



UNIVERSAL ROBOTS

Manuale dell'Utente

Versione 1.5, gennaio 2012

Robot:
UR5 con CB1

Indice

1	Attività iniziali	7
1.1	Introduzione	7
1.1.1	Il Robot	8
1.1.2	Programmi	8
1.1.3	Valutazione della sicurezza	9
1.2	Accensione e spegnimento	9
1.2.1	Accensione dell'unità di controllo	9
1.2.2	Accensione del robot	9
1.2.3	Inizializzazione del robot	9
1.2.4	Spegnimento del robot	10
1.2.5	Spegnimento dell'unità di controllo	10
1.3	Guida introduttiva passo passo	10
1.4	Istruzioni di montaggio	12
1.4.1	L'area di lavoro del robot	12
1.4.2	Montaggio del robot	13
1.4.3	Montaggio dell'utensile	13
1.4.4	Montaggio dell'unità di controllo	13
1.4.5	Montaggio dello schermo	13
1.4.6	Collegamento del cavo robot	13
1.4.7	Collegamento del cavo di rete	13
2	Interfaccia elettrica	17
2.1	Introduzione	17
2.2	Avvisi importanti	17
2.3	L'interfaccia di sicurezza	18
2.3.1	L'interfaccia di arresto di emergenza	18
2.3.2	L'interfaccia di protezione	21
2.3.3	Continuazione automatica dopo l'arresto di protezione	22
2.4	Controller I/O	23
2.4.1	Uscite digitali	24
2.4.2	Ingressi digitali	25
2.4.3	Uscite analogiche	26
2.4.4	Ingressi analogici	27
2.5	I/O utensile	28
2.5.1	Uscite digitali	29
2.5.2	Ingressi digitali	30
2.5.3	Ingressi analogici	30
3	Software PolyScope	33
3.1	Introduzione	34
3.1.1	Schermata Benvenuto	35
3.1.2	Schermata di inizializzazione	36

3.2	Editor su schermo	37
3.2.1	Tastierino su schermo	37
3.2.2	Tastiera su schermo	38
3.2.3	Editor espressioni su schermo	38
3.3	Controllo robot	39
3.3.1	Scheda Muovi	39
3.3.2	Scheda I/O	40
3.3.3	I/O Modbus	41
3.3.4	Scheda Automov.	42
3.3.5	Installazione → Carica/Salva	43
3.3.6	Installazione → Posizione centro utensile	43
3.3.7	Installazione → Montaggio	44
3.3.8	Installazione → Setup I/O	45
3.3.9	Installazione → Programma predefinito	46
3.3.10	Setup I/O Modbus	46
3.3.11	Funzionalità	49
3.3.12	Scheda Registro	53
3.3.13	Schermata caricamento	53
3.3.14	Scheda Esecuzione	55
3.4	Programmazione	55
3.4.1	Programma → Nuovo programma	56
3.4.2	Scheda Programma	56
3.4.3	Programma → Scheda comando, <vuoto>	57
3.4.4	Programma → Scheda Comando, Muovi	58
3.4.5	Programma → Scheda Comando, Punto percorso fisso	60
3.4.6	Impostazione del punto percorso	60
3.4.7	Programma → Scheda Comando, Punto percorso relativo	62
3.4.8	Programma → Scheda Comando, Punto percorso variabile	62
3.4.9	Programma → Scheda Comando, Attesa	63
3.4.10	Programma → Scheda Comando, Azione	64
3.4.11	Programma → Scheda Comando, Popup	64
3.4.12	Programma → Scheda Comando, Alt	65
3.4.13	Programma → Scheda Comando, Commento	65
3.4.14	Programma → Scheda Comando, Cartella	66
3.4.15	Programma → Scheda Comando, Ciclo	66
3.4.16	Programma → Scheda Comando, SottoProgramma	67
3.4.17	Programma → Scheda Comando, Assegnazione	68
3.4.18	Programma → Scheda Comando, If	69
3.4.19	Programma → Scheda Comando, Script	70
3.4.20	Programma → Scheda Comando, Evento	70
3.4.21	Programma → Scheda Comando, Thread	71
3.4.22	Programma → Scheda Comando, Pattern	71
3.4.23	Programma → Scheda Comando, Pallet	73
3.4.24	Programma → Scheda Comando, Ricerca	74
3.4.25	Programma → Scheda Comando, Sopprimi	76
3.4.26	Programma → Scheda Grafica	77
3.4.27	Programma → Scheda Struttura	78
3.4.28	Programma → Scheda variabili	79
3.4.29	Programma → Scheda Comando, Inizializzazione variabili	79
3.5	Setup	80
3.5.1	Schermata impostazioni	80
3.5.2	Schermata impostazioni → Inizializza	81
3.5.3	Schermata impostazioni → Selezione lingua	81

3.5.4	Schermata impostazioni → Aggiorna	82
3.5.5	Schermata impostazioni → Password	82
3.5.6	Schermata impostazioni → Calibra schermo a sfioramento	83
3.5.7	Schermata impostazioni → Rete	83
4	Sicurezza	85
4.1	Introduzione	85
4.2	Documentazione obbligatoria	85
4.3	Valutazione dei rischi	86
4.4	Situazioni di emergenza	87
5	Garanzie	89
5.1	Garanzia prodotto	89
5.2	Clausola di esonero da responsabilità	89
6	Dichiarazione di Incorporazione	91
6.1	Introduzione	91
6.2	Costruttore del prodotto	91
6.3	Persona autorizzata a compilare la documentazione tecnica	91
6.4	Descrizione e Identificazione del Prodotto	91
6.5	Requisiti Essenziali	92
6.6	Informazioni di contatto dell'autorità nazionale	94
6.7	Avviso Importante	94
6.8	Luogo e data della dichiarazione	94
6.9	Identità e firma della persona autorizzata	95

Capitolo 1

Attività iniziali

1.1 Introduzione

Congratulazioni per l'acquisto del nuovo Universal Robot, UR5.

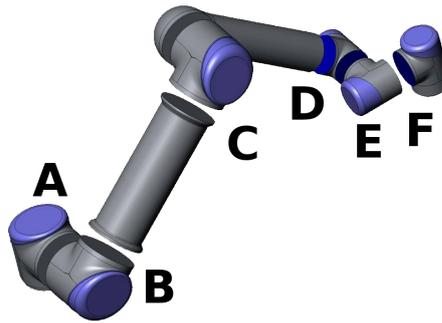


Il robot è una macchina che può essere programmata per muovere un utensile e comunicare con altre macchine utilizzando segnali elettrici. Utilizzando la nostra interfaccia di programmazione brevettata PolyScope, è facile programmare il robot in modo che muova l'utensile lungo una traiettoria desiderata. PolyScope è descritto alla sezione

Ci si aspetta che il lettore del presente manuale sia tecnicamente orientato, abbia dimestichezza con i concetti generali di base della programmazione, sia in grado di collegare un filo a un morsetto, e sia in grado di praticare fori in una piastra metallica. Non è richiesta alcuna particolare conoscenza dei robot in generale o di Universal Robots in particolare.

Il resto del capitolo è un antipasto che consente di muovere i primi passi con il robot.

1.1.1 Il Robot



Il robot è costituito da un braccio realizzato con tubi in alluminio estruso e giunti. I giunti sono denominati A: *Base*, B: *Spalla*, C: *Gomito* e D,E,F: *Polso 1,2,3*. La Base è il supporto su cui è montato il robot, mentre all'altra estremità (*Polso 3*) è collegato l'utensile del robot. Coordinando il movimento di ciascuno dei giunti, il robot può muovere liberamente l'utensile ad eccezione dell'area direttamente superiore e direttamente sotto il robot, e, come è ovvio, nei limiti dello sbraccio del robot (850mm dal centro della base).

1.1.2 Programmi

Un programma è un elenco di comandi che dicono cosa fare al robot. L'interfaccia utente *PolyScope*, descritta più avanti nel presente manuale, consente di programmare il robot a persone che vantano una limitata esperienza in materia di programmazione. Nella maggior parte dei casi, la programmazione è interamente eseguibile utilizzando il pannello tattile senza necessità di digitare alcun comando criptico.

Essendo il movimento dell'utensile una parte così importante del programma del robot, rivestono un ruolo essenziale le modalità di addestramento del robot al movimento. In *PolyScope*, i movimenti dell'utensile vengono impartiti ricorrendo a una serie di *punti percorso*. Ciascun punto percorso è un punto compreso nell'area di lavoro del robot.

Punti percorso

Un punto percorso è un punto compreso nell'area di lavoro del robot. Un punto percorso può essere stabilito muovendo un robot in una certa posizione, oppure può essere calcolato dal software. Il robot esegue un'attività percorrendo una sequenza di punti percorso. Nel programma possono essere fornite varie opzioni relativamente alle modalità di movimento del robot fra i punti percorso.

Definizione dei punti percorso, movimento del robot. Il modo più facile di definire un punto percorso consiste nel portare il robot in una posizione desiderata. Lo si può fare in due modi: 1) Tirando semplicemente il robot mentre si preme il pulsante Teach sullo schermo tattile (vedi 3.3.1 2) Utilizzando lo schermo tattile per azionare l'utensile linearmente o azionare ciascun giunto singolarmente.

Fusioni. Per impostazione predefinita, il robot si arresta a ciascun punto percorso. Accordando al robot libertà di decidere come muoversi nei pressi del punto percorso, è possibile attraversare il percorso desiderato senza fermarsi. Tale libertà è accordata assegnando un *raggio di fusione* al punto percorso,

che significa che una volta che il robot giunge a una certa distanza dal punto percorso, il robot può decidere di deviare rispetto al percorso. Un raggio di fusione di 5-10 cm solitamente produce buoni risultati.

Funzionalità

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 `loop`, in base alle variabili e ai segnali I/O.

1.1.3 Valutazione della sicurezza

Il robot è una macchina e come tale è prescritta una valutazione della sicurezza per ciascuna installazione di robot. Il Capitolo 4.1 descrive come eseguire una valutazione di sicurezza.

1.2 Accensione e spegnimento

L'attivazione e la disattivazione di diverse parti del sistema robot sono descritte nelle seguenti sottosezioni.

1.2.1 Accensione dell'unità di controllo

L'unità di controllo viene accesa premendo il pulsante On, sul lato frontale del programmatore portatile. Quando l'unità di controllo viene accesa, appare molto testo sullo schermo. Dopo circa 20 secondi, appare il Logo di Universal Robot con il testo Caricamento in corso. Dopo 40 secondi circa, appaiono alcuni pulsanti sullo schermo e un popup costringe l'utente ad andare alla schermata di inizializzazione.

1.2.2 Accensione del robot

Il robot può essere attivato se l'unità di controllo è accesa e se non è attivato alcuno dei pulsanti di arresto di emergenza. Si accende il robot dalla schermata di inizializzazione, toccando il pulsante ON sullo schermo e premendo Start. Quando un robot viene avviato, si può udire un rumore dovuto allo sblocco dei freni. Una volta attivato il robot, deve essere inizializzato prima di potere iniziare a svolgere del lavoro.

1.2.3 Inizializzazione del robot

Una volta data tensione al robot, ciascuno dei giunti del robot deve trovare la sua esatta posizione portandosi a una posizione iniziale o di riposo. Ciascun grande giunto ha circa 20 posizioni iniziali uniformemente distribuite su un giro del giunto. I piccoli giunti ne hanno circa 10. La schermata di inizializzazione, illustrata alla figura 1.1, consente di accedere alla marcia manuale e semi-automatica dei giunti del robot, e di portarli a una posizione iniziale. Il robot non può evitare automaticamente la collisione con se stesso o i propri dintorni durante questo processo. Occorrerà pertanto esercitare cautela.

Il pulsante *Auto* nei pressi dell'estremità superiore della schermata aziona tutti i giunti finché non sono pronti. Rilasciandolo e ripremendolo, tutti i giunti

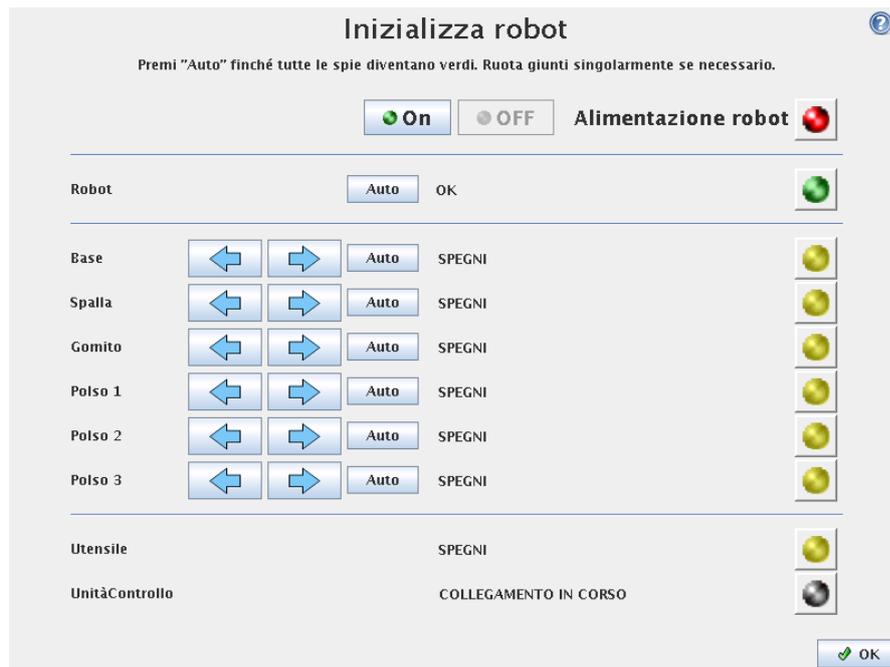


Figura 1.1: La schermata di inizializzazione

cambiano direzione di marcia. I pulsanti *Manuale* consentono l'azionamento manuale di ciascun giunto.

Una descrizione più dettagliata della schermata di inizializzazione è riportata alla sezione 3.1.2.

1.2.4 Spegnimento del robot

L'alimentazione al robot può essere tolta sfiorando il pulsante OFF sulla schermata di inizializzazione. La maggior parte degli utenti non ha bisogno di utilizzare questa funzione poiché il robot viene automaticamente spento quando si spegne l'unità di controllo.

1.2.5 Spegnimento dell'unità di controllo

Spegnere il sistema premendo il pulsante On verde sulla schermata oppure utilizzando il pulsante Spegni sulla schermata di benvenuto.

Uno spegnimento ottenuto estraendo la spina della presa a muro può danneggiare il file system del robot, con un possibile malfunzionamento del robot.

1.3 Guida introduttiva passo passo

Per impostare rapidamente il robot, eseguire i seguenti passaggi:

1. Disimballare il robot e l'unità di controllo.
2. Montare il robot su una superficie solida.
3. Collocare l'unità di controllo in verticale.
4. Inserire il cavo del robot nel connettore all'estremità inferiore dell'unità di controllo.

5. Inserire il connettore di rete dell'unità di controllo nella presa a muro.
6. Premere il pulsante di arresto di emergenza sul fronte del programmatore portatile.
7. Premere il pulsante On sul programmatore portatile.
8. Attendere un minuto mentre il sistema si avvia e visualizza del testo sullo schermo tattile.
9. Quando il sistema è pronto, apparirà un popup sullo schermo tattile a riprova che il pulsante di arresto di emergenza è premuto.
10. Sfiocare il pulsante `Alla schermata di inizializzazione` sul popup.
11. Sbloccare i pulsanti di arresto di emergenza. Il robot attesta quindi il passaggio da Arresto causa emergenza a Tensione robot disinserita.
12. Sfiocare il pulsante `On` sullo schermo tattile. Attendere qualche secondo.
13. Sfiocare il pulsante `Start` sullo schermo tattile. Il robot ora emette un rumore e si muove leggermente mentre sblocca i freni.
14. Sfiocare le frecce blu e muovere i giunti finché ogni spia sul lato destro della schermata non diventerà verde. Assicurarsi di evitare che il robot colpisca se stesso o qualsiasi altra cosa.
15. Tutti i giunti sono OK ora. Sfiocare il pulsante `Esci` per andare alla schermata `Benvenuto`.
16. Sfiocare il pulsante `PROGRAMMAZIONE Robot` e selezionare `Programma vuoto`.
17. Sfiocare il pulsante `Avanti` (in basso a destra) selezionando così la riga `<vuota>` nella struttura ad albero sul lato sinistro della schermata.
18. Andare alla scheda `Struttura`.
19. Sfiocare il pulsante `Muovi`.
20. Andare alla scheda `Comando`.
21. Premere il pulsante `Avanti`, andare alle impostazioni `Punto percorso`.
22. Premere il pulsante `Imposta questo punto percorso accanto alla immagine ?`.
23. Sulla schermata `Muovi`, muovere il robot premendo le varie frecce blu oppure muovere il robot tenendo premuto il pulsante `Teach` mentre viene tirato il braccio robot.
24. Premere `OK`.
25. Premere `Aggiungi punto percorso prima`.
26. Premere il pulsante `Imposta questo punto percorso accanto alla immagine ?`.
27. Sulla schermata `Muovi`, muovere il robot premendo le varie frecce blu oppure muovere il robot tenendo premuto il pulsante `Teach` mentre viene tirato il braccio robot.

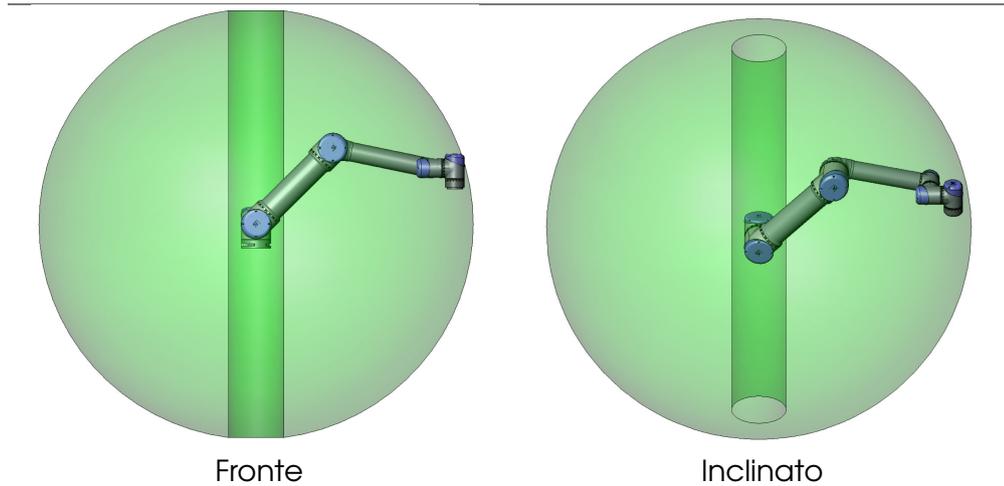


Figura 1.2: L'area di lavoro del robot. Il robot può lavorare in una sfera approssimativa ($\varnothing 170$ cm) attorno alla base, tranne per un volume cilindrico direttamente sopra e direttamente sotto la base del robot.

28. Premere OK.
29. Il programma è pronto. Il robot si muoverà tra i due punti quando si preme il simbolo Riproduci. Tenersi lontano, tenere fermo il pulsante di arresto di emergenza e premere Riproduci.
30. Congratulazioni! Ora hai prodotto il tuo primo programma robot che muove il robot da una determinata posizione a un'altra. Ricorda che devi effettuare una valutazione dei rischi e migliorare la condizione di sicurezza complessiva prima di potere fare effettivamente svolgere qualche lavoro al robot.

1.4 Istruzioni di montaggio

Il robot è essenzialmente costituito da sei giunti robot e due tubi in alluminio che collegano la *base* del robot all'*utensile* del robot. Il robot è realizzato in modo da essere traslato e ruotato all'interno dell'area di lavoro del robot. Le sottosezioni che seguono descrivono gli elementi base da conoscere per il montaggio dei diversi componenti del sistema robot.

1.4.1 L'area di lavoro del robot

L'area di lavoro del robot UR5 si estende per 850 mm dal giunto di base. L'area di lavoro del robot è riportata alla figura 1.2. È importante considerare il volume cilindrico direttamente sopra e direttamente sotto la base del robot in sede di selezione di un luogo di montaggio del robot. Evitare possibilmente di muovere l'utensile portandolo vicino al volume cilindrico, in quanto i giunti del robot si muoverebbero rapidamente anche se l'utensile si muove lentamente.

1.4.2 Montaggio del robot

Il robot è montato utilizzando 4 viti M8 e servendosi dei quattro fori da 8.5mm sulla base del robot. Se si desidera un riposizionamento molto accurato del robot, sono presenti due fori con Ø8 da utilizzarsi con una spina. Inoltre, è possibile acquistare come accessorio, una base omologa piuttosto accurata. La figura 1.3 mostra dove praticare i fori e montare le viti.

1.4.3 Montaggio dell'utensile

La flangia dell'utensile robot ha quattro fori per il fissaggio di un utensile al robot. Un disegno della flangia dell'utensile è riportato alla figura 1.4.

1.4.4 Montaggio dell'unità di controllo

L'unità di controllo può essere appesa a una parete o collocata sul pavimento. Uno spazio di 50 mm su ciascun lato consente un flusso d'aria sufficiente.

1.4.5 Montaggio dello schermo

Lo schermo può essere appeso a una parete o sull'unità di controllo. Ulteriori raccordi possono essere acquistati.

1.4.6 Collegamento del cavo robot

Il cavo del robot deve essere inserito nel connettore all'estremità inferiore dell'unità di controllo. Assicurarsi che il connettore sia adeguatamente bloccato. È possibile collegare e scollegare il cavo del robot solo quando si toglie l'alimentazione al robot.

1.4.7 Collegamento del cavo di rete

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.

Se la corrente nominale della spina specificata è insufficiente o si preferisce optare per una soluzione permanente, cablare direttamente l'unità di controllo. L'alimentazione di rete sarà fornita almeno in base a quanto segue:

1. Fusibile principale.
2. Dispositivo di corrente residua.
3. Collegamento a terra.

Le specifiche dell'ingresso di rete sono indicate di seguito.

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
Tensione di ingresso	200	230	260	V CA
Fusibile di rete esterno	8	-	10	A
Frequenza di ingresso	47	50	63	Hz
Potenza disponibile per emergenza	-	-	0.5	W
Potenza di funzionamento nominale	110	150	750	W

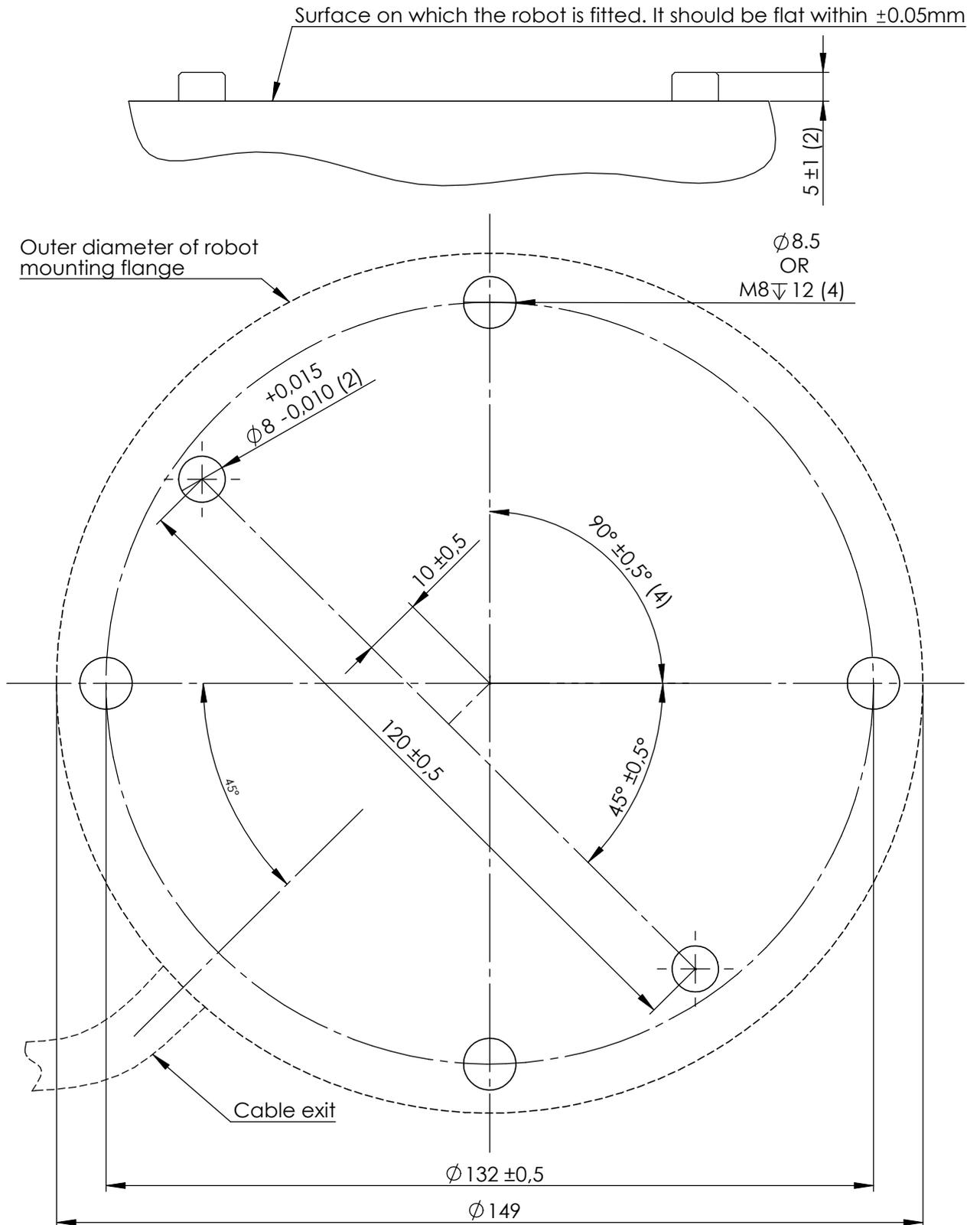


Figura 1.3: Fori per il montaggio del robot, scala 1:1. Utilizzare 4 viti M8. Tutte le misure sono in *mm*.

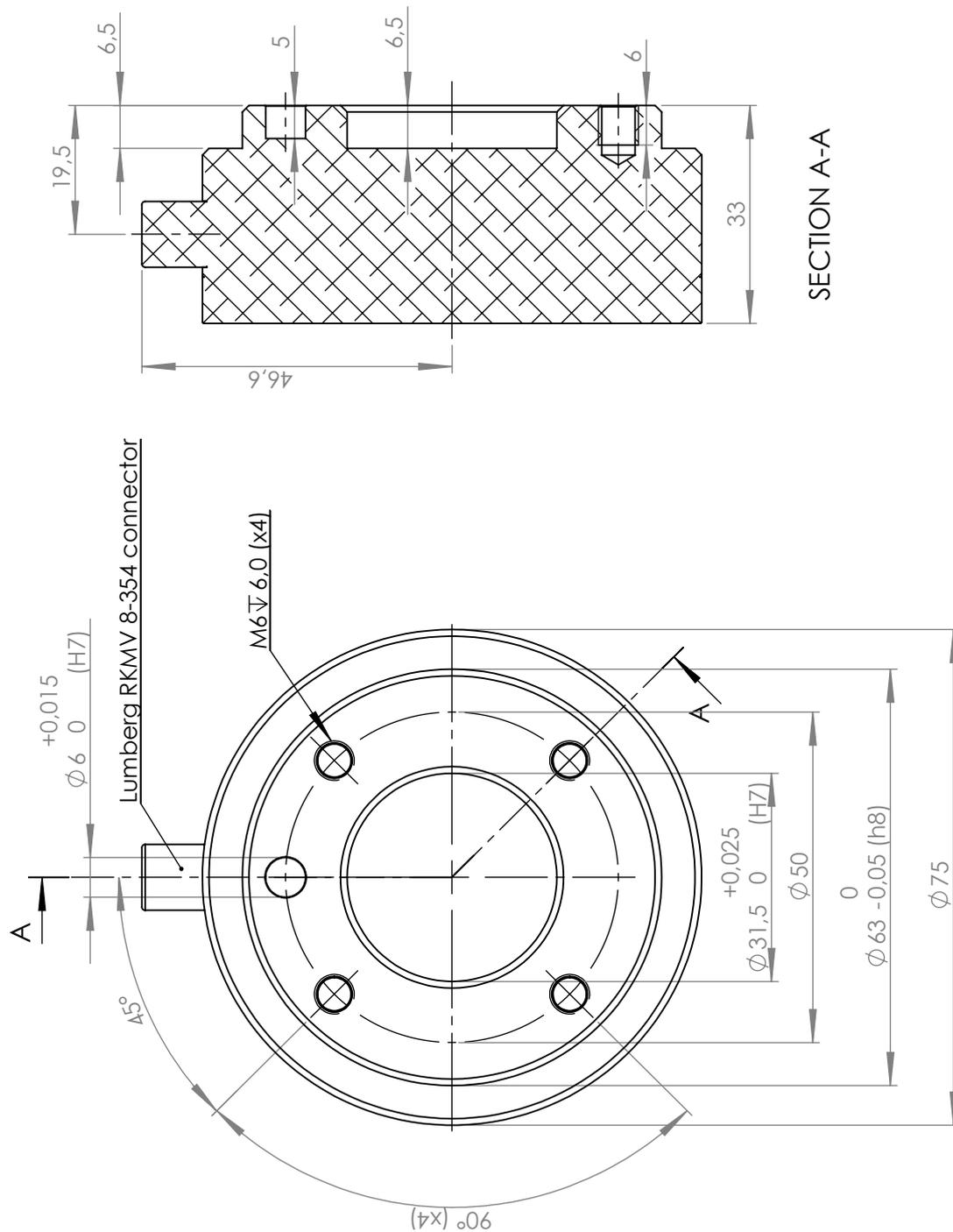


Figura 1.4: La flangia di uscita dell'utensile, ISO 9409-1-50-4-M6. Qui viene montato l'utensile alla sommità del robot. Tutte le misure sono in *mm*.

Quando è necessaria un'equalizzazione di potenziale con altre macchine, utilizzare il collegamento a vite contrassegnato con il simbolo di terra all'interno dell'unità di controllo.

Nota: è tecnicamente possibile utilizzare un'alimentazione di rete da 110 V. Tuttavia, quando il robot si muove ad alta velocità o con un'accelerazione elevata, la corrente di rete supera la sua potenza nominale massima, causando un sovraccarico di cavi, spine e fusibili principali. Anche la ventola funziona a una velocità ridotta.

Capitolo 2

Interfaccia elettrica

2.1 Introduzione

Il robot è una macchina che può essere programmata in modo da muovere un utensile nell'area di lavoro del robot. Spesso si desidera coordinare il movimento del robot con le macchine vicine o con le attrezzature sull'utensile. Il modo più semplice di assolvere a tale compito è spesso quello di utilizzare l'interfaccia elettrica.

Sono presenti segnali elettrici di ingresso/uscita (input/output, I/O) all'interno dell'unità di controllo e sulla flangia dell'utensile robot. Il presente capitolo illustra come collegare le attrezzature agli I/O. Alcuni degli I/O all'interno dell'unità di controllo sono dedicati alle funzioni di sicurezza del robot e alcuni sono I/O di uso generale per il collegamento con altre macchine o apparecchiature. Gli I/O di uso generale possono essere pilotati direttamente dalla scheda I/O sull'interfaccia utente, v. sezione 3.3.2 o dai programmi del robot.

Per ottenere I/O aggiuntivi, si possono aggiungere unità Modbus tramite il connettore Ethernet addizionale nell'unità di controllo.

2.2 Avvisi importanti

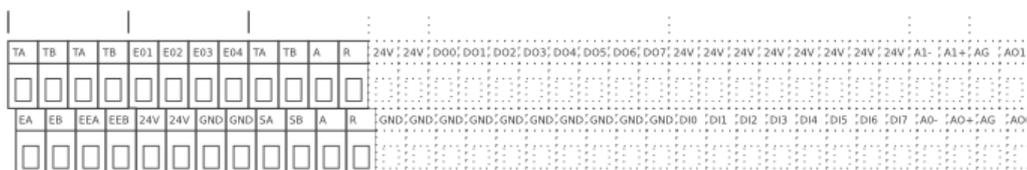
Si noti che secondo le norme IEC 61000 e EN 61000 i cavi che collegano l'unità di controllo ad altri macchinari e attrezzature di fabbrica non possono essere più lunghi di 30 m, a meno che non vengano eseguiti collaudi estesi.

Si noti che ogni collegamento negativo (0 V) viene definito GND (terra) ed è collegato alla schermatura del robot e alla unità di controllo. Tuttavia, tutti i collegamenti GND menzionati servono solo per l'alimentazione e le segnalazioni. Per la messa a terra di protezione (PE - Protective Earth) usare uno dei due collegamenti a vite di formato M6 che si trovano all'interno dell'unità di controllo. Se invece occorre la messa a terra funzionale (FE - Functional Earth) usare una delle due viti di formato M3 che si trovano vicino ai morsetti a vite.

Si noti che nel presente capitolo, tutti i dati non specificati di tensione e corrente sono espressi in CC.

Solitamente è importante tenere i segnali d'interfaccia di sicurezza separati dai normali segnali d'interfaccia I/O. Inoltre, l'interfaccia di sicurezza non deve mai essere collegata ad un PLC che non sia un PLC di sicurezza con il livello corretto di sicurezza. Se questa regola non venisse seguita, non sarebbe possibile ottenere un alto livello di sicurezza, perché un guasto nel normale I/O potrebbe impedire a un segnale di arresto di emergenza di innescare un arresto di emergenza.

2.3 L'interfaccia di sicurezza



All'interno della unità di controllo è presente un pannello di morsetti a vite. La parte più a sinistra, sopra riportata in nero, è l'interfaccia di sicurezza. L'interfaccia di sicurezza può essere utilizzata per collegare il robot ad altre macchine o apparecchiature di sicurezza, per assicurarsi che il robot si arresti in certe situazioni.

L'interfaccia di sicurezza è costituita da due parti; l'interfaccia di arresto di emergenza e l'interfaccia di arresto di protezione o precauzionale, ulteriormente descritte nelle sezioni seguenti. La tabella sotto riportata ne sintetizza le differenze:

	Arresto di emergenza	Arresto di protezione
Interventi	Manuale	Manuale o automatico
Esecuzione programma	Arresti	Pause
Freni	Attivo	Non attivo
Potenza motore	Off	Limitata
Riarmo	Manuale	Automatico o manuale
Frequenza di uso	Infrequente	Da ogni ciclo a infrequente
Richiede una reinizializzazione	Solo rilascio freno	No
Il robot cessa il movimento	Si	Si
Livello prestazioni	ISO 13849-1 PLd	ISO 13849-1 PLd

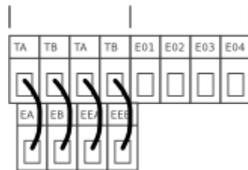
2.3.1 L'Interfaccia di arresto di emergenza

[TA]	Uscita di prova A
[TB]	Uscita di prova B
[EO1]	Collegamento uscita 1 arresto di emergenza
[EO2]	Collegamento uscita 2 arresto di emergenza
[EO3]	Collegamento uscita 3 arresto di emergenza
[EO4]	Collegamento uscita 4 arresto di emergenza
[EA]	Ingresso A arresto di emergenza robot (positivo)
[EB]	Ingresso B arresto di emergenza robot (negativo)
[EEA]	Ingresso A arresto di emergenza esterno (positivo)
[EEB]	Ingresso B arresto di emergenza esterno (negativo)
[24V]	Collegamento alimentazione +24V per dispositivi di sicurezza
[GND]	Collegamento alimentazione 0 V per dispositivi di sicurezza

L'interfaccia di arresto di emergenza ha due ingressi, l'ingresso di arresto emergenza robot e l'ingresso arresto di emergenza esterno. Ciascun ingresso è doppio per assicurare ridondanza secondo quanto richiesto dal livello di prestazioni **d** in termini di sicurezza.

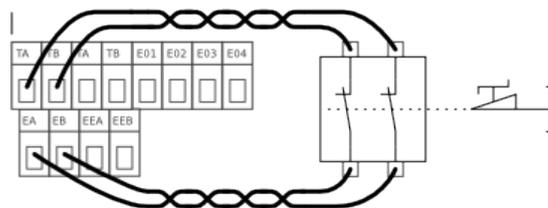
L'interfaccia di arresto di emergenza robot arresta il robot e imposta l'uscita dell'arresto di emergenza, destinata ad essere utilizzata dalle apparecchiature di sicurezza vicine al robot. Anche l'arresto di emergenza esterno arresta il robot, ma non influisce sull'uscita dell'arresto di emergenza ed è destinato esclusivamente al collegamento ad altre macchine.

La più semplice configurazione dell'arresto di emergenza



La più semplice configurazione consiste nell'utilizzare il pulsante di arresto di emergenza interno come unico componente per generare un arresto di emergenza. In questo caso si utilizza la configurazione sopra illustrata. Questa configurazione è quella predefinita quando il robot lascia la fabbrica, con cui il robot è pronto per funzionare. Tuttavia, la configurazione di emergenza deve essere modificata se reso necessario dalla valutazione dei rischi.

Collegamento a un pulsante di arresto di emergenza esterno

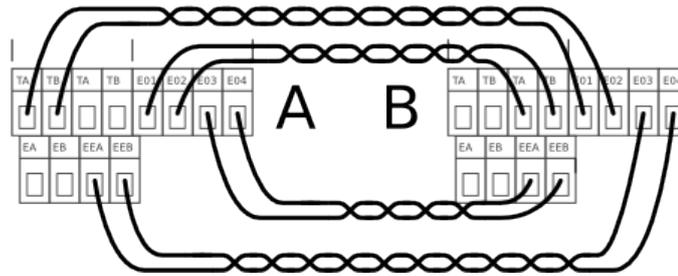


In quasi tutte le applicazioni robot è obbligatorio collegare uno o più pulsanti di arresto di emergenza esterni. Si tratta di un'operazione semplice e facile. Un esempio di collegamento a un pulsante aggiuntivo è illustrato sopra.

Collegamento dell'arresto d'emergenza ad altre macchine

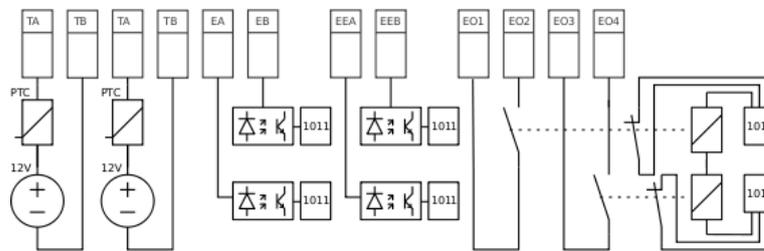
Quando il robot viene utilizzato assieme ad altre macchine elettro-meccaniche, è spesso richiesta la realizzazione di un circuito di arresto di emergenza comune. Questo assicura che se si presentasse una situazione pericolosa, l'operatore non avrebbe bisogno di pensare a quali pulsanti usare. Spesso è preferibile che ciascuna parte di una sottofunzione in una linea di prodotto sia sincronizzata, poiché un arresto in una sola parte della linea di prodotto può ingenerare una situazione di pericolo.

Un esempio con due robot UR che si arrestano reciprocamente per emergenza è riportato sotto.



Specifiche elettriche

Sotto è riportato uno schema interno semplificato della circuiteria. È importante notare che qualsiasi corto circuito o perdita di connessione si tradurrà in un arresto in sicurezza, quando compare un solo errore alla volta. L'interruzione e il comportamento anomalo di relè e dell'alimentazione elettrica si risolvono in un messaggio di errore nel registro del robot e impediscono l'accensione del robot.



Sotto: Specifiche dell'interfaccia di arresto di emergenza.

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
[TA-TB] Tensione	10.5	12	12.5	V
[TA-TB] Corrente (ogni uscita)	-	-	120	mA
[TA-TB] Protezione corrente	-	400	-	mA
[EA-EB] [EEA-EEB] Tensione di ingresso	-30	-	30	V
[EA-EB] [EEA-EEB] Garantita OFF se	-30	-	7	V
[EA-EB] [EEA-EEB] Garantita ON se	10	-	30	V
[EA-EB] [EEA-EEB] Garantita OFF se	0	-	3	mA
[EA-EB] [EEA-EEB] Corrente ON (10-30 V)	7	-	14	mA
[EO1-EO2] [EO3-EO4] Corrente di contatto c.a./c.c.	0.01	-	6	A
[EO1-EO2] [EO3-EO4] Tensione di contatto c.c.	5	-	50	V
[EO1-EO2] [EO3-EO4] Tensione di contatto c.a.	5	-	250	V

Si noti che il numero dei componenti di sicurezza che devono essere usati e il modo in cui essi devono funzionare dipendono dalla valutazione dei rischi, la quale viene spiegata nella sezione 4.1.

Si noti che è importante effettuare controlli regolari del funzionamento dell'arresto di sicurezza per garantire il corretto funzionamento dei dispositivi di arresto di sicurezza.

I due ingressi di arresto di emergenza EA-EB e EEA-EEB sono ingressi liberi da potenziale a norma IEC 60664-1 e EN 60664-1, grado di inquinamento 2, categoria di sovratensione II.

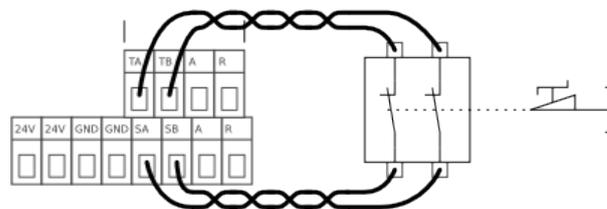
Le uscite di arresto di emergenza EO1-EO2-EO3-EO4 sono contatti di relè conformi a IEC 60664-1 e EN 60664-1, grado di inquinamento 2, categoria di sovratensione III.

2.3.2 L'interfaccia di protezione

[TA]	Uscita di prova A
[TB]	Uscita di prova B
[SA]	Ingresso A arresto di protezione (positivo)
[SB]	Ingresso B arresto di protezione (negativo)
[A]	Continuazione automatica dopo l'arresto di protezione
[R]	Riarmo arresto di protezione
[24V]	Collegamento alimentazione +24V per dispositivi di sicurezza
[GND]	Collegamento alimentazione 0 V per dispositivi di sicurezza

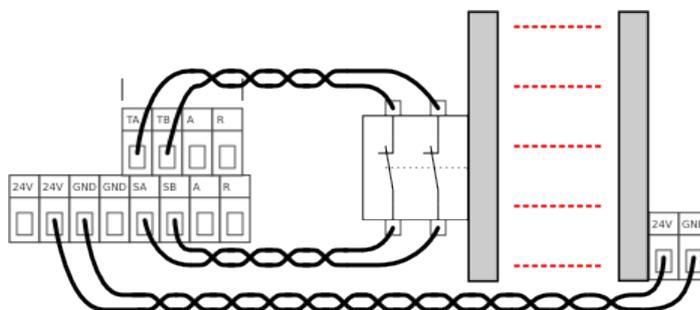
L'interfaccia di protezione è utilizzata per mettere in pausa il movimento del robot in sicurezza. L'interfaccia di protezione può essere utilizzata per barriere ottiche, interruttori porta, PLC di sicurezza ecc. Il ripristino da un arresto di protezione può essere automatico o controllato da un pulsante, in funzione della configurazione di protezione. Se l'interfaccia di protezione non è utilizzata, occorre abilitare la funzionalità automatica di riarmo secondo quanto descritto nella sezione 2.3.3.

Collegamento di un interruttore porta



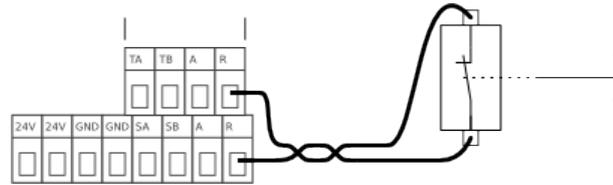
Per collegare un interruttore porta o qualcosa di analogo, procedere come sopra illustrato. Ricordare di utilizzare una configurazione di pulsante di riarmo se il robot non dovesse avviarsi automaticamente quando la porta è chiusa.

Collegamento di una barriera ottica



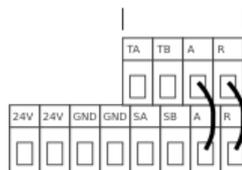
Le modalità di collegamento di una barriera ottica sono illustrate sopra. È altresì possibile utilizzare una barriera ottica (ISO 13849-1 e EN 954-1) di categoria 1 se la valutazione dei rischi lo consente. Dovendo collegare una barriera ottica di categoria 1, utilizzare TA e SA e quindi collegare TB e SB con un filo. Ricordarsi di utilizzare una configurazione a pulsante di riarmo affinché l'arresto di protezione sia bloccato.

Collegamento di un pulsante di riarmo



Le modalità di collegamento di un pulsante di riarmo sono illustrate sopra. Non è consentito avere un pulsante di riarmo permanentemente premuto. Se il pulsante di riarmo è bloccato, viene generato un arresto di protezione e appare un messaggio di errore sulla schermata di log.

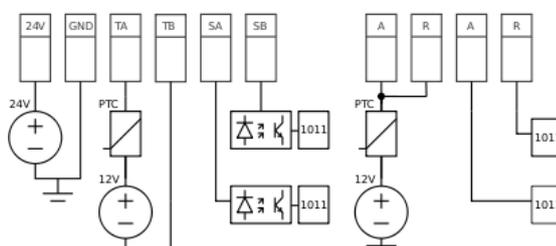
2.3.3 Continuazione automatica dopo l'arresto di protezione



L'interfaccia di protezione può riarmarsi una volta scomparso un evento che determina un arresto di protezione. Le modalità di abilitazione della funzione di riarmo automatico sono illustrate sopra. Questa è anche la configurazione consigliata se non si utilizza l'interfaccia di protezione. È tuttavia sconsigliato utilizzare un riarmo automatico se è possibile una configurazione del pulsante di riarmo. Il riarmo automatico è destinato alle installazioni speciali e alle installazioni con altre macchine.

Specifiche elettriche

Per comprendere la funzione di protezione, si riporta uno schema interno semplificato della circuiteria. Qualsiasi guasto nel sistema di sicurezza si tradurrà in un arresto del robot in sicurezza con un messaggio di errore sulla schermata di log.



Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
Tolleranza di tensione 24 V	-15%	-	+20%	-
Corrente disponibile dall'alimentazione 24 V	-	-	1.2*	A
Protezione da sovraccarichi	-	1.4	-	A
[TA-TB] [A↑] [R↑] Tensione	10.5	12	12.5	V
[TA-TB] [A↑] [R↑] Corrente	-	-	120	mA
[TA-TB] [A↑] [R↑] Protezione corrente	-	400	-	mA
[SA-SB] Tensione di ingresso	-30	-	30	V
[SA-SB] Garantita OFF se	-30	-	7	V
[SA-SB] Garantita ON se	10	-	30	V
[SA-SB] Garantita OFF se	0	-	3	mA
[SA-SB] Corrente ON (10-30 V)	7	-	14	mA
[A↓] [R↓] Tensione di ingresso	-30	-	30	V
[A↓] [R↓] Ingresso garantito OFF se	-30	-	7	V
[A↓] [R↓] Ingresso garantito ON se	10	-	30	V
[A↓] [R↓] Garantita OFF se	0	-	5	mA
[A↓] [R↓] Corrente ON (10-30 V)	6	-	10	mA

L'ingresso dell'arresto di protezione SA-SB è un ingresso libero da potenziale conforme a IEC 60664-1 e EN 60664-1, grado di inquinamento 2, categoria di sovratensione II.

Si noti che il collegamento giallo 24 V è alimentato dalla stessa alimentazione interna 24 V del collegamento 24 V del normale I/O, e che il massimo di 1,2 A riguarda entrambe le fonti di alimentazione insieme.

2.4 Controller I/O



All'interno della unità di controllo è presente un pannello di morsetti a vite con vari componenti I/O come sopra illustrato. La parte più a destra di questo pannello è riservata a I/O di uso generale.

[24V]	collegamento alimentazione +24 V
[GND]	collegamento alimentazione 0 V
[DOx]	Numero uscita digitale x
[DIx]	Numero ingresso digitale x
[AOx]	Numero uscita analogica x più
[AG]	Uscita analogica GND
[Ax+]	Numero ingresso analogico x più
[Ax-]	Numero ingresso analogico x meno

Il pannello I/O nell'unità di controllo presenta 8 ingressi digitali e 2 analogici, 8 uscite digitali e 2 analogiche e un alimentatore 24 V. Gli ingressi e le uscite digitali sono una tecnologia **pnp** e sono realizzati in conformità a IEC 61131-2 e EN 61131-2. 24 V e GND possono essere utilizzati come ingresso per il modulo I/O o uscita come alimentazione 24 V. All'avviamento, l'unità di controllo controlla se giunge tensione al collegamento 24 V da un'alimentazione esterna e, in caso contrario, si collega automaticamente all'alimentazione interna 24 V.

Specifiche elettriche dati dell'alimentazione interna

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
Tolleranza tensione 24 V interna	-15%	-	+20%	-
Corrente dall'alimentazione 24 V interna	-	-	1.2*	A
Protezione da sovraccarichi	-	1.4	-	A
Tensione di alimentazione esterna	10	-	30	V

Si noti che il collegamento di protezione (giallo) 24 V è alimentato dalla stessa alimentazione interna 24 V dei collegamenti 24 V del normale I/O, e che il massimo di 1.2 A riguarda entrambe le fonti di alimentazione insieme.

Se l'intensità di corrente dell'alimentazione interna 24 V è superata, apparirà un messaggio di errore sulla schermata di log. L'alimentazione tenterà di recuperare automaticamente dopo qualche secondo.

2.4.1 Uscite digitali

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
Corrente di sorgente per uscita	0	-	2	A
Corrente di sorgente tutte le uscite assieme	0	-	4	A
Caduta tensione quando ON	0	-	0.2	V
Corrente di dispersione quando OFF 0	0	-	0.1	mA

Le uscite possono essere utilizzate per pilotare apparecchiature direttamente ad es. relè pneumatici oppure possono essere impiegate per comunicare con altri sistemi PLC. Le uscite sono realizzate in conformità con tutti e tre i tipi di ingressi digitali definiti in IEC 61131-2 e EN 61131-2, e con tutti i requisiti delle uscite digitali delle stesse norme.

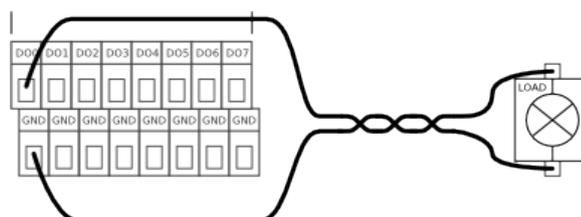
Tutte le uscite digitali possono essere disabilitate automaticamente quando un programma è arrestato utilizzando la casella di controllo "Sempre low all'arresto programma" sulla schermata Nome I/O (v. sezione 3.3.8). In questa modalità, l'uscita è sempre low quando un programma non è in esecuzione.

Le uscite digitali non sono limitate in corrente e la sovrapposizione dei dati specificati può causare danni permanenti. Tuttavia, non è possibile danneggiare le uscite se si utilizza l'alimentazione interna 24 V per via della sua protezione corrente.

Si noti che l'unità di controllo e le schermature metalliche sono collegate a terra (GND). Non inviare mai la corrente I/O attraverso le schermature o i collegamenti di terra.

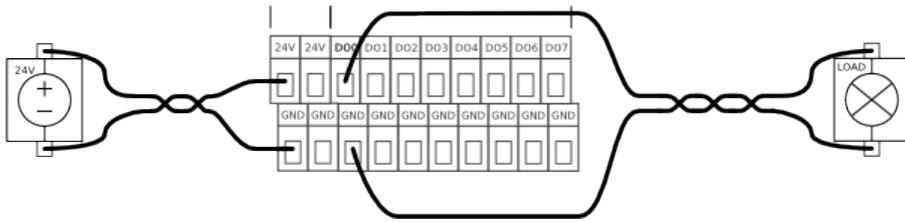
Le sottosezioni seguenti presentano alcuni semplici esempi di come si potrebbero utilizzare le uscite digitali.

Carico controllato da uscita digitale



Questo esempio illustra come attivare un carico.

Carico controllato da uscita digitale, alimentazione esterna



Se la corrente disponibile dall'alimentazione interna non è sufficiente, utilizzare semplicemente un'alimentazione esterna, come sopra illustrato.

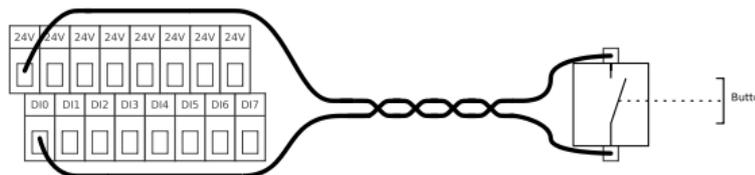
2.4.2 Ingressi digitali

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
Tensione di ingresso	-30	-	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

Gli ingressi digitali sono implementati come **pnp**, che significa che sono attivi quando viene applicata tensione agli stessi. Gli ingressi possono essere utilizzati per leggere pulsanti, sensori o per comunicazione con altri sistemi PLC. Gli ingressi sono conformi a tutti e tre i tipi di ingressi digitali definiti in IEC 61131-2 e EN 61131-2, che significa che funzioneranno assieme a tutti i tipi di uscite digitali definite dalle stesse norme.

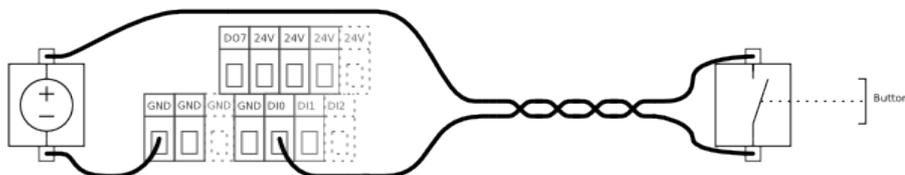
Le specifiche tecniche degli ingressi digitali sono riportate sotto.

Ingresso digitale, pulsante semplice



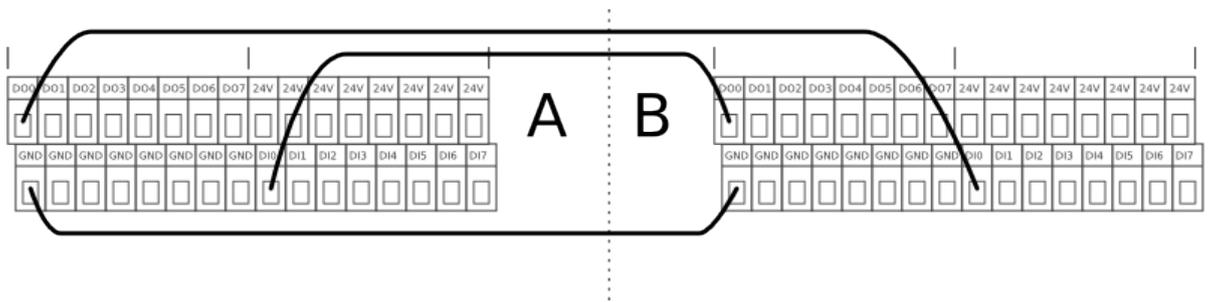
L'esempio precedente mostra come collegare un semplice pulsante o interruttore.

Ingresso digitale, pulsante semplice, alimentazione esterna



L'illustrazione sopra riportata mostra come collegare un pulsante che utilizza una sorgente di alimentazione esterna.

Comunicazione di segnali con altre macchine o PLC



Se serve una comunicazione con altre macchine o altri PLC, devono utilizzare la tecnologia **pnP**. Ricordarsi di creare un comune collegamento GND (terra) fra le diverse interfacce. Qui sopra è rappresentato un esempio in cui due robot UR (A e B) comunicano l'uno con l'altro.

2.4.3 Uscite analogiche

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
Valida tensione d'uscita in modo di corrente	0	-	10	V
Valida tensione d'uscita in modo di tensione	-20	-	20	mA
Corrente di cortocircuito in modo di tensione	-	40	-	mA
Resistenza d'uscita in modo di tensione	-	43	-	ohm

Le uscite analogiche possono essere impostate sia per il modo di corrente che per il modo di tensione, nell'intervallo compreso fra 4-20 mA e 0-10 V rispettivamente.

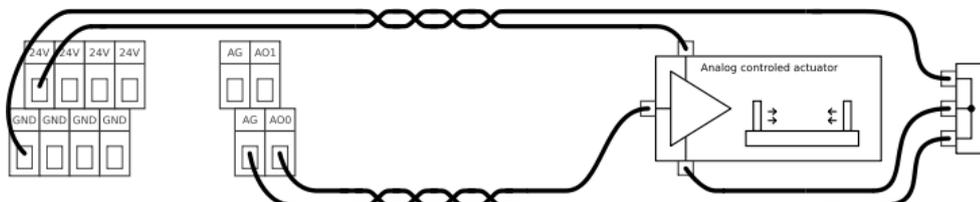
Per chiarire quanto sia semplice utilizzare le uscite analogiche, si riportano alcuni semplici esempi.

Utilizzo delle uscite analogiche



Questo è il modo normale e migliore di utilizzare le uscite analogiche. L'illustrazione rappresenta una configurazione in cui il controller del robot controlla un attuatore quale un nastro trasportatore. Il risultato migliore si ottiene utilizzando il modo di corrente, poiché è più immune ai segnali di disturbo.

Utilizzo delle uscite analogiche, segnale non differenziale



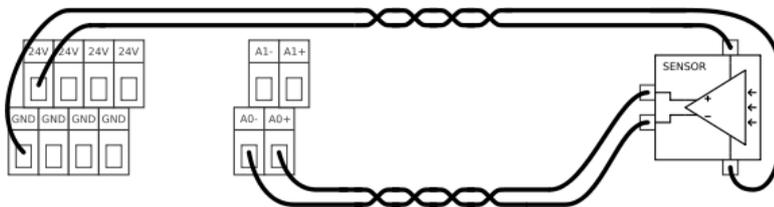
Se l'apparecchiatura controllata non adotta un ingresso differenziale, si può tentare una soluzione alternativa come sopra illustrato. Tale soluzione non è molto buona in termini di rumore e può facilmente captare i segnali di disturbo di altre macchine. Occorre prestare attenzione quando si esegue il cablaggio e tenere presente che i segnali di disturbo indotti nelle uscite analogiche possono essere presenti su altri I/O analogici.

2.4.4 Ingressi analogici

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
Tensione di ingresso di modo comune	-33	-	33	V
Tensione di ingresso di modo differenziale*	-33	-	33	V
Resistenza di ingresso differenziale	-	220	-	kohm
Resistenza di ingresso di modo comune	-	55	-	kohm
Rapporto di reiezione di modo comune	75	-	-	dB

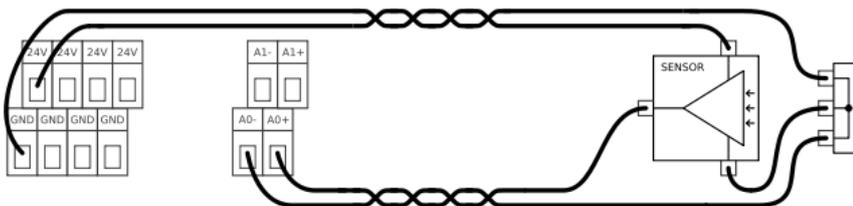
Gli ingressi analogici possono essere impostati su quattro diversi intervalli di tensione, che sono implementati in diversi modi, e pertanto possono avere diversi errori di offset e di guadagno. La tensione di ingresso di modo differenziale specificata è valida solo con una tensione di modo comune di 0 V. Per chiarire quanto sia semplice utilizzare le uscite digitali, si riportano alcuni esempi.

Utilizzo di ingressi analogici, ingresso tensione differenziale



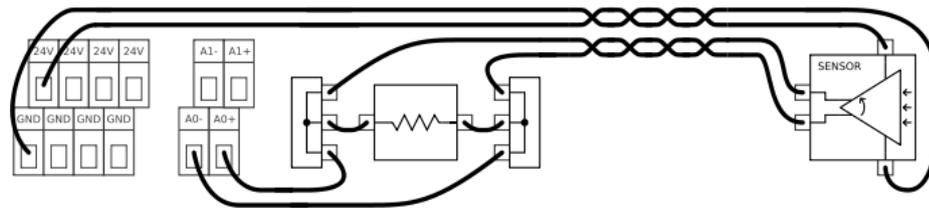
Il modo più semplice di utilizzare ingressi analogici. L'apparecchiatura raffigurata, che potrebbe essere un sensore, ha un'uscita di tensione differenziale.

Utilizzo di ingressi analogici, ingresso di tensione non differenziale



Se non è possibile ottenere un segnale differenziale dall'apparecchiatura utilizzata, una soluzione potrebbe assomigliare alla configurazione sopra rappresentata. Diversamente dall'esempio dell'uscita analogica non differenziale alla sottosezione 2.4.3, questa soluzione sarebbe buona quasi quanto le soluzioni differenziali.

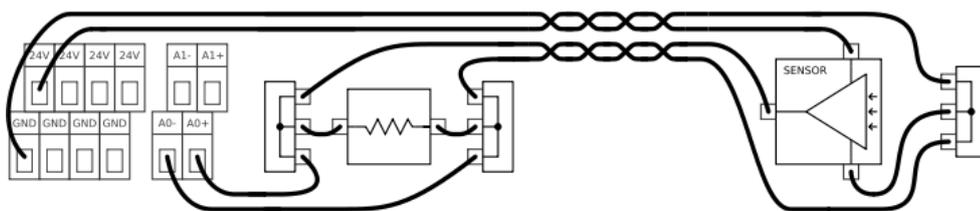
Utilizzo di ingressi analogici, ingresso corrente differenziale



Quando si utilizzano cavi più lunghi o se l'ambiente è molto rumoroso, si preferiscono segnali basati sulla corrente. Inoltre, qualche apparecchiatura presenta solo un'uscita di corrente. Per utilizzare la corrente come ingressi, è necessaria una resistenza esterna come sopra raffigurato. Il valore della resistenza sarebbe normalmente di circa 200 ohm e il migliore risultato si ottiene quando la resistenza è vicina ai morsetti a vite dell'unità di controllo.

Si noti che la tolleranza della resistenza e la variazione ohmica dovuta alla temperatura devono essere aggiunte alle specifiche di errore degli ingressi analogici.

Utilizzo di ingressi analogici, ingresso di corrente non differenziale



Se l'uscita dell'apparecchiatura è un segnale di corrente non differenziale, occorre utilizzare una resistenza come sopra raffigurato. La resistenza dovrebbe essere di circa 200 ohm e la relazione fra la tensione all'ingresso del controller e l'uscita del sensore è data da:

$$\text{Tensione} = \text{Corrente} \times \text{Resistenza}$$

Si noti che la tolleranza della resistenza e la variazione ohmica dovuta alla temperatura devono essere aggiunte alle specifiche di errore degli ingressi analogici.

2.5 I/O utensile



All'estremità utensile del robot è presente un piccolo connettore con otto connessioni.

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

Questo connettore emette segnali di potenza e controllo per sistemi di afferraggio e sensori che possono essere presenti su specifici utensili robot. Questo connettore può essere utilizzato per ridurre il cablaggio fra l'utensile e l'unità di controllo. Il connettore è un normale Lumberg RSMEDG8, che si accoppia a un cavo denominato RKMV 8-354.

Si noti che la flangia dell'utensile è collegata a terra (GND) (come il filo rosso).

Specifiche alimentazione interna

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
Tensione di alimentazione in modo 24 V	TBD	24	TBD	V
Tensione di alimentazione in modo 12 V	TBD	12	TBD	V
Corrente di alimentazione in entrambi i modi	-	-	600	mA
Protezione corrente corto circuito	-	650	-	mA
Carico capacitivo	-	-	TBD	uF
Carico induttivo	-	-	TBD	uH

L'alimentazione disponibile può essere impostata a 0 V, 12 V o 24 V sulla scheda I/O dell'interfaccia grafica utente (v. sezione 3.3.2 Prestare attenzione quando si utilizzano 12 V, poiché un errore compiuto dal programmatore può causare una variazione di tensione a 24 V, che potrebbe danneggiare l'apparecchiatura e causare anche un incendio.

Il sistema di controllo interno genera un errore nel registro del robot se la corrente supera il proprio limite. I diversi I/O all'utensile sono descritti nelle seguenti tre sottosezioni.

2.5.1 Uscite digitali

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
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	-	1	A
Corrente attraverso GND (terra)	-	-	1	A
Tempo di commutazione	-	1000	-	us
Carico capacitivo	-	-	TBD	uF
Carico induttivo	-	-	TBD	uH

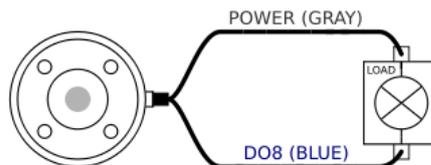
Le uscite digitali sono implementate in modo da potere solo assorbire a terra (GND) (0 V) e non erogare corrente. Quando è attivata un'uscita digitale, la connessione corrispondente è portata a terra (GND) e, quando è disattivata,

la connessione corrispondente è aperta (open-collector/open-drain). La differenza primaria fra le uscite digitali all'interno dell'unità di controllo e quelle nell'utensile è la ridotta corrente dovuta al piccolo connettore.

Si noti che le uscite digitali nell'utensile non sono limitate in corrente e la sovrapposizione dei dati specificati può causare danni permanenti.

Per chiarire quanto sia semplice utilizzare le uscite digitali, si riporta un semplice esempio.

Utilizzo delle uscite digitali



Questo esempio illustra come attivare un carico quando si utilizza l'alimentazione interna 12 o 24 V. Ricordare che occorre definire la tensione di uscita nella scheda I/O (v. sezione 3.3.2). Ricordare che è presente tensione fra il collegamento POWER e la schermatura/terra anche quando il carico è disattivato.

2.5.2 Ingressi digitali

Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
Tensione di ingresso	-0.5	-	26	V
Bassa tensione logica	-	-	2.0	V
Alta tensione logica	5.5	-	-	V
Resistenza d'ingresso	-	47 k	-	ohm

Gli ingressi digitali sono implementati con deboli resistenze di pull-down. Ciò significa che un ingresso flottante si leggerà sempre low. Gli ingressi digitali all'utensile sono implementati con le stesse modalità degli ingressi digitali all'interno dell'unità di controllo.

Utilizzo degli ingressi digitali



L'esempio precedente mostra come collegare un semplice pulsante o interruttore.

2.5.3 Ingressi analogici

Gli ingressi analogici sull'utensile sono molto diversi da quelli all'interno dell'unità di controllo. Il primo aspetto di cui tenere conto è che sono non differenziali, uno svantaggio rispetto agli ingressi analogici all'I/O del controller. Il secondo aspetto di cui tenere conto è che gli ingressi analogici dell'utensile hanno la funzionalità del modo di corrente, che è un vantaggio rispetto all'I/O del controller. Gli ingressi analogici possono essere impostati su diversi intervalli

di ingresso, che sono implementati in diversi modi, e pertanto possono avere diversi errori di offset e di guadagno.

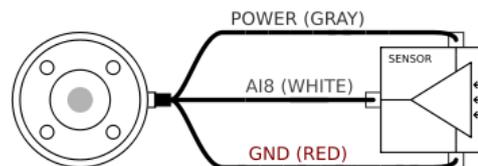
Parametro	Min	Tipo	Max	Unità
Tensione di ingresso in modo di tensione	-0.5	-	26	V
Tensione di ingresso in modo di corrente	-0.5	-	5.0	V
Corrente di ingresso in modo di corrente	-2.5	-	25	mA
Resistenza di ingresso a un intervallo da 0 V a 5 V	-	29	-	kohm
Resistenza di ingresso a un intervallo da 0 V a 10 V	-	15	-	kohm
Resistenza di ingresso a un intervallo da 4 mA a 20 mA	-	200	-	ohm

Un aspetto importante di cui tenere conto è che qualsiasi variazione di corrente al comune collegamento GND (terra) può tradursi in un segnale di disturbo negli ingressi analogici, poiché avrà luogo una caduta di tensione lungo i cavi GND e i connettori interni.

Si noti che un collegamento fra l'alimentazione utensile e gli ingressi analogici danneggerà in via permanente la funzionalità I/O se gli ingressi analogici sono impostati in modo di corrente.

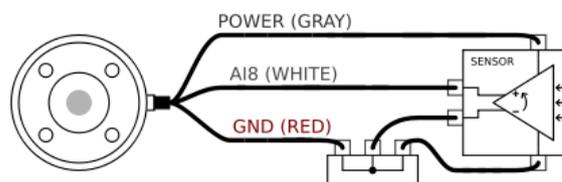
Per chiarire quanto sia semplice utilizzare gli ingressi digitali, si riportano alcuni esempi.

Utilizzo di ingressi analogici, non differenziali



Il modo più semplice di utilizzare ingressi analogici. 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 (v. sezione 3.3.2). 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.

Utilizzo di ingressi analogici, differenziali



Anche l'utilizzo di sensori con uscite differenziali è semplice. Collegare semplicemente la parte dell'uscita negativa a GND (terra) (0 V) con una morsettiere a striscia e funzionerà allo stesso modo di un sensore non differenziale.

Capitolo 3

Software PolyScope

3.1 Introduzione

PolyScope è l'interfaccia grafica utente (GUI) che consente di azionare il robot, eseguire i programmi robot esistenti o crearne facilmente di nuovi. PolyScope è attivabile dallo schermo sensibile al tatto unito all'unità di controllo. Per calibrare lo schermo a sfioramento, leggere la sezione



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 alle schermate stesse.



In questo esempio, la scheda `Programma` è selezionata al livello superiore, e sotto di essa viene selezionata la scheda `Struttura`. La scheda `Programma` contiene informazioni correlate al programma al momento caricato. Se è selezionata la scheda `Muovi`, viene visualizzata la schermata `Muovi` da cui il robot può essere mosso. Analogamente, selezionando la scheda `I/O`, lo stato corrente dell'I/O elettrico può essere monitorato e modificato.

È possibile collegare un mouse e una tastiera all'unità di controllo; tuttavia ciò non è richiesto. Ogniqualvolta sia necessario immettere un testo o numero, viene presentato un tastierino o una tastiera su schermo.



Il tastierino, la tastiera e l'editor di espressioni su schermo sono accessibili utilizzando i pulsanti sopra illustrati.

Le varie schermate di PolyScope sono descritte alle sezioni seguenti.

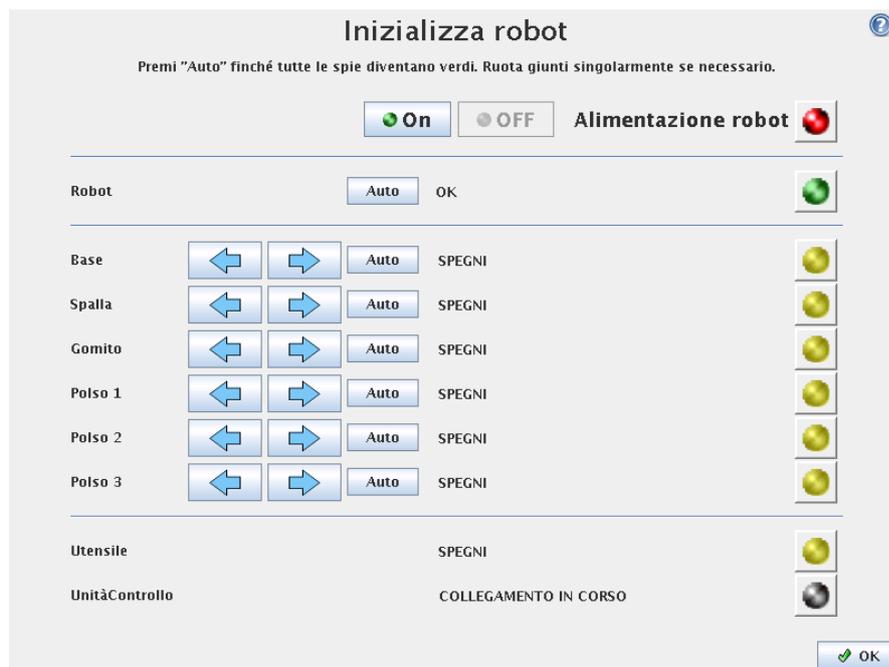
3.1.1 Schermata Benvenuto



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

- **Esegui Programma:** selezionare un programma da eseguire. Questo è il modo più semplice di azionare il robot, ma necessita di un programma idoneo che deve essere già stato prodotto.
- **Programma Robot:** cambiare un programma, o creare un nuovo programma.
- **Setup:** impostare password, aggiornare software via Internet, richiedere supporto, calibrare lo schermo a sfioramento ecc.
- **Spegni Robot** si arresta il PC del controller e si spegne il robot.

3.1.2 Schermata di inizializzazione



Su questa schermata si controlla l'inizializzazione del robot. Quando è acceso, il robot ha bisogno di trovare le posizioni di ogni giunto. Per ottenere le posizioni del giunto, il robot ha bisogno di muovere ogni giunto.

LED di stato

I LED di stato forniscono un'indicazione dello stato di esecuzione dei giunti.

- Un LED rosso vivace indica che il robot attualmente è in uno stato di arresto le cui ragioni possono essere molteplici.
- Un LED giallo vivace indica che il giunto è in esecuzione, ma non conosce la sua posizione corrente e ha bisogno di tornare alla posizione di partenza.
- Infine un LED verde indica che il giunto è in fase di corretta esecuzione ed è pronto per eseguire il movimento.

Tutti i LED devono essere verdi affinché il robot possa operare normalmente.

Movimento manuale (a mano)

Quando i giunti sono in stato di `Pronto` e si preme il pulsante "Freedrive" sul retro dello schermo, le modalità del giunto passano a `Marcia indietro`. In questa modalità, i giunti rilasciano i freni quando viene rilevato il movimento. In tal modo, il robot può essere rimosso da una macchina manualmente prima di essere avviato. I freni reagiscono non appena il pulsante viene nuovamente rilasciato.

Automovimento (Pulsanti Auto)

Di norma si consiglia sempre di utilizzare i pulsanti auto per muovere i singoli giunti finché non raggiungono uno stato noto. Per azionare il pulsante, occorre premere il pulsante Auto e tenerlo premuto.

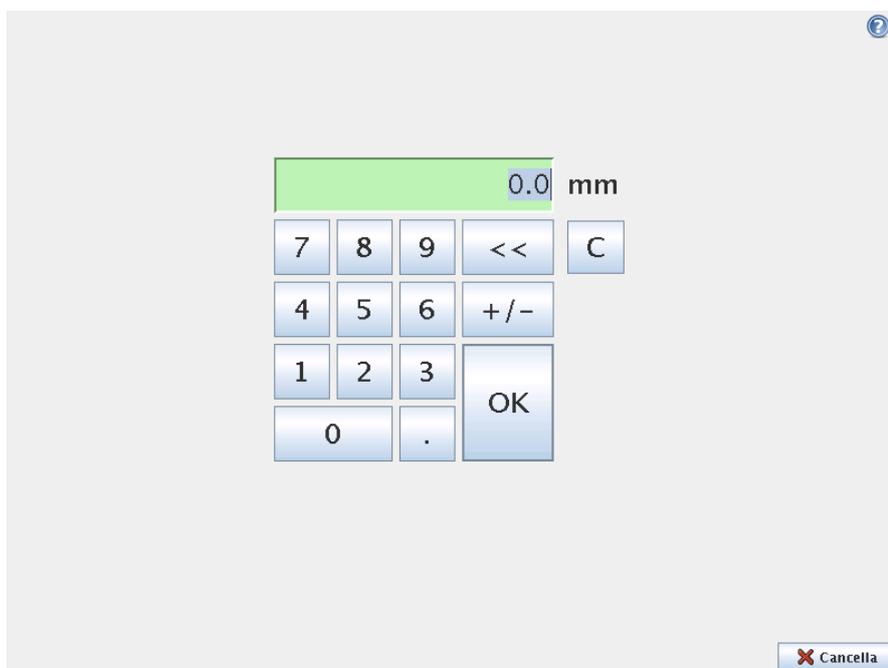
I pulsanti auto possono essere premuti singolarmente per ciascun giunto o per l'intero robot. Grande attenzione va prestata se il robot tocca un ostacolo o un tavolo, poiché un urto del robot contro un ostacolo può danneggiare un riduttore del giunto.

Movimento diretto (Pulsanti Muovi)

Nel caso in cui un giunto si trovi in una posizione in cui sussista un grave rischio che un movimento incontrollato arrechi danni al robot o alle sue vicinanze, l'operatore può scegliere di guidare il robot manualmente per ciascun giunto. sezione 3.1.2.

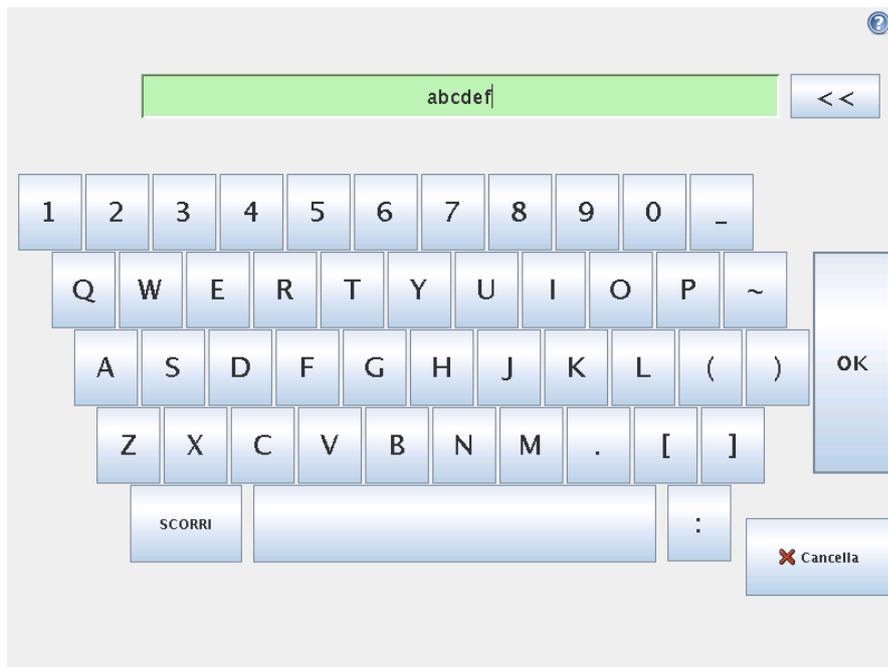
3.2 Editor su schermo

3.2.1 Tastierino su schermo



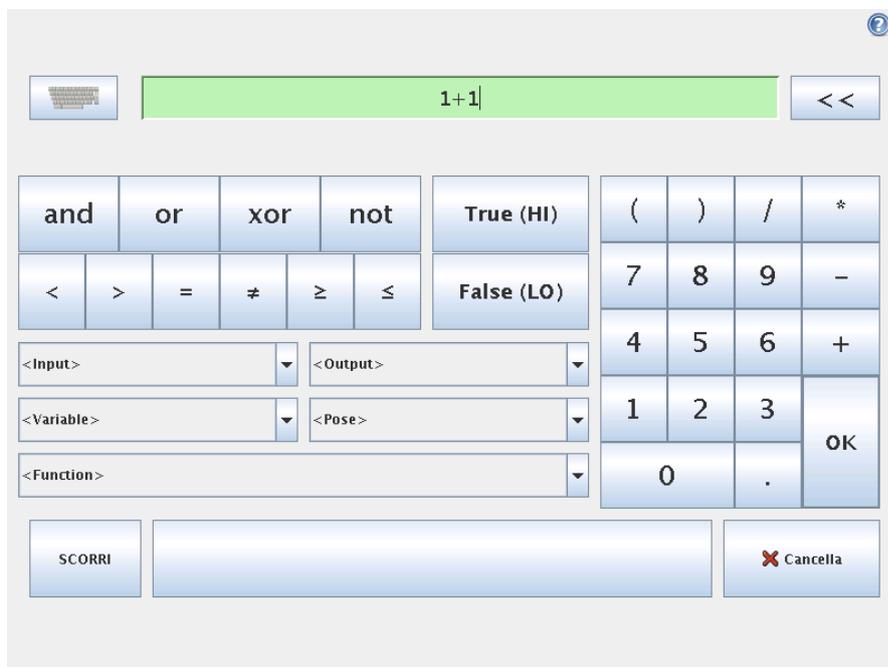
Consente di digitare e modificare numeri. In molti casi, l'unità del valore digitato è visualizzata accanto al numero.

3.2.2 Tastiera su schermo



Consente di digitare e modificare testo semplice. Il pulsante MAIUSC può essere utilizzato per ottenere alcuni caratteri speciali aggiuntivi.

3.2.3 Editor espressioni su schermo



Mentre l'espressione di per sè è modificata come testo, l'editor espressioni ha un numero di pulsanti e funzioni per inserire i simboli speciali delle espressioni, quali * per la moltiplicazione e \leq per meno di o uguale a. Il pulsante del simbolo tastiera in alto a destra della schermata consente di passare alla modifica del testo dell'espressione. Tutte le variabili definite sono riportate nel selettore Variabili, mentre i nomi delle porte di ingresso e uscita sono riportati nei selettori di Ingresso e Uscita. Alcune funzioni speciali sono riportate in Funzione.

Si verifica nell'espressione la presenza di errori grammaticali quando è premuto il pulsante **Ok**. Il pulsante **Annulla** consente di uscire dalla schermata, rimuovendo tutte le modifiche.

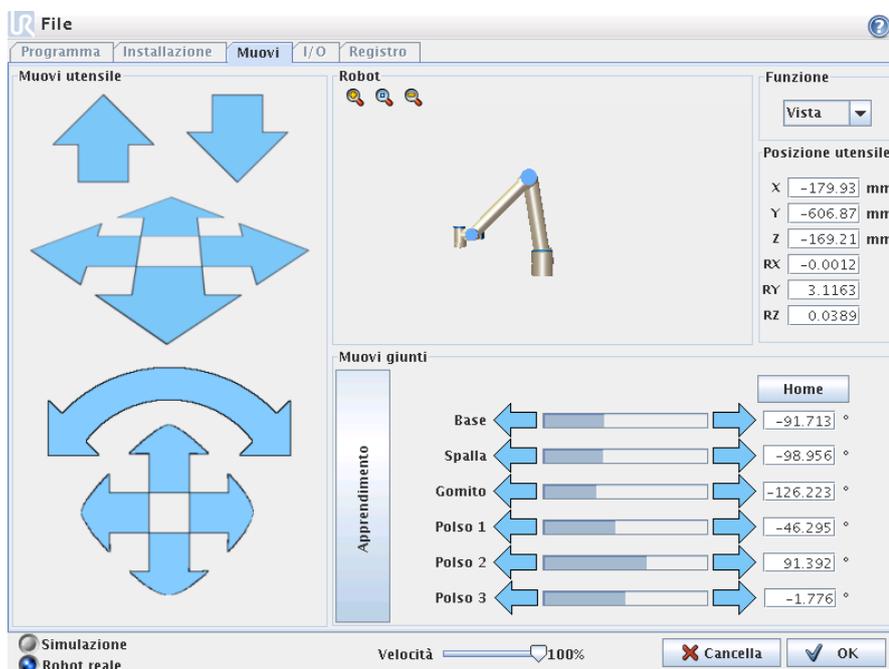
Un'espressione può avere questo aspetto:

```
digital_in[1]=True and analog_in[0]<0.5
```

3.3 Controllo robot

3.3.1 Scheda Muovi

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



Robot

È riportata la posizione corrente del robot in un grafico tridimensionale. Utilizzare le icone della lente di ingrandimento per ingrandire o rimpicciolire oppure passare un dito sullo schermo per modificare la vista. Per ottenere il miglior controllo sul robot, selezionare la funzione **Vista** e ruotare l'angolo di visualizzazione del disegno in 3D fino a farlo corrispondere a quello della visione reale del robot.

Posizione della funzione e dell'utensile

Il selettore della funzione si trova nella parte superiore destra dello schermo. Esso definisce rispetto a quale funzione controllare il robot, mentre sotto di esso, le scatole mostrano il valore delle coordinate complete dell'utensile rispetto alla funzione selezionata.

I valori possono essere modificati manualmente facendo clic sulla coordinata o sulla posizione del giunto.

Muovi utensile

- Tenendo premuta una freccia di traslazione (alto) si muoverà l'estremità dell'utensile del robot nella direzione indicata.
- Tenendo premuta una freccia di rotazione (pulsante) si cambia l'orientamento dell'utensile robot nella direzione indicata. Il punto di rotazione è il TCP, disegnato come una pallina blu.

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

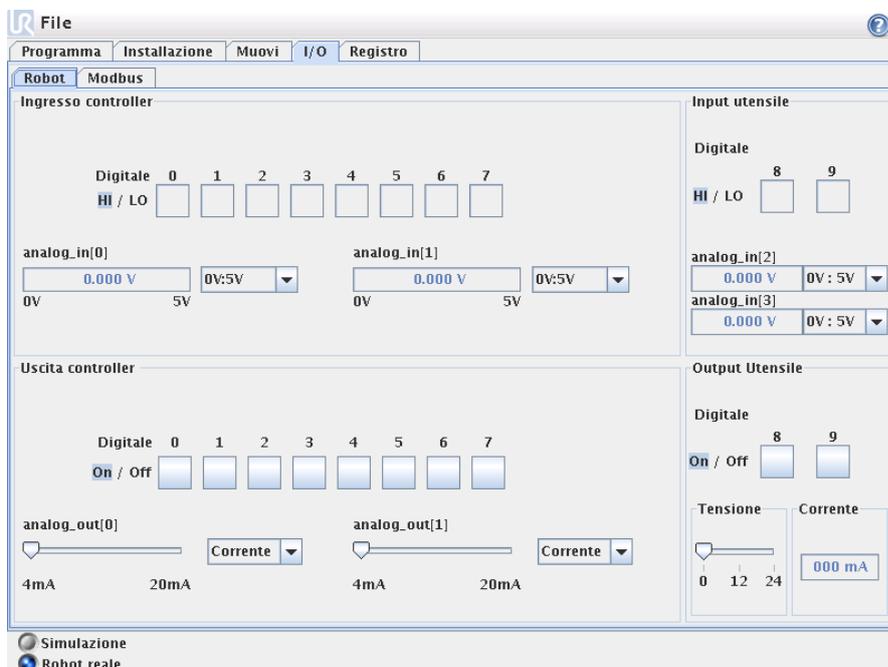
Muovi giunti

Consente di controllare direttamente i singoli giunti. Ciascun giunto può muoversi da -360° a $+360^\circ$, che sono i *limiti del giunto* illustrati dalla barra orizzontale per ciascun giunto. Se un giunto raggiunge il proprio limite, non potrà essere allontanato ulteriormente da 0° .

Apprendimento

Tenendo premuto il pulsante Apprendimento, è possibile afferrare fisicamente il robot e tirarlo nella posizione desiderata. Se l'impostazione di gravità (vedi 3.3.7) nella scheda Setup è errata, o se il robot trasporta un carico pesante, il robot potrebbe iniziare a muoversi (cadendo) quando si preme il pulsante. In tal caso, è sufficiente rilasciare nuovamente il pulsante Apprendimento.

3.3.2 Scheda I/O



Su questa schermata è possibile sempre monitorare e impostare i segnali attivi I/O dal/nel robot. La schermata visualizza lo stato corrente dell'I/O, anche durante l'esecuzione del programma. Se si varia qualsiasi cosa durante l'esecuzione del programma, il programma si arresterà. All'arresto del programma, tutti i segnali in uscita manterranno i propri stati. La schermata è aggiornata a

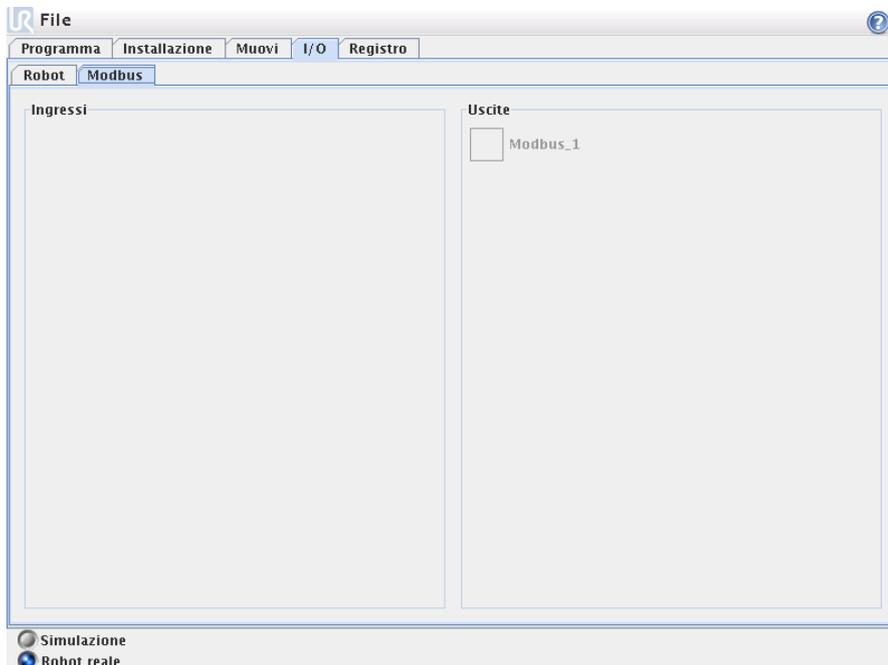
solo 10Hz, quindi un segnale molto rapido potrebbe non essere accuratamente visualizzato.

I dettagli elettrici dei segnali sono descritti alla sezione 2.1.

Impostazioni degli intervalli analogici L'uscita analogica può essere impostata su un'uscita di corrente (4-20mA) o di tensione (0-10V). Gli intervalli dell'ingresso analogico corretto sono compresi fra (-10-10V) e (0-5V). Le impostazioni saranno ricordate per futuri successivi riavviamenti del controller robot quando si salva un programma.

3.3.3 I/O Modbus

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



Ingressi

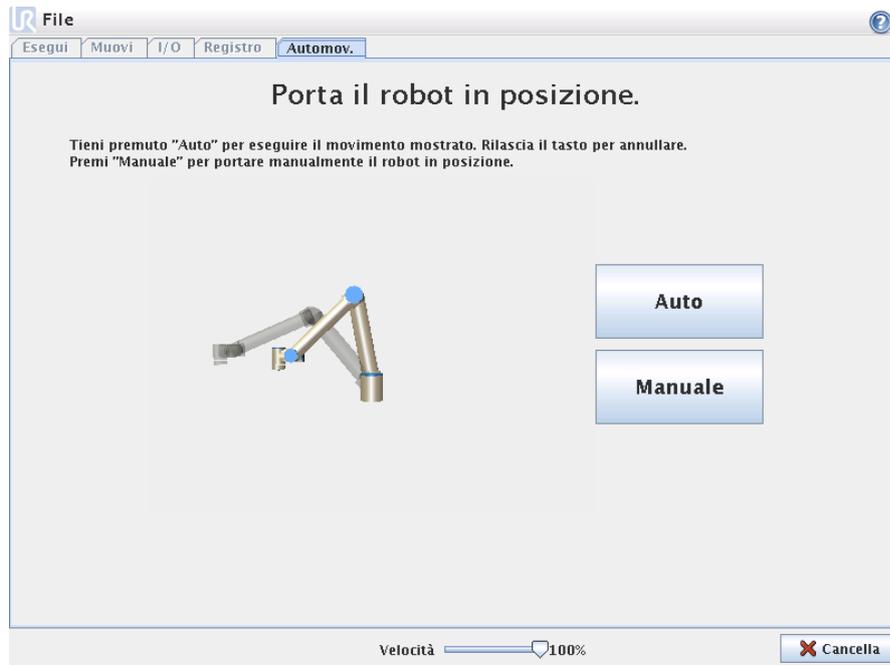
Visualizzare lo stato degli ingressi digitali modbus.

Uscite

Visualizzare e commutare lo stato delle uscite digitali modbus. Un segnale può essere commutato se la selezione effettuata nel controllo della scheda I/O lo permette (come descritto in 3.3.8).

3.3.4 Scheda Automov.

La scheda Automov. è utilizzata quando il robot deve andare a una posizione specifica nella propria area di lavoro. Ad esempio quando il robot deve andare alla posizione di avvio di un programma prima di eseguirlo, o quando deve andare a un punto percorso mentre si modifica un programma.



Animazione

L'animazione raffigura il movimento che il robot si accinge ad eseguire. Comparare l'animazione con la posizione del robot reale e assicurarsi che il robot possa eseguire in sicurezza il movimento senza colpire alcun ostacolo.

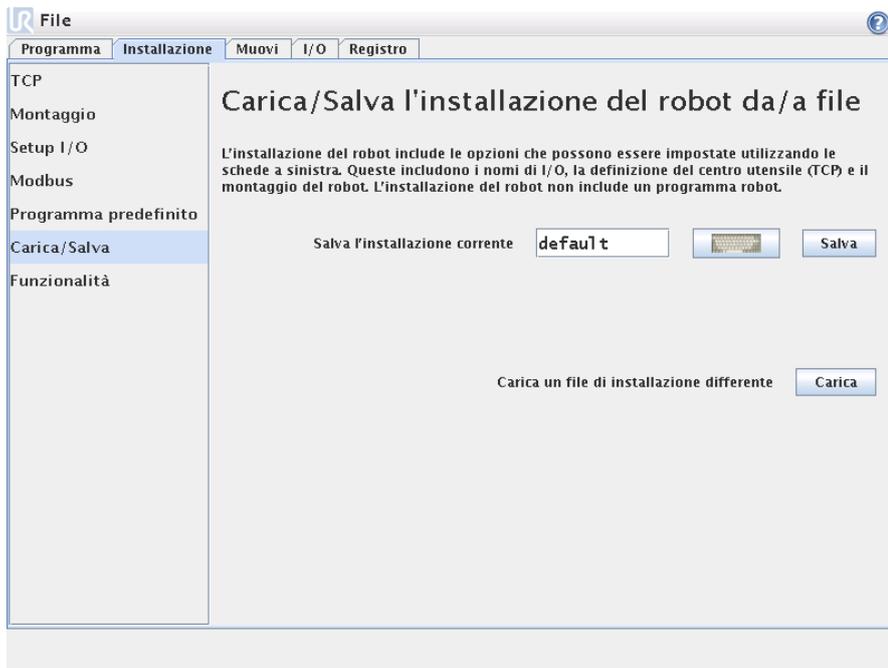
Auto

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

Manuale

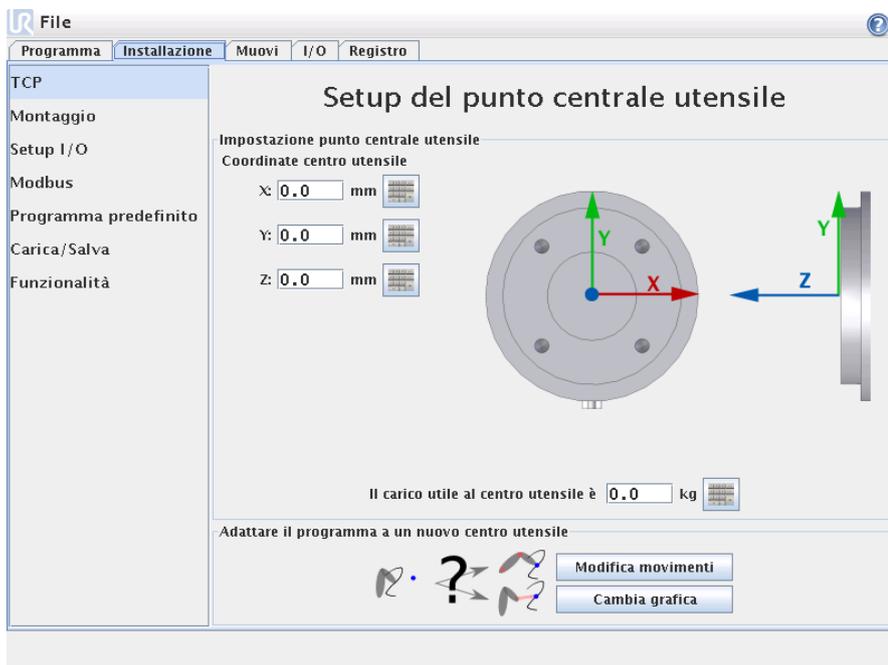
Premendo il pulsante `Manuale` si andrà alla scheda `Muovi` da cui il robot potrà essere mosso manualmente. Ciò si rende necessario solo se non sia preferibile il movimento nell'animazione.

3.3.5 Installazione → Carica/Salva



L'installazione copre aspetti relativi alla collocazione del robot nel proprio ambiente di lavoro, sia il montaggio meccanico del robot, sia le connessioni elettriche alle altre apparecchiature. Queste impostazioni possono essere stabilite utilizzando varie schermate sotto la scheda *Installazione*. È possibile avere più di un file di installazione per il robot. I programmi creati utilizzeranno l'installazione attiva e caricheranno questa installazione automaticamente quando utilizzati. Qualsiasi modifica a un'installazione deve essere salvata per essere preservata dopo lo spegnimento. Un'installazione può essere salvata o premendo il pulsante *Salva* o salvando un programma utilizzando l'installazione.

3.3.6 Installazione → Posizione centro utensile

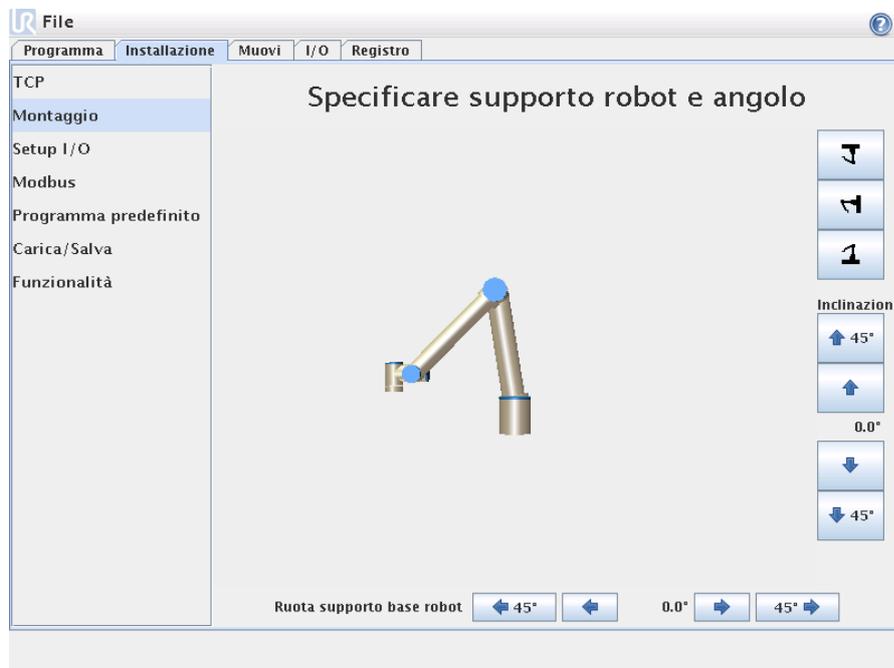


Il *Centro dell'Utensile* (TCP) è il punto all'estremità del braccio robot che dà una punta caratteristica all'utensile del robot. Quando il robot si muove linearmente, è la sua punta che si muove in linea retta. È anche il movimento del centro utensile che è visualizzato sulla scheda Grafica. Il centro utensile è dato relativamente al centro della flangia di uscita utensile, come indicato sulla grafica a schermo.

I due pulsanti sulla parte inferiore della schermata sono appropriati quando si modifica il centro utensile.

- **Cambia movimenti** ricalcola tutte le posizioni nel programma robot in modo da adeguarsi al nuovo centro utensile. Ciò è opportuno quando la forma o le dimensioni dell'utensile sono state modificate.
- **Cambia grafica** ridisegna la grafica del programma in modo da adeguarsi al nuovo centro utensile. Ciò è opportuno quando il centro utensile è stato modificato senza alcuna variazione fisica all'utensile.

3.3.7 Installazione → Montaggio



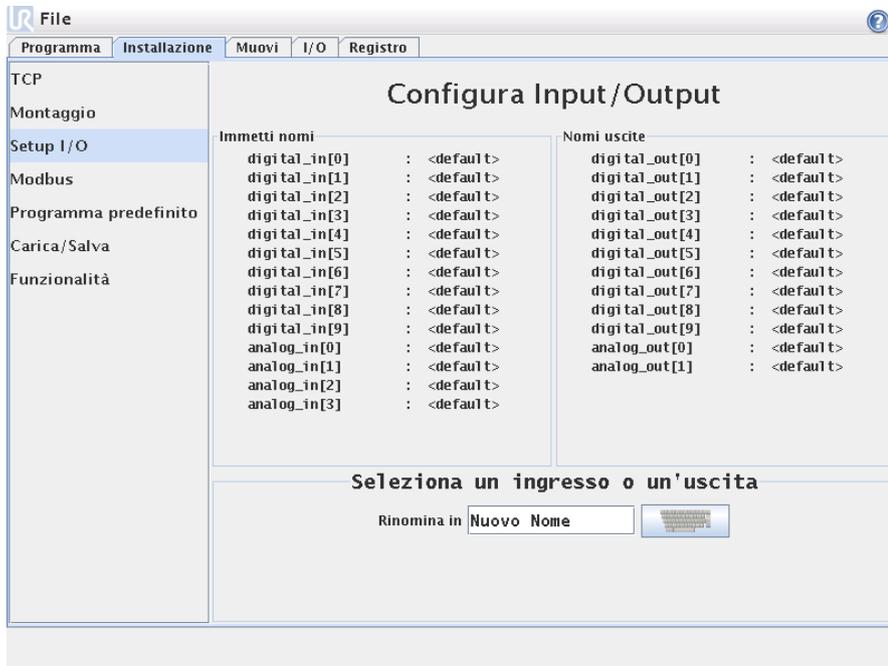
Ecco come è possibile specificare il montaggio del robot. Serve a due scopi:

1. Far sì che il robot guardi a destra sullo schermo.
2. Indicare al controller la direzione di gravità.

Il controller utilizza un modello dinamico avanzato per imprimere al robot movimenti dolci e precisi e per far sì che il robot si trattienga quando è arretrato. Per questo motivo è importante che il fissaggio del robot sia corretto.

Per impostazione predefinita il robot è montato su di un tavolo piano o su un pavimento, nel cui caso non è necessario alcun cambiamento sulla presente schermata. Tuttavia, se il robot è *montato a soffitto*, *montato a parete* o montato a un angolo, il fissaggio può essere adeguato utilizzando i pulsanti. I pulsanti sul lato destro della schermata servono a impostare l'angolo del supporto robot. I tre pulsanti in alto a destra impostano l'angolo a *soffitto* (180°), *parete* (90°), *pavimento* (0°). I pulsanti *Inclinazione* possono essere utilizzati per impostare un angolo arbitrario. I pulsanti sulla parte inferiore della schermata sono utilizzati per ruotare il supporto del robot affinché corrisponda al supporto in questione.

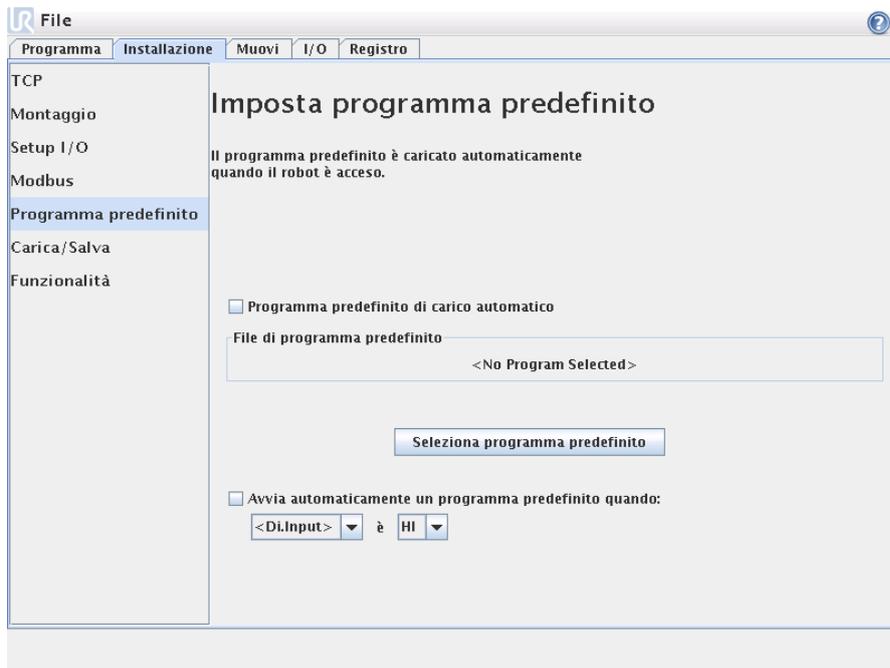
3.3.8 Installazione → Setup I/O



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

Quando è selezionata un'uscita, sono abilitate alcune funzioni. Usando la casella di spunta è possibile impostare un valore predefinito per l'uscita (alto o basso). In tal modo l'uscita assumerà questo valore quando non è in esecuzione alcun programma. Se la casella di spunta non è selezionata, l'uscita conserva il suo stato corrente dopo la fine del programma. Si può anche specificare se un'uscita può essere controllata nella scheda I/O (dai programmatori, oppure dagli operatori e dai programmatori).

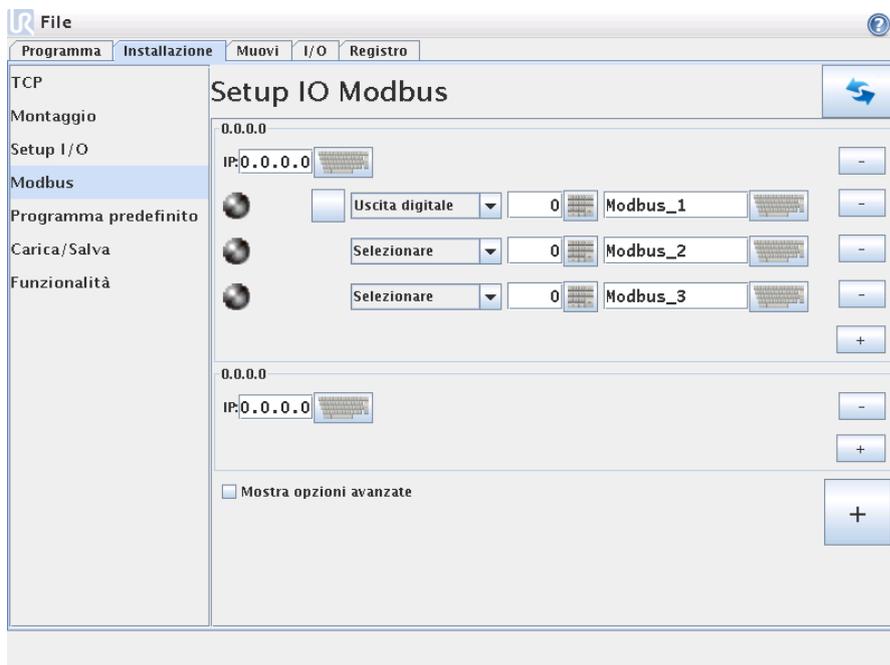
3.3.9 Installazione → Programma predefinito



Il programma predefinito sarà caricato quando viene accesa l'unità di controllo.

3.3.10 Setup I/O Modbus

Qui possono essere impostati i segnali I/O modbus. Le unità modbus su determinati indirizzi IP possono essere aggiunte/eliminate e anche i segnali di ingresso/uscita (registri o digitali) su tali unità possono essere aggiunti/eliminati. Ciascun segnale deve essere dotato di un nome univoco. Tuttavia, vari segnali con diversi nomi possono fare riferimento allo stesso segnale modbus, ma all'utente si consiglia di evitarlo. Sotto sono illustrati in dettaglio i vari pulsanti e campi.



Aggiorna

Premere questo pulsante per aggiornare lo stato di connettività di tutti i segnali modbus nell'installazione corrente.

Aggiungi unità

Premere questo pulsante per aggiungere una nuova unità modbus all'installazione robot.

Elimina unità

Premere questo pulsante per eliminare l'unità modbus e aggiungere tutti i segnali all'unità.

Imposta IP dell'unità

Qui è visualizzato l'indirizzo IP dell'unità modbus. Premere il pulsante per cambiarlo.

Aggiungi punto percorso

Premere questo pulsante per aggiungere un segnale all'installazione di robot che si trova sull'unità modbus corrispondente.

Elimina segnale

Premere questo pulsante per eliminare il segnale modbus dall'installazione.

Imposta tipo segnale

Utilizzare questo menu a discesa per selezionare il tipo di segnale. I tipi disponibili sono:

- **Ingresso digitale:** Un ingresso digitale è una quantità di un bit che è letta dall'unità modbus sulla bobina specificata nel campo indirizzo del segnale. Viene utilizzato il codice funzione 0x02 (lettura punti discreti).
- **Uscita digitale:** Un'uscita digitale è una quantità di un bit che può essere impostata su high o low secondo la configurazione del terminale modbus corrispondente. Finché il valore di questa uscita non sarà impostato dall'utente, il valore è letto dall'unità. Questo significa che viene utilizzato il codice funzione 0x01 (lettura bobine) fino all'impostazione dell'uscita, mentre in seguito, a partire dal momento in cui è stata impostata l'uscita (da un programma del robot o premendo il pulsante di impostazione del valore del segnale), viene utilizzato 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. Finché non sarà stato impostato il valore del registro, il suo valore sarà letto semplicemente. Questo significa che viene utilizzato il codice funzione 0x03 (lettura registri mantenimento) fino all'impostazione del segnale, mentre in seguito, a partire dal momento in cui il segnale è stato impostato (da un programma del robot o inserendo il valore del segnale nel rispettivo campo di impostazione), viene utilizzato il codice funzione 0x06 (scrittura registro singolo).

Imposta indirizzo segnale

Questo campo riporta l'indirizzo del segnale. Utilizzare il tastierino su schermo per selezionare un diverso indirizzo. Gli indirizzi validi dipendono dal produttore e dalla configurazione dell'unità modbus. Occorre comprendere a fondo la mappatura della memoria interna del controller Modbus per essere certi che l'indirizzo del segnale corrisponda effettivamente al suo scopo. Potrebbe essere particolarmente utile verificare il significato dell'indirizzo del segnale quando vengono utilizzati diversi codici funzione. Si veda 3.3.10 per una descrizione dei codici funzione associati ai diversi tipi di segnale.

Imposta nome segnale

Utilizzando il tastierino su schermo, l'utente potrà dare al segnale un nome significativo atto a garantire una programmazione più intuitiva del robot utilizzando il segnale. I nomi del segnale sono univoci, il che significa che a due segnali non può essere assegnato lo stesso nome. I nomi dei segnali sono limitati a un massimo di 10 caratteri.

Valore segnale

Qui, è riportato 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

Quest'icona indica se il segnale può essere correttamente letto/scritto (verde) o se l'unità risponde inaspettato o non è raggiungibile (grigio).

Mostra Opzioni Avanzate

Questa casella di spunta mostra o nasconde le opzioni avanzate per ciascun segnale.

Opzioni Avanzate

- **Frequenza di aggiornamento:** Si può usare questo menù 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 al controller del Modbus.

- **Indirizzo Slave:** Questo campo di testo permette di impostare un indirizzo Slave specifico per le richieste corrispondenti a uno specifico segnale. Il valore deve essere compreso nel campo da 0 a 255 (compresi) e il suo valore predefinito è 255. Se si modifica questo valore, si raccomanda di consultare il manuale dei dispositivi Modbus per verificarne il funzionamento con un indirizzo Slave modificato.

3.3.11 Funzionalità

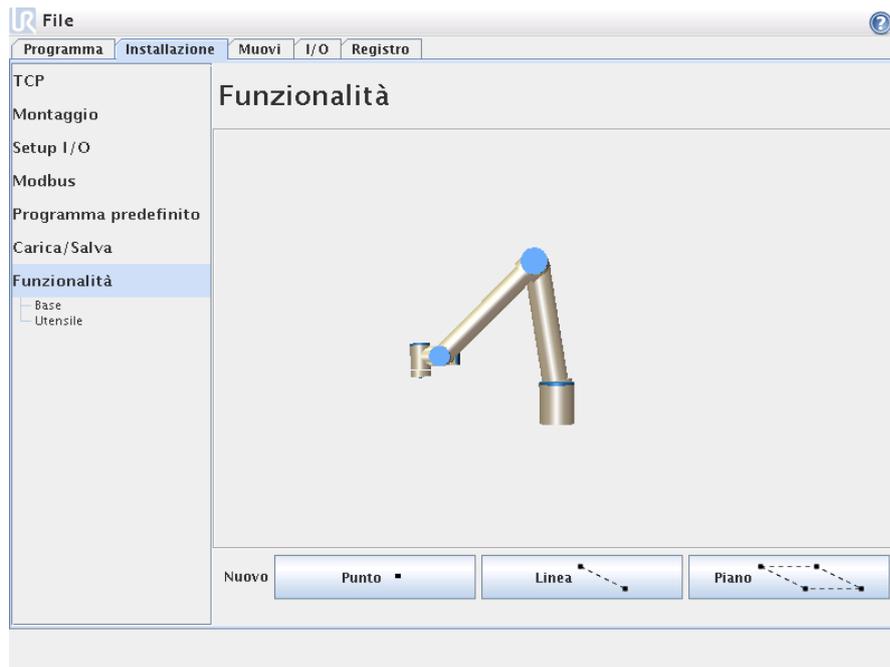
Gli acquirenti di robot industriali vogliono di solito essere in grado di controllarlo, manipolarlo e programmarlo, nei confronti di vari oggetti e limiti posti nell'area ad esso circostante, come macchine, oggetti e spazi liberi, sistemi di fissaggio, trasportatori, pianali o sistemi per la visione. Tradizionalmente, ciò si effettua definendo dei sistemi di riferimento (sistemi di coordinate) che mettono in relazione il sistema di riferimento interno del robot (il sistema di coordinate di base) ai sistemi di coordinate dei rispettivi oggetti. Il riferimento può essere costituito sia dalle coordinate utensile sia dalle coordinate di base del robot.

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

Per esempio, i clienti chiedono spesso:

- Si può allontanare il robot di 4 cm dalla pinza della macchina a controllo numerico computerizzato (CNC)?
- Si può ruotare l'utensile di 45° rispetto al banco?
- Possiamo far muovere in basso il robot con l'oggetto, rilasciare l'oggetto e poi muovere ancora il robot verso l'alto?

Il significato di domande di questo genere è molto semplice per il cliente medio che vuole utilizzare il robot (per esempio) in varie postazioni di una linea di produzione; al cliente può sembrare fastidioso e incomprensibile sentirsi rispondere che potrebbero non esistere delle risposte semplici a queste importanti domande. Tuttavia, per molti e complicati motivi, la situazione è proprio questa; per affrontare questi problemi, Universal Robot ha sviluppato dei sistemi unici e semplici grazie ai quali un cliente può definire la posizione di vari oggetti rispetto al robot. Quindi bastano pochi passi per eseguire esattamente le operazioni richieste nelle domande sopra citate.



Rinomina

Con questo pulsante si può rinominare una funzione.

Elimina

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

Mostra gli assi

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

Azionabile in Jog

Seleziona se la funzione selezionata ammette spostamenti in Jog. Questo determina se la funzione apparirà nel menù delle funzioni della schermata Sposta.

Variabile

Consente di scegliere se la funzione selezionata possa essere utilizzata come variabile. Se si seleziona questa opzione, durante la modifica dei programmi del robot risulterà disponibile una variabile denominata in base al nome della funzione, seguita da `_var`, che può essere assegnata a un nuovo valore in un programma, a sua volta utilizzabile per controllare i punti percorso che dipendono dal valore di una funzione.

Imposta o Modifica la Posizione

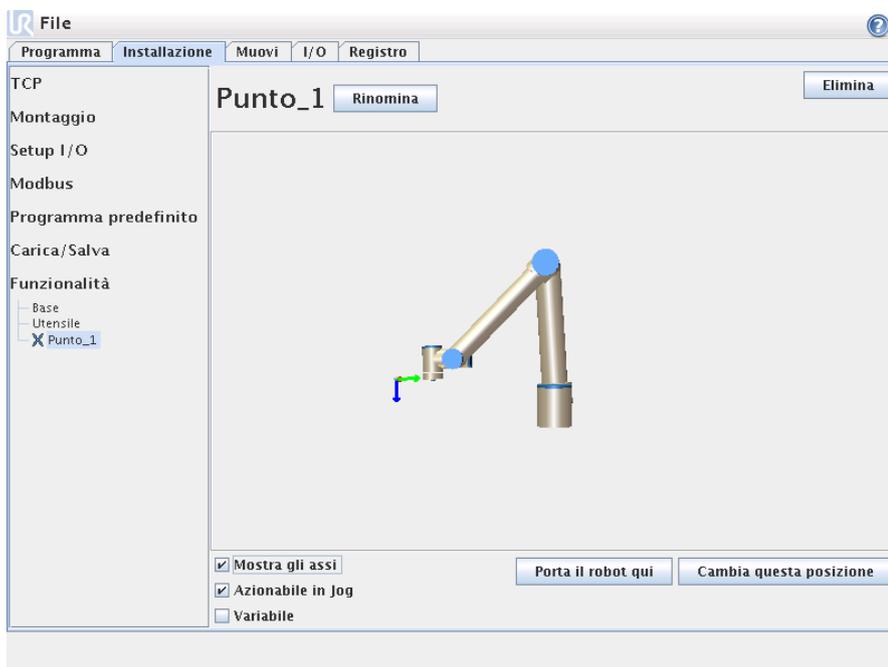
Usare questo pulsante per impostare o modificare la funzione selezionata. Apparirà la schermata Sposta e sarà possibile impostare un posizionamento nuovo o modificato per la funzione.

Muovi il robot alla Funzione

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

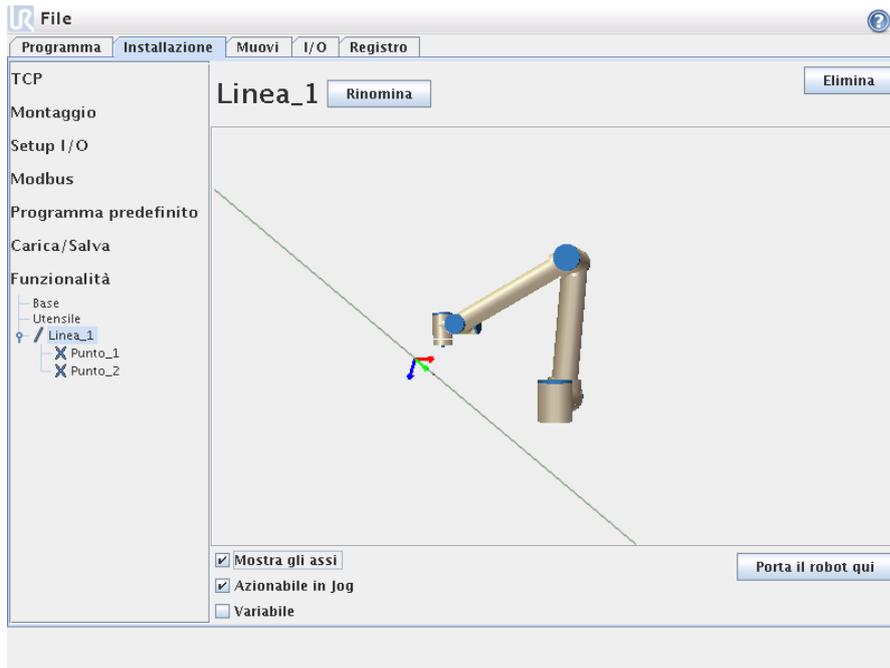
Aggiungi punto

Premere questo pulsante per aggiungere una funzione punto all'installazione. La posizione di una funzione punto è definita come la posizione del centro utensile in quel punto. L'orientamento della funzione punto è uguale a quello del centro utensile (TCP), salvo per una rotazione di 180° attorno all'asse X della funzione. In tal modo l'asse Z della funzione punto è rivolto in direzione opposta a quella del centro utensile (TCP) in quel punto.



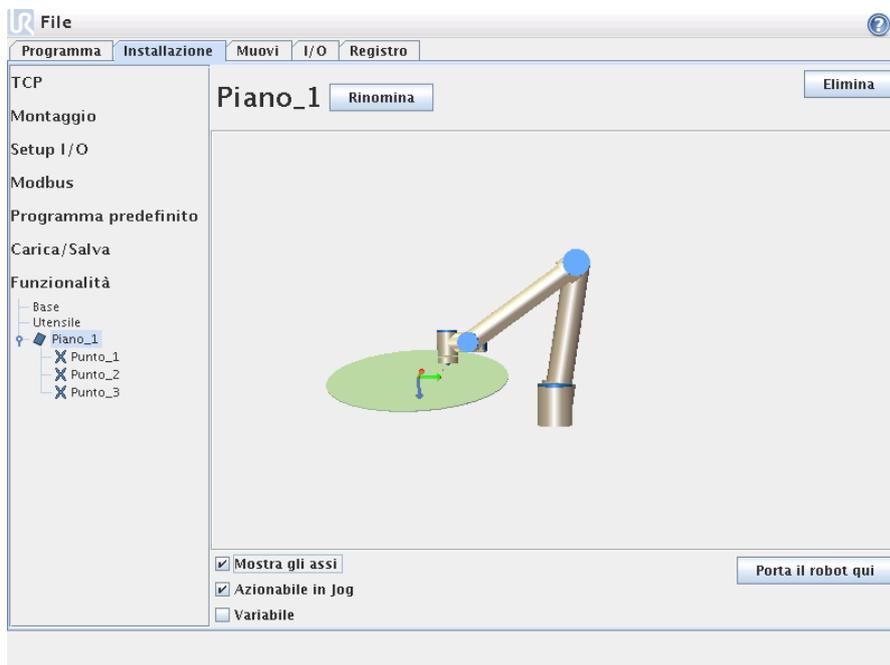
Aggiungi Linea

Premere questo pulsante per aggiungere una funzione linea all'installazione. Una linea è definita come un asse tra due funzioni punto. Questo asse, diretto dal primo punto al secondo, costituirà l'asse Y del sistema di coordinate della linea. L'asse Z sarà definito come la proiezione dell'asse Z del primo sotto-punto sul piano perpendicolare alla linea. La posizione del sistema di coordinate della linea è la stessa di quella del primo sotto-punto.

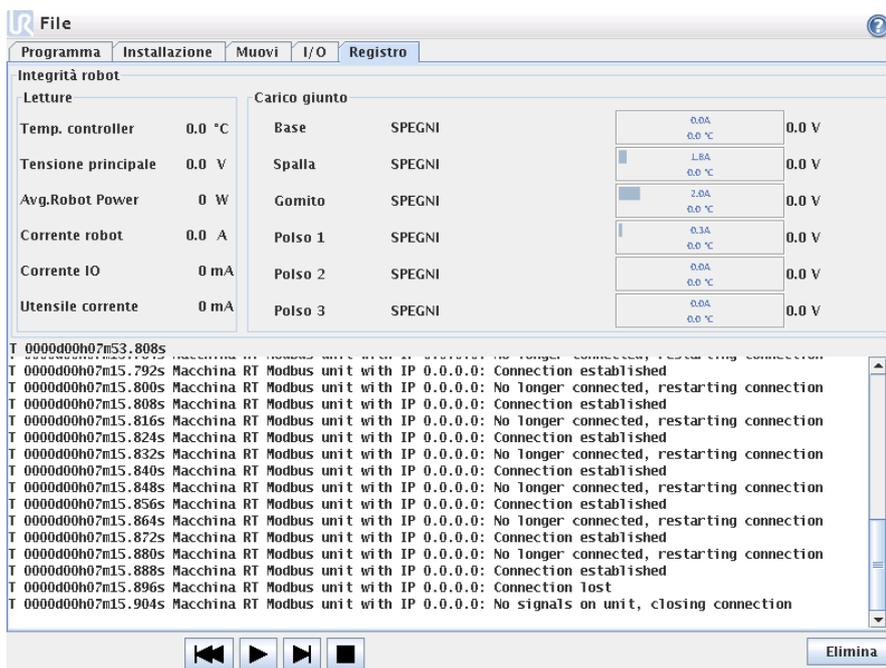


Aggiungi Piano

Premere questo pulsante per aggiungere una funzione piano all'installazione. Un piano è definito da tre sotto-funzioni punto. La posizione del sistema di coordinate è la stessa di quella del primo sotto-punto. L'asse Z dell'orientamento corrisponde al normale piano, mentre l'asse Y è diretta dal primo punto al secondo.



3.3.12 Scheda Registro



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

Registro robot Nella metà inferiore della schermata sono riportati messaggi di registro. La prima colonna riporta la data e l’orario di arrivo del messaggio. La colonna successiva indica il mittente del messaggio. L’ultima colonna riporta il messaggio.

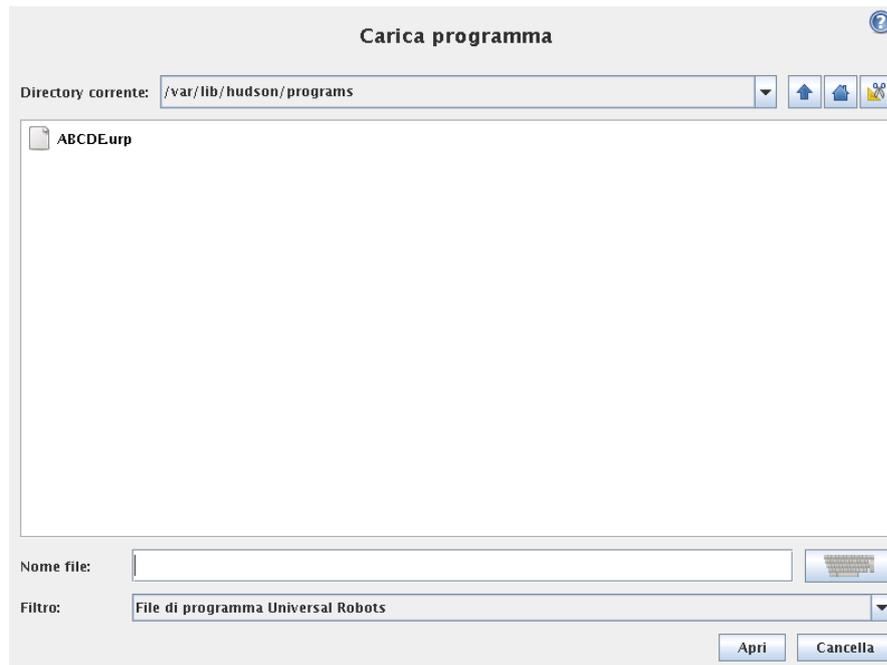
3.3.13 Schermata caricamento

Su questa schermata si sceglie quale programma caricare. Due sono le versioni di questa schermata: una da utilizzare quando si desidera semplicemente caricare un programma ed eseguirlo e una da utilizzare quando si desidera selezionare e modificare un programma di file.

La differenza principale risiede nelle azioni che l’utente ha la possibilità di intraprendere. Nella schermata di carico di base, l’utente potrà solo accedere ai file, non modificarli, né eliminarli. Inoltre, all’utente non è consentito abbandonare la struttura della directory che discende dalla cartella programmi. L’utente può discendere a una sotto-directory, ma non può salire oltre la cartella programmi.

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

Layout schermata



Quest'immagine visualizza l'effettiva schermata di caricamento. È costituita dalle seguenti aree e dai seguenti pulsanti importanti.

Storico percorsi Lo storico percorsi visualizza una lista dei percorsi che si concludono con l'ubicazione attuale. Ciò significa che sono visualizzate tutte le directory padre fino alla radice del computer. Qui va notato che non è assicurato l'accesso a tutte le directory sopra la cartella programmi.

Selezionando un nome di cartella nella lista, la casella di dialogo di caricamento passa a questa directory visualizzandola nell'area di selezione file 3.3.13.

Area selezione file In quest'area della casella di dialogo sono presenti i contenuti dell'area effettiva. Viene accordata all'utente la possibilità di selezionare un file facendo un singolo clic sul suo nome o di aprire il file facendo doppio clic sul suo nome.

Qualora l'utente faccia doppio clic su una directory, la finestra di dialogo scende in questa cartella e ne presenta i contenuti.

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

Campo file Qui è visualizzato il file al momento selezionato. L'utente ha la possibilità di immettere manualmente il nome file di un file facendo clic sull'icona della tastiera sulla destra del campo. Apparirà una tastiera su schermo con cui l'utente potrà digitare il nome file direttamente a schermo.

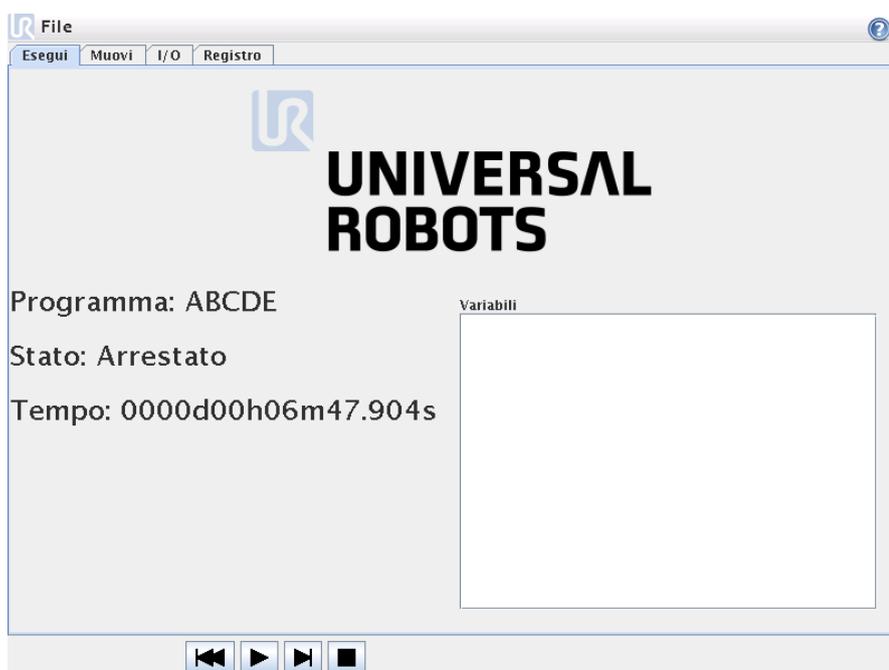
Pulsante Apri Facendo clic sul pulsante Apri, verrà aperto il file al momento selezionato tornando alla schermata precedente.

Pulsante Annulla Facendo clic sul pulsante Annulla si interromperà il processo di caricamento corrente e la schermata ritornerà all'immagine precedente.

Pulsanti di azione Una serie di pulsanti accorda all'utente la possibilità di eseguire alcune delle azioni che di norma sarebbero accessibili facendo clic con il pulsante destro del mouse su un nome file in una finestra di dialogo convenzionale. Sussiste inoltre la possibilità di salire nella struttura della directory e direttamente alla cartella programmi.

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

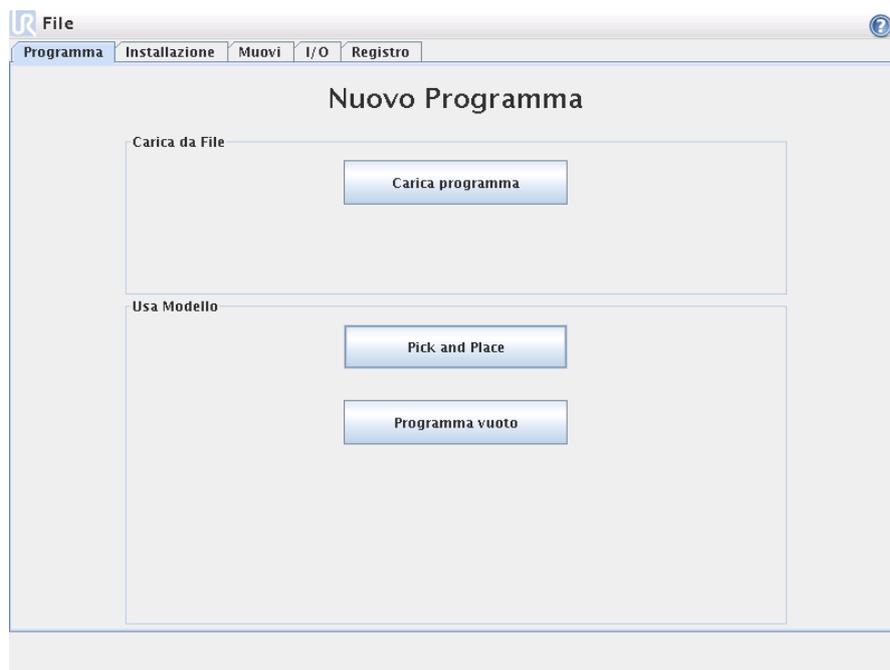
3.3.14 Scheda Esecuzione



Questa scheda consente di azionare il robot in modo molto semplice con il numero più basso possibile di pulsanti ed opzioni. Un aspetto che può rivelarsi utile unitamente alla protezione tramite password della parte di programmazione di PolyScope (v. sezione 3.5.5) in modo da trasformare il robot in uno strumento in grado di eseguire esclusivamente programmi preventivamente scritti.

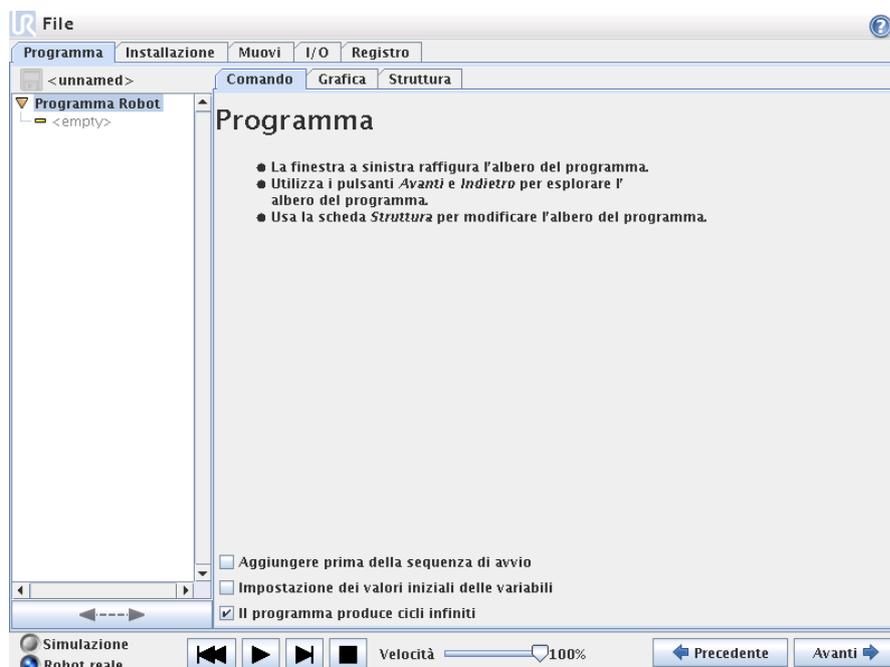
3.4 Programmazione

3.4.1 Programma → Nuovo programma



Un nuovo programma robot può essere avviato o da un *modello* o da un programma robot esistente (salvato). Un *modello* può fornire la struttura complessiva del programma, per cui dovranno essere immessi solo i dettagli del programma.

3.4.2 Scheda Programma



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

L'*albero del programma* sul lato sinistro della schermata visualizza il programma come una lista di comandi, mentre l'area sul lato destro della schermata visualizza informazioni relative al comando corrente. Il comando corrente è selezionabile facendo clic sulla lista di comandi oppure utilizzando i pul-

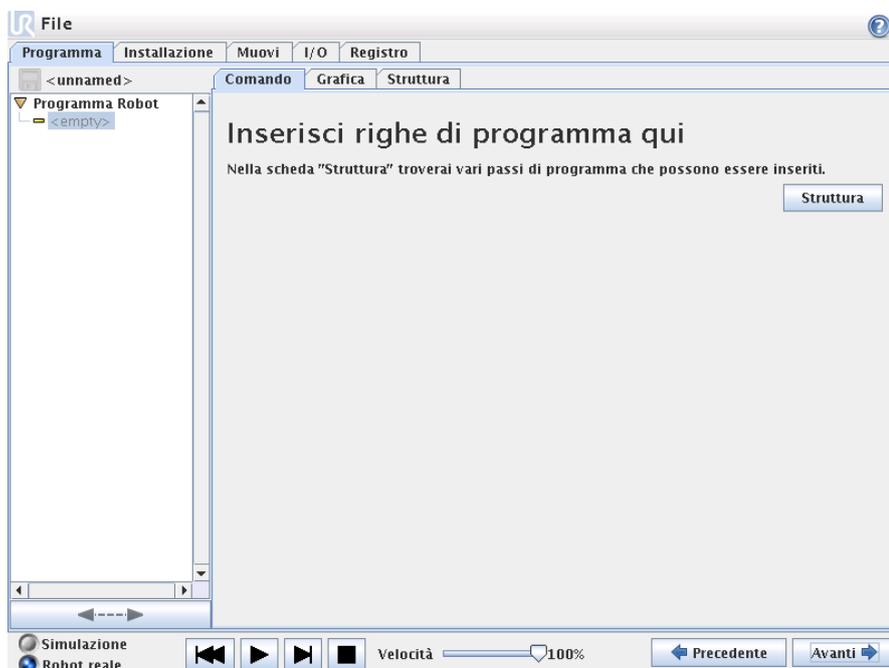
santi *Indietro* e *Avanti* nell'angolo inferiore destro della schermata. I comandi possono essere inseriti o rimossi utilizzando la scheda *Struttura*, descritta alla sezione Il nome del programma è riportato direttamente sopra la lista dei comandi, con un'icona di un dischetto che si può cliccare per salvare rapidamente il programma.

La parte più bassa della schermata è il *Dashboard*. Il *Dashboard* presenta una serie di pulsanti simili a un registratore a nastro di vecchio tipo dal quale i programmi possono essere avviati e arrestati, avanzati un passo alla volta e riavviati. Il *corsore di velocità* consente di regolare la velocità del programma in qualsiasi momento, incidendo direttamente sulla velocità a cui si muove il robot. A sinistra del *Dashboard* i pulsanti *Simulazione* e *Robot reale* consentono di alternare fra l'esecuzione del programma in simulazione o di eseguirlo con il robot reale. Quando si è in simulazione, il robot non si muove e di conseguenza non può danneggiare se stesso né alcuna apparecchiatura vicina in caso di collisione. Utilizzare la simulazione per testare i programmi se si è incerti di quello che il robot farà.

Durante la scrittura del programma, il movimento risultante del robot è illustrato utilizzando un disegno 3D sulla scheda *Grafica*, descritta alla sezione

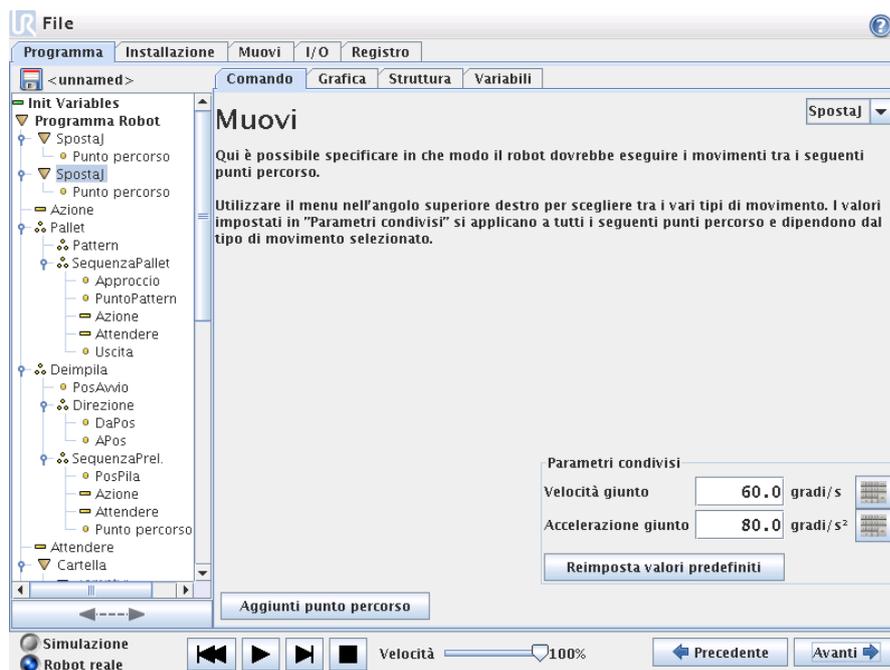
Accanto a ciascun comando di programma è presente una piccola icona, che è rossa, gialla o verde. Una icona rossa significa che è presente un errore in tale comando, giallo significa che il comando non è finito, e verde significa che è tutto a posto. Un programma può essere eseguito solo quando tutti i comandi sono verdi.

3.4.3 Programma → Scheda comando, <vuoto>



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

3.4.4 Programma → Scheda 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 a cui il robot si muoverà tra quei punti percorso.

Tipi di movimento

È possibile selezionare uno dei tre tipi di movimento: *MoveJ*, *MoveL* e *MoveP*, descritti di seguito.

- **moveJ** consente di eseguire movimenti che vengono poi calcolati nello *spazio del giunto* del 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 che si applicano a questo tipo di movimento corrispondono alla velocità e accelerazione massime del giunto da utilizzare per i calcoli del movimento, specificati rispettivamente in deg/s e deg/s^2 . Se si desidera che il robot si muova velocemente tra i punti percorso, non considerando il percorso dell'utensile tra tali punti percorso, questo tipo di movimento è la scelta migliore.
- **moveL** consente all'utensile di muoversi in modo 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 che possono essere impostati per questo tipo di movimento corrispondono alla velocità e accelerazione dell'utensile desiderate, specificati rispettivamente in mm/s e mm/s^2 . 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.

- **moveP** consente all'utensile di muoversi in modo lineare a una velocità costante con fusioni circolari ed è destinato ad alcune operazioni del processo quali incollaggio o erogazione. La dimensione del raggio di fusione è un valore condiviso, per impostazione predefinita, tra tutti i punti percorso. Con un valore minore il percorso risulta più spigoloso, mentre con un valore maggiore sarà più uniforme. Sebbene il robot si muova attraverso i punti percorso a velocità costante, non è in grado di attendere un'operazione di I/O o un'azione dell'operatore. Pertanto, il movimento del robot si arresta o causa un arresto di sicurezza.

Selezione delle funzioni

Per *MoveL* e *MoveP*, quando si specificano i punti percorso è possibile selezionare in quale spazio funzionale devono essere rappresentati i punti percorso sotto il comando Muovi. Ciò significa che quando si imposta un punto percorso, il programma ricorderà le coordinate dell'utensile nello spazio funzionale della funzione selezionata. In alcune circostanze è necessaria una spiegazione dettagliata.

- **Funzione fissa:** Selezionando una funzione fissa quale *Base*, non si avrà alcun effetto sui punti percorso *Fissi* e *Relativi*. Il comportamento per i punti percorso *Variabili* è descritto di seguito.
- **Funzione variabile:** Se una delle funzioni nell'installazione attualmente caricata viene selezionata per essere variabile, le variabili corrispondenti saranno selezionabili anche nel menu di selezione delle funzioni. Se si seleziona la variabile di una funzione (denominata in base al nome della funzione e seguita da *_var*), i movimenti del robot (tranne per i punti percorso *Relativi*) dipenderà dal valore effettivo della variabile, quando il programma è in esecuzione. Il valore iniziale della variabile di una funzione corrisponde al valore della funzione effettiva. Ciò significa che i movimenti varieranno solo se la variabile della funzione viene modificata attivamente dal programma del robot.
- **Punto percorso variabile:** Quando il robot si muove a un punto percorso variabile, la posizione target dell'utensile sarà sempre calcolata in base alle coordinate della variabile nello spazio della funzione selezionata. Pertanto, il movimento del robot per un punto percorso variabile varierà sempre se viene selezionata un'altra funzione.

Le impostazioni dei parametri condivisi di un comando Muovi si applicano al percorso dalla posizione corrente del robot al primo punto percorso sotto il comando, e da qui a ciascuno dei seguenti punti percorso. Le impostazioni del comando Muovi non si applicano al percorso che parte dall'ultimo punto percorso sotto il comando Muovi.

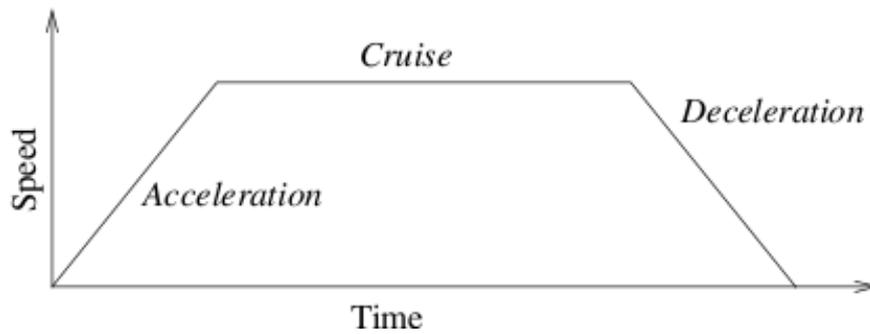
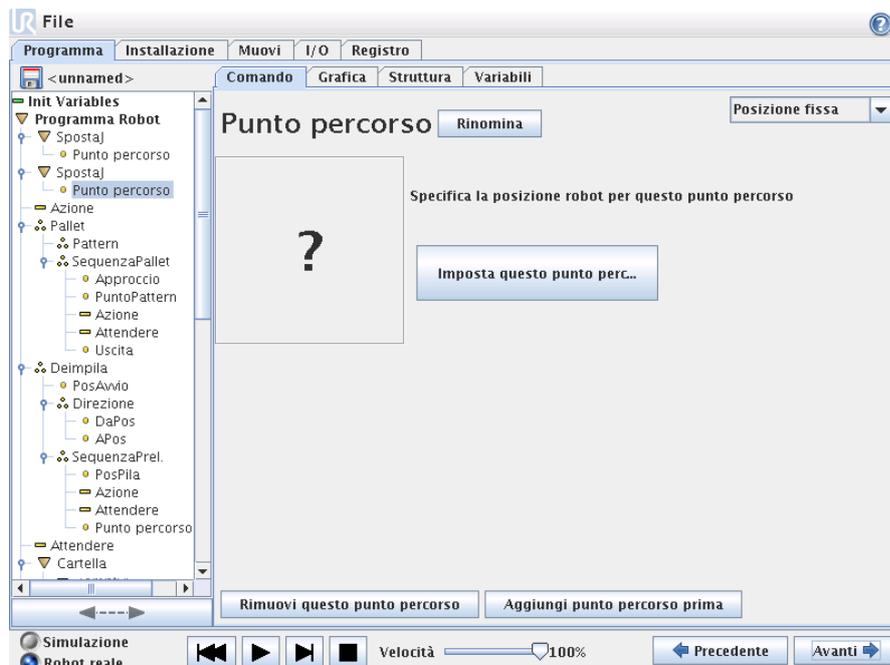


Figura 3.1: Profilo di velocità di un movimento. La curva è suddivisa in tre segmenti: *accelerazione*, *crociera* e *decelerazione*. Il livello della fase di *crociera* è dato dall'impostazione di velocità del movimento, mentre la ripidità delle fasi di *accelerazione* e *decelerazione* è data dal parametro di accelerazione.

3.4.5 Programma → Scheda Comando, Punto percorso fisso



Un punto sul percorso del robot. I punti percorso sono la parte più centrale di un programma robot, che dice al robot dove andare. Un punto percorso in posizione fissa viene dato spostando fisicamente il robot alla posizione corrispondente.

3.4.6 Impostazione del punto percorso

Premere questo pulsante per inserire la schermata Muovi laddove è possibile specificare la posizione del robot per questo punto percorso. Se il punto percorso viene collocato sotto un comando Muovi nello spazio lineare (`moveL` o `moveP`), per abilitare questo pulsante è necessario selezionare una funzione valida su tale comando.

Nomi dei punti percorso

I nomi dei punti percorso possono essere modificati. Due punti percorso con lo stesso nome sono sempre lo stesso punto percorso. I punti percorso sono numerati quando vengono specificati.

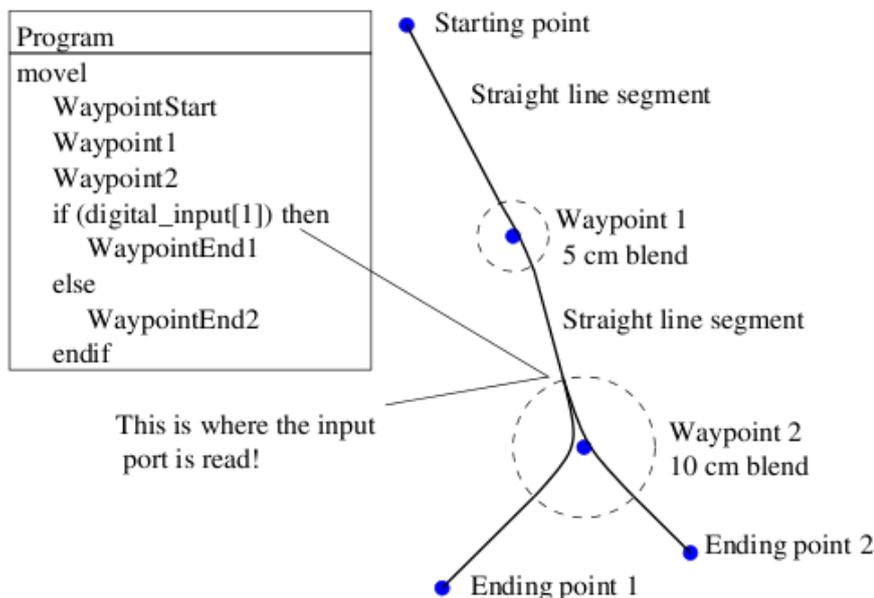
Raggio fusione

Se si imposta un raggio di fusione, la traiettoria del robot si fonde attorno al punto percorso, consentendo al robot di non arrestarsi al punto. Le fusioni non possono sovrapporsi, quindi non è possibile impostare un raggio di fusione che si sovrappone a un raggio di fusione di un punto percorso precedente o successivo. Un punto di arresto è un punto percorso con un raggio di fusione di $0.0mm$.

Nota sul timing I/O

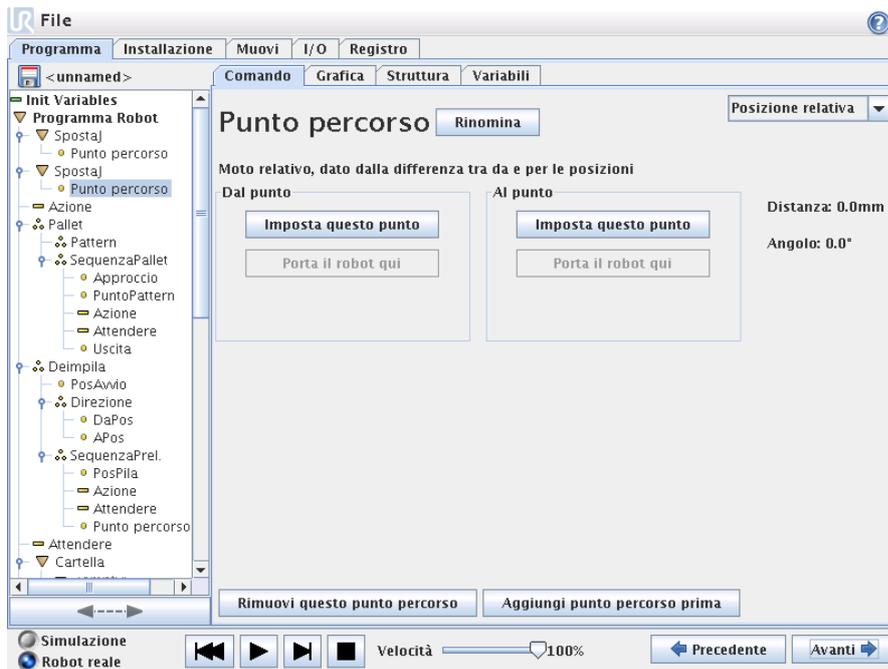
Se un punto percorso è un punto di arresto con un comando I/O come comando successivo, il comando I/O viene eseguito quando il robot si arresta al punto percorso. Tuttavia, se il punto percorso ha un raggio di fusione, viene eseguito il comando I/O successivo quando il robot entra nella fusione.

Esempio



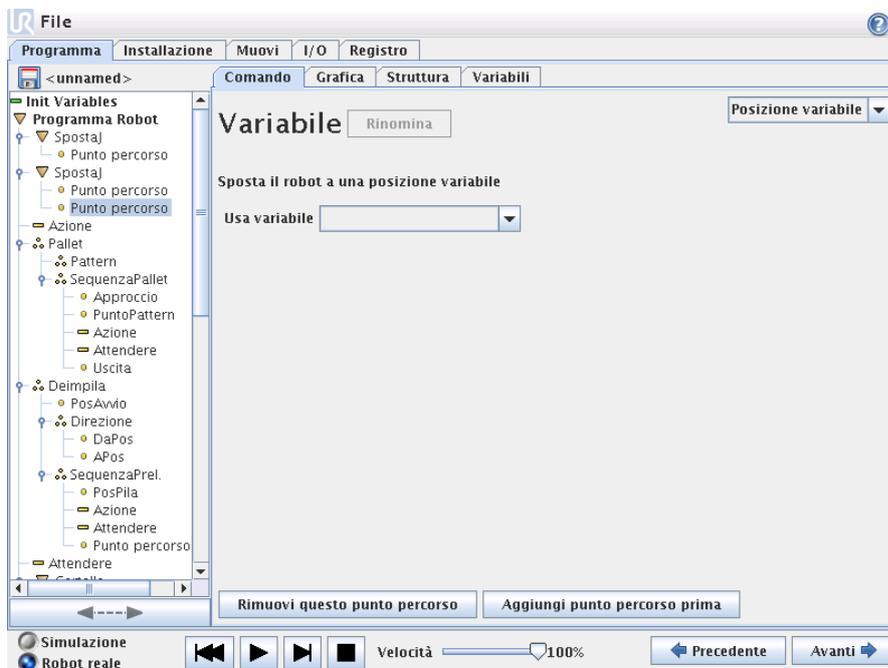
Un piccolo esempio in cui un programma robot muove l'utensile da una posizione di partenza a una di due posizioni finali, in funzione dello stato dell'ingresso `digitale_input[1]`. Si noti che la traiettoria dell'utensile (riga nera spessa) si muove in linee rette al di fuori delle aree di fusione (cerchi tratteggiati), mentre la traiettoria dell'utensile devia dal percorso in linea retta all'interno delle aree di fusione. Si noti anche che lo stato del sensore dell'ingresso `digitale_input[1]` viene letto proprio mentre il robot sta per entrare nell'area di fusione attorno al Punto percorso 2, anche se il comando `if...then` si trova dopo il Punto percorso 2 nella sequenza del programma. Non è proprio il massimo dell'intuitività, ma è necessario per consentire al robot di selezionare il corretto percorso della fusione.

3.4.7 Programma → Scheda Comando, Punto percorso relativo



Un punto percorso con la posizione data relativa alla precedente posizione del robot, ad es. due centimetri a sinistra. La posizione relativa è definita come differenza tra due posizioni date (da sinistra a destra). Si noti che le posizioni relative ripetute possono muovere il robot fuori della sua area di lavoro.

3.4.8 Programma → Scheda Comando, Punto percorso variabile



Un punto percorso con la posizione data da una variabile, in questo caso `pos_calcolata`. La variabile deve essere un *posizionamento* (*pose*) come `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. I primi tre sono *x,y,z* e gli ultimi tre sono l'orientamento dato come un *vettore di rotazione* dato dal 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. Il posizionamento viene dato sempre riferito a un sistema di riferimento o un sistema di coordinate definito dalla funzione selezionata. Il robot si muove sempre linearmente fino a un punto di arresto variabile.

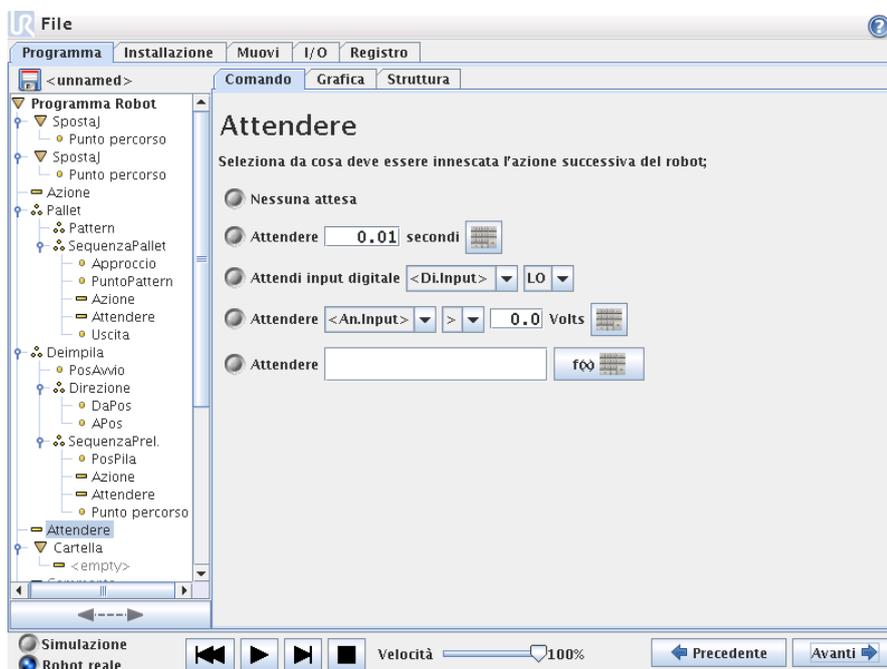
Per esempio, per spostare il robot di 20 mm lungo l'asse Z dell'utensile:

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

```
Move1
```

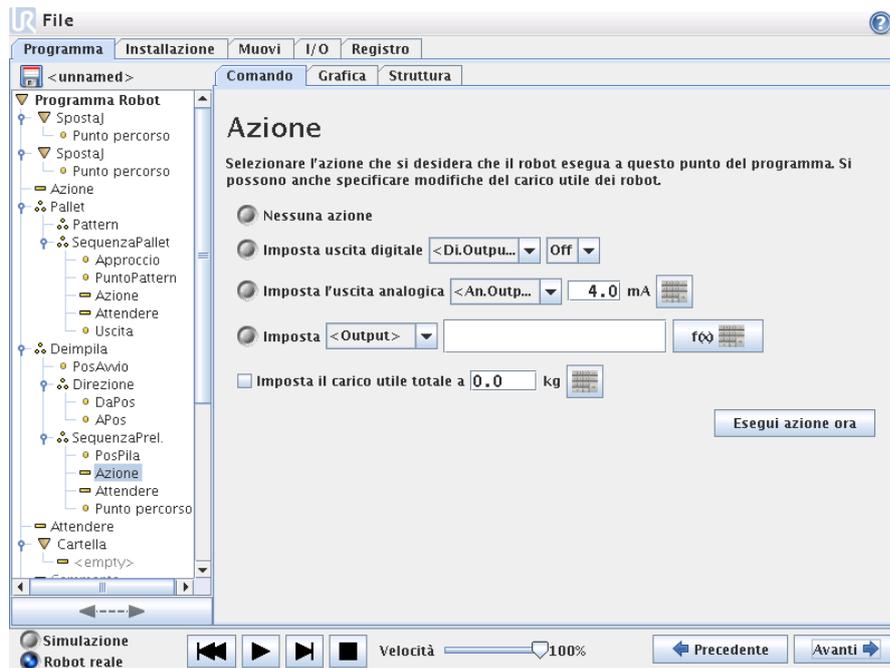
```
Waypoint_1 (posizione variabile): Usare variabile=var_1, Funzione=Tool
```

3.4.9 Programma → Scheda Comando, Attesa



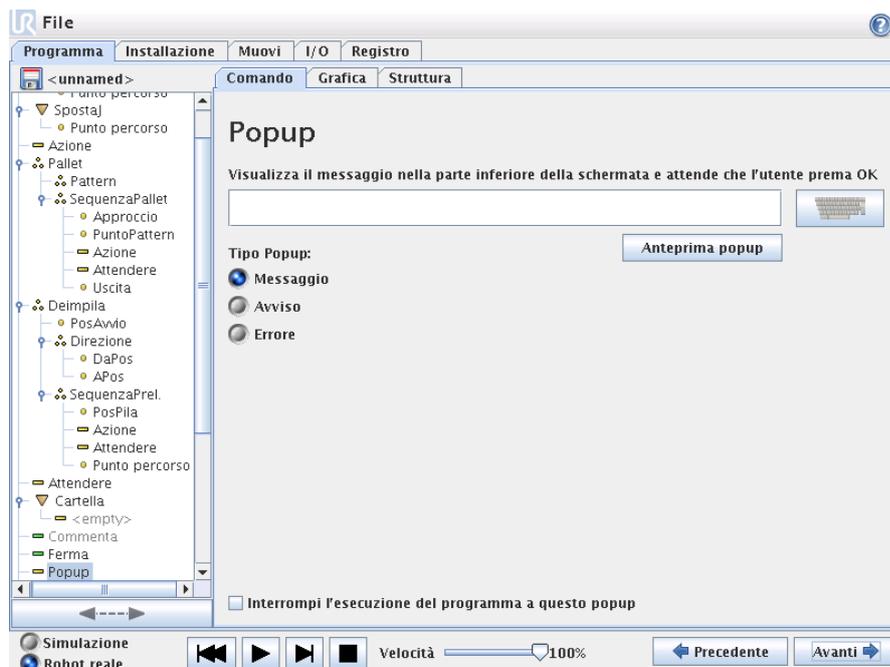
Attende una quantità di tempo data o un segnale I/O.

3.4.10 Programma → Scheda Comando, Azione



Imposta le uscite digitali o analogiche a un valore dato. Può essere utilizzata anche per impostare il carico utile del robot, ad es. il peso guadagnato a seguito di tale azione. Adeguare il peso può risultare necessario per impedire che il robot si arresti inaspettatamente per effetto di un dispositivo di sicurezza, quando il peso all'utensile è diverso da quanto previsto.

3.4.11 Programma → Scheda Comando, Popup



Il popup è un messaggio che appare sulla schermata quando il programma raggiunge il comando corrispondente. Lo stile del messaggio può essere selezionato e può essere immesso il testo utilizzando la tastiera su schermo. Il

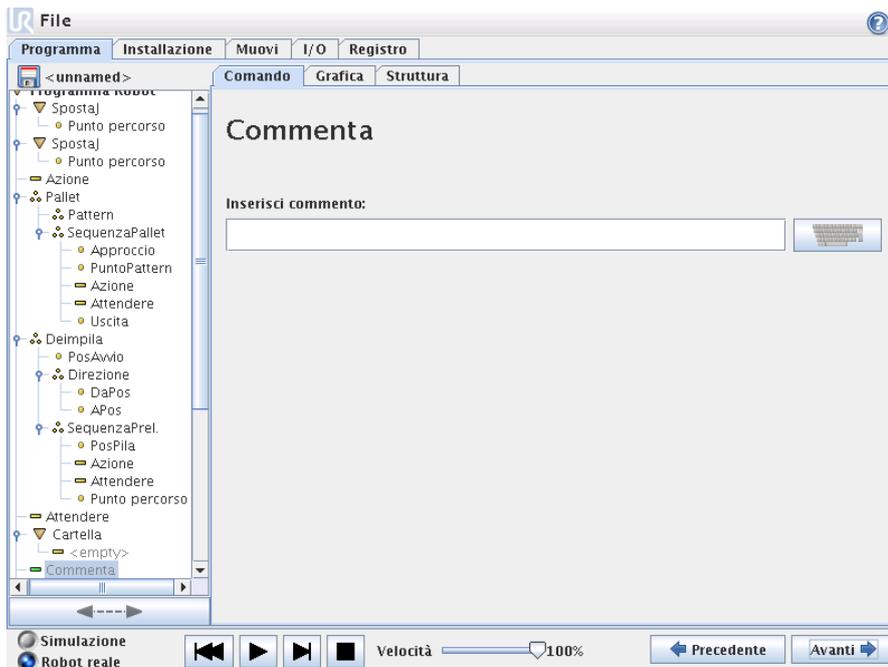
robot attende che l'utente/operatore prema il pulsante "OK" sotto il popup prima di continuare il programma. Se si seleziona la voce "Interrompi esecuzione programma", il programma del robot si arresta a questo popup.

3.4.12 Programma → Scheda Comando, Alf



L'esecuzione del programma si ferma a questo punto.

3.4.13 Programma → Scheda Comando, Commento



Accorda al programmatore la possibilità di aggiungere una riga di testo al programma. Questa riga di testo non fa alcunché durante l'esecuzione del programma.

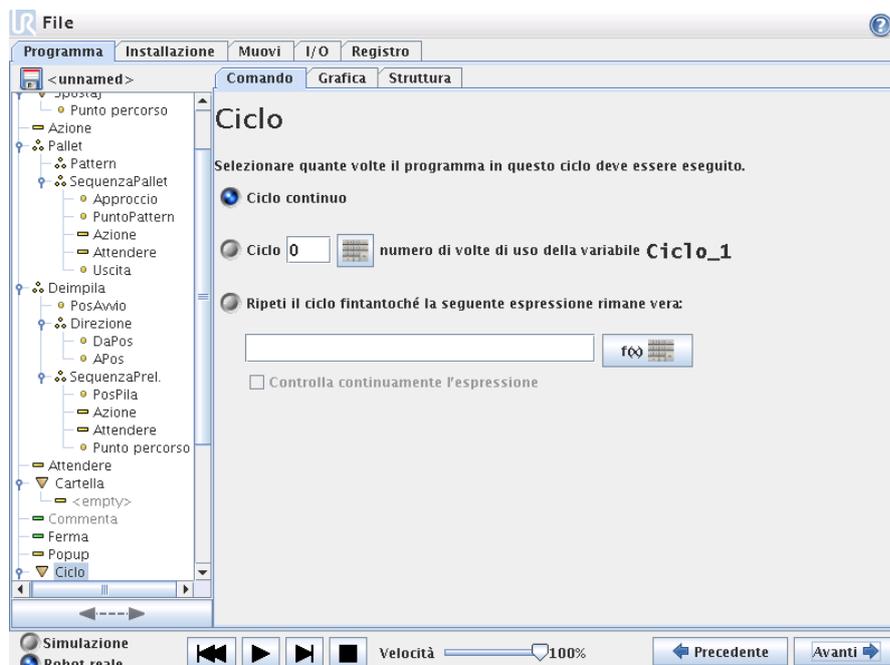
3.4.14 Programma → Scheda Comando, Cartella



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 di per sè non fa nulla.

3.4.15 Programma → Scheda Comando, Ciclo

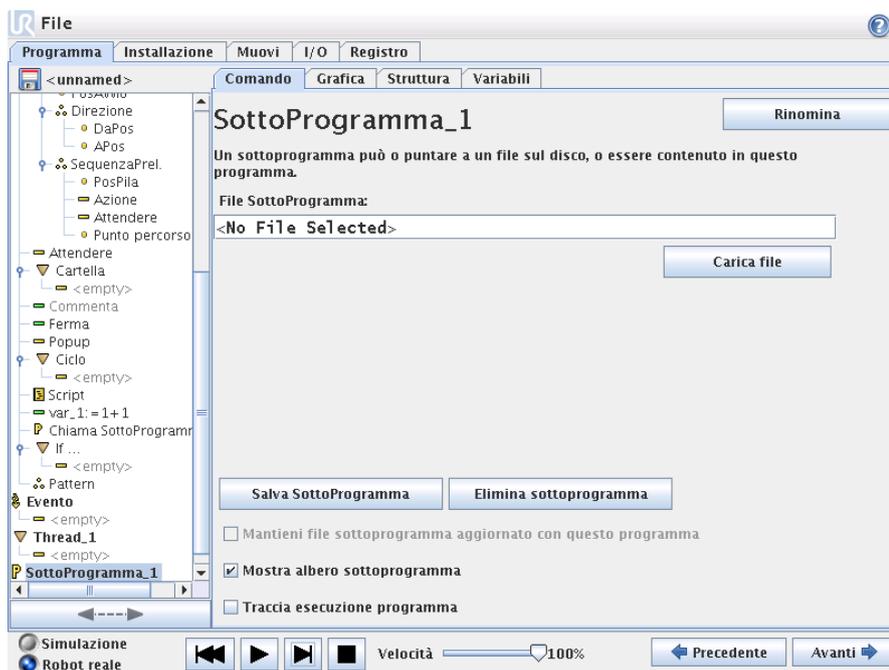


Ripete i comandi sottostanti del programma. A seconda della selezione, i comandi di programma sottostanti o sono ripetuti all'infinito, o un certo numero di volte o fintantoché la condizione data è True. Quando la ripetizione avviene un certo numero di volte, viene creata una variabile di ciclo dedicata

(chiamato `ciclo_1` nella schermata sopra riportata) che può essere utilizzata in espressioni all'interno del ciclo. La variabile di ciclo viene contata da 0 a $N - 1$.

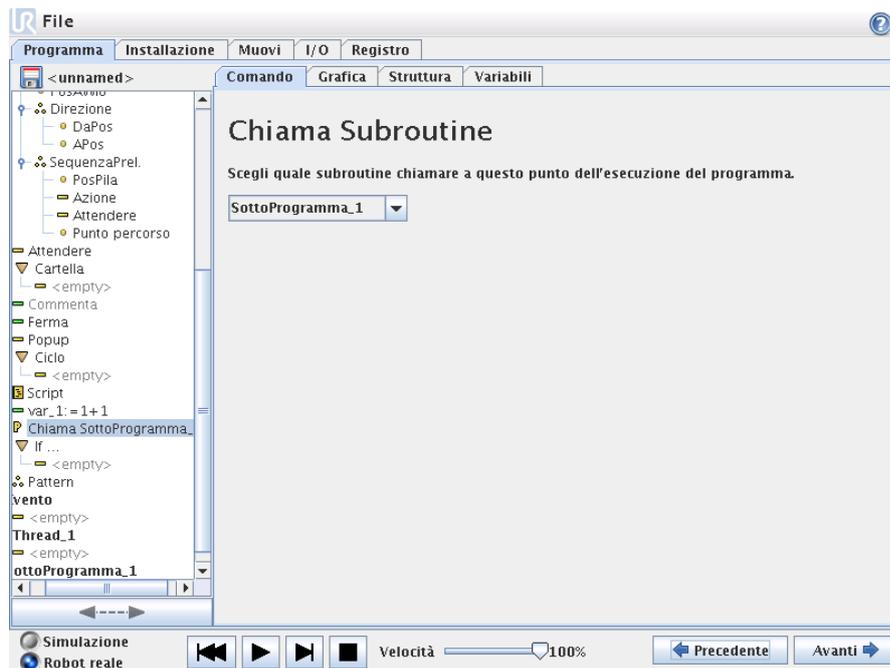
Quando si esegue un ciclo utilizzando un'espressione come condizione di fine, PolyScope consente di valutare in continuo tale espressione, in modo che il ciclo possa essere interrotto in qualsiasi momento durante la sua esecuzione, anziché solo dopo ciascuna iterazione.

3.4.16 Programma → Scheda Comando, SottoProgramma



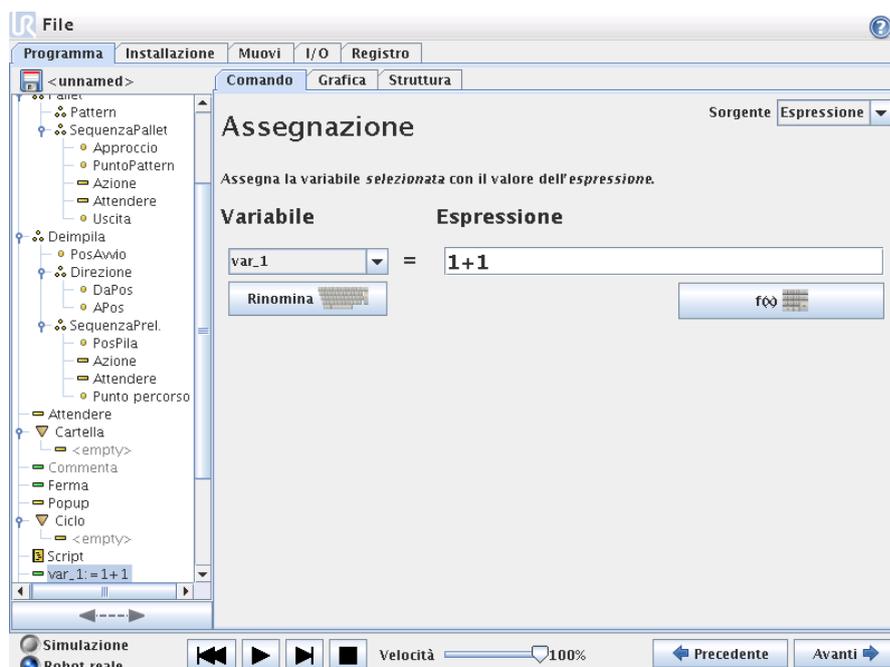
Un SottoProgramma può contenere parti del programma che sono necessarie in vari punti. Un SottoProgramma può essere un file separato sul disco, e può essere anche nascosto per proteggere da modifiche accidentali del SottoProgramma.

Programma → Scheda Comando, Chiama SottoProgramma



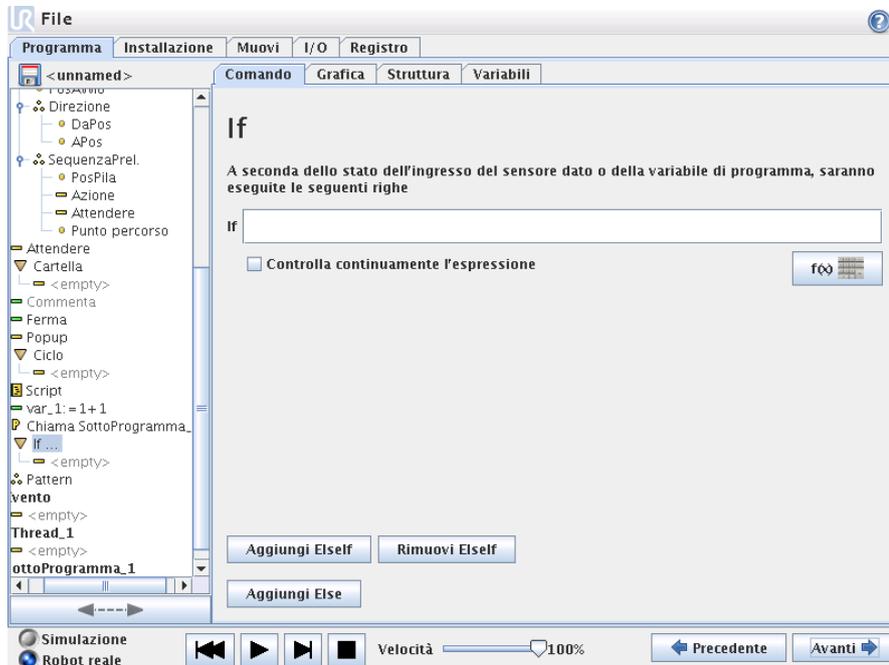
Una chiamata a un sottoprogramma eseguirà le righe di programma nel sottoprogramma e quindi ritornerà alla riga seguente.

3.4.17 Programma → Scheda 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.

3.4.18 Programma → Scheda Comando, If

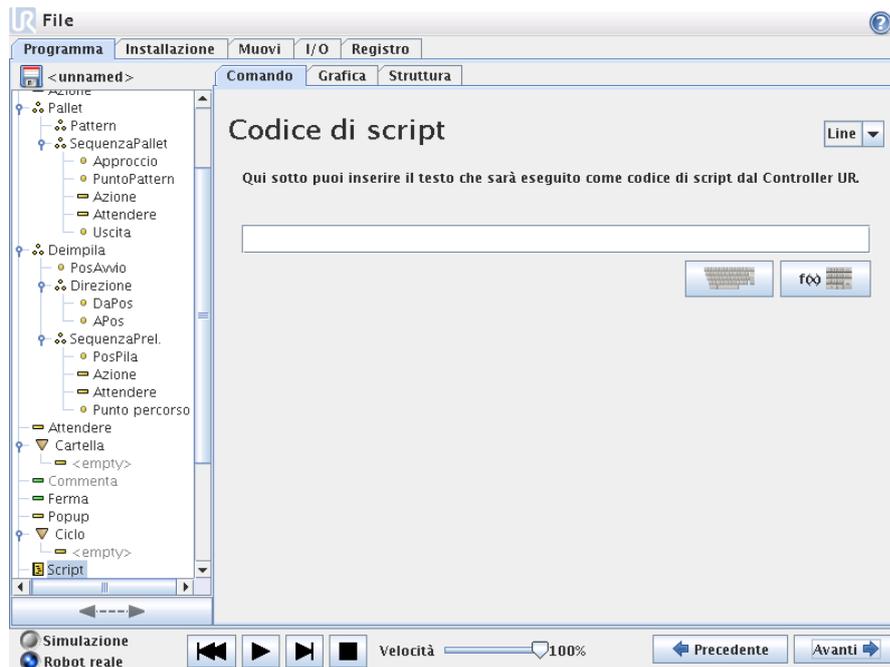


Un costrutto “if..then..else” può fare modificare il comportamento del robot sulla base di ingressi sensore o valori variabili. Utilizzare l’editor espressioni per descrivere la condizione in presenza di cui il robot deve procedere ai sottocomandi di questo If. Se la condizione è valutata a `True`, vengono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

Ogni If può avere vari ElseIf e un comando Else. Questi possono essere aggiunti tramite i pulsanti sulla schermata. Un comando ElseIf può essere rimosso dalla schermata relativa in relazione a tale comando.

La voce aperta `Verifica espressione continuamente` consente di valutare le condizioni delle istruzioni If e ElseIf mentre vengono eseguite le righe contenute. Se un’espressione dà come risultato `Falso` mentre si trova all’interno della parte If, sarà raggiunta la istruzione ElseIf o Else seguente.

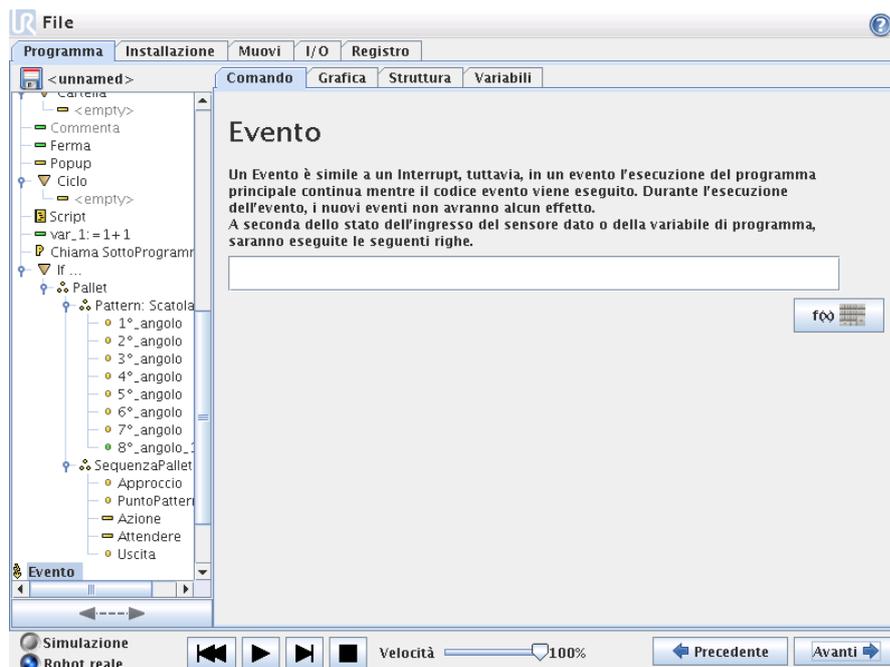
3.4.19 Programma → Scheda Comando, Script



Questo comando dà accesso al linguaggio di script in tempo reale sottostante che viene eseguito dal controller del robot. È riservato agli utenti avanzati.

Se si seleziona 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 PolyScope facile per l'operatore.

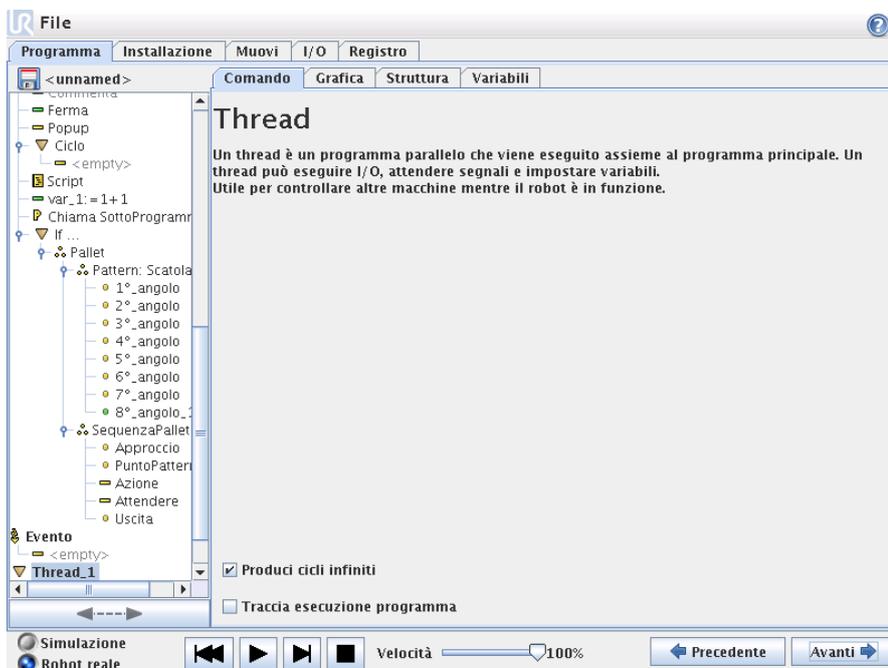
3.4.20 Programma → Scheda Comando, Evento



Un evento può essere utilizzato per monitorare un segnale di ingresso ed eseguire qualche azione o impostare una variabile quando aumenta il livello di tale

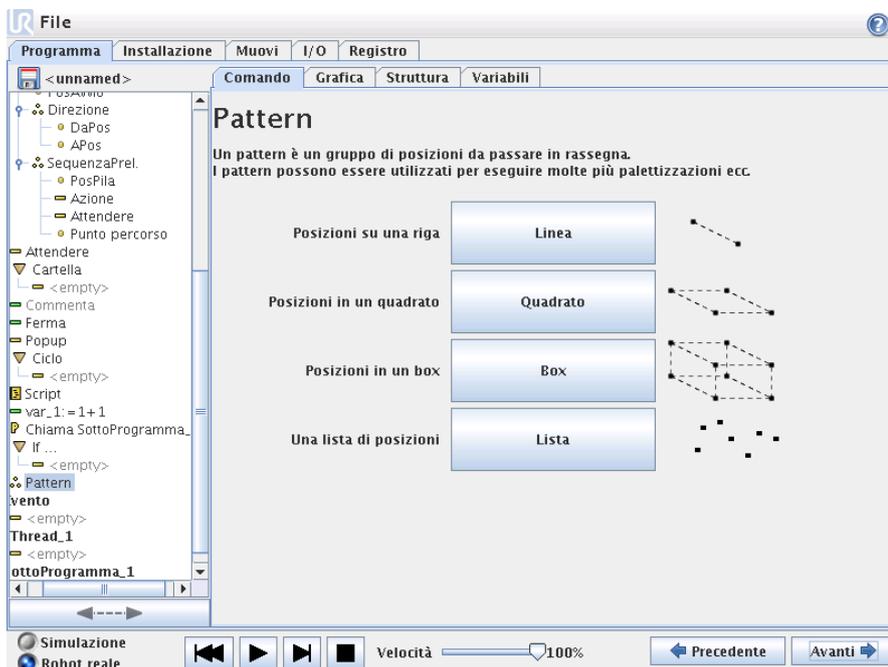
segnale di ingresso. Ad esempio, nel caso in cui un segnale di uscita aumenti di livello, il programma dell'evento può attendere per 100ms e quindi riportarlo a un livello basso. In tal modo il codice programma principale è semplificato molto nel caso di una macchina esterna innescata da un fronte di salita anziché da un alto livello di ingresso.

3.4.21 Programma → Scheda 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.

3.4.22 Programma → Scheda Comando, Pattern



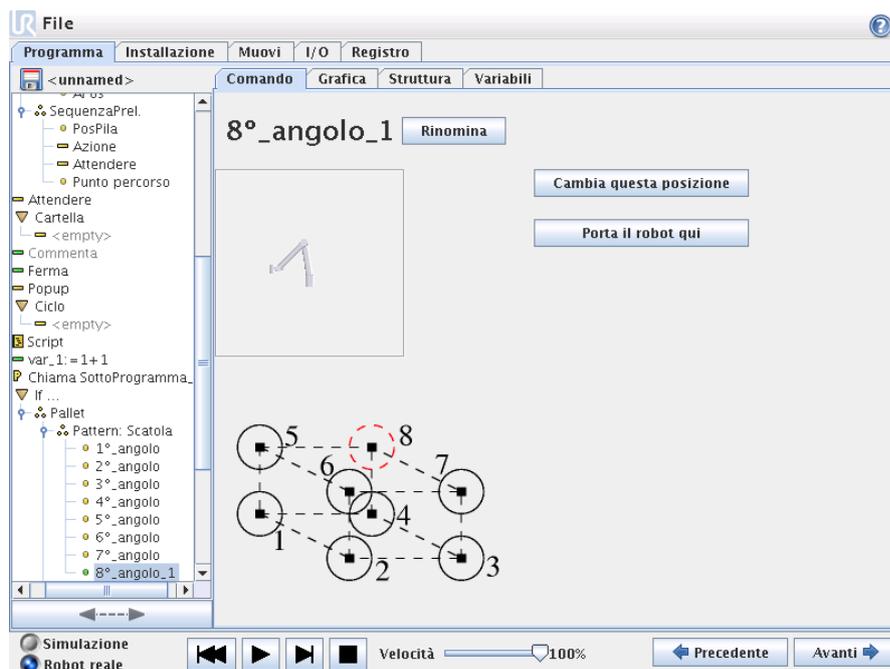
Il comando Pattern può essere utilizzato per passare in rassegna le posizioni nel programma robot. Il comando Pattern corrisponde a una posizione ad ogni esecuzione.

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

Se le posizioni da attraversare non rientrano in un pattern regolare, può essere selezionata l'opzione "Lista", in cui il programmatore fornisce una lista di tutte le posizioni. In questo modo è possibile realizzare qualsiasi tipo di disposizione delle posizioni.

Definizione del Pattern

Quando è selezionato il pattern "Box", la schermata passa a visualizzare quanto sotto raffigurato.

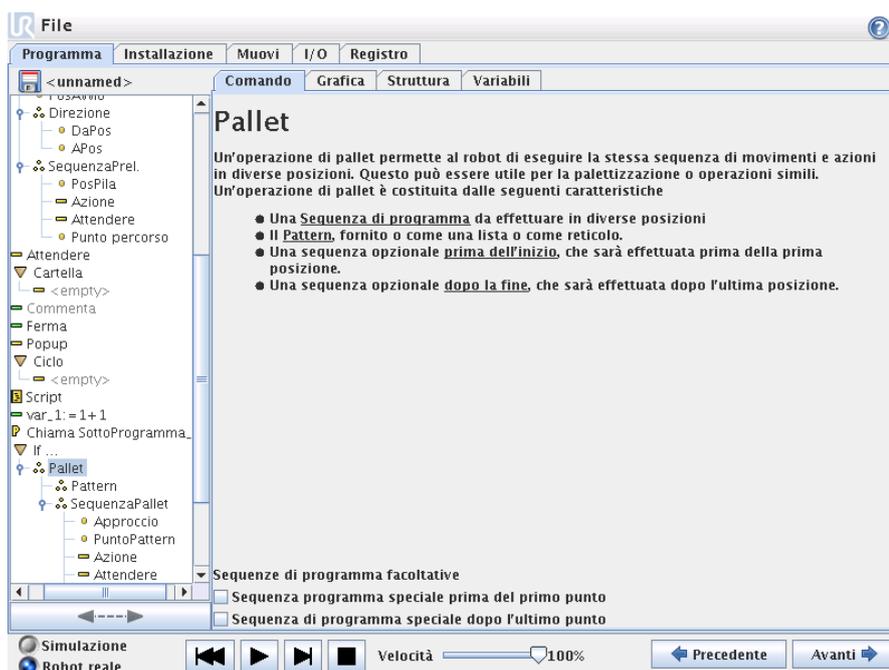


Un pattern "Box" utilizza tre vettori per definire il lato della scatola. Questi tre vettori sono forniti sotto forma di quattro punti, di cui il primo vettore va dal punto uno al punto due, il secondo vettore va dal punto due al punto tre, e il terzo vettore va dal punto tre al punto quattro. Ciascun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

I pattern "Linea" e "Quadrato" funzionano in modo analogo.

È utilizzata una variabile del contatore mentre attraversa le posizioni del pattern. Il nome della variabile è visionabile sulla schermata di comando `Pattern`. La variabile passa in rassegna 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.

3.4.23 Programma → Scheda Comando, Pallet



Un'operazione di pallet può eseguire una sequenza di movimento in un set di punti forniti come pattern, secondo quanto descritto alla sezione In ciascuna delle posizioni nel pattern, la sequenza di movimenti sarà eseguita relativamente alla posizione del pattern.

Programmazione di un'operazione di pallet

I passaggi da percorrere sono i seguenti;

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

Sequenza pallet/Sequenza ancorabile

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

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

PrimaAvvio

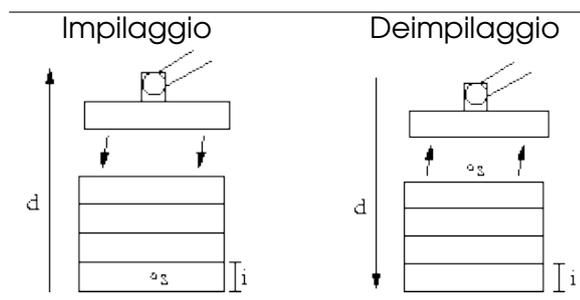
La sequenza opzionale `PrimaAvvio` è eseguita subito prima che abbia inizio l'operazione. Può essere utilizzata per attendere i segnali di pronto.

DopoFine

La sequenza opzionale `DopoFine` è eseguita quando l'operazione è terminata. Può essere utilizzata per segnalare al movimento del trasportatore di partire, preparandosi per il successivo pallet.

3.4.24 Programma → Scheda Comando, Ricerca

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, occorre definire s il punto di partenza, d la direzione della pila e i lo spessore degli elementi nella pila.

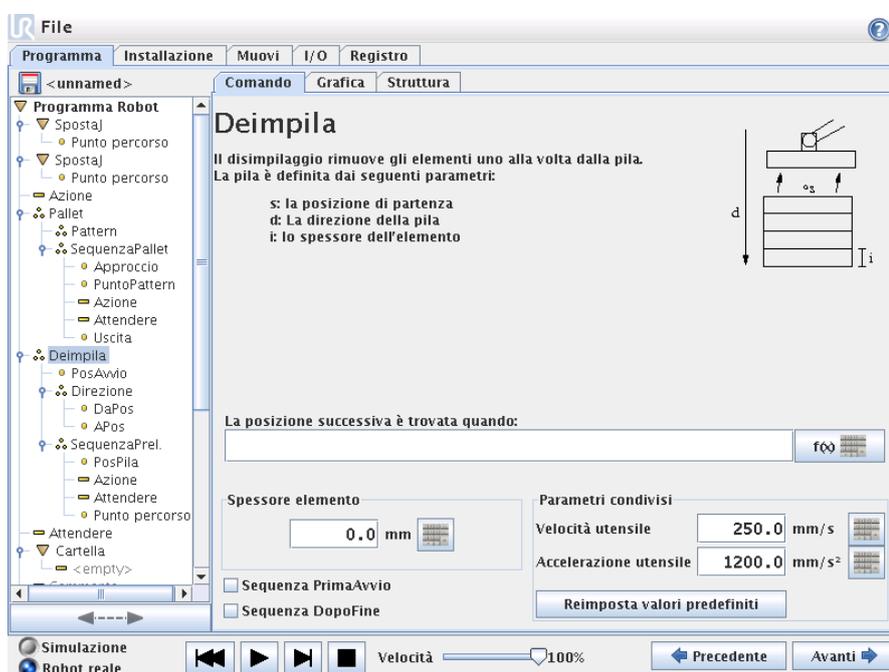
Occorre inoltre definire la condizione del momento in cui sarà raggiunta la successiva posizione della pila, e una sequenza di programma speciale che sarà eseguita in ciascuna delle posizioni della pila. Anche la velocità e le accelerazioni devono essere date in relazione al movimento che l'operazione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

Impilaggio



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

Deimpilaggio

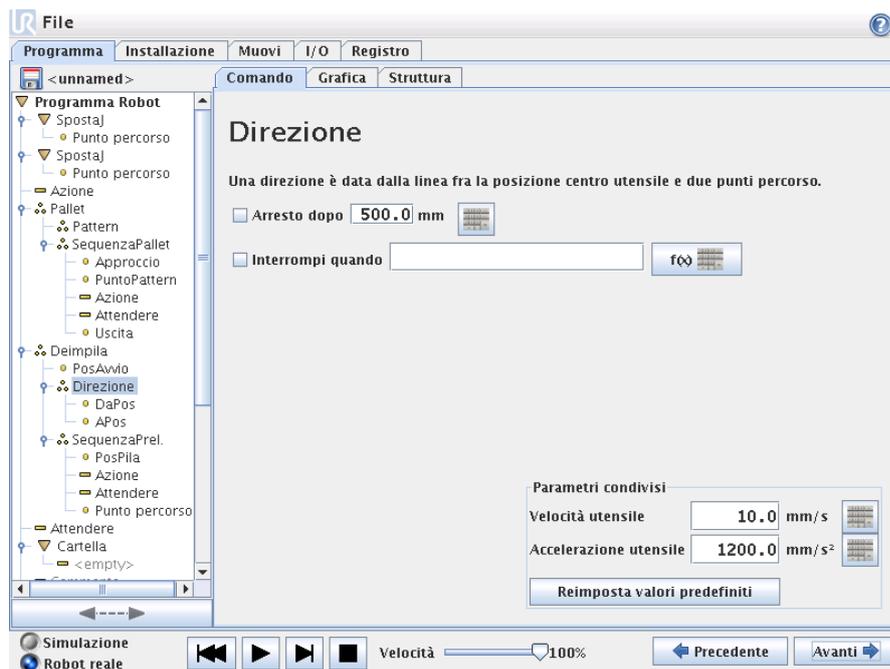


Durante il deimpilaggio, il robot si porta dalla posizione di partenza nella direzione data alla ricerca del successivo elemento. Una volta trovata, il robot ricorda la posizione ed esegue la sequenza speciale. La volta successiva, il robot avvia la ricerca dalla posizione ricordata incrementata dello spessore dell'elemento lungo la direzione.

Posizione di partenza

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

Direzione



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

Espressione della posizione di impilaggio successiva

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

PrimaAvvio

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

DopoFine

La sequenza opzionale `DopoFine` è eseguita quando l'operazione è terminata. Può essere utilizzata per segnalare al movimento del trasportatore di partire, preparandosi per la successiva pila.

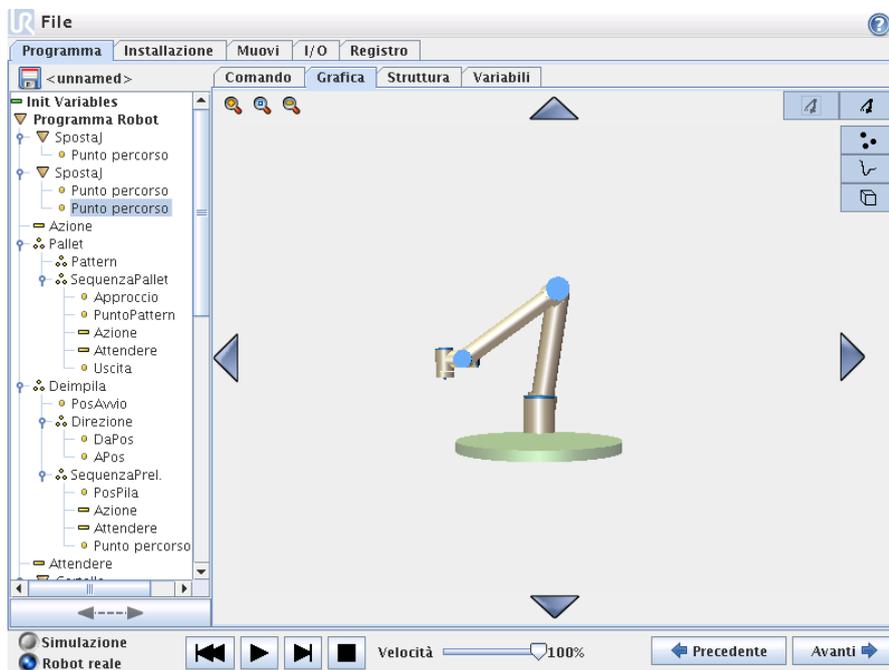
Sequenza Pick/Place

Come per l'operazione di pallet (3.4.23), si esegue una speciale sequenza di programma in ciascuna posizione della pila.

3.4.25 Programma → Scheda Comando, Sopprimi

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

3.4.26 Programma → Scheda Grafica

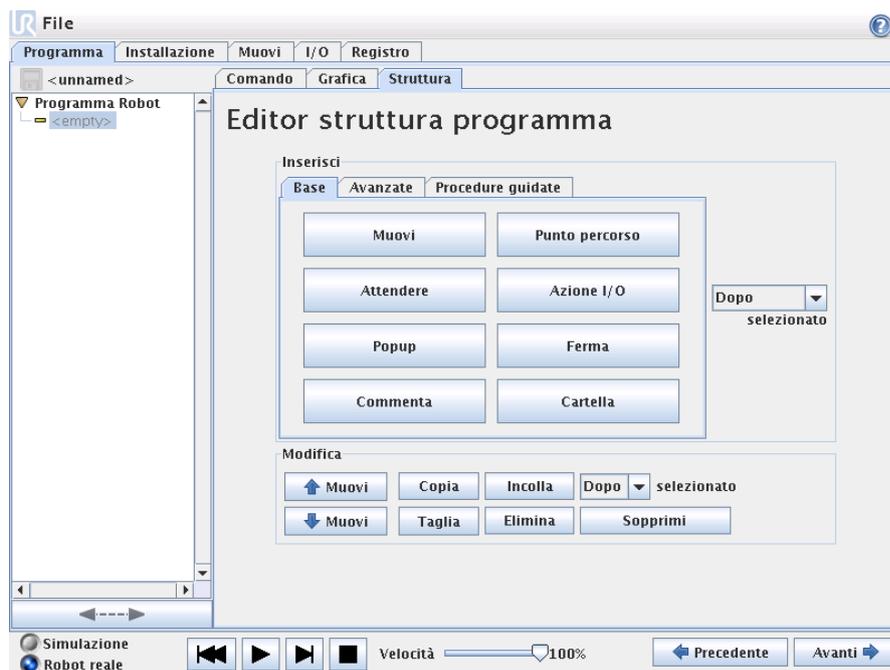


Rappresentazione grafica del programma robot corrente. Il percorso del punto centrale utensile è rappresentato in vista 3D, con i segmenti di movimento in nero e i segmenti di fusione (transizioni fra segmenti di movimento) riportati in verde. I puntini verdi specificano le posizioni del punto centrale utensile in ciascuno dei punti percorso nel programma. Il disegno 3D del robot rappresenta la posizione corrente del robot, mentre l'ombra del robot raffigura come il robot intende raggiungere il punto percorso selezionato sul lato sinistro della schermata.

La vista 3D può essere zoomata e ruotata per ottenere una vista migliore del robot. I pulsanti in alto a destra della schermata possono disabilitare i vari componenti grafici nella vista 3D.

I segmenti di movimenti rappresentati dipendono dal nodo di programma selezionato. Se si seleziona un nodo `Muovi`, il percorso visualizzato è il movimento definito da tale spostamento. Se si seleziona un nodo `Punto percorso`, la visualizzazione mostra i successivi ~ 10 passaggi del movimento.

3.4.27 Programma → Scheda Struttura



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

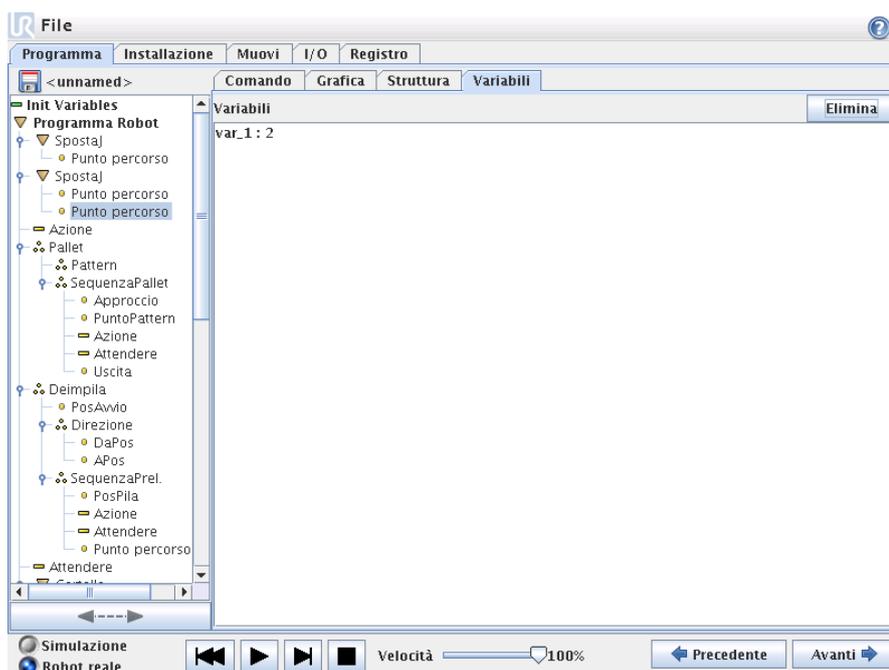
Per inserire comandi nuovi, eseguire i seguenti passaggi:

- 1) Selezionare un comando di programma esistente.
- 2) Selezionare se il nuovo comando deve essere inserito sopra o sotto il comando selezionato.
- 3) Premere il pulsante per il tipo di comando che si desidera 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.

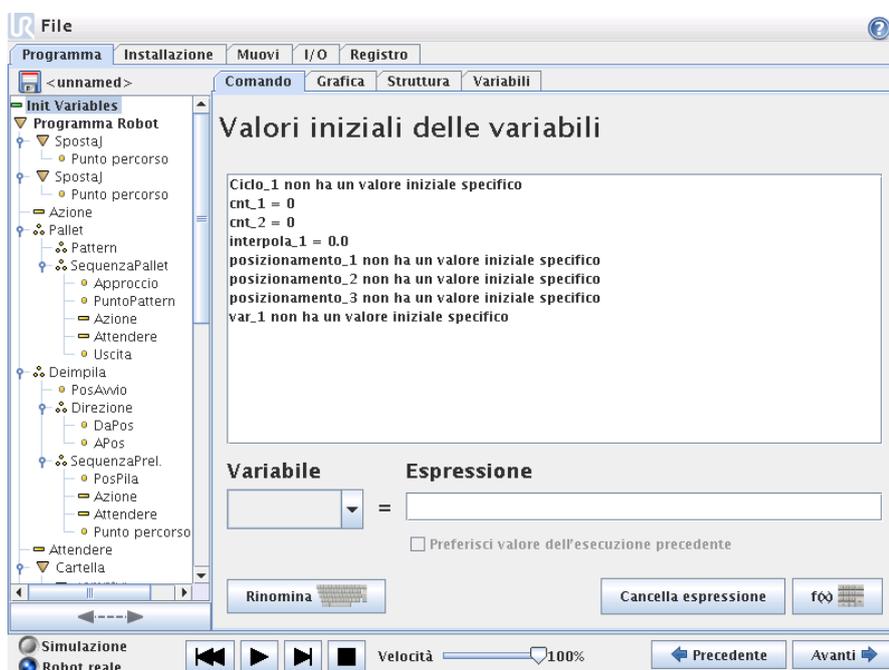
Non tutti i comandi rientrano in tutti i punti di un programma. I *punti percorso* devono trovarsi sotto un comando *Muovi* (non necessariamente direttamente sotto). I comandi *ElseIf* e *Else* devono essere dopo un *If*. In generale, lo spostamento dei comandi *ElseIf* può risultare difficoltoso. Alle variabili devono essere assegnati dei valori prima dell'uso.

3.4.28 Programma → Scheda variabili



La Scheda Variabili riporta i valori attivi delle variabili nel programma di esecuzione, e mantiene una lista di variabili e valori fra le esecuzioni del programma. La scheda Variabili appare solo quando ha informazioni da visualizzare.

3.4.29 Programma → Scheda Comando, Inizializzazione variabili



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

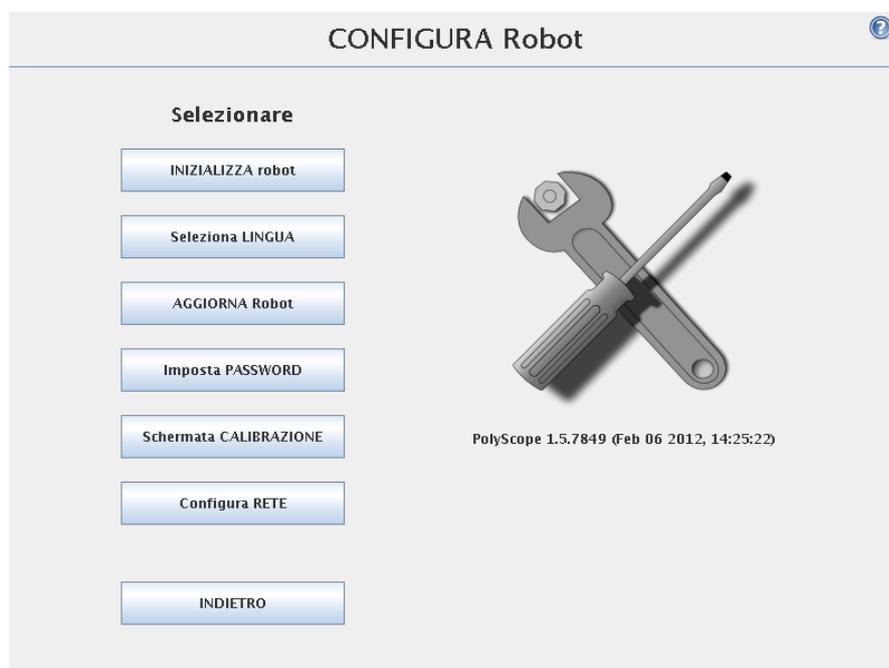
Selezionare una variabile dalla lista di variabili facendo clic su di essa o utilizzando il riquadro selettore variabili. Per una variabile selezionata, può essere immessa un'espressione che sarà utilizzata per impostare il valore della variabile all'avvio del programma.

Se è selezionata la casella di controllo Preferisco conservare il valore dell'ultima esecuzione, la variabile sarà inizializzata al valore trovato sulla scheda Variabili, descritta alla sezione 3.4.28. Ciò consente alle variabili di conservare i loro valori fra 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).

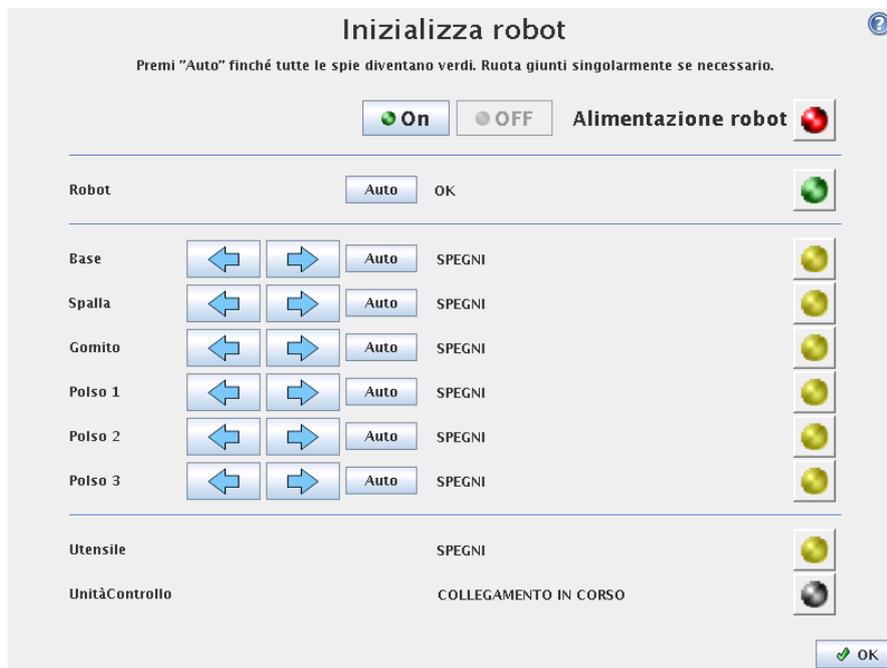
3.5 Setup

3.5.1 Schermata impostazioni



- **Inizializza Robot** Va alla schermata di inizializzazione, v. sezione 3.5.2.
- **Aggiorna** Aggiorna il software del robot a una nuova versione via Internet, v. sezione
- **Imposta password** Consente di bloccare la parte di programmazione del robot alle persone sprovviste di password, v. sezione
- **Calibra schermo** Calibra il "tocco" dello schermo a sfioramento, v. sezione
- **Configura Rete** Apre l'interfaccia che consente di impostare la rete Ethernet del robot, v. sezione
- **Indietro** Ritorna alla Schermata di Benvenuto.

3.5.2 Schermata impostazioni → Inizializza

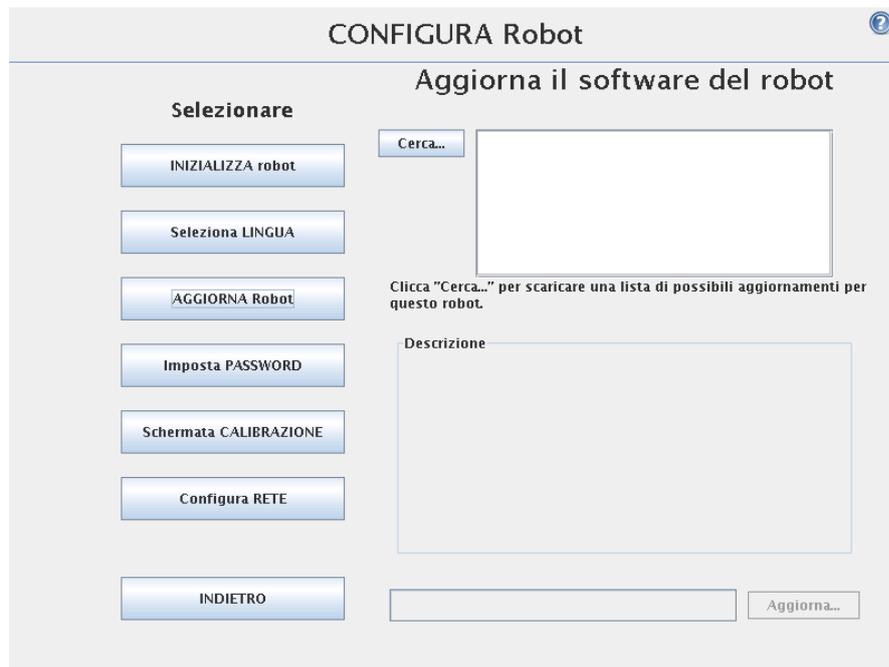


Questa schermata è utilizzata all'accensione del robot. Prima che il robot possa operare normalmente, ogni giunto ha bisogno di muoversi lievemente (circa 20°) per trovare la propria posizione esatta. Il pulsante *Auto* aziona tutti i giunti finché non sono *OK*. I giunti cambiano direzione di movimento quando il pulsante è rilasciato e premuto nuovamente.

3.5.3 Schermata impostazioni → Selezione lingua

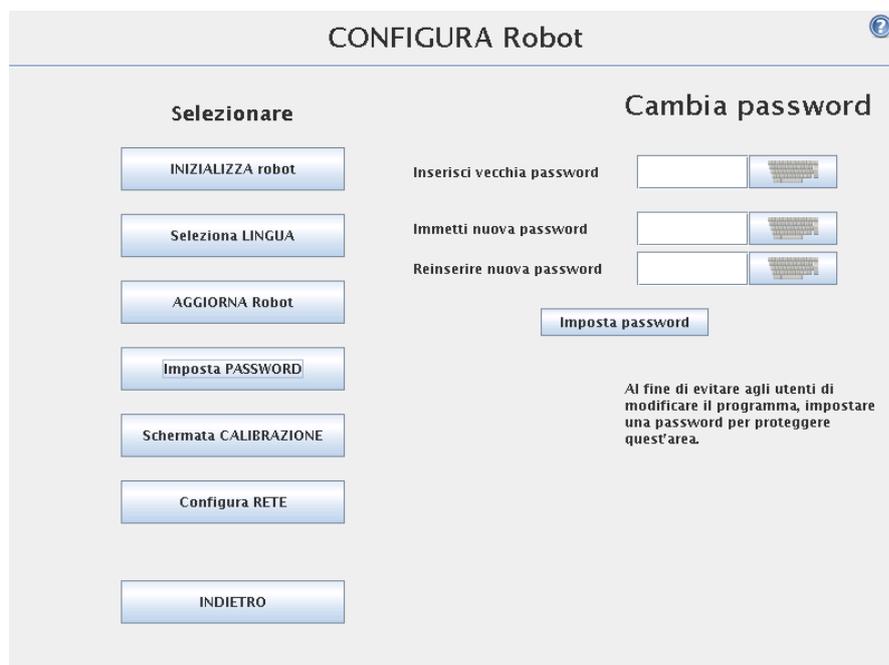
Per selezionare la lingua da utilizzare per il software PolyScope, e per la funzione di help. La GUI deve essere riavviata affinché le modifiche divengano operative.

3.5.4 Schermata impostazioni → Aggiorna



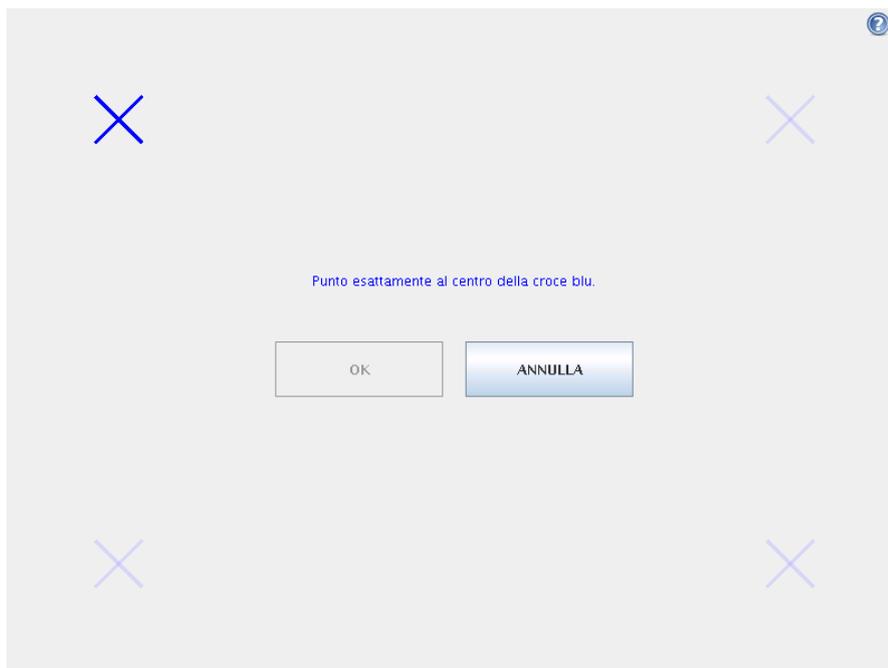
A patto che il robot sia collegato a Internet, può essere scaricato del nuovo software.

3.5.5 Schermata impostazioni → Password



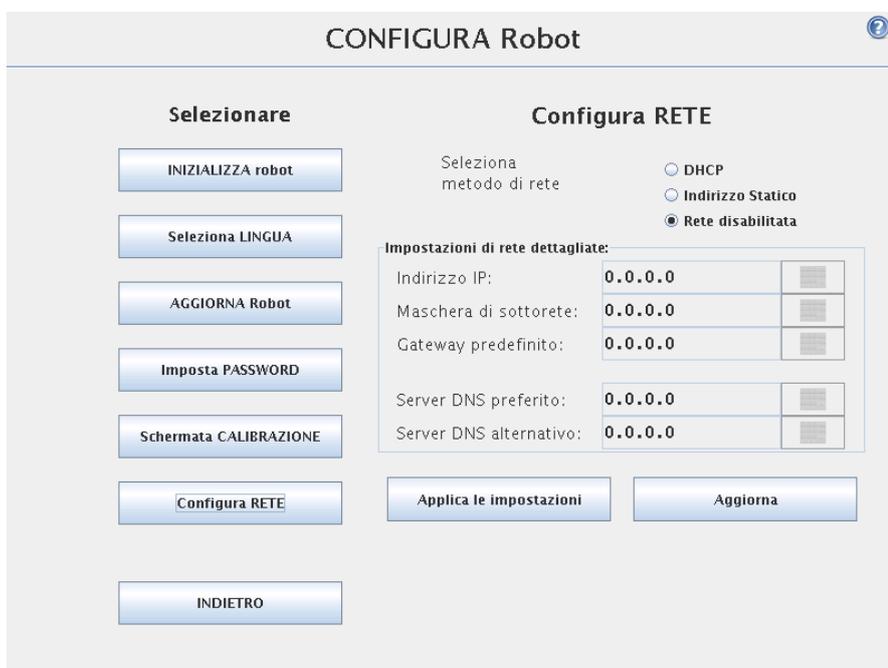
La parte di programmazione del software può essere bloccata utilizzando una password. Quando sono bloccati, i programmi possono essere scaricati ed eseguiti senza la password, ma una password è necessaria per creare o modificare i programmi.

3.5.6 Schermata impostazioni → Calibra schermo a sfioramento



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

3.5.7 Schermata impostazioni → 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.

Capitolo 4

Sicurezza

4.1 Introduzione

Il presente capitolo fornisce una breve introduzione alla documentazione obbligatoria e informazioni importanti sulla valutazione dei rischi, seguito da una sezione dedicata alle situazioni di emergenza. Quanto alla sicurezza in generale, occorre attenersi a tutte le istruzioni di assemblaggio in 1.4 e 2.1. Le specifiche tecniche dell'interfaccia di sicurezza elettrica, compresi il livello di prestazioni e le categorie di sicurezza, si trovano nella sezione 2.3.

4.2 Documentazione obbligatoria

Un'installazione di robot nella UE deve essere conforme alla Direttiva macchine per garantirne la sicurezza. La conformità include i punti seguenti.

1. Assicurarsi che il prodotto ottemperi a tutti i requisiti essenziali.
2. Eseguire una valutazione dei rischi.
3. Specificare le istruzioni per l'operatore.
4. Redigere una dichiarazione di conformità.
5. Riunire tutte le informazioni in un dossier tecnico.
6. Apporre il marchio CE sull'impianto robot.

In una determinata installazione di robot, l'integratore risponde dell'ottemperanza a tutte le relative direttive. Universal Robots è responsabile della conformità del robot alle direttive europee applicabili (v. sezione 6.1).

Universal Robots fornisce una guida alla sicurezza all'indirizzo <http://www.universal-robots.com> a beneficio degli integratori che vantano un'esperienza esigua o nulla nella redazione della documentazione necessaria.

Se il robot è installato al di fuori della UE, l'integrazione dello stesso deve essere conforme alle direttive e leggi locali del Paese specifico. L'integratore risponde di tale ottemperanza. È sempre necessario effettuare una valutazione dei rischi per garantire un'adeguata sicurezza dell'intero impianto robot.

4.3 Valutazione dei rischi

Uno degli aspetti più importanti che un integratore deve considerare è l'esecuzione di una valutazione dei rischi. Universal Robots ha identificato i rischi potenziali significativi sotto elencati come rischi che devono essere considerati dall'integratore. Si noti che altri rischi significativi possono essere presenti in una specifica installazione di robot.

1. Intrappolamento delle dita fra piede del robot e base (giunto 0).
2. Intrappolamento delle dita fra il braccio e il polso (giunto 4).
3. Penetrazione della cute da parte di spigoli vivi e punte affilate sull'utensile o sul connettore dell'utensile.
4. Penetrazione della cute da parte di spigoli vivi e punte affilate presenti ostacoli nei pressi della pista del robot.
5. Contusioni dovute a colpi inferti dal robot.
6. Storte o fratture delle ossa dovute a colpi fra un pesante carico utile e una superficie dura.
7. Conseguenze dovute a bulloni lenti che di norma fissano il braccio robot o l'utensile.
8. Elementi che si staccano dall'utensile. Ad es. a causa di una scarsa aderenza o un'interruzione di alimentazione.
9. Scossa elettrica o incendio dovuto al malfunzionamento delle alimentazioni elettriche se il collegamento di rete non è protetto da un fusibile principale, un dispositivo di corrente residua e un adeguato collegamento a terra. V. sezione 1.4.7.
10. Errori dovuti a pulsanti di arresto di emergenza diversi per macchine differenti. Utilizzare una funzione di arresto di emergenza comune, come descritto nella sezione ??.

Tuttavia, UR5 è un robot molto sicuro per i seguenti motivi:

1. Il sistema di controllo è conforme al livello di prestazioni **d** dello standard ISO 13849-1.
2. Il sistema di controllo del robot è ridondante, per cui in caso di guasti pericolosi di qualsiasi natura, il robot entra in una condizione di sicurezza.
3. Un software di alto livello genera un arresto di sicurezza se il robot colpisce qualcosa. Questo limite della forza di arresto è inferiore a $150N$.
4. Inoltre, un software di basso livello limita la coppia generata dai giunti, consentendo solo una piccola deviazione dalla coppia prevista.
5. Il software impedisce l'esecuzione del programma quando il robot è montato in modo diverso rispetto al setup specificato.
6. Il peso del robot è inferiore a $XXXROBOTWEIGHTTOKENXXkg$.
7. La forma del robot è liscia, per ridurre la pressione (N/m^2) per forza (N).

8. È possibile spostare i giunti di un robot non alimentato. V. sezione 4.4.

Il fatto che il robot sia molto sicuro apre la possibilità o di risparmiare i dispositivi di sicurezza o di utilizzare dispositivi di sicurezza a basso livello di prestazione. Per contribuire a convincere i clienti e le autorità locali, il robot UR5 è stato certificato dall'Istituto Tecnologico Danese che è un organismo accreditato ai sensi della Direttiva macchine in Danimarca. La certificazione conferma che il robot è conforme all'articolo 5.10.5 dello standard EN ISO 10218-1:2006. Tale standard è armonizzato nel quadro della Direttiva macchine e asserisce specificamente che un robot può operare come robot collaborativo (ossia senza dispositivi di sicurezza fra il robot e l'operatore) se è conforme all'articolo 5.10.5. La valutazione dei rischi deve ovviamente ancora concludere che l'intero impianto robot è sufficientemente sicuro. Copia della relazione della certificazione può essere richiesta a Universal Robots.

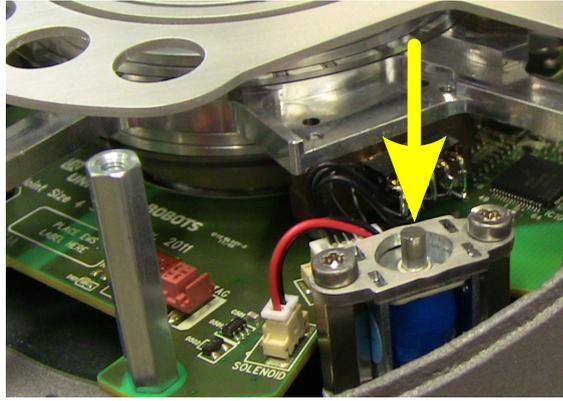
Lo standard EN ISO 10218-1:2006 è valido fino al 1° gennaio 2013. Intanto è valida anche la nuova versione dello standard EN ISO 10218-1:2011 e del corrispondente EN ISO 10218-2:2011 relativo agli integratori. Laddove lo standard EN ISO 10218-1:2006 asserisce specificamente che per un funzionamento collaborativo è necessaria una forza massima di 150N unitamente a una valutazione dei rischi, i nuovi standard non specificano la forza massima, la quale deve essere invece stabilita dalla specifica valutazione dei rischi. In generale, ciò significa che, indipendentemente dallo standard utilizzato, una valutazione dei rischi deve confermare che l'impianto di un robot collaborativo sia adeguatamente sicuro e che, per la maggior parte dei casi, la combinazione di un impianto robot ben costruito e la forza massima di 150N siano sufficienti.

4.4 Situazioni di emergenza

Nell'improbabile caso di una situazione di emergenza in cui è necessario muovere uno o più giunti di un robot e l'alimentazione di quest'ultimo non è disponibile né desiderata, esistono tre modi differenti per forzare i movimenti dei giunti del robot senza azionarne i motori:

1. Arretramento attivo: se possibile, accendere il robot premendo il pulsante ON sulla schermata di inizializzazione. Invece di premere il pulsante rilascio freno per azionare i motori del giunto, premere il pulsante di apprendimento sulla parte posteriore del programmatore portatile. In questo modo si attiva uno speciale modo di marcia indietro e il robot frena automaticamente anche se è guidato a mano. Rilasciando il pulsante di apprendimento i freni si bloccano nuovamente.
2. Rilascio del freno manuale: Rimuovere il coperchio del giunto svitando le viti M3 che lo fissano. Rilasciare il freno premendo il pistone sul piccolo elettromagnete, come indicato nell'immagine seguente.
3. Arretramento forzato: forzare un giunto per muoverlo tirando energicamente il braccio robot. Il freno di ciascun giunto è munito di un innesto a frizione che abilita il movimento durante un'elevata coppia forzata. L'arretramento forzato è utilizzabile solo per emergenze piuttosto urgenti e potrebbe danneggiare gli ingranaggi e altre parti del giunto.

Non ruotare i giunti più del necessario e fare attenzione alla gravità e a carichi utili pesanti.



Capitolo 5

Garanzie

5.1 Garanzia prodotto

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

Qualora nuovi dispositivi e i loro componenti presentino difetti risultanti da difetti di fabbricazione e/o materiali entro 12 mesi dall'entrata in servizio (massimo di 15 mesi dalla spedizione), Universal Robots fornirà i ricambi necessari, mentre l'utente (cliente) metterà a disposizione le ore di lavoro per sostituire i ricambi, sostituendo il pezzo con un altro pezzo conforme allo stato dell'arte o riparando detto pezzo. Tale Garanzia non sarà valida se il difetto del dispositivo è attribuibile a un trattamento improprio e/o al mancato rispetto delle istruzioni contenute nelle guide dell'utente. Tale Garanzia non si applica né si estende a servizi erogati dal rivenditore autorizzato o dagli stessi clienti (ad es. installazione, configurazione, download di software). La ricevuta dell'acquisto, unitamente alla data dell'acquisto, saranno richiesti come per avere diritto all'intervento della Garanzia. Le richieste di intervento della Garanzia devono essere sottoposte entro due mesi dal momento in cui diviene evidente il difetto in Garanzia. La proprietà di dispositivi o componenti sostituiti da/restituiti a Universal Robots resterà di Universal Robots. Qualsiasi altra rivendicazione risultante dal dispositivo o allo stesso connessa è esclusa dalla presente Garanzia. Nulla nella presente Garanzia tenterà di limitare o escludere i Diritti Legali del Cliente, né la responsabilità del fabbricante in caso di decesso o lesione personale risultante da tale 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 dei difetti, Universal Robots non coprirà alcuna perdita o danno indiretto, quali perdita di produzione o danno ad altre apparecchiature produttive.

5.2 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.

Capitolo 6

Dichiarazione di Incorporazione

6.1 Introduzione

Ai sensi della Direttiva Macchine 2006/42/CE, il robot è considerato una macchina parzialmente completata. Le seguenti sottosezioni corrispondono e sono conformi all'allegato II di tale Direttiva.

6.2 Costruttore del prodotto

Nome	Universal Robots ApS
Indirizzo	Svendborgvej 102 5260 Odense S Danimarca
Numero di telefono	+45 8993 8989
Indirizzo e-mail	sales@universal-robots.com
Numero di partita IVA internazionale	DK29138060

6.3 Persona autorizzata a compilare la documentazione tecnica

Nome	Lasse Kieffer
Indirizzo	Svendborgvej 102 5260 Odense S Danimarca
Numero di telefono	+45 8993 8971
Indirizzo e-mail	kieffer@universal-robots.com

6.4 Descrizione e Identificazione del Prodotto

Il robot è progettato per attività di movimentazione semplici e sicure come pick-and-place, caricamento/scaricamento macchine, assemblaggio e pallettizzazione.

Denominazione generica	UR5
Funzione	Robot industriale polivalente
Modello	UR5
Numero seriale del braccio robotico	
Numero seriale dell'unità di controllo	
Nome commerciale	UR5

6.5 Requisiti Essenziali

Le singole installazioni di robot hanno requisiti di sicurezza differenti e l'integratore è pertanto responsabile di ciascun pericolo non coperto dalla progettazione generale del robot. Tuttavia, la progettazione generale del robot, comprese le sue interfacce, soddisfa tutti i requisiti essenziali elencati nell'allegato I alla 2006/42/CE.

La documentazione tecnica del robot è conforme all'allegato VII parte B della 2006/42/CE.

Direttive applicate	2006/42/CE Direttiva Macchine 2004/108/CE Direttiva CEM 2002/95/CE Direttiva RoHS 2002/96/CE Direttiva RAEE
Norme armonizzate applicate (Ai sensi delle direttive applicate)	ISO 13849-1:2006 ISO 13849-2:2003 ISO 10218-1:2006 (parzialmente) ISO 10218-1:2011 (parzialmente) ISO 10218-2:2011 (parzialmente) ISO 13850:2006 ISO 12100:2010 ISO 3745:2003 IEC 61000-6-2 ED 2.0:2005 IEC 61000-6-4 AMD1 ED 2.0:2010 IEC 61131-2 ED 3.0:2007 (parzialmente) EN ISO 13849-1:2008 EN ISO 13849-1/AC:2009 EN ISO 13849-2:2008 EN ISO 10218-1:2008 (parzialmente) EN ISO 10218-1:2011 (parzialmente) EN ISO 10218-2:2011 (parzialmente) EN ISO 13850:2008 EN ISO 12100:2010 EN ISO 3745:2009 EN 61000-6-2:2005 EN 61000-6-4/A1:2011 EN 61131-2:2007 (parzialmente) EN 1037:2010
Norme generali applicate (Non tutte le norme sono elencate)	ISO 9409-1:2004 (parzialmente) ISO 9283:1999 (parzialmente) ISO 9787:2000 (parzialmente) ISO 9946:2000 (parzialmente) ISO 8373:1996 (parzialmente) ISO/TR 14121-2:2007 ISO 1101:2004 ISO 286-1:2010 ISO 286-2:2010 IEC 60664-1 ED 2.0:2007 (parzialmente) IEC 60947-5-5:1997 IEC 60529:1989+A1:1999 IEC 60320-1 Ed 2.0:2001 IEC 60204-1 Ed 5.0:2005 (parzialmente) EN ISO 9409-1:2004 (parzialmente) EN ISO 9283:1999 (parzialmente) EN ISO 9787:2000 (parzialmente) EN ISO 9946:2000 (parzialmente) EN ISO 8373:1996 (parzialmente) EN ISO/TR 14121-2:2007 EN ISO 1101:2005 EN ISO 286-1:2010 EN ISO 286-2:2010 EN 60664-1:2007 EN 60947-5-5:1998 EN 60947-5-5/A1:2005 EN 50205:2003 EN 60529:1991+A1:2000 EN 60320:2003 EN 60204:2006 (parzialmente)

Si noti che la Direttiva Bassa Tensione non è elencata. La Direttiva Macchi-

ne 2006/42/CE e le Direttive Bassa Tensione sono direttive primarie. Un prodotto può essere disciplinato da una sola direttiva primaria e siccome i rischi principali del robot sono dovuti al movimento meccanico e non alle scosse elettriche, è disciplinato dalla Direttiva Macchine. Tuttavia, la progettazione del robot soddisfa tutti i requisiti relativi alla costruzione elettrica descritti nella Direttiva Bassa Tensione 2006/95/CE.

Si noti inoltre che la direttiva RAEE 2002/96/CE è stata elencata a causa del simbolo del bidone della spazzatura barrato da una croce sul robot e sulla unità di controllo. Universal Robots registra ogni vendita di robot in Danimarca presso il registro nazionale RAEE danese. Ogni distributore al di fuori della Danimarca e all'interno dell'UE deve effettuare la propria registrazione presso il registro RAEE del paese in cui ha sede la sua azienda.

6.6 Informazioni di contatto dell'autorità nazionale

Persona autorizzata	Lasse Kieffer +45 8993 8971 kieffer@universal-robots.com
CTO	Esben H. Østergaard +45 8993 8974 esben@universal-robots.com
CEO	Enrico Krog Iversen +45 8993 8973 eki@universal-robots.com

6.7 Avviso Importante

Il robot non può essere messo in servizio finché il macchinario in cui deve essere incorporato non sarà dichiarato conforme alle disposizioni della Direttiva Macchine 2006/42/CE e alla legislazione attuativa nazionale.

6.8 Luogo e data della dichiarazione

Luogo	Universal Robots ApS Svendborgvej 102 5260 Odense S Danimarca
Data	1. dicembre 2011

6.9 Identità e firma della persona autorizzata

Nome	Lasse Kieffer
Indirizzo	Svendborgvej 102 5260 Odense S Danimarca
Numero di telefono	+45 8993 8971
Indirizzo e-mail	kieffer@universal-robots.com
Firma	