RobotX REINVENTING AUTOMATION




# MOTION RECORDER

# MANUALE OPERATIVO

Versione 2.2.3

Sviluppato per *Universal Robots E-Series*

# Indice


**1. Revisione**.....

**2. Prefazione**.....

*i.* Guida all'utilizzo.....

ii. Riferimenti.....

**3. Legenda Icone e Colori**

i. Ulteriori Informazioni.....

**4. Introduzione al Software**

i. Creazione iniziale dei programmi di movimentazione.....

ii. Programmi con Percorsi Complessi.....

iii. Programmi con Percorsi non Geometrici.....

**iv.** Lavorazioni con un alto numero di tipologie di prodotti .....

**5. Installazione**.....

**6. Interfaccia**.....

i. Installation Node

ii. Program Node

**7. Troubleshooting**.....

**8. Garanzia**.....

**9. Contatti**.....

# Revisioni

La **Robot-ics** si riserva il diritto di modificare il prodotto senza avvisi, se necessario, per eventuali migliorie o correzione di bug. Se avvenissero tali cambiamenti il manuale verrà revisionato e potrà essere scaricata l'ultima versione alla pagina: www.robot-ics.com/support

# Prefazione

## Guida all'utilizzo

Il **Motion Recording Software** è stato sviluppato per poter ampliare le potenzialità dei robot collaborativi della Universal Robots. Per questo motivo potrà essere installato e utilizzato solo con l'interfaccia grafica della serie-E di questi cobot.



**ATTENZIONE: l'operatore deve aver letto e assimilato tutti i passaggi e le istruzioni di questo manuale prima di usare il software Motion Recording**

## Riferimenti

Nel corso di questa guida diverse volte verrà consigliata la lettura del manuale del robot della Universal Robots, i riferimenti ai capitoli sono fatti basandosi sul manuale
del UR5-e anche se qualsiasi manuale-robot della stessa serie può essere utilizzato.

# Legenda Icone e Colori

Nel manuale si incontreranno diverse icone, per evidenziare aspetti di diversa importanza riguardanti l'utilizzo del software.

Icona Informativa



Le informazioni riportate di fianco a questa icona sono dei consigli che possono aiutare la comprensione della logica software, o in alternativa evidenziano delle procedure che è consigliato tenere a mente, ma il non utilizzo non compromette le funzionalità del software stesso.

Icona avvertenza



Le informazioni che compariranno a fianco a questa icona evidenziano degli aspetti che se sottovalutati potrebbero portare ad uno scorretto utilizzo del software.

Icona pericolo



Queste informazioni sottolineano degli aspetti riguardanti il cobot che è meglio comprendere onde evitare comportamenti inaspettati o potenzialmente dannosi.

In diverse parti del manuale è anche possibile osservare che determinate frasi saranno riportate con colori differenti dal nero. Questo per evidenziare l'importanza di determinati passaggi, o sottolineare delle parole chiave.

In **verde** si evidenzieranno i benefici di un determinato aspetto del software.
In **arancio** saranno segnate le procedure da seguire per evitare dei comportamenti inattesi.
In **rosso** sono riportate le conseguenze negative di una procedura non eseguita correttamente.

Il ***verde acqua*** evidenzia il nome proprio dei tasti che sono presenti sul software.

Il **fucsia** sottolinea dei possibili lavori o processi produttivi che possono usufruire di questo software.

## Ulteriori informazioni

Sul sito www.robot-ics.com è possibile ottenere:

- maggiori informazioni riguardanti il software;
- visualizzare dei video dimostrativi;
- scaricare versioni del manuale in altre lingue.



Le informazioni riportate su questo manuale cercheranno di essere chiare e complete, tuttavia dato che il software è in continuo aggiornamento è consigliabile accertarsi che la versione del software coincida con quella del manuale, poiché alcune informazioni e funzionalità potrebbero non corrispondere.
E' sempre possibile scaricare sito dal www.robot-ics.com l'ultima versione del manuale.

# Introduzione al Software

Il **Motion Recorder Software** offre la possibilità di poter registrare gli spostamenti eseguiti dai cobot del Universal Robots quando vengono mossi manualmente e generare il codice necessario a riprodurli. Inoltre è possibile vincolare determinati assi e modificare la sensibilità del robot per una registrazione più precisa. Infine il software crea un database di facile gestione che snellisce il lavoro computazionale del software di default del cobot.

Queste funzioni possono essere utilizzate in maniera concreta per facilitare e migliorare il processo produttivo.

## Creazione iniziale dei programmi di movimentazione

Il software facilita la realizzazione dei programmi in quanto il cobot replicherà in maniera esatta i movimenti che sono stati eseguiti manualmente, evitando che il cobot possa dare problemi nella risoluzione della cinematica inversa e quindi eseguire movimenti inattesi. In questo modo anche senza avere conoscenze approfondite riguardo la cinematica dei cobot chiunque potrà creare i primi programmi funzionanti senza l'aiuto di un tecnico esperto.

## Programmi con Percorsi Complessi

Il software che permette di registrare percorsi molto complessi può essere utilizzato quando il cobot deve eseguire delle traiettorie ben definite, come seguire il profilo di un componente, in questi casi il percorso spesso è ottenuto attraverso l'utilizzo di un cad esterno. In questo modo muovendo il cobot fisicamente lungo il profilo dell'oggetto in questione diventa estremamente facile ricavare il programma cobot.

Un classico esempio di utilizzo si ha nelle applicazioni di **incollaggio** di componenti. Spesso modelli di medie e grandi dimensioni hanno dei percorsi di incollaggio particolari, e non tutti gli utenti/aziende hanno a disposizione gli strumenti software giusti per ottenere i percorsi ideali dei cobot.

Con l'utilizzo del **Motion Recorder Software** è invece possibile ottenere anche i percorsi più complessi in maniera rapida e precisa, e senza la necessità di usare altri strumenti software/hardware al di fuori del cobot stesso.

## Programmi con Percorsi non Geometrici

Un'ulteriore occasione per sfruttare le potenzialità del software si presenta quando c'è la necessità di insegnare al robot dei percorsi di difficile logica matematica. Può essere un esempio quando il cobot deve entrare all'interno di una **macchina utensile per l'asservimento**, dove gli spazi sono spesso ristretti e può risultare ostico creare un percorso pulito.

Uno degli utilizzi migliori si ha quando la qualità della lavorazione deriva dalla mano esperta dell'operatore come nei processi di **verniciatura**, di **spazzolatura**, di **levigatura**.

Un'altra applicazione si ha con la **visione/scansione 3D**, qui risulta facile insegnare al cobot le angolazioni che il tool deve avere per evitare tutti i sottosquadri di una forma complessa, e fare in modo che non ci siano parti in *ombra*. In assenza insegnare queste movimentazioni al cobot risulta uno dei processi più complicati dal punto di vista matematico e pratico.

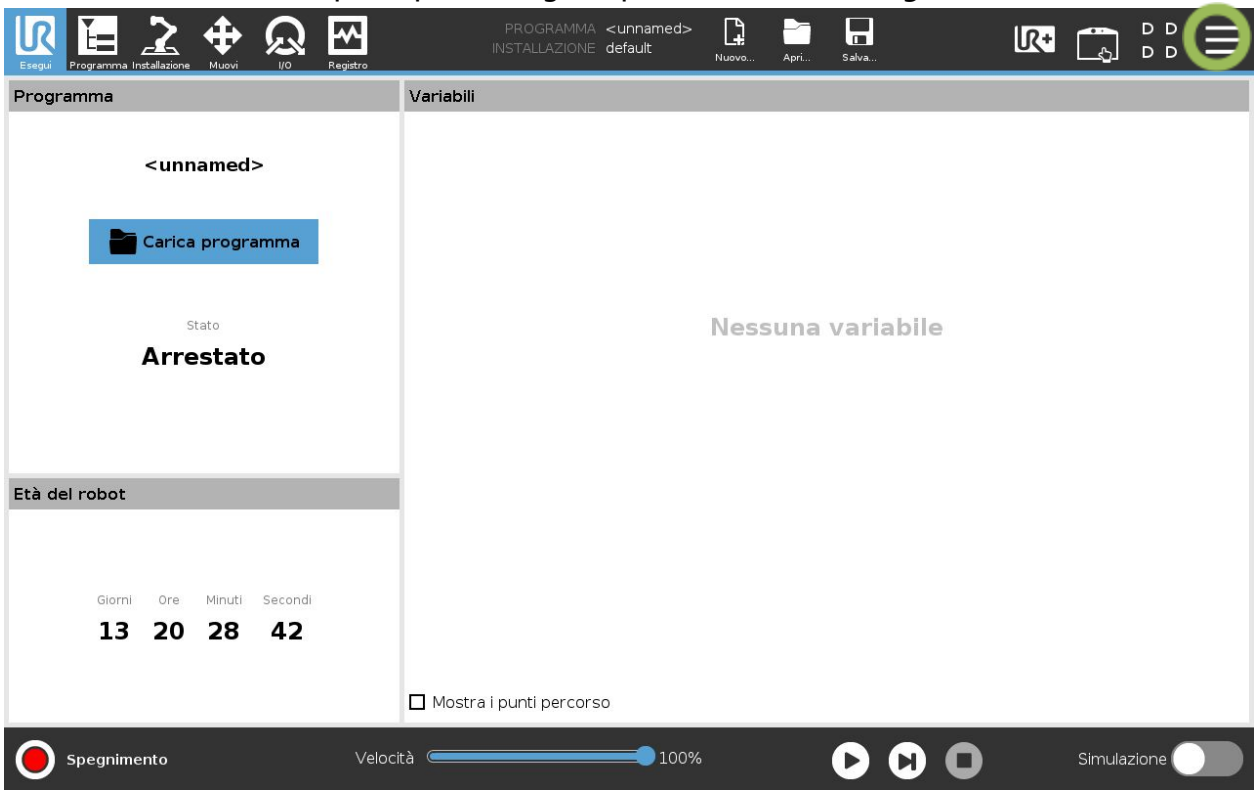
## Lavorazioni con un alto numero di tipologie di prodotti

Un ulteriore punto di forza del software è la possibilità di creare un database interno che facilita la gestione di tutti i programmi cobot contenenti i prodotti da lavorare, e rende semplice l'implementazione di un nuovo prodotto in modo completamente autonomo senza dover coinvolgere un operatore esterno.

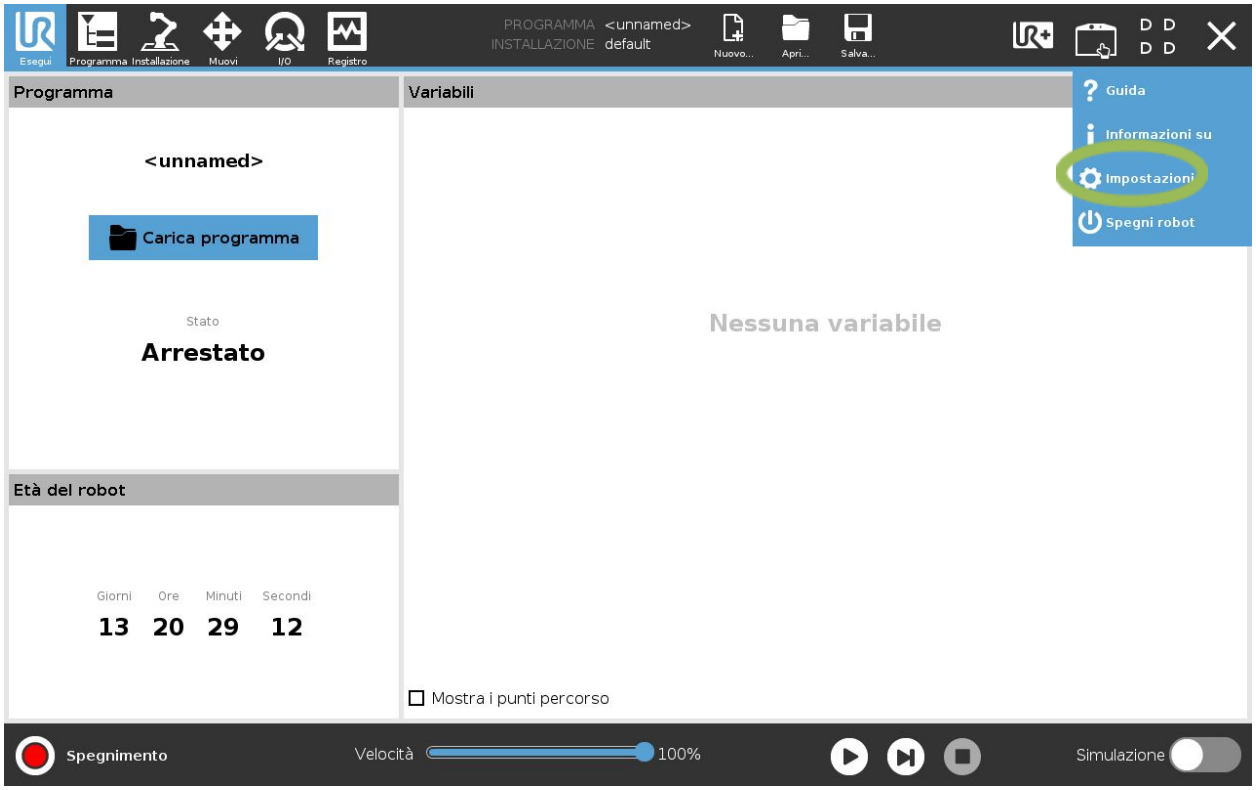
# Installazione

- Il primo passo da eseguire è l'inserimento del dongle USB sul teach pendant (o nel control box) del cobot della Serie-E

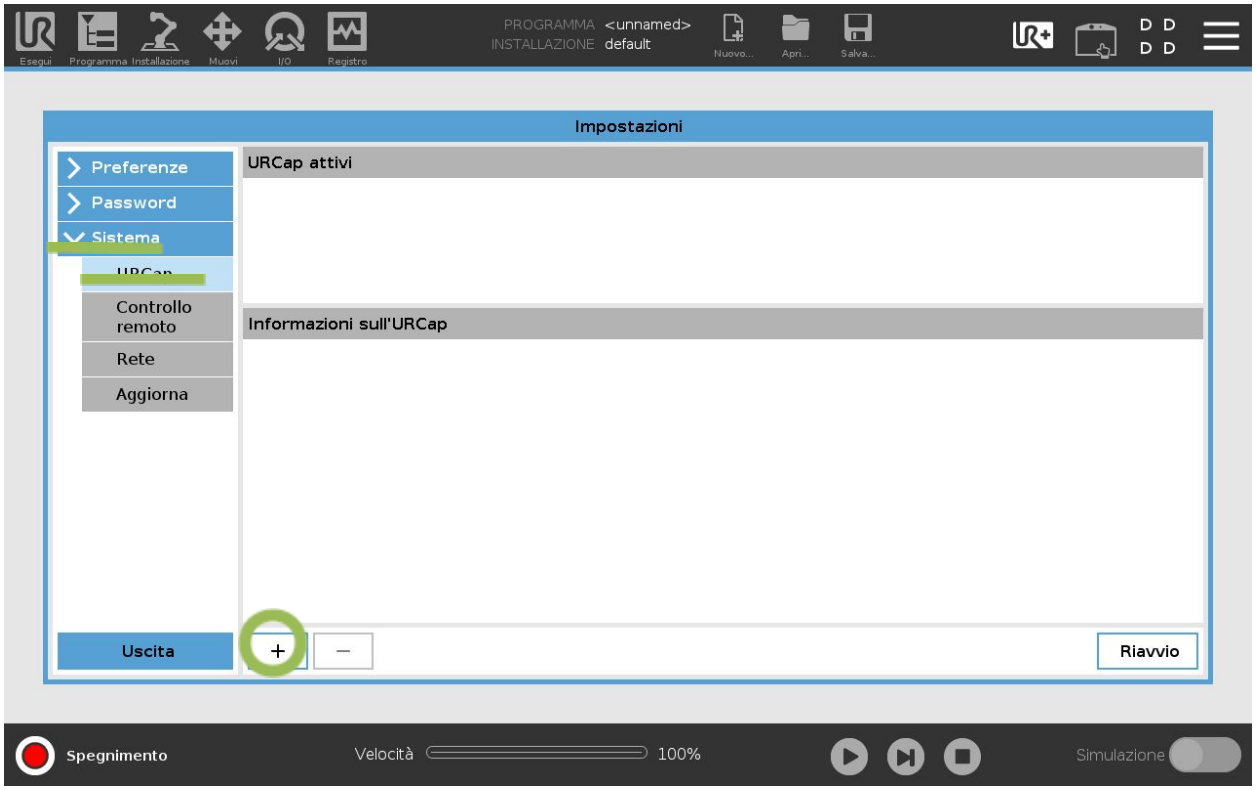
- Dalla schermata principale bisogna aprire il "*menu setting*"



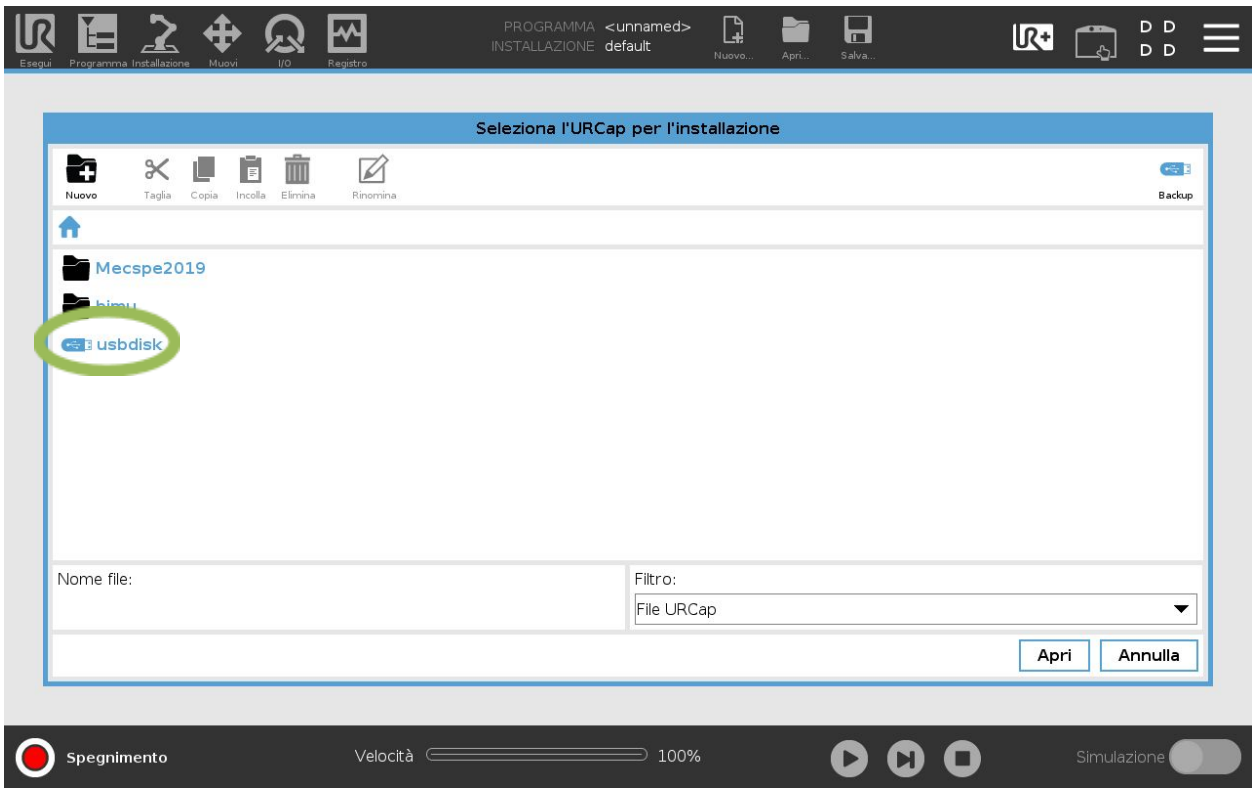
- Selezionare la voce “*Impostazioni*”



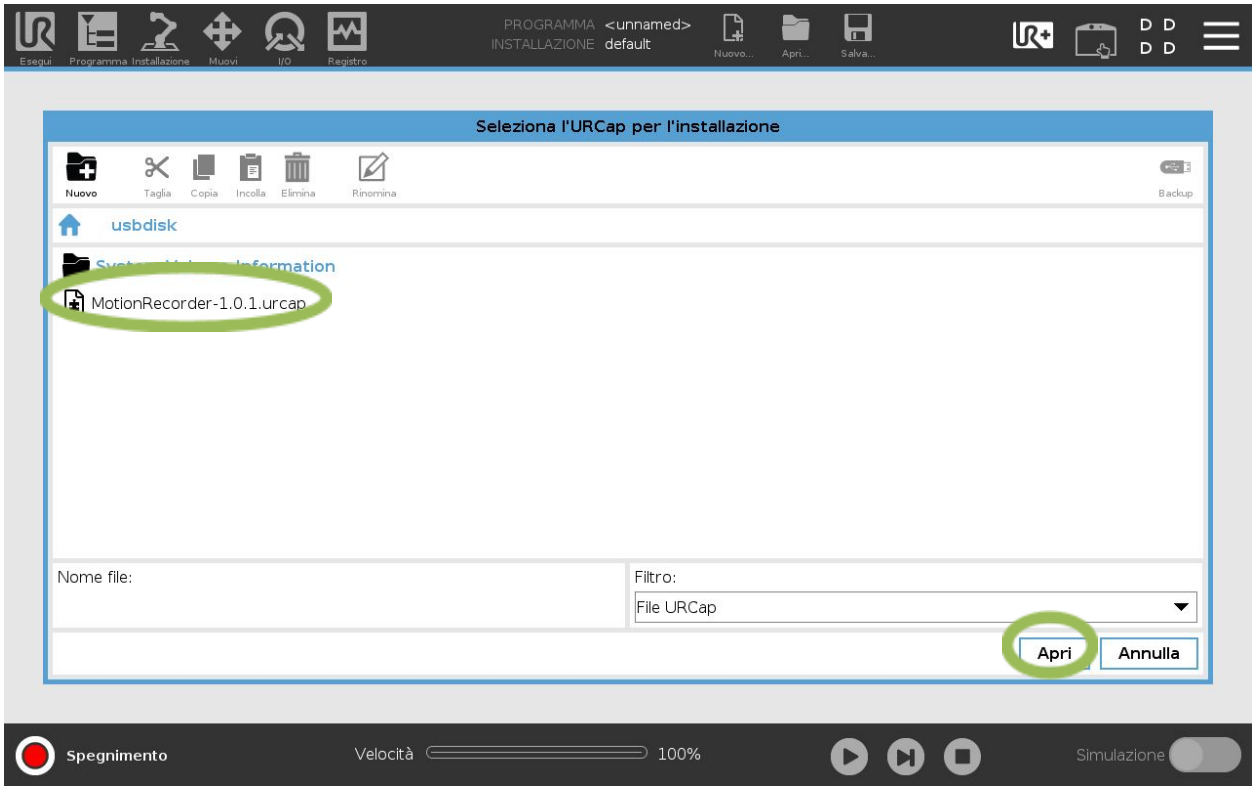

- “*Sistema*” -> “*URCap*” e premere il tasto “*+*” per accedere alla schermata di navigazione dei dispositivi connessi



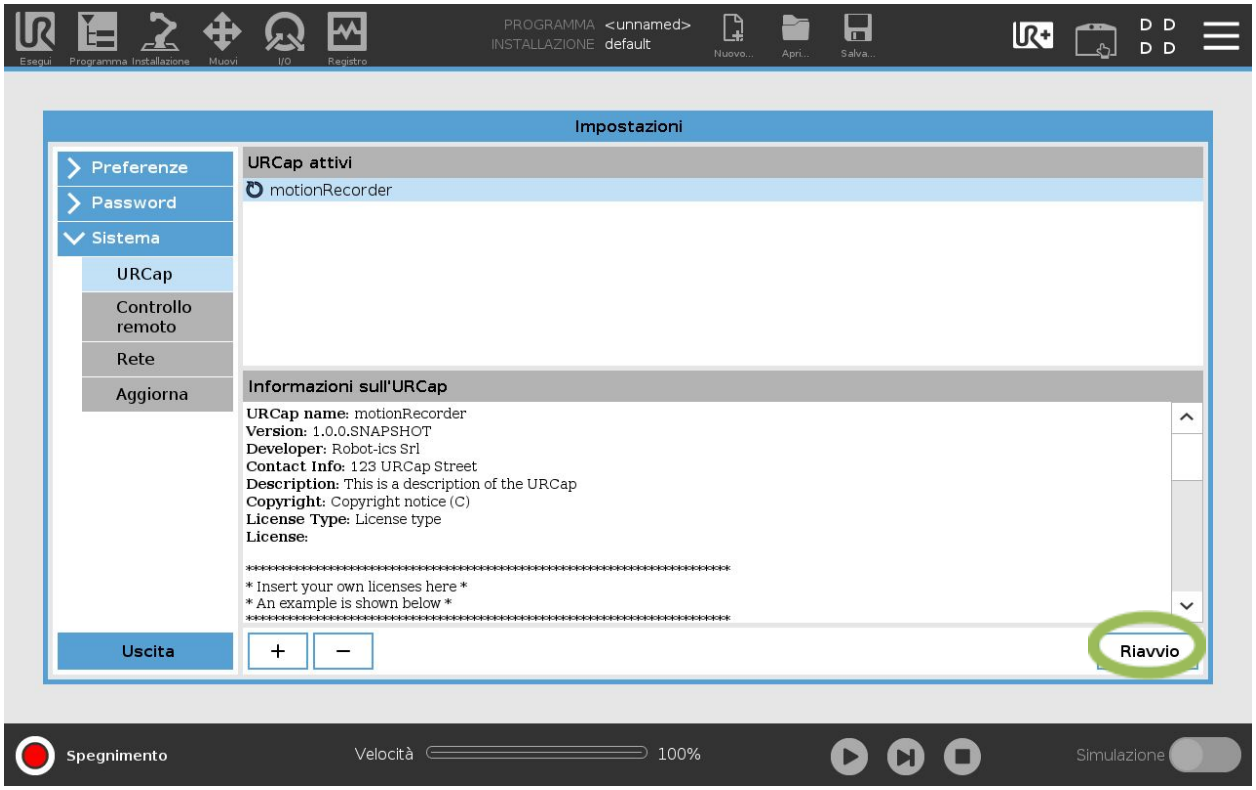

- Selezionare "*usbdisk*"



- Selezionate il file “*MotionRecorder.urcap*”. DoppioClick sullo stesso o premere “*Apri*”.




- Il cobot a questo punto eseguirà un pre-setting dopodiché per rendere operativo il software sarà necessario un riavvio.

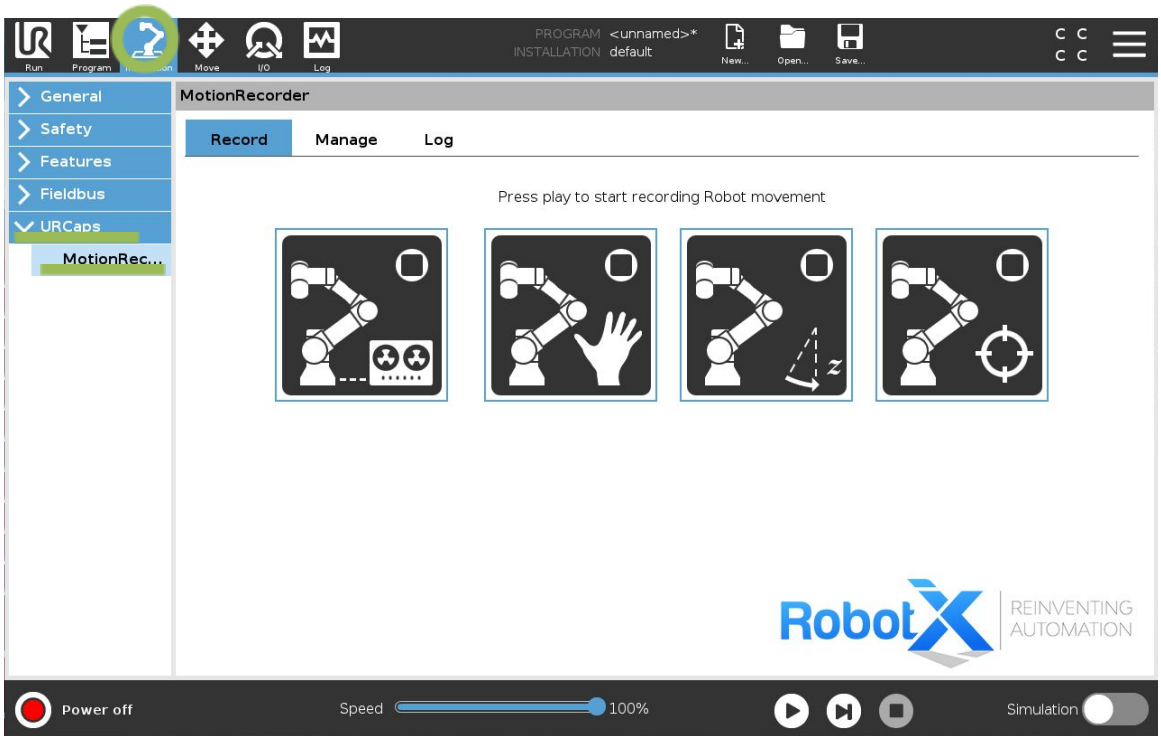



- Al riavvio il **Motion Recorder Software** sarà pronto per essere utilizzato.

# Interfaccia

## Installation Node

L'interfaccia per interagire con il **Motion Recorder Software** e creare un database di percorsi registrati, è sotto la voce *installazione* -> *URCaps* -> *MotionRecorder*.

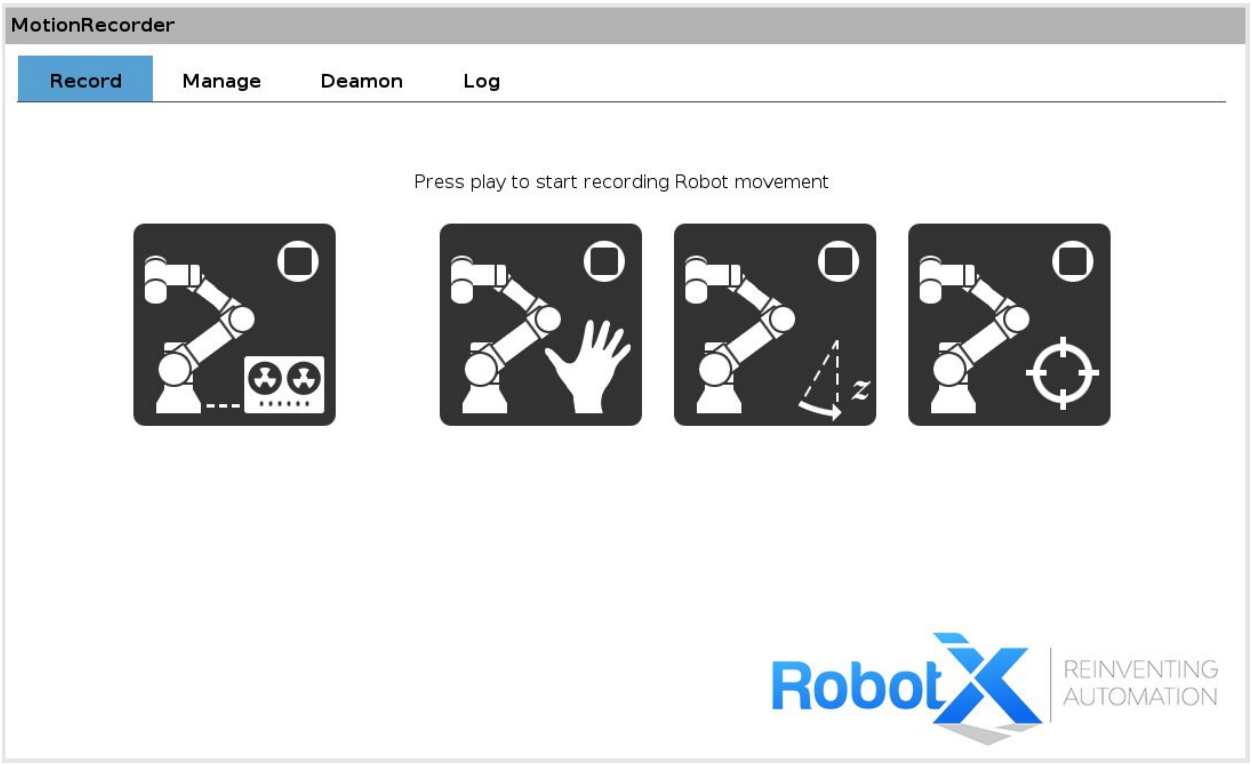



Il software offre una schermata completamente personalizzata per poter sfruttare tutte le features. La schermata principale è composta da 3 differenti Menù:

- ***Record****:* qui è possibile movimentare il robot manualmente e registrare i vari percorsi.
- ***Manage***: dove è possibile accedere a tutti i percorsi salvati, vedere la data di creazione, cancellarli, oppure riprodurre un percorso già salvato.
- ***Deamon***: ci permette di vedere lo stato del deamon.

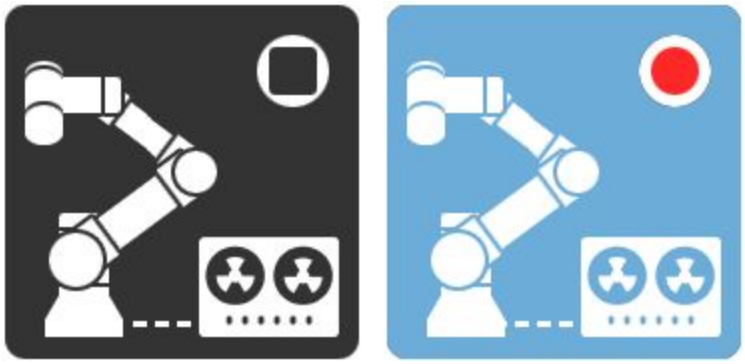
- ***Log***: qui è possibile tener traccia di tutti i comandi che sono stati impartiti al software durante la programmazione.

## Menù Record




Il menù è composto da 4 tasti funzionali.

Il tasto ***Recording***



Quando il tasto ***Recording*** viene attivato, il robot inizia a registrare in tempo reale le traiettorie. Non appena il tasto viene disattivato, apparirà una finestra di dialogo che permette di assegnare un nome a questa registrazione per inserirla nel

database. Qualora la registrazione non sia andata a buon fine, è sufficiente premere il tasto ***Delete*** per eliminarla.

## Il tasto *FreeDrive*



Il tasto ***Freedrive*** attiva il freedrive del cobot. Premendo il pulsante è possibile poter muovere manualmente il cobot. In freedrive il cobot è in equilibrio, ma non appena percepisce una forza esterna cedono i giunti più sollecitati nella direzione della forza applicata.

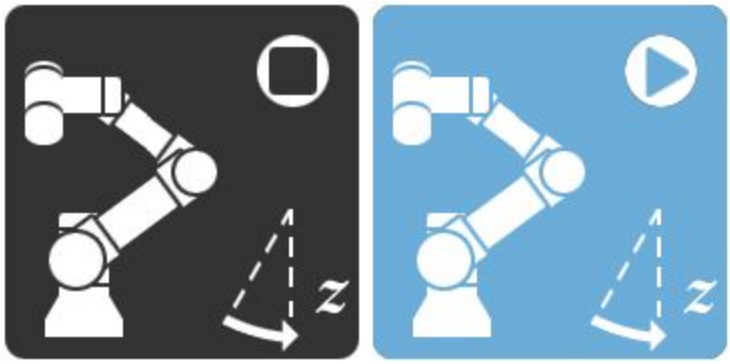
Si consiglia di consultare il manuale dei robot collaborativi UR per avere una descrizione più dettagliata di cosa comporta l'utilizzo del tasto freedrive (link al manuale).



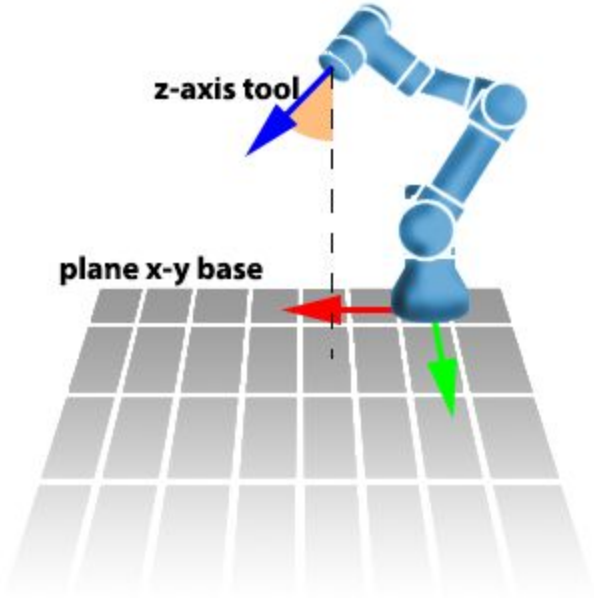
In questo modo è più facile dare la **configurazione voluta ai singoli giunti** e non c'è il rischio che il cobot vada in ***fault*** a causa di un calcolo errato della cinematica inversa.

Attivare il freedrive senza aver prima **impostato la corretta la massa del tool e il suo centro di massa** potrebbe portare il robot ad **accelerazioni improvvise** non volute, è consigliabile effettuare prima la procedura di autotaratura del tool del robot, consultabile alla pagina II-77 del manuale di utilizzo del cobot (link).

Il tasto
***Vertical Align***




Quando è in funzione allinea l'asse Z del tool corrente perpendicolarmente al piano X-Y della base del cobot, con la direzione Z entrante nel piano.



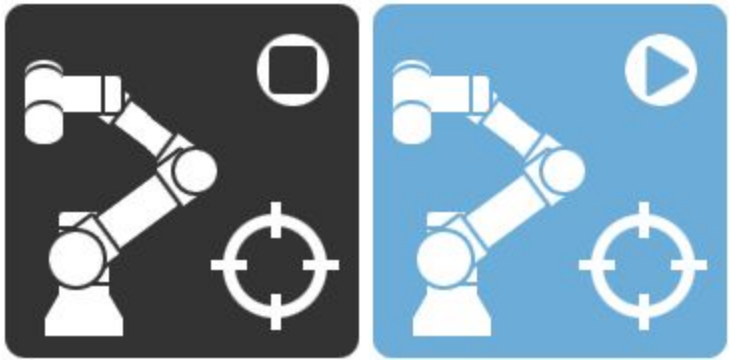

In questo modo si riesce ad ottenere un'**orientazione perpendicolare alla zona di lavoro molto precisa**, cosa non possibile movimentando il cobot in freedrive.

L'asse Z del tool attivo può essere impostata nella schermata *Installazione* -> *Generali* -> *TCP,* si rimanda a pagina II-85 del manuale, nel capitolo 16.1.1 TCP Configuration, per maggiori informazioni.

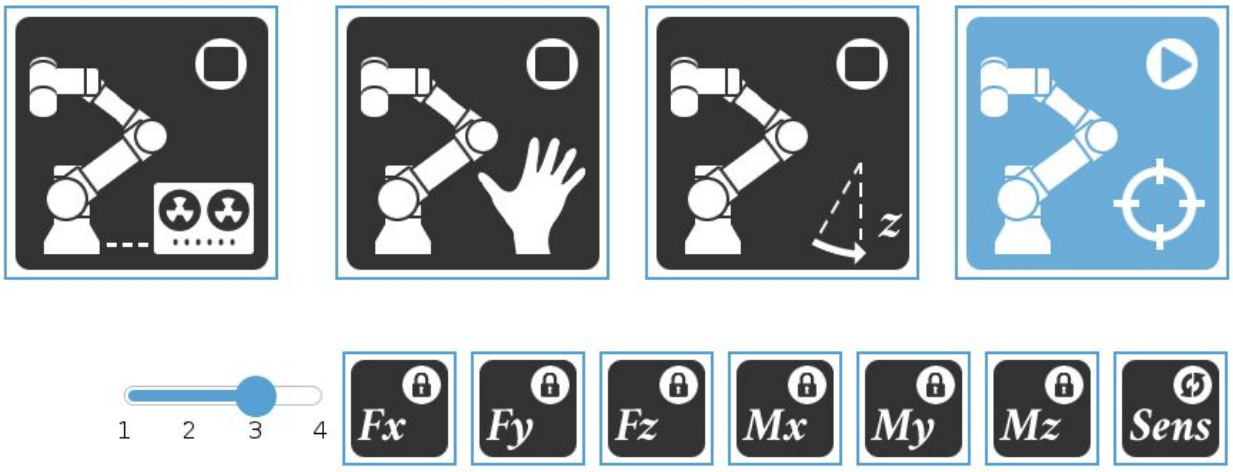
Qualora si desiderasse un orientazione non ortogonale rispetto alla base, ma con un angolo ben preciso, è possibile ottenerla impostando un "TCP di appoggio" che presenti lo stesso angolo di incidenza rispetto al piano X-Y della flangia cobot.

Il cobot non ha la "consapevolezza" dell'ingombro del *tool*, quindi per ottenere l'orientazione desiderata il cobot potrebbe dover eseguire dei movimenti molto ampi con il rischio che potrebbe urtare con il *tool* su se stesso. È consigliabile sgrossare con il freedrive le movimentazioni ed utilizzare il tasto di ***Vertical Align*** in un secondo momento solo per ottenere **l'accuratezza della perpendicolarità**.

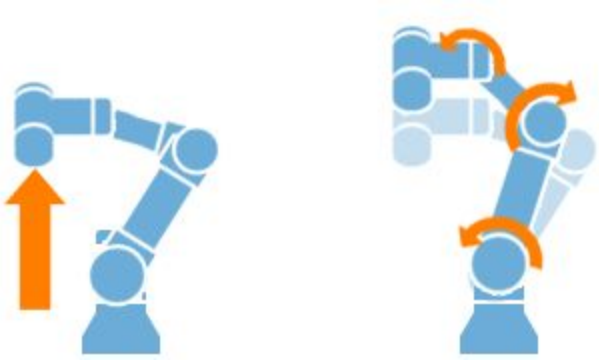
Il tasto ***Precision Mode***



La pressione del tasto amplia la schermata con altri 7 tasti ed una slider bar.



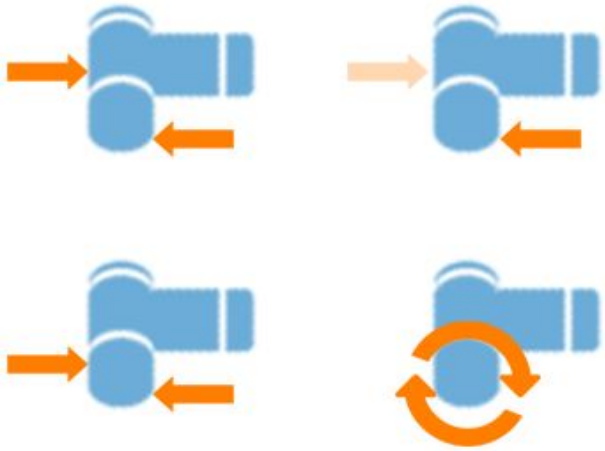

Quando questa modalità è attivata è comunque possibile muovere il cobot manualmente, ma a differenza del freedrive la logica di movimento è imposta dal sensore di forza montato all'interno della flangia terminale. Il sensore di forza permette di percepire le forze esterne che agiscono su tutto ciò che è a valle della flangia, quindi non appena il cobot percepirà una forza in una determinata direzione, non farà cedere il giunto più sollecitato nella determinata direzione, ma imporrà un moto coordinato a tutti i giunti affinché la direzione di cedevolezza sia la stessa della direzione di spinta.



In questo modo è facile muovere il robot in una direzione ben definita, e quindi fargli **seguire un percorso geometrico noto**.



È importante **applicare le forze sulla flangia terminale o a valle di essa**; tutto ciò che avviene a monte non viene percepito dal cobot, e potrebbe generare **movimenti inattesi**.



Un esempio di come due forze esterne simili, generino: una una traslazione (immagini superiori) e l'altra un momento (immagini inferiori).



Se si utilizza un tool non calibrato e viene attivata la ***Precision Mode*** cobot non appena spostato dal suo punto iniziale di equilibrio si continuerà a muovere, perché il **tool non bilanciato** viene letto come una **forza esterna**.



Quando si utilizza il ***Precision Mode***, è necessario che il cobot **sia ben fissato e che la struttura non oscilli**, altrimenti le vibrazioni della struttura verranno lette dal sensore generando dei **moti non voluti**.



Durante il ***Precision Mode*** la forza esterna è letta dal sensore, e viene calcolata la configurazione dei giunti che il robot deve avere per potersi muovere in una determinata direzione. Questo significa che viene utilizzata la cinematica inversa del cobot, quindi moti attorno i punti di singolarità del cobot possono causare **accelerazioni inaspettate**.

I 6 tasti di abilitazione/disabilitazione dei gradi di libertà del moto del tool.




consentono di vincolare singolarmente ognuna delle 6 direzioni di cedevolezza del cobot (3 traslazioni e 3 rotazioni), in questo modo è più facile avere il **controllo sul percorso da imporre al cobot**.

Si può capire quale direzione è bloccata consultando il lucchetto disposto nella parte in alto a destra dell'icona.

Esempio:

Bloccando l'asse Z (Fz) e le rotazioni attorno a X (Mx) e attorno a Y (My), si ottiene un moto di pura traslazione sul piano, che mantiene l'ortogonalità al piano stesso, con l'unica rotazione consentita quella attorno a Z.

La ***Precision Mode*** serve per **copiare con precisione** determinati percorsi, quindi la velocità di movimentazione del cobot durante l'acquisizione sarà "bassa". Sarà comunque possibile velocizzare il moto durante l'esecuzione del programma.

## Il tasto




permette di resettare lo *ZERO* del sensore di forza all'interno del cobot.

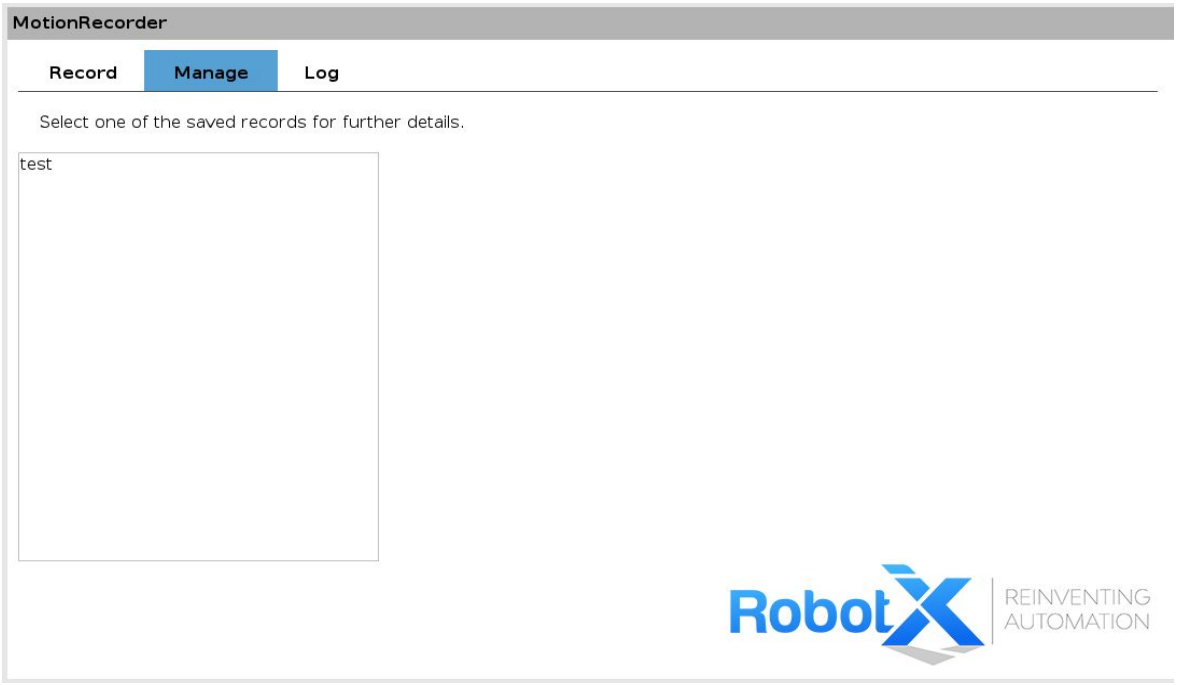
Il sensore è molto accurato attorno ad una posizione di equilibrio, quindi quando è richiesta una sensibilità massima è buona norma "azzerarlo". Per fare ciò è sufficiente **evitare di applicare forze esterne al cobot** e successivamente

premere il tasto del reset. A questo punto il cobot avrà definito una nuova configurazione di equilibrio, e attorno a quel punto dello spazio avrà la **precisione di lettura delle forze esterne più accurata possibile**.

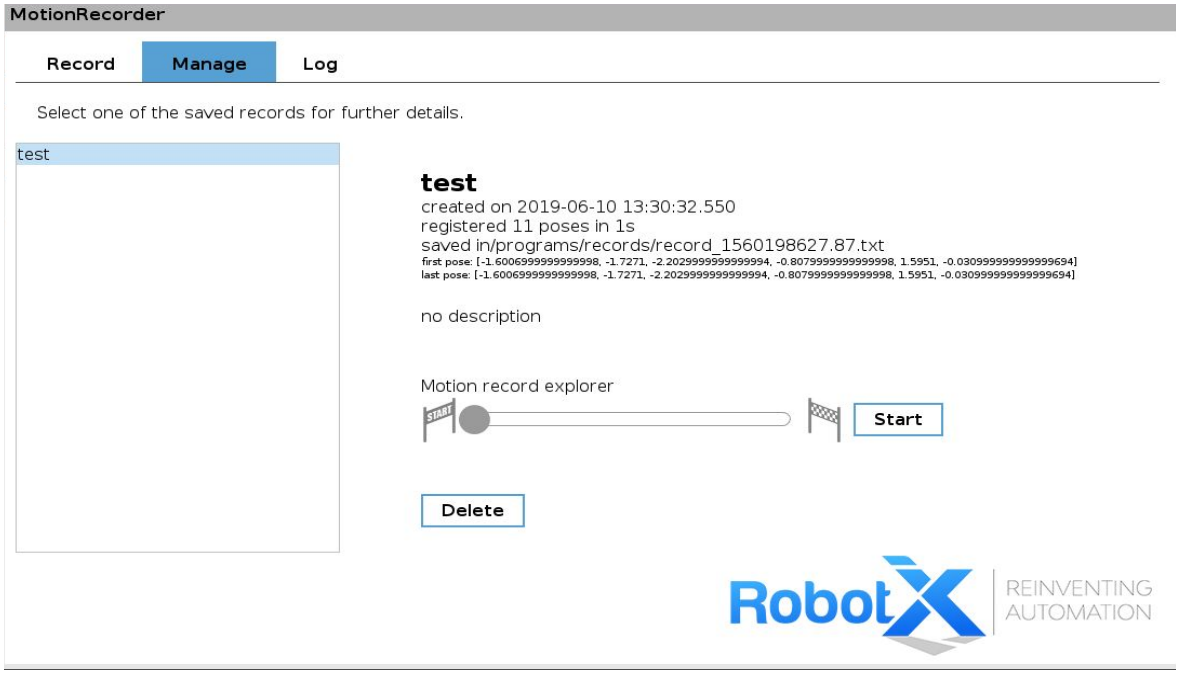


Per come ragiona il sensore è importante effettuare il reset quando **nessuna forza esterna è applicata al sensore**, altrimenti la stessa forza verrebbe letta come il nuovo zero, e non appena si smettesse esercitare la suddetta forza esterna, il cobot **si muoverà in direzione opposta ad essa**.

## Menù Manage




In questa schermata è possibile aver accesso a tutti i percorsi creati con il **Motion Recorder Software**. I percorsi appariranno in ordine di creazione. Non appena un percorso viene selezionato si evidenziano tutte le informazioni relative a quel percorso, in più diventano attivi i tasti di ***Delete***, e di ***Start***.




Con ***Delete*** è possibile eliminare il percorso.

Con ***Start*** è possibile riprodurlo per vedere fisicamente come si muove il cobot.

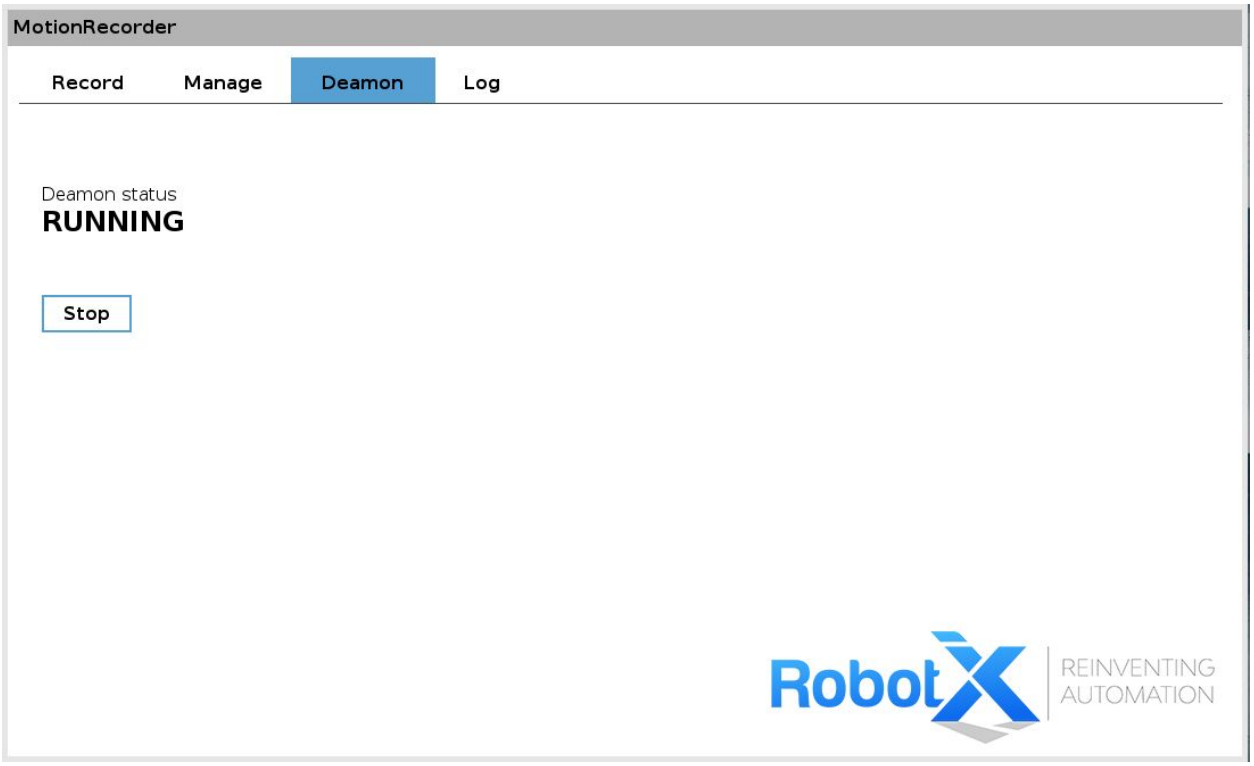
Una volta premuto ***Start*** il cobot si porterà al primo punto del percorso e uno slider diventerà attiva. Con la slider è possibile muovere il cobot lungo la sua registrazione, la posizione del cursore sulla barra, indica che punto del suo percorso il cobot debba raggiungere.

Durante la riproduzione del moto il cobot esegue tutti i punti intermedi fino ad arrivare a quello evidenziato dalla barra.

**Non verranno riprodotte le attese**.

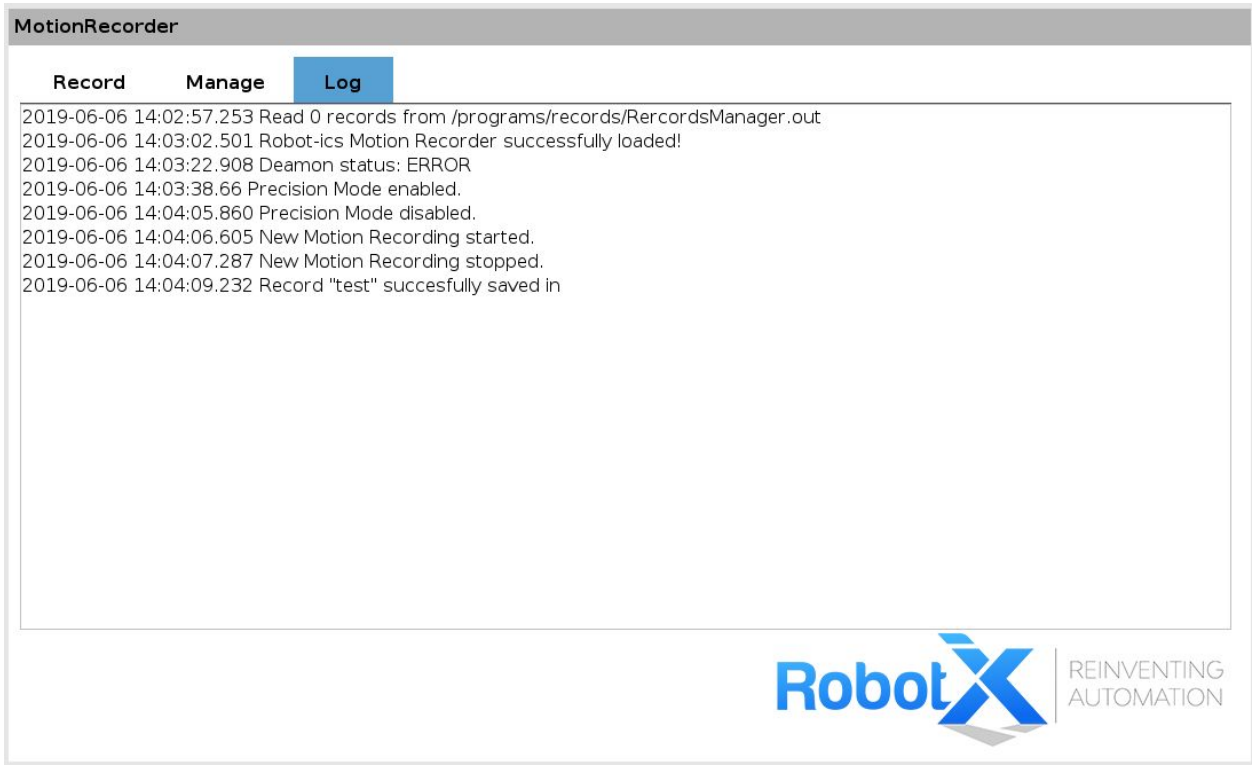
Tra le varie informazioni che compaiono una volta selezionata una registrazione, vi è anche il nome univoco con il quale il cobot ha identificato un tracciato, se si vuole accedere al file al di fuori dell'interfaccia del cobot, quindi utilizzando un file *.script*, è necessario conoscere questo nome.

## Menù Deamon




Questa schermata offre la possibilità di vedere se la comunicazione con il database per è in funzione. Il tasto offre la possibilità di interrompere o riattivare la comunicazione.

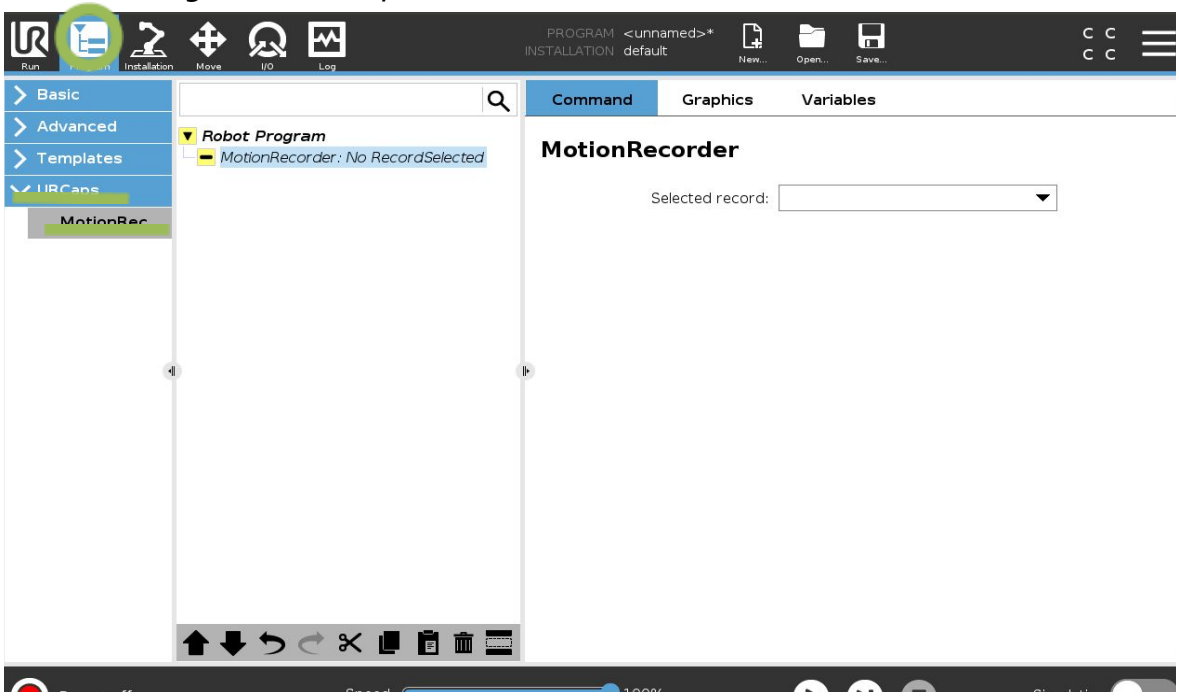
## Menù Log




Qui è possibile tenere traccia di tutte le azioni che sono state effettuate con il **Motion Recorder Software**.

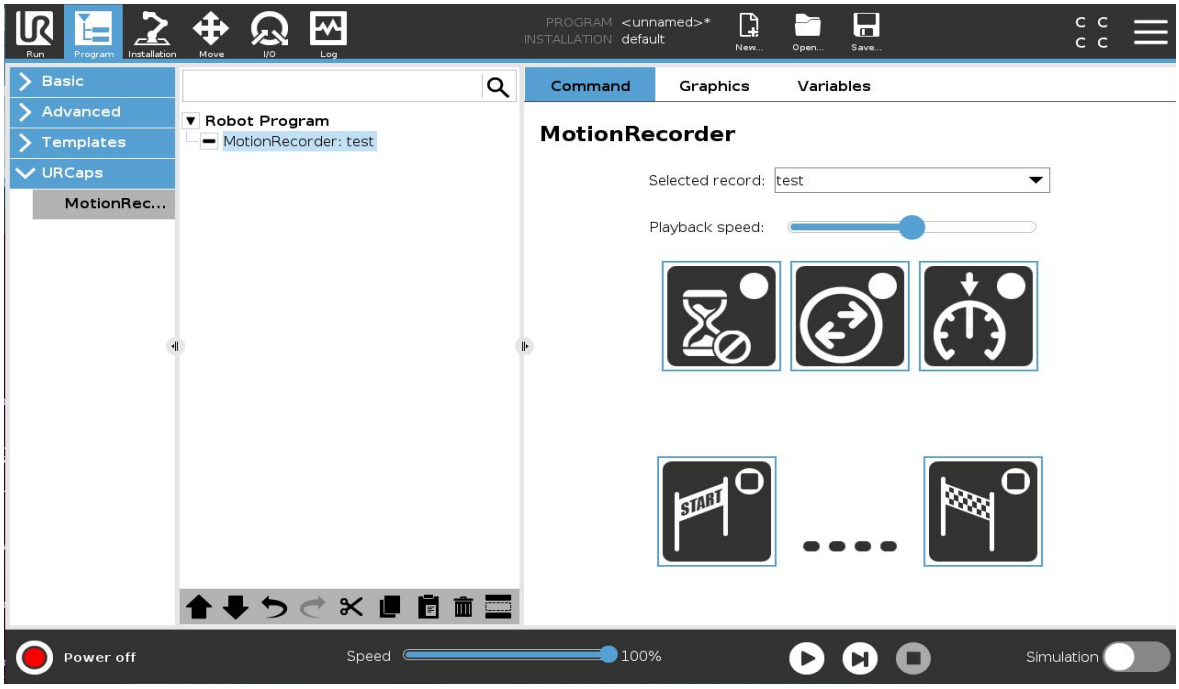
## Program Node

Una volta creati i percorsi il **Motion Recorder Software** offre la possibilità di poterli riutilizzare all'interno di un programma. Il blocco da inserire nel programma si trova sotto: *Program* -> *URCaps* -> *MotionRecorder*.




Il blocco ***MotionRecorder*** presenta un menù a tendina dal quale si accede alla lista dei percorsi registrati.

Una volta selezionato un percorso valido, altri tasti diventeranno attivi.

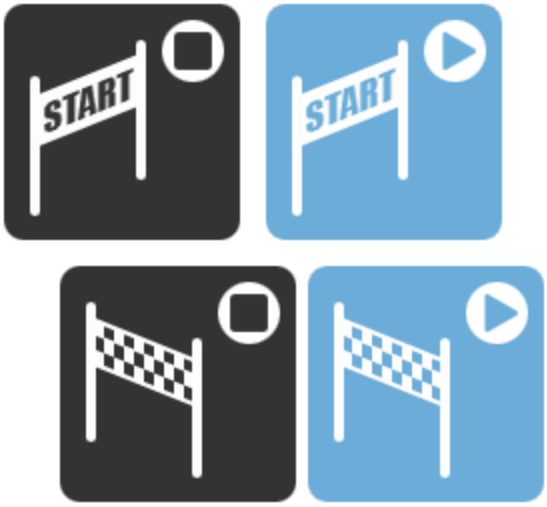



I tasti

***go to starting point***

e

***go to finish point***




permettono di interagire con il cobot all'infuori di un programma, e consentono di muovere il cobot nella posizione di partenza o di arrivo del percorso.

Durante l'esecuzione del moto il cobot si muove ad una **velocità estremamente bassa**, dato che lo spostamento dal punto attuale a quello di inizio/fine percorso potrebbe incontrare ostacoli.

Questi tasti **facilitano la presa dei punti** da prendere prima di richiamare la registrazione e quelli immediatamente successivi.

Il tasto
***NO-Waiting***



fa si che il moto venga riprodotto **considerando anche le pause** che sono state fatte durante la registrazione, **o evitandole**.

Utile quando vengono introdotte molte **pause non funzionali** durante la registrazione, per esempio durante lo spostamento attorno al cobot per prenderlo in maniera ottimale, o quando si passa dalla modalità di controllo in freedrive a quella di precision mode.

Il tasto
***Inverse***



permette che uno stesso percorso venga **eseguito come è stato registrato, o al contrario**, cioè dalla fine all'inizio della registrazione.

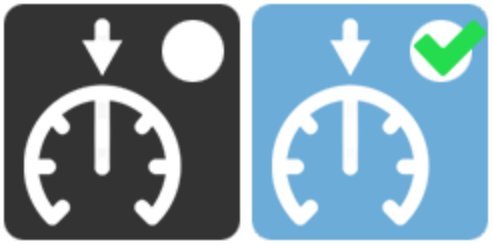
La slider
***Speed***




offre la possibilità di **aumentare o diminuire la velocità** rispetto a quella della registrazione.

Utilizzare una velocità troppo elevata, su un percorso registrato muovendosi velocemente in freedrive, potrebbe portare a un ***protective stop*** del cobot.

Il tasto ***Cruise Control***



permette di riprodurre la registrazione a **velocità costante**. Questa opzione comporta che **anche le attese verranno eliminate** (il tasto ***NO-Waiting*** si attiverà.

In moti particolari dove si alternano tratti di pura traslazione e tratti di pura rotazione, non sarà possibile avere una velocità costante in tutta la registrazione.

# Troubleshooting

Di seguito ecco la lista dei più frequenti messaggi d'errore e come risolverli.

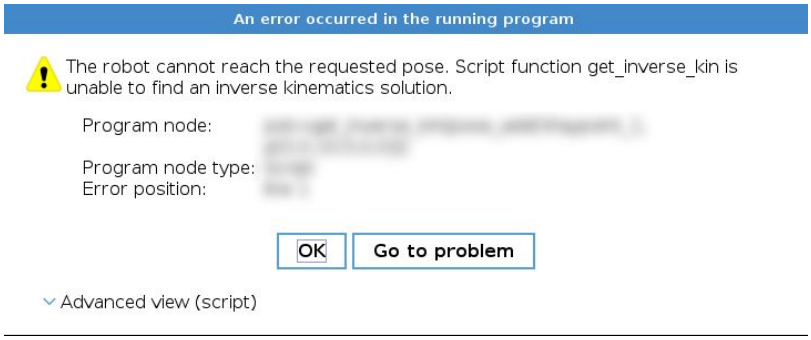
| | |
|---|---|
| **High Angle** |  |
| Descrizione | Quest errore si verifica quando si utilizza il tasto ***Vertical Align***, e il cobot si trova in una configurazione che gli comporterebbe una **rotazione maggiore di 90°** per raggiungere la perpendicolarità al piano base.<br>Per evitare che durante questa rotazione il cobot possa sbattere con il tool, va in blocco preventivamente. |
| Soluzione | Muovere in freedrive in tool del cobot in una configurazione dove l'angolo tra l'asse-z del tool e il piano x-y della base abbiano un angolo inferiore a 90 gradi. |

---

| | |
|---|---|
| **Unreachable Align Pose** |  |

| | |
|---|---|
| Descrizione | Questo messaggio è generato dal software del robot, quindi per la descrizione dettagliata si rimanda al manuale del robot collaborativo UR.<br>Il messaggio si genera quando il tasto ***Vertical Align*** viene chiamato mentre il robot è in una configurazione al limite della sua estensione, in questa configurazione la procedura di allineamento tool-base, imporrebbe al cobot di muoversi in una zona **al di fuori della sua raggiungibilità**. |
| Soluzione | È sufficiente avvicinare il tool all'asse bella base, in modo che una qualsiasi manovra rimanga nella sfera di raggiungibilità del cobot. |

---

| | |
|---|---|
| **Unable find solution inverse kinematics** |  |
| Descrizione | Questo messaggio si genera quando si sta muovendo il cobot in ***Precision Mode*** in prossimità delle sue singolarità. Siccome il ***Precision Mode*** impone il calcolo della cinematica inversa al software del cobot, in determinate condizioni questo calcolo potrebbe generare il seguente errore. |
| Soluzione | Usare la ***Precision Mode*** quando il cobot è lontano dalla sue zone di singolarità. |

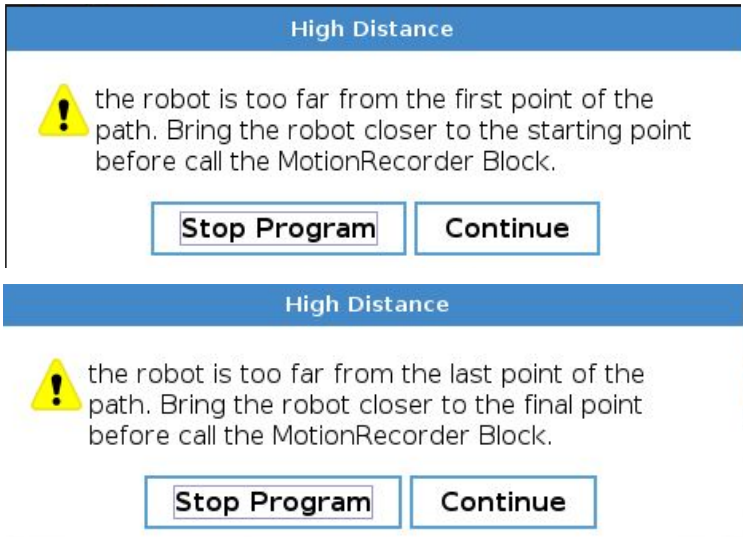
---

| **High Speed Protective Stop** | |
|---|---|
| Descrizione | Quando viene riprodotto un percorso registrato, attraverso uno slider è possibile alterare la velocità di riproduzione. Quindi una traiettoria con molte curve, e velocità elevata, se riprodotta a velocità maggiori potrebbe generare delle inerzie che il cobot non è in grado di gestire, e per questo va in blocco protettivo. |
| Soluzione | E' necessario diminuire la velocità di riproduzione. |



Alterare i parametri di sicurezza potrebbe risolvere il problema, ma una loro modifica influenza tutta l'applicazione, non soltanto il blocco del **MotionRecorder**.

---

| **High Distance** |  |
|---|---|
| Descrizione | Il messaggio si genera quando all'interno di un programma già compilato, viene chiamato il blocco **MotionRecorder** mentre il cobot è molto lontano dalla sua |

| | |
|---|---|
| | configurazione di inizio percorso. Serve ad evitare che il cobot scelga arbitrariamente una traiettoria che lo porti al punto di partenza.<br>Le due varianti sono dovute al fatto se il tasto ***Inverse*** sia attivo o meno. |
| Soluzione | Avvicinare con un blocco ***Waypoint,*** il cobot al punto di partenza/arrivo della registrazione prima di chiamare il blocco **MotionRecorder**. |

---

# Garanzia

**Robot-ics** garantisce **Motion Recording** ed i prodotti in dotazione per la durata di 2 anni dalla data di ricezione.