un'IMM si deve eseguire una nuova valutazione del rischio per l'IMM. La valutazione del rischio deve prendere in considerazione tutti i pericoli nuovi e anche riconsiderare tutti quelli esistenti, poiché potrebbero essere aumentati.
3. L'integratore è responsabile di soddisfare tutti i requisiti nazionali e locali per le IMM. Il presente manuale non sintetizza alcuno di tali requisiti.

17 Integrazione tra robot e IMM

Le seguenti sottosezioni contengono importanti informazioni per l'integratore.

17.1 Arresto di emergenza e arresto di protezione

I segnali relativi all'arresto di emergenza sono condivisi tra robot e IMM. Questo implica che un arresto di emergenza del robot arresta in emergenza anche l'IMM, e viceversa.

I segnali relativi all'arresto di protezione (dispositivi di sicurezza [ZA3-ZC3] [ZA4-ZC4]) garantiscono che il robot esegua un arresto di protezione all'apertura di un portello della IMM.



PERICOLO:

1. L'arresto della IMM quando il robot esegue un arresto di protezione **non** fa parte dello standard EUROMAP 67. Ciò significa che se l'operatore entra (camminando) nello spazio di lavoro del robot, non deve essere in grado di entrare (o sporgersi) nello spazio di lavoro dell'IMM (a meno che un dispositivo di sicurezza dell'IMM causi un arresto di sicurezza dell'IMM quando l'operatore entra (o si sporge) nello spazio di lavoro dell'IMM). Se un dispositivo di sicurezza deve provocare l'arresto di protezione sia del robot che dell'IMM, allora va collegato all'IMM.
2. Se al robot viene collegata una terza macchina attraverso l'ingresso speciale "arresto di emergenza esterno" sull'unità di controllo [EEA-EEB] e su questa viene premuto un pulsante di arresto di emergenza, **solo** il robot e **non** l'IMM eseguirà un arresto di emergenza.
3. Controllare sempre il funzionamento di tutte le funzioni relative alla sicurezza. Ricercare nel manuale i requisiti delle funzioni di sicurezza sia del robot che dell'IMM.

17.2 Collegamento di una barriera ottica MAF

Il segnale MAF [A3-C3] nel cavo EUROMAP 67 abilita il movimento dello stampo, che avviene con grande potenza. Occorre prestare attenzione per impedire la chiusura dello stampo quando il robot si trova all'interno della macchina.

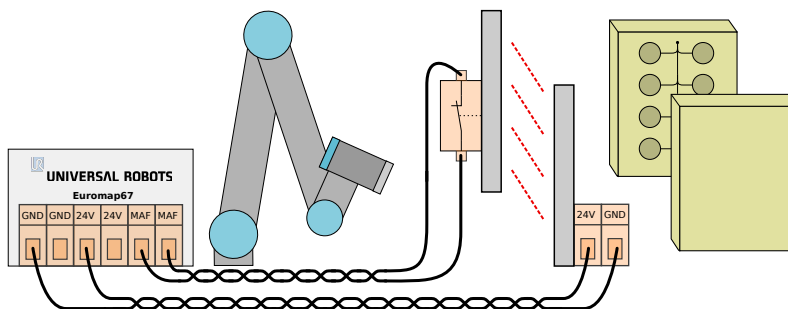
L'interfaccia EUROMAP 67 viene fornita priva di barriera ottica MAF. Ciò significa che un errore di programmazione del robot potrebbe provocare la chiusura del-

lo stampo sulla IMM e lo schiacciamento del robot. Tuttavia, al fine di prevenire questo tipo di incidenti, è possibile collegare una barriera ottica come mostrato in precedenza. È possibile acquistare una barriera ottica di categoria 1¹ per poche centinaia di dollari statunitensi (es. una "PSEN op 2H-s/1" da Pilz).



ATTENZIONE:

Se non si installa una barriera ottica si possono causare danni sia al robot che allo stampo.



17.3 Montaggio del robot e dell'utensile

Prima di realizzare un utensile e una superficie di montaggio, l'integratore deve prendere in considerazione l'orientamento del giunto 4 (polso 2) durante la presa e il posizionamento (Pick and Place). I giunti 1, 2 e 3 hanno assi paralleli: se il giunto 4 orienta il giunto 5 verso sinistra o destra, allora il giunto 5 diventerà parallelo agli altri tre assi, costituendo una singolarità. Di solito è meglio posizionare il robot a 45° oppure realizzare un utensile nel quale la superficie della flangia dell'utensile del robot è diretta in basso durante la presa dei pezzi dalla superficie verticale dello stampo.

17.4 Uso del robot senza IMM

Per far funzionare il robot senza IMM, utilizzare una spina di bypass per chiudere i segnali di emergenza e sicurezza. L'unica alternativa consiste nel disinstallare permanentemente l'interfaccia, come descritto in 19.1.



PERICOLO:

Non utilizzare mai la spina di by-pass quando il robot è installato assieme a una IMM.

17.5 Conversione da EUROMAP 12 a EUROMAP 67

Utilizzare un adattatore E12 - E67 per collegare una IMM dotata di interfaccia EUROMAP 12. Il mercato offre vari adattatori, prodotti da diversi fabbricanti. Pur-

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

troppo la maggior parte di essi sono realizzati per specifici robot o IMM, indirizzandosi su determinate scelte progettuali. Ciò significa che alcuni adattatori **non** effettueranno in modo corretto il collegamento tra il robot UR e la IMM. Si raccomanda di leggere gli standard EUROMAP 12 ed EUROMAP 67 quando si utilizza o si assembla un adattatore.

Segue un elenco degli errori più comuni:

1. Si misurano 24 V tra A9 e C9?
 - La IMM deve fornire 24 V per abilitare i segnali di I/O.
 - Se il robot e la IMM hanno un meno/0 V comune, allora si possono usare i 24 V del robot collegando A9 a ZA9 e C9 a ZC9. La corrente a 24 V dell'IMM è spesso presente sul pin 32 dell'EUROMAP 12.
2. L'adattatore commuta **entrambi** i canali di emergenza del robot ed **entrambi** i canali dei dispositivi di sicurezza del robot?
 - Ciò si ottiene di solito usando 4 relè.



PERICOLO:

Accertarsi che il convertitore E12 - E67 sia conforme agli standard EUROMAP 67 e EUROMAP 12 e che le funzioni di sicurezza siano costruite con il livello di prestazioni corretto. Il mancato rispetto di questa avvertenza può causare lesioni gravi o fatalità, poiché la funzione di sicurezza potrebbe essere ignorata.



18 Interfaccia Grafica Utente (GUI)

Le seguenti sottosezioni descrivono come l'interfaccia euromap viene controllata dalla GUI, come verificare i segnali provenienti dalla IMM (o diretti ad essa), come realizzare una semplice programmazione utilizzando le strutture e come eseguire operazioni più avanzate utilizzando direttamente i segnali.

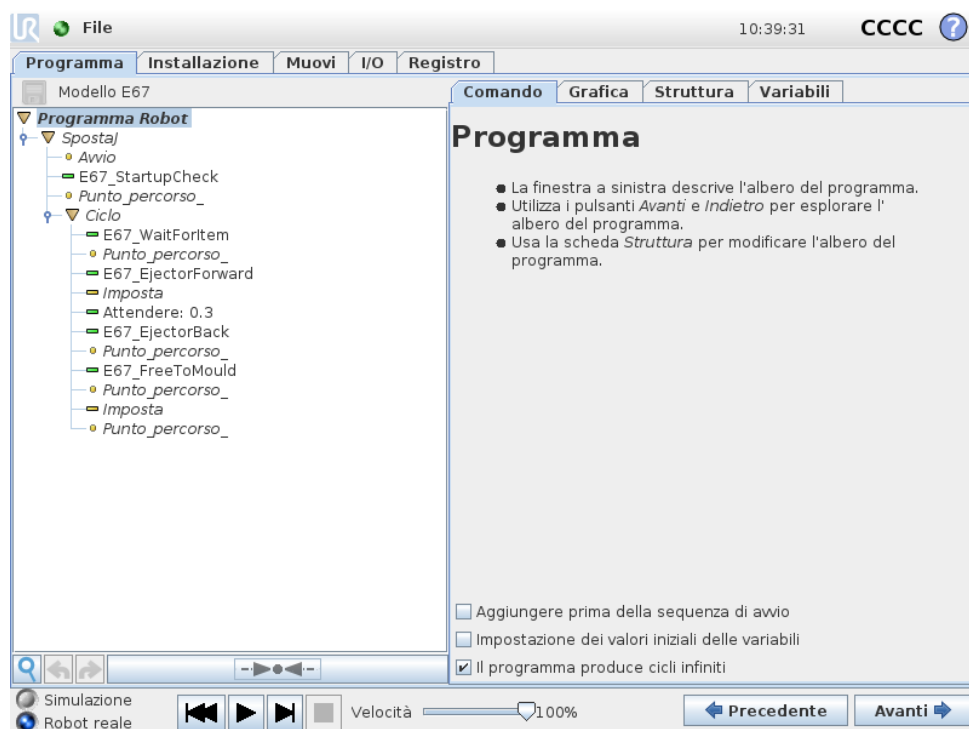
Tuttavia, si raccomanda vivamente di usare il modello di programma EUROMAP 67 anziché creare un programma partendo da zero, vedere qui sotto.

18.1 Modello di programma EUROMAP 67

Dopo l'installazione dell'interfaccia EUROMAP 67, viene visualizzato un pulsante in più per accedere al modello di programma EUROMAP 67.



Selezionando il modello di programma EUROMAP 67, si fa comparire la schermata del programma con il modello caricato. Quindi, la struttura del modello diventerà visibile sul lato sinistro dello schermo.



Il modello di programma EUROMAP 67 è predisposto per effettuare semplici interazioni con una IMM. Specificando solo pochi punti percorso e un paio di azioni I/O, il robot è pronto per manipolare gli oggetti realizzati dalla IMM. I punti percorso sono:

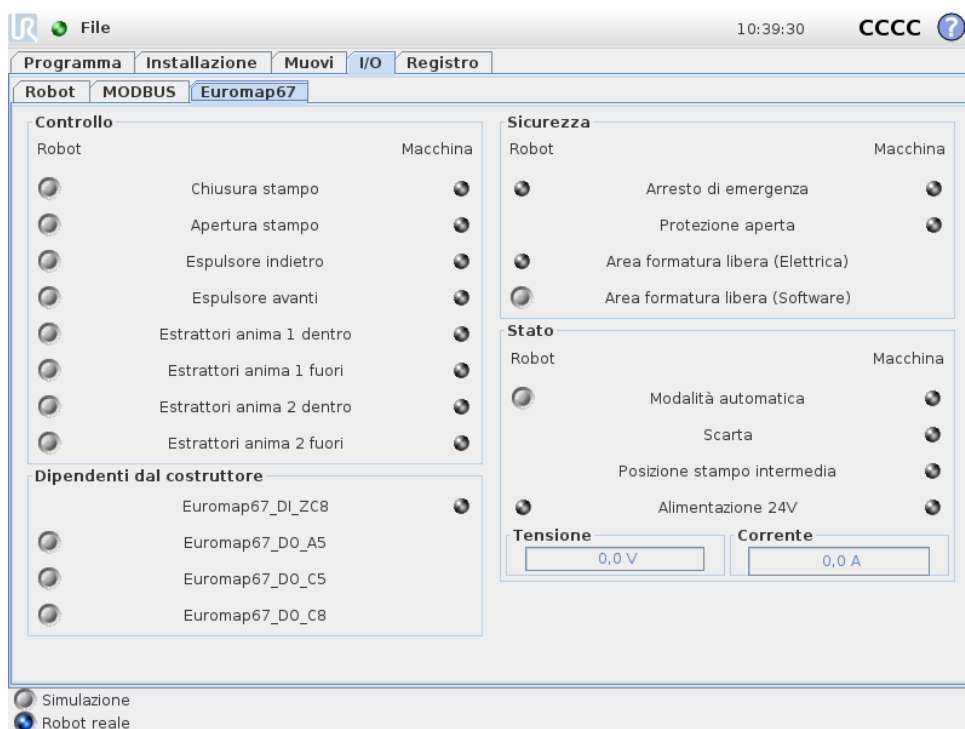
- **WP_posizione_iniziale:** Il punto di partenza del robot per la procedura.
- **WP_attesa_dell'elemento:** Il punto percorso dove il robot attende l'oggetto proveniente dalla IMM.
- **WP_afferra_l'elemento:** Il punto percorso dove il robot afferra l'oggetto dalla IMM (dal suo interno).
- **WP_depone_l'elemento:** Il punto percorso dove il robot depone l'oggetto appena prelevato dalla IMM.

I due nodi *Azione* servono a controllare un utensile in grado di afferrare e tenere gli oggetti provenienti dalla IMM, per poi rilasciarli e deporli dopo lo spostamento all'esterno della IMM.

In tal modo la procedura eseguirà ciclicamente questi passaggi, continuando a prelevare i nuovi oggetti realizzati dalla IMM. Ovviamente, il nodo *Ciclo* va personalizzato in modo che il robot esegua tale ciclo solo fino a quando esistono oggetti da prelevare. Inoltre, personalizzando il nodo *SpostaJ*, la velocità di spostamento del robot deve essere regolata in base al tempo ciclo della IMM e, se necessario, alla fragilità degli oggetti. Infine, ogni struttura EUROMAP 67 è personalizzabile per adattarsi alla procedura specifica dell'IMM.

18.2 Ricerca dei guasti e sommario I/O

Il sommario degli I/O EUROMAP 67 si trova nella scheda degli I/O.



In questa schermata ci sono quattro finestre, descritte separatamente di seguito. Tutte hanno in comune le due colonne *Robot* e *Macchina*, che visualizzano rispettivamente i pulsanti di controllo dei segnali di uscita e gli indicatori dello stato dei segnali di ingresso.

Lo stato (normale) dei segnali all'avvio è basso per tutti, con l'esclusione dei segnali 24 V e della *Modalità automatica* dell'uscita del robot, che è basso se attivo e, di conseguenza, alto per impostazione predefinita.

Se un segnale non appartiene alla struttura di un programma e si desidera usarlo in un programma del robot, è possibile farlo utilizzando ad esempio i nodi *Azione* e *Attesa*.

**NOTA:**

Il segnale “Modalità automatica” dal robot alla IMM è attivo se basso. Il pulsante rispecchia il livello fisico, quindi la “Modalità automatica” è **attivata** quando il pulsante **non** lo è.

**NOTA:**

Per impostazione predefinita, i pulsanti per il controllo dei segnali di uscita sono disponibili solo nella modalità di programmazione del robot. Questo può, tuttavia, essere impostato a piacimento nella scheda *Configurazione I/O*, che si trova nella schermata *Installazione*.

18.2.1 Controllo

Sono qui descritti i segnali relativi al controllo dell'interazione tra robot e IMM. Tali segnali sono tutti usati nelle strutture del programma, dove sono stati connessi tra loro in modo corretto e sicuro.

18.2.2 Dipendenti dal costruttore

Vi sono segnali che possono avere scopi specifici a seconda del costruttore della IMM. Il robot non dipende in modo specifico da questi segnali, che possono essere utilizzati a seconda delle necessità.

18.2.3 Sicurezza

Gli indicatori *Arresto di emergenza* e *Area formatura libera (elettrica)* nella colonna del robot non sono controllabili da questa schermata. Essi indicano semplicemente se il robot si trova in condizione di arresto di emergenza e se l'uscita MAF è alta. L'uscita MAF è impostata alta a condizione che il segnale di supervisione elettrica dell'area di formatura (possibile a mezzo di barriere ottiche, come spiegato in precedenza) e il segnale MAF del software siano entrambi alti. Si può controllare il segnale MAF fornito dal software per mezzo del pulsante corrispondente. Il segnale di arresto di emergenza dalla macchina indica se la IMM si trova in condizione di arresto di emergenza. L'input *Protezione aperta* indica lo stato dei segnali relativi ai "Dispositivi di sicurezza" specificati nello standard EUROMAP 67.

18.2.4 Stato

Si possono controllare e visualizzare la modalità operativa del robot e della IMM (tali segnali sono utilizzati anche nelle strutture del programma). Le barre che mostrano la tensione e la corrente assorbite rappresentano i valori inviati all'IMM e possibilmente a una barriera ottica dal modulo EUROMAP 67.

18.3 Funzionalità delle struttura di programma

Esistono sette strutture di programma, selezionabili dalla scheda *Struttura* nella schermata del programma. Tali strutture saranno disponibili dopo la corretta installazione dell'interfaccia euromap67 (come spiegato in 19). Un esempio del loro utilizzo è visibile nel modello di programma EUROMAP 67.

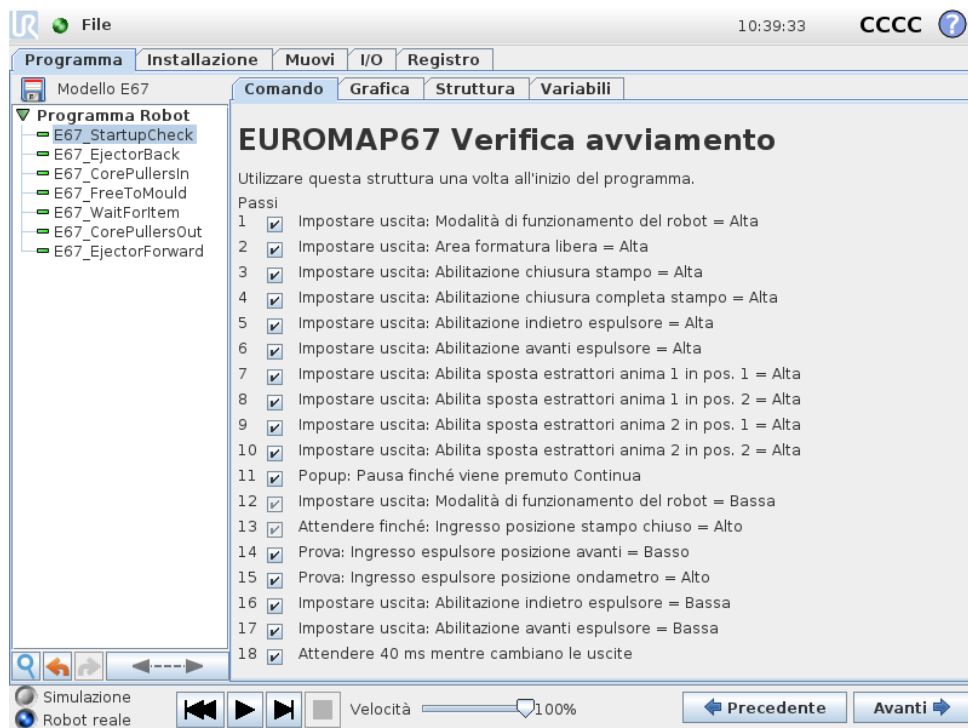


Le strutture sono tutte realizzate per ottenere un'interazione corretta e sicura con la IMM, quindi tutte comprendono delle prove per verificare che taluni segnali siano correttamente impostati. Inoltre, le strutture possono prevedere più di un'uscita per abilitare una sola azione.

Quando una struttura del programma viene inserita in un programma del robot, potrà essere personalizzata selezionando la struttura nel programma e poi facendo clic sulla scheda *Comando*. Tutte le strutture di programma comprendono un certo numero di passi. La maggior parte dei passi sono abilitati per impostazione predefinita, mentre alcuni non possono essere disabilitati in quanto essenziali ai fini della struttura. I passi *Prova* arrestano il programma se le condizioni di prova non vengono soddisfatte. Si possono sottoporre a prova sia lo stato degli ingressi sia quello delle uscite. Le fasi *Imposta uscita* configurano una determinata uscita come alta o bassa. Le fasi *Attendi fino a* si utilizzano abitualmente per attendere la fine di un movimento prima di proseguire con le fasi successive ed i nodi che seguono del programma.

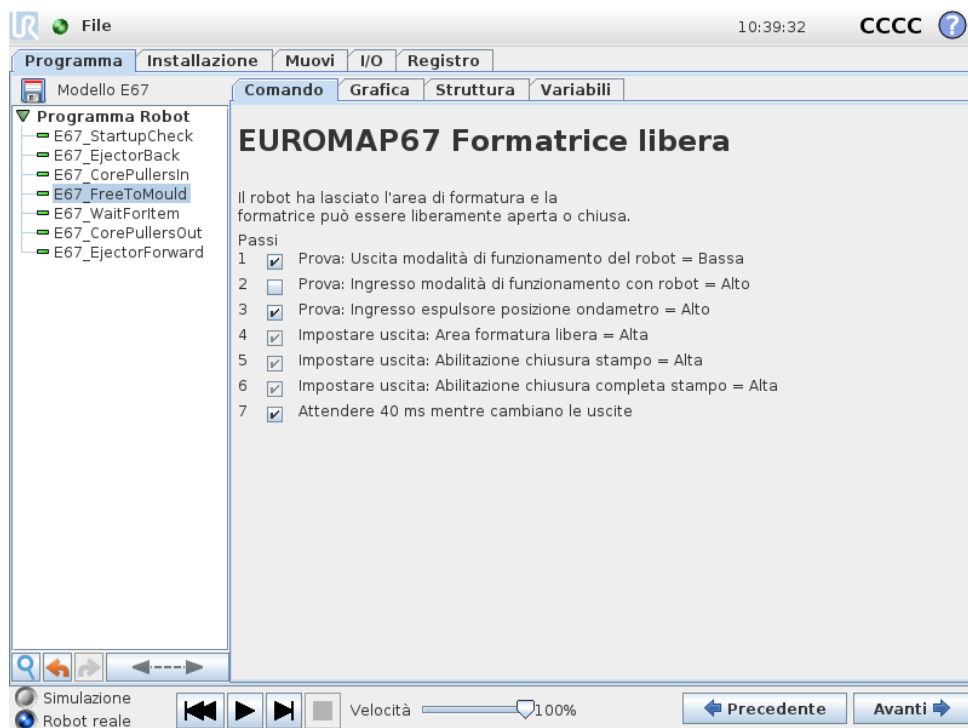
18.3.1 Verifica avviamento

Da utilizzare all'inizio di un programma del robot per accertarsi che robot e macchina siano correttamente impostati prima di iniziare la formatura. Utilizzare le caselle di spunta per abilitare o disabilitare i singoli passi.



18.3.2 Libero a stampo

Utilizzato per segnalare alla IMM che è autorizzata a iniziare un'operazione di formatura. Quando questo segnale è attivato, il robot **deve** trovarsi fuori dalla IMM. Utilizzare le caselle di spunta per abilitare o disabilitare i singoli passi.

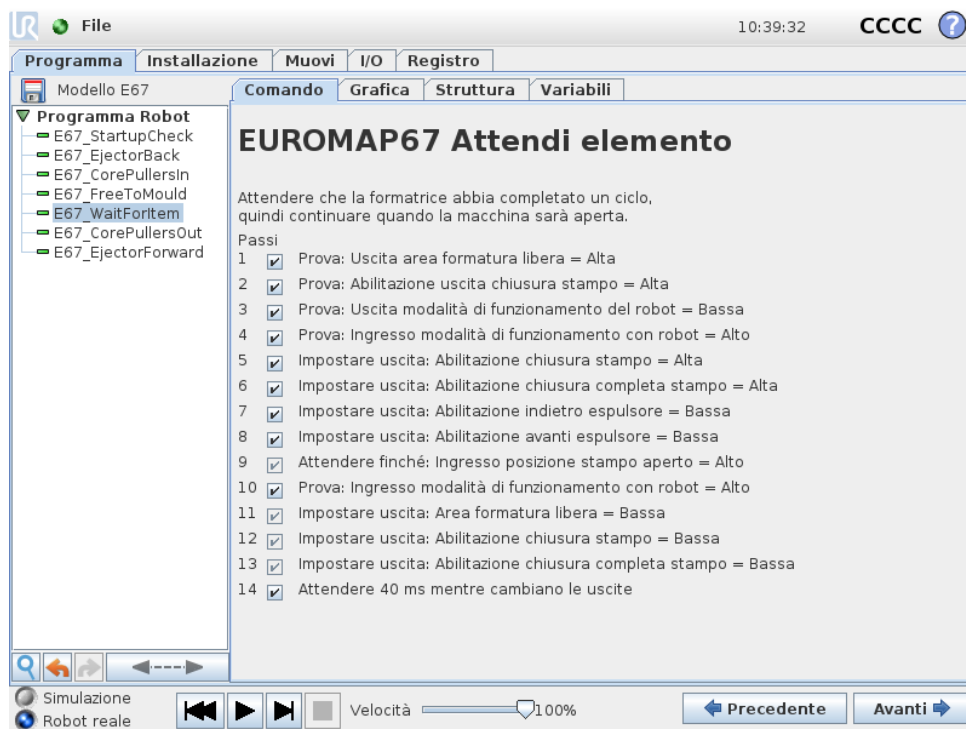


**ATTENZIONE:**

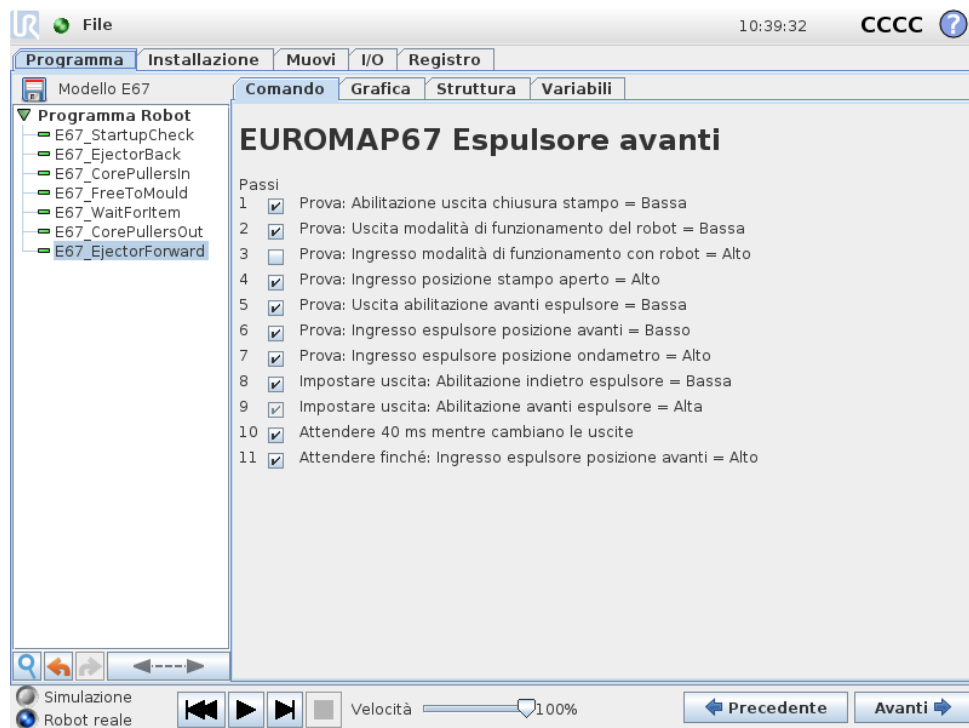
Quando questo segnale viene attivato, il robot deve trovarsi all'esterno dello stampo, permettendo a quest'ultimo di chiudersi senza toccare il robot.

18.3.3 Attendi elemento

Utilizzato per far attendere il robot finché un elemento non è reso disponibile dalla IMM. Utilizzare le caselle di spunta per abilitare o disabilitare i singoli passi.

**18.3.4 Espulsore avanti**

Abilita il movimento dell'espulsore che rimuove un elemento dallo stampo. Da usare quando il robot è posizionato e pronto per afferrare l'elemento. Utilizzare le caselle di spunta per abilitare o disabilitare i singoli passi.



18.3.5 Espulsore indietro

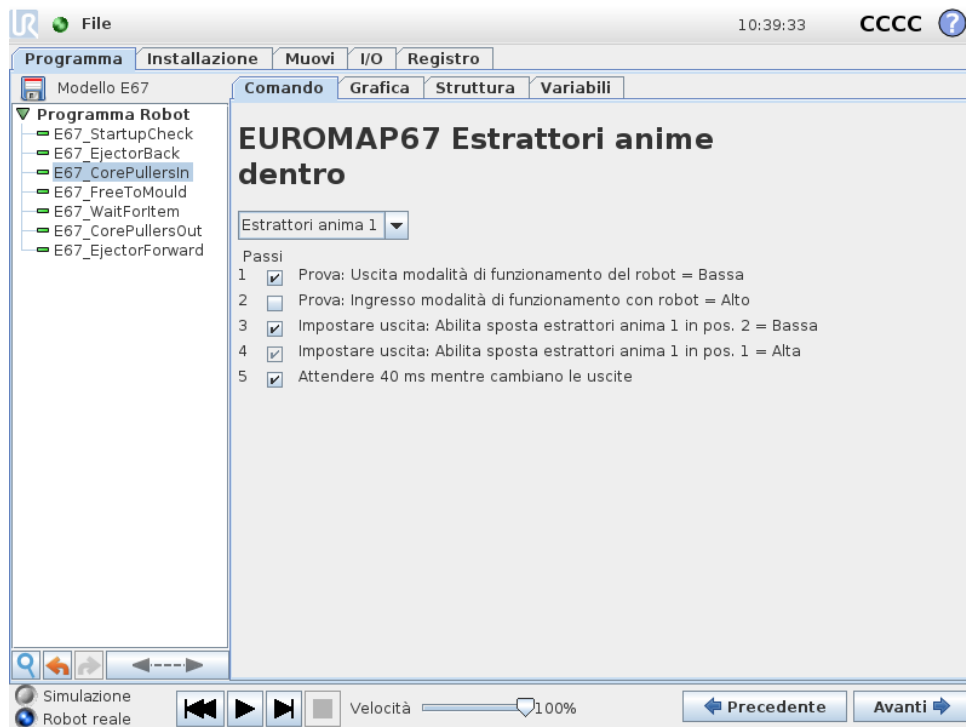
Abilita il movimento dell'espulsore in posizione arretrata. Utilizzare le caselle di spunta per abilitare o disabilitare i singoli passi.



18.3.6 Estrattori anime dentro

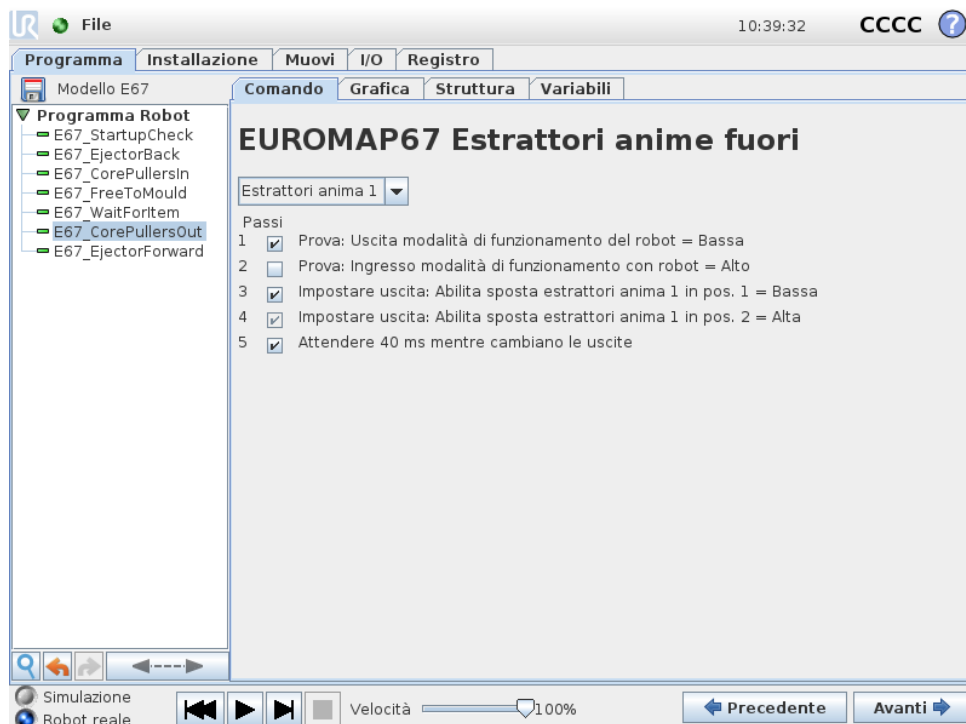
Abilita lo spostamento degli estrattori dell'anima in posizione 1. La selezione degli estrattori da usare avviene da un menù a discesa. Utilizzare le caselle di spunta per

abilitare o disabilitare i singoli passi.



18.3.7 Estrattori anime fuori

Abilita lo spostamento degli estrattori dell'anima in posizione 2. La selezione degli estrattori da usare avviene da un menù a discesa. Utilizzare le caselle di spunta per abilitare o disabilitare i singoli passi.



18.4 Azione I/O e attesa

Così come è possibile configurare le uscite digitali del robot per mezzo di un nodo *Azione*, è possibile farlo anche per i segnali in uscita EUROMAP 67. Quando si installa l'interfaccia EUROMAP 67, i segnali compaiono nei menu dove è possibile selezionarli. Inoltre, come avviene per gli ingressi digitali del robot, è possibile utilizzare i segnali in ingresso EUROMAP 67 per controllare il comportamento del programma inserendo un nodo *Attesa* e inducendo il programma ad attendere fino a quando un ingresso non sarà alto o basso.

Gli utenti esperti potranno impostare un'uscita al valore di un'espressione specificata. Tale espressione può contenere ingressi, uscite, variabili, ecc. e si può usare per ottenere dal programma funzioni complesse. In maniera analoga, è possibile impostare il nodo *Attesa* in modo da attendere fino a quando il valore di un'espressione non sarà vero. Di solito i segnali EUROMAP 67 sono disponibili sulla schermata delle espressioni e, pertanto, possono essere utilizzati in tutte le circostanze dove è possibile selezionare un'espressione.

Per poter utilizzare segnali non appartenenti alle strutture dei programmi EUROMAP 67, impostarli o leggerli "manualmente" da un programma, inserendo ulteriori nodi come *Azione*, *Attesa* ecc. Ciò vale ad es., per i segnali dipendenti dal fabbricante e per quelli riservati, tutti utilizzabili anche se non visualizzati nella scheda degli I/O EUROMAP 67. In altre parole, per utilizzare gli ingressi *Scarta* e *Posizione apertura stampo intermedia*, il programma modello dovrà essere personalizzato ed esteso.

Infine, NON impostare manualmente il segnale di *Area formatura libera* poiché potrebbero verificarsi situazioni pericolose.

19 Installazione e rimozione dell'interfaccia

Per ottenere la ridondanza della funzione di sicurezza, l'unità di controllo deve sapere se deve prevedere che sia presente o meno un'interfaccia EUROMAP 67. Quindi, è necessario attenersi strettamente alle seguenti procedure di installazione e rimozione dell'interfaccia.

Si noti l'orientamento del cavo piatto qui sotto.



ATTENZIONE:

1. —**Non** collegare/scollegare il cavo a nastro mentre l'unità di controllo è accesa.
2. La messa a terra (massa) deve essere avvitata mentre si collega/scollega il cavo a nastro.
3. Evitare di accendere l'unità di controllo se la messa a terra (massa) non è presente.

19.1 Installazione

Si può collocare l'interfaccia nella parte inferiore o a sinistra nell'unità di controllo. Si vedano le figure seguenti, attenendosi strettamente alla procedura. Non è consentito installare l'interfaccia in altro modo.

1. Spegnerne l'unità di controllo.
 - La luce verde dell'interruttore di accensione del programmatore portatile deve essere spenta.
2. Montaggio dell'interfaccia.
 - Usare un dado M6 per fissare il connettore di terra.
 - Usare 4 viti M4×8 mm per fissare l'interfaccia.

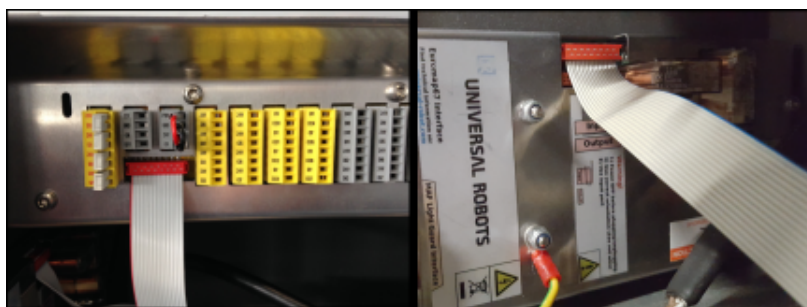


Figura 19.1: Connessione del cavo piatto

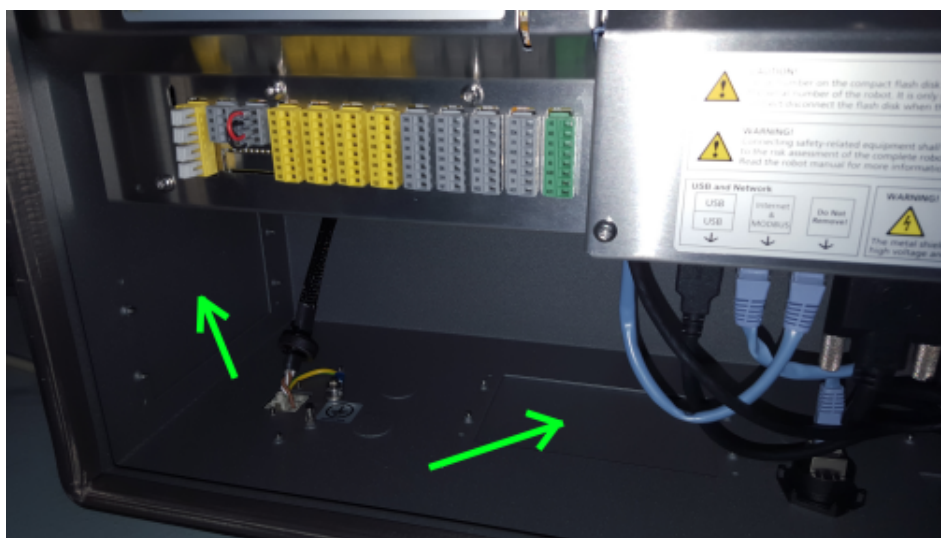


Figura 19.2: Posizionamenti dell'interfaccia nella scatola del controllore

- Usare 4 viti M4×8 mm per coprire i fori non utilizzati.
 - Inserire (con uno scatto) il cavo piatto con il corretto orientamento.
 - Usare alcuni piedini di fissaggio per fissare il cavo piatto.
3. Accendere l'unità di controllo.
 - L'interfaccia viene rilevata automaticamente.
 - Il sistema di sicurezza del robot indica che EUROMAP 67 è rilevato ma non definito nell'installazione del robot. Aprire Installazione, Sicurezza, Varie e selezionare la casella di controllo *Euromap67*.
 - Premere il pulsante *Salva e riavvia*.
 - Il GUI viene riavviato.
 - Confermare le nuove impostazioni di sicurezza.
 - Adesso, EUROMAP 67 è installato e utilizzabile.

19.2 Rimozione

Attenersi alla procedura seguente.

1. Spegner l'unità di controllo.
 - La luce verde dell'interruttore di accensione del programmatore portatile deve essere spenta.
2. Rimozione dell'interfaccia.
 - Rimuovere il cavo piatto.
 - Rimuovere il dado M6 dal connettore di terra.
 - Smontare tutte le viti M4 dal lato esterno dell'unità di controllo.
3. Accendere l'unità di controllo.
 - Il sistema di sicurezza del robot indica che EUROMAP 67 è definito nell'installazione del robot, ma non rilevato nel sistema. Aprire Installazione, Sicurezza, Varie e deselezionare la casella di controllo *Euromap67*.

- Premere il pulsante *Salva e riavvia*.
- Il GUI viene riavviato.
- Confermare le nuove impostazioni di sicurezza.
- Adesso, EUROMAP 67 è disinstallato.

20 Caratteristiche elettriche

La seguente sottosezione contiene informazioni utili per la costruzione della macchina e la ricerca dei guasti.

20.1 Interfaccia della barriera ottica MAF

La corrente a 24 V viene condivisa con la 24 V [ZA9–ZC9] nel cavo EUROMAP 67. Tuttavia, i segnali di ingresso all'unità di controllo sono del tipo a bassa corrente e, pertanto, la maggior parte della corrente resta disponibile. Si raccomanda di mantenere il carico al di sotto di 1,2 A. La corrente e la tensione a 24 V è visualizzata nella scheda degli I/O EUROMAP 67.

I due segnali MAF devono essere collegati a contatti di commutazione liberi da potenziale. I segnali MAF sono a 0 V/0 mA quando il bit software "Area formatura libera (Software)" non è attivo.

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
Tolleranza di tensione 24 V	-15%	-	+20%	-
Corrente disponibile dall'alimentazione 24 V	-	-	2,0*	A
Protezione da sovraccarichi	-	2,2	-	A
[MAF–MAF] Tensione in stato di disconnessione	0	12	12,5	V
[MAF–MAF] Corrente in stato di connessione	0	57	70	mA
[MAF–MAF] Protezione da collegamenti errati	-	400	-	mA
[MAF–MAF] Protezione da collegamenti errati	-18	-	30	V



NOTA:

I segnali dell'interfaccia della barriera ottica MAF non sono isolati galvanicamente dalla schermatura dell'unità di controllo.

20.2 Arresto di emergenza, dispositivi di sicurezza e segnali MAF

I segnali indicanti l'arresto di emergenza e MAF alla IMM sono controllati da relè di sicurezza a contatti guidati positivamente, in conformità alla norma EN 50205. I contatti di commutazione sono isolati galvanicamente da tutti gli altri segnali, in conformità alle norme IEC 60664-1 e EN 60664-1, grado di inquinamento 2, categoria di sovratensione III.

I segnali che indicano al robot l'arresto di emergenza e l'arresto di protezione (dispositivi di sicurezza) sono collegati al potenziale dell'unità di controllo.

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
[C1-C2] [C3-C4] Tensione	10,2	12	12,5	V
[C1-C2] [C3-C4] Corrente (ciascuna uscita)	-	-	120	mA
[C1-C2] [C3-C4] Protezione corrente	-	400	-	mA
[A1-A2] [A3-A4] Tensione di ingresso	-30	-	30	V
[A1-A2] [A3-A4] Garantito OFF se	-30	-	7	V
[A1-A2] [A3-A4] Garantito ON se	10	-	30	V
[A1-A2] [A3-A4] Garantito OFF se	0	-	3	mA
[A1-A2] [A3-A4] Corrente ON (10-30V)	7	-	14	mA
[A1-C1] [A2-C2] [A3-C3] Corrente CA/CC	0,01	-	6	A
[A1-C1] [A2-C2] [A3-C3] Tensione CC	5	-	50	V
[A1-C1] [A2-C2] [A3-C3] Tensione CA	5	-	250	V

20.3 Ingressi digitali

Gli ingressi digitali sono implementati come PNP e sono galvanicamente collegati all'unità di controllo. Gli ingressi sono conformi a tutti e tre i tipi di ingressi digitali definiti nelle norme IEC 61131-2 e EN 61131-2, il che significa che saranno compatibili con tutti i tipi di uscite digitali definite dalle norme in questione.

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
Tensione di ingresso	-30	24	30	V
Ingresso garantito OFF se	-30	-	7	V
Ingresso garantito ON se	10	-	30	V
Garantita OFF se	0	-	5	mA
Corrente ON (10-30 V)	6	-	10	mA

20.4 Uscite digitali

Le uscite digitali sono implementate come PNP e sono galvanicamente collegate alla IMM. L'isolamento galvanico fra i potenziali della IMM e del robot è conforme alle norme IEC 60664-1 e EN 60664-1, grado di inquinamento 2, categoria di sovratensione II. Le uscite sono realizzate in conformità a tutti e tre i tipi di ingressi digitali definiti in IEC 61131-2 e EN 61131-2 e a tutti i requisiti delle uscite digitali delle stesse norme.

Le uscite digitali utilizzano alcuni mA dai 24 V della IMM per controllare e polarizzare i transistor costituenti i relè allo stato solido.

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità di misura
Corrente di sorgente per uscita	0	-	120	mA
Caduta tensione quando ON	0	0,1	1	V
Corrente di dispersione quando OFF	0	0	0,1	mA
Corrente utilizzata dai 24 V IMM	-	12	25	mA

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, vedere 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, vedere la sezione II.

Indice

A

albero del programma II-72, II-73
Attesa II-88

B

Base II-25, II-79
braccio robot . I-29, I-67, II-48, II-51, II-66,
II-100, II-102, II-106, II-107

C

carico giunto II-66
cartella II-91
configurazione di sicurezza I-9
Costrutto caso switch II-99

D

DopoFine II-105

E

editor di posizione II-57
Editor espressioni II-99
Elenco (sequenza) II-99
Ethernet I-45
EtherNet/IP II-50

F

Freedrive .. II-28, II-48, II-50, II-57, II-103
Funzione II-56
funzione Base II-56
funzione Utensile II-56
Funzione variabile II-79
Funzioni II-63

G

garanzia I-55

I

I/O I-29, I-31, I-33, II-30, II-41, II-50, II-51
I/O configurabili I-32
I/O di sicurezza I-32, I-33
I/O di uso generico I-32
I/O utensile I-41
imposta II-89
impostazioni di sicurezza I-3

Installazione II-109
installazione II-52
integratore x, I-8
istruzioni di sicurezza I-49

M

manuale degli script x
manuale di assistenza x
menu Funzione II-101
Modalità di ripristino II-33
Modalità forza II-100
modalità Normale II-110
MODBUS ... II-42, II-51, II-52, II-54, II-63
Movimento II-102
Muovi II-30, II-57, II-58, II-77, II-79, II-80,
II-104
muovi II-89

P

parametri di transizione II-82
Pattern II-99, II-100
Polso 3 II-25
PolyScope ix, II-25, II-27, II-29, II-92, II-96
popup II-89
Posizione di ancoraggio II-104
PrimaAvvio II-105
Procedure guidate II-109
Programma II-30
pulsante Prova II-103
punti percorso II-28, II-77, II-79, II-80,
II-104
Punto II-102
punto centrale utensile II-45
Punto percorso II-110
punto percorso II-81, II-86
Punto percorso relativo II-79
Punto percorso variabile II-79

S

Semplice II-102
Sequenza box II-100
sequenza box II-99
sequenza di linee II-99
sequenza di quadrati II-99

Sequenza linee	II-100
Sequenza pallet	II-104
Sequenza quadrati	II-100
simboli di avvertenza	I-4
sincronizzazione trasportatore	II-63, II-109
spazio giunto	II-77
SpostaJ	II-77
SpostaL	II-57, II-77, II-79
SpostaP	II-57, II-77, II-79
Staffa di fissaggio	ix
standard	I-67, I-68, I-70
Struttura	II-102, II-109

T

Teach Pendant	ix, II-50, II-103
transizione	II-81

U

Unità di controllo	I-67
unità di controllo	ix, I-29, I-31, I-47, II-30, II-41, II-51, II-66
URCaps	x

V

valutazione del rischio	x, I-3, I-8, I-10
variabili	II-75, II-112
variabili di installazione	II-51