

FRANKA RESEARCH 3

Manuale del prodotto

TRADUZIONE DAL MANUALE ORIGINALE DEL PRODOTTO

© Copyright 2025
Franka Robotics GmbH
Frei-Otto-Straße 20
80797 Monaco di Baviera
Germania

Questo documento e i suoi estratti possono essere riprodotti o messi a disposizione di terzi solo con l'esplicita autorizzazione di Franka Robotics GmbH.

Il presente manuale del prodotto Franka Research 3 è stato concepito per fornire una guida completa sia per il Franka Research 3 che per il Franka Production 3. Il contenuto di questo documento è stato accuratamente studiato e redatto.

Il contenuto di questo documento è stato accuratamente controllato per verificarne la conformità con l'hardware e il software descritti. Tuttavia, non è possibile escludere completamente eventuali discrepanze, per cui non ci assumiamo alcuna responsabilità per la completa conformità.

Nell'interesse dei nostri clienti, ci riserviamo il diritto di apportare miglioramenti e correzioni all'hardware, al software e alla documentazione in qualsiasi momento e senza preavviso.

Siamo sempre grati per il vostro feedback a documentation@franka.de.

La documentazione in inglese è la DOCUMENTAZIONE ORIGINALE. Le altre lingue sono traduzioni del documento originale.

I documenti complementari a questo manuale del prodotto sono:

- Scheda tecnica Franka Research 3 (numero documento: R02212)
- Guida rapida all'installazione FR3 (numero documento: R02040)

Nome del documento: Manuale del prodotto Franka Research 3

Numero del documento: R02210

Versione di rilascio: 1.5.1 (giugno 2025), valida per Franka Research 3 con versione di sistema 5.8.0

Registro delle modifiche:

Versioni di rilascio	Data di rilascio	Modifiche
1.0	Marzo 2024	Primo rilascio Franka Robotics branding
1.1	Settembre 2024	Adeguamenti per la versione di sistema 5.4.0
1.1.1	Dicembre 2024	Funzioni di sicurezza corrette
1.2	Marzo 2025	Adeguamenti per la versione di sistema 5.5.0 Nuova funzione Importazione/Esportazione nella configurazione di sicurezza
1.3	Aprile 2025	Adeguamenti per la versione del sistema 5.6.0 Immagini aggiornate della modalità operativa Esecuzione
1.4	Maggio 2025	Regolazioni per la versione di sistema 5.7.0 Immagini aggiornate dell'interfaccia utente delle impostazioni di rete e del sistema di salvataggio
1.5	Maggio 2025	Adeguamenti per la versione di sistema 5.8.0 Nuove funzioni Download dei registri e Calibrazione della coppia
1.5.1	Giugno 2025	Abbiamo aggiornato la nostra organizzazione GitHub



Per ottenere il manuale e il materiale di supporto aggiuntivo in inglese e in altre lingue, visitate il sito www.franka.de/documents

INDICE DEI CONTENUTI

1	FRANKA ROBOTICS.....	7
2	DIRITTI DI UTILIZZO E DIRITTI DI PROPRIETÀ.....	8
2.1	In generale.....	8
2.2	Identificazione.....	8
3	DICHIARAZIONE DI INCORPORAZIONE E CERTIFICATI	9
3.1	Dichiarazione di incorporazione	9
3.2	Certificati.....	11
3.3	Ulteriori dichiarazioni.....	11
3.3.1	RoHS / REACH / WEEE / Direttiva sulle batterie	11
3.3.2	Cina RoHS 2.....	12
3.4	Etichettatura sull'apparecchiatura.....	13
4	SAFETY.....	16
4.1	Istruzioni di sicurezza e indicazioni generali.....	16
4.2	Avviso di responsabilità.....	17
4.3	Uso previsto.....	17
4.4	Uso improprio.....	17
4.5	Possibili pericoli generali e misure di sicurezza quando si lavora con i robot.....	18
4.6	Possibili pericoli e misure di sicurezza relative all'applicazione.....	20
4.7	Installazione delle periferiche di sicurezza.....	23
4.8	Sistema di chiusura a prova di guasto	24
4.9	Spostamento manuale del braccio	24
4.10	Concetto di sicurezza.....	27
4.11	Funzionalità di sicurezza.....	31
4.12	Informazioni aggiuntive per la pianificazione e l'installazione iniziale di un sistema robotico	35
5	RUOLI E PERSONALE	39
5.1	Personale.....	39
5.2	Ruoli dell'utente.....	40
6	PANORAMICA DELLE APPARECCHIATURE.....	43
6.1	Il braccio	44
6.2	Controllo.....	50
7	FORNITURA E DOTAZIONE AGGIUNTIVA.....	52
7.1	Incluso nella confezione.....	52
7.2	Non incluso nella confezione	53
7.3	Ricambi e accessori disponibili.....	53
8	SPECIFICHE TECNICHE	54
9	TRASPORTO E MANIPOLAZIONE.....	58
9.1	Condizioni ambientali per la consegna e il trasporto.....	59
10	MONTAGGIO E INSTALLAZIONE.....	60
10.1	Disimballaggio dell'apparecchiatura.....	61

10.2	Installazione corretta Sito	67
10.2.1	Spazio massimo e protetto	67
10.2.2	Condizioni ambientali: Braccio.....	68
10.2.3	Condizioni ambientali: Controllo	69
10.3	Preparazione del sito di installazione.....	72
10.3.1	Braccio	72
10.3.2	Controllo.....	73
10.4	Montaggio del braccio	74
10.5	Posizionamento del comando	76
10.6	Cablaggio e installazione elettrica	77
10.6.1	Schema di connessione	78
10.6.2	Interfacce	78
10.6.3	Collegamento della terra funzionale.....	81
10.6.4	Cablaggio.....	82
10.7	Montaggio dell'effettore finale s	86
10.8	Consigli pratici per l'uso e il posizionamento di Franka Research 3.....	88
10.8.1	Consumo di energia	88
10.8.2	Limiti ESD.....	89
10.8.3	Progettazione dello spazio di lavoro	89
10.8.4	Sicurezza personale ed ergonomia.....	90
10.9	Reimballaggio del braccio.....	93
11	FUNZIONAMENTO	102
11.1	Accensione.....	102
11.2	Sistema di indicatori LED del robot.....	103
11.3	Test rilevanti per la sicurezza di Franka Research 3.....	107
11.3.1	Autotest del sistema robotico.....	107
11.3.2	Test regolari delle funzioni di sicurezza	109
11.3.3	Verifica dell'arresto di emergenza.....	109
11.4	Configurazione iniziale.....	111
11.4.1	Collegamento di un dispositivo di interfaccia utente.....	111
11.4.2	Configurazione iniziale "Primo avvio	111
11.5	Configurazione dell'interfaccia di controllo Franka (FCI).....	116
11.5.1	Configurazione della rete per il controllo tramite FCI.....	116
11.5.2	Configurazione di libfranka su una workstation Linux.....	118
11.5.3	Verifica della comunicazione.....	123
11.6	Utilizzo tipico	125
11.7	Spegnimento e riavvio di.....	125
12	CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA	127
12.1	Watchman.....	127
12.2	Panoramica.....	127
12.3	Modifica della configurazione di sicurezza	130

12.4	Importazione/esportazione delle impostazioni di sicurezza	132
12.4.1	Procedura di importazione.....	133
12.4.2	Procedura di esportazione.....	135
12.5	Safety Setup.....	136
12.5.1	Impostazioni generali di sicurezza.....	137
12.5.2	Configurazione degli ingressi di sicurezza	137
12.5.3	Configurazione dell'effettore finale	137
12.5.4	Creazione di sfere per la modellazione dell'involucro di un End Effector.....	138
12.6	Creazione e modifica delle regole	141
12.6.1	Struttura di una regola.....	141
12.7	Valido ate	145
13	LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3.....	149
13.1	Nozioni di base sulla robotica	149
13.2	Punto di controllo singolo.....	150
13.3	Modalità operative	153
13.3.1	Programmazione	154
13.3.2	Esecuzione	155
13.3.3	Panoramica degli indicatori di stato.....	156
13.3.4	Panoramica passo-passo delle modalità operative e degli indicatori di stato corrispondenti.....	156
13.4	Lavoro	158
13.5	Assistenza.....	160
13.6	Franka UI.....	162
13.6.1	Applicazioni.....	171
13.6.2	Creazione di un compito	171
13.6.3	Impostazioni dell'attività	172
13.6.4	Parametrizzazione delle applicazioni	172
13.6.5	Insegnamento delle pose	173
13.6.6	Regolazione fine della posa	174
13.6.7	Configurazioni di guida.....	175
13.6.8	Guida.....	178
13.6.9	Modifica delle impostazioni dell'end effector.....	179
13.6.10	Test e Jog	179
13.7	Interfaccia di controllo Franka (FCI).....	181
13.7.1	Principio di funzionamento dell'interfaccia FCI.....	182
13.8	Risoluzione dei problemi	185
13.8.1	Uso generale.....	185
13.8.2	Risoluzione dei problemi durante l'uso di FCI.....	193
14	GESTIONE DELLA RICERCA FRANKA 3.....	194
14.1	Franka World.....	194
14.2	Gestione delle applicazioni e delle funzionalità.....	194
14.3	Hub.....	195

14.4	Aggiornamenti.....	196
14.5	Backup.....	201
14.5.1	Configurazione di sicurezza.....	201
14.5.2	Impostazioni di rete.....	202
14.5.3	Configurazione Modbus.....	202
14.5.4	Configurazione dell'effettore finale.....	202
14.5.5	Salvataggio dei task creati.....	203
15	MANUTENZIONE E SMALTIMENTO.....	204
15.1	Manutenzione.....	204
15.2	Pulizia.....	204
15.3	Smaltimento.....	205
16	SERVIZIO E SUPPORTO.....	206
16.1	Sistema di salvataggio.....	206
16.2	Download del registro.....	210
16.2.1	File di registro disponibili e modalità di download.....	210
16.2.2	Download dei dati di log.....	211
16.3	Calibrazione della coppia.....	212
16.3.1	Quando calibrare i sensori di coppia.....	213
16.3.2	Come calibrare i sensori di coppia.....	213
16.3.3	Ripristino delle impostazioni di fabbrica.....	217
16.3.4	Gestione degli errori.....	218
16.4	Sostituzione dell'hardware.....	218
16.4.1	Sostituzione del Controllo.....	218
17	APPENDICE.....	222
17.1	Tempi e distanze di arresto.....	222
17.2	Categoria di arresto 1.....	223
17.2.1	Giunto 1.....	223
17.2.2	Giunto 2.....	225
17.2.3	Giunto 3.....	227
17.2.4	Giunto 4.....	229
17.3	Categoria di arresto 2.....	231
17.3.1	Giunto 1.....	231
17.3.2	Giunto 2.....	233
17.3.3	Giunto 3.....	235
17.3.4	Giunto 4.....	237
17.4	Tempi di risposta.....	239
17.5	Precisione della posizione di sicurezza.....	239
18	GLOSSARIO.....	240
19	INDICE.....	245
20	TABELLA DELLE FIGURE.....	248

1 FRANKA ROBOTICS



FRANKA ROBOTICS

Abilitazione all'automazione industriale

Fondata nel 2016, Franka è una società di piattaforme robotiche con sede a Monaco di Baviera e impianti di produzione in Baviera.

La piattaforma robotica Franka è ampiamente utilizzata nella ricerca e non solo, grazie alla sua interfaccia di controllo unica, alla tecnologia del tatto simile a quella umana e alla vasta comunità di ricercatori e distruttori di robotica e AI.

Dal novembre 2023, Franka Robotics fa parte di Agile Robots AG, che rappresenta una potente alleanza di esperti del settore. Insieme, ci impegniamo a far progredire l'innovazione nella ricerca e nell'automazione industriale dando forma al futuro della robotica.

Progettati, sviluppati, prodotti e assistiti in Germania.

Presentazione di Franka World - una piattaforma di robotica digitale

Dopo aver ridefinito la robotica e creato una comunità, abbiamo lanciato una nuova piattaforma di robotica digitale per interconnettere il mondo digitale con quello fisico.

Franka World consente l'interazione tra ricercatori, partner, clienti, sviluppatori, fornitori e robot. Inoltre, tutti gli utenti possono facilmente accedere in modo integrato a prodotti e servizi e gestire l'intera flotta di robot, indipendentemente dalla loro posizione fisica. Franka World consente anche di implementare e aggiornare facilmente i robot.

Ci sforziamo di creare un mondo in cui tutti possano utilizzare un robot, e possiamo raggiungere questo obiettivo collegando il mondo. Siamo molto orgogliosi della nostra comunità di professionisti, accademici e appassionati di robotica, da cui impariamo ogni giorno.

In quanto membri della comunità, ci impegniamo a sostenerci a vicenda e a prosperare insieme. Franka Robotics - una piattaforma robotica certificata con intelligenza tattile.

2 DIRITTI DI UTILIZZO E DIRITTI DI PROPRIETÀ

2.1 In generale

Marchi protetti

Il presente manuale del prodotto fa riferimento a marchi protetti non esplicitamente indicati nel testo continuo. L'assenza di tale indicazione non implica che il nome del prodotto corrispondente sia libero da diritti di terzi. I seguenti marchi sono marchi protetti:

Franka e Franka Robotics sono marchi registrati.

Microsoft è un marchio registrato e Windows è un'indicazione di Microsoft Corporation negli Stati Uniti e in altri paesi.

GOOGLE, Mozilla, Firefox, CHROME, ITEM sono marchi registrati.

Diritti di marchio

Al responsabile non è concesso alcun diritto o rivendicazione sui marchi, sui loghi o sui nomi commerciali di Franka Robotics.

Utilizzo di codice open-source

Un elenco completo di tutte le licenze open-source utilizzate da Franka Research 3 è accessibile dal menu Impostazioni dell'interfaccia utente di Franka .

2.2 Identificazione

Rimozione dell'identificazione

Non è consentito rimuovere o modificare le note di copyright, i numeri di serie e qualsiasi altra dicitura che identifichi il prodotto o il software operativo.

3 DICHIARAZIONE DI INCORPORAZIONE E CERTIFICATI

3.1 Dichiarazione di incorporazione

	Declaration of Incorporation according to directive 2006/42/EC on machinery (Annex II B) for partly completed machinery	
--	--	--

Description of the partly completed machinery:

Product identification: Franka Production 3 / Research 3 components: *Control, Arm*

Model/Type:

Control (#295341) in combination with *Arm FP3* (#290101) or *FR3* (#290102), each with running number starting from 2320001.

We declare that the product complies with the following essential safety and health requirements set out in Annex I of the Machinery Directive 2006/42/EC:

1.1.2; 1.1.3; 1.1.5; 1.1.6; 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.2.4.1; 1.2.4.2; 1.2.4.3; 1.2.4.4; 1.2.5; 1.2.6; 1.3.1; 1.3.2; 1.3.3; 1.3.4; 1.3.6; 1.3.7; 1.3.8; 1.3.8.1; 1.3.8.2; 1.3.9; 1.4.1; 1.4.2.1; 1.4.2.2; 1.4.3; 1.5.1; 1.5.2; 1.5.3; 1.5.4; 1.5.5; 1.5.6; 1.5.8; 1.5.9; 1.5.10; 1.5.11; 1.5.13; 1.5.14; 1.6.1; 1.6.3; 1.6.4; 1.7.1; 1.7.1.1; 1.7.1.2; 1.7.2; 1.7.3; 1.7.4; 1.7.4.1; 1.7.4.2; 2; 2.2.1; 2.2.1.1; 4; 4.1.2.3; 4.2.1; 4.3.3; 4.4.2

In addition, the partly complete machinery is in conformity with the following EU Directives:

Directive 2014/35/EU relating to electrical equipment (LVD)

Directive 2014/30/EU relating to electromagnetic compatibility (EMC)

Directive 2011/65/EU relating to hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS)

Directive 94/62/EC relating to packaging and packaging waste

We declare that the relevant technical documentation is compiled in accordance with part B of Annex VII.

Applied harmonized standards:

Electrical safety

Standard	Name
EN 60204-1:2018 IEC 60204-1:2016	Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements
EN 60664-1:2007 IEC 60664-1:2007	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests
EN 60664-4:2006 IEC 60664-4:2005	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress
EN 60529:1991/A1:2000/A2:2013 IEC 60529:1989/AMD1:1999/A2:2013	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
EN 61010-1:2010/A1:2019/AC:2019-04 IEC 61010-1:2010/AMD1:2016/COR1:2019	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements
EN IEC 61010-2-201:2018 IEC 61010-2-201:2017	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-201: Particular requirements for control equipment
EN 61800-5-1:2007/A1:2017-04 IEC 61800-5-1:2007 /AMD1:2016	Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy

Machinery safety

Standard	Name
EN ISO 10218-1:2011 ISO 10218-1:2011	Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Part 1: Robots
EN ISO 12100:2010 ISO 12100:2010	Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction

DICHIARAZIONE DI INCORPORAZIONE E CERTIFICATI

EN ISO 13849-1:2015 ISO 13849-1:2015	Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design
EN ISO 13849-2:2012 ISO 13849-2:2012	Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation
EN ISO 13850:2015 ISO 13850:2015	Safety of machinery – Emergency stop function – Principles for design
EN ISO 14118:2018 ISO 14118:2017	Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up
EN 61310-1:2008 IEC 61310-1:2007	Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 1: Requirements for visual, acoustic and tactile signals
EN 61310-2:2008 IEC 61310-2:2007	Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 2: Requirements for marking

EMC

Standard	Name
EN IEC 61000-6-1:2019 IEC 61000-6-1:2016	Electrical compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity standard for residential, commercial and light-industrial environments
EN IEC 61000-6-2:2019 IEC 61000-6-2:2016	Electrical compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments
EN 61000-6-3:2007 /A1:2011/AC:2012-08 IEC 61000-6-3:2020	Electrical compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
EN IEC 61000-6-4:2019 IEC 61000-6-4:2018	Electrical compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments
EN 61000-6-7:2015 IEC 61000-6-7:2014	Electrical compatibility (EMC) – Part 6-7: Generic standards – Immunity requirements for equipment intended to perform functions in a safety-related system (functional safety) in industrial locations
EN 61326-3-1:2017 IEC 61326-3-1:2017	Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) – General industrial applications
CISPR 11:2015+AMD1:2016 +AMD2:2019 CSV	Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement

We commit to transmit, in response to a reasoned request by the market surveillance authorities, relevant documents on the partly completed machinery. The industrial property rights remain unaffected!

Important note!

The partly completed machinery must not be put into service until the final machinery into which it is to be incorporated has been declared in conformity with the provisions of Directive 2006/42/EC on Machinery, where appropriate, and until the CE Declaration of Conformity according to Annex II A is issued.

Representative in EU, authorized to compile the relevant technical documentation:

Franka Robotics GmbH
Frei-Otto-Straße 20
80797 München
Germany

Manufacturer:

Franka Robotics GmbH
Frei-Otto-Straße 20
80797 München
Germany

Date, location

25.01.2024
Munich, Germany

Jin Zhengxun, CEO



Document No.: R02011

Page 2/2

3.2 Certificati

I certificati di TÜV SÜD RAIL e TÜV SÜD PS sono disponibili al seguente link:

www.franka.de/documents

3.3 Ulteriori dichiarazioni

3.3.1 RoHS / REACH / WEEE / Direttiva sulle batterie

Ulteriori informazioni stato: 01.04.2022 Franka Research 3
Restrizione delle sostanze pericolose (RoHS): I componenti <i>Control e Arm</i> non rientrano nel campo di applicazione della direttiva RoHS 2011/65/UE, ma soddisfano comunque i requisiti delle sostanze soggette a restrizione e dei valori massimi di concentrazione consentiti nei materiali omogenei: <ul style="list-style-type: none">• Piombo (0,1%)• Mercurio (0,1%)• Cadmio (0,01%)• Cromo esavalente (0,1%)• Bifenili polibromurati (PBB) (0,1%)• Eteri di difenile polibromurati (PBDE) (0,1%) Si applicano anche le seguenti eccezioni: 6a: Piombo come elemento di lega nell'acciaio per la lavorazione e nell'acciaio zincato contenente fino allo 0,35% di piombo in peso. 6b: Piombo come elemento di lega nell'alluminio contenente fino allo 0,4% di piombo in peso. 6c: Leghe di rame contenenti fino al 4% di piombo in peso. 7a: Piombo in saldature ad alta temperatura di fusione (cioè leghe a base di piombo contenenti l'85% o più in peso di piombo). 7c-l: Componenti elettrici ed elettronici contenenti piombo in vetro o ceramica diversi dalla ceramica dielettrica dei condensatori, ad esempio dispositivi piezoelettronici, o in un composto a matrice di vetro o ceramica.
RAGGIUNGERE: <i>FRANKA ROBOTICS GmbH</i> è un "utilizzatore a valle" secondo la definizione di REACH. I nostri prodotti sono esclusivamente prodotti non chimici (manufatti). Inoltre, non vengono rilasciate sostanze in condizioni d'uso normali e in condizioni ragionevolmente prevedibili (articolo 7 del regolamento REACH). Confermiamo che i nostri prodotti non contengono più dello 0,1% in massa di nessuna delle sostanze elencate nella lista candidata pubblicata dall'ECHA (SVHC), a meno che non siano coperti da eccezioni RoHS (vedi sopra). Le estensioni pubblicate dall'elenco di sostanze candidate dell'ECHA vengono abbinate ai nostri prodotti e, se è noto che una di queste nuove sostanze aggiunte è contenuta nei nostri prodotti, vi informeremo immediatamente. Questa conferma è stata creata sulla base delle informazioni attualmente disponibili presso i nostri fornitori.
Direttiva WEEE: I componenti <i>Control e Arm</i> non sono soggetti alla Direttiva WEEE 2002/96/CE per la raccolta, il riciclaggio e il recupero dei prodotti elettrici.

DICHIARAZIONE DI INCORPORAZIONE E CERTIFICATI

Direttiva sulle batterie:

Il prodotto Control contiene una batteria BIOS.

Smaltimento delle batterie:

La direttiva sulle batterie 2006/66/CE prevede l'obbligo di restituire le batterie ricaricabili e non ricaricabili; non smaltirle insieme ai rifiuti di consumo. Smaltirle secondo le disposizioni di legge e portarle a un riciclatore. Le batterie saranno riciclate.

I segni sotto il cestino barrato indicano le sostanze piombo (Pb), cadmio (Cd) o mercurio (Hg).



3.3.2 Cina RoHS 2



Nome del pezzo 部件名称	Sostanze ed elementi tossici e pericolosi / 有毒和有害的物质和元素					
	Piombo 铅 (Pb)	Mercurio 汞 (Hg)	Cadmio 镉 (Cd)	Cromo esavalente 六价铬 (Cr (VI))	Bifenili polibromurati 多溴联苯 (PBB)	Eteri polibromurati di difenile 多溴二苯醚 (PBDE)
Controllo 控制器	X	○	○	○	○	○
Braccio FP3 FP3	X	○	○	○	○	○
Cavo di collegamento del robot 连接线 2,5m / 5m /10m	○	○	○	○	○	○
Dispositivo di arresto di emergenza 紧急停止装置	○	○	○	○	○	○
Dispositivo di abilitazione esterno 外部支持设备	○	○	○	○	○	○

La presente tabella è redatta in conformità alle disposizioni di SJ/T 11364-2006.
本表根据SJ/T 11364-2006的规定编制。

○: Indica che la suddetta sostanza pericolosa contenuta in tutti i materiali omogenei di questa parte è inferiore al requisito limite di GB/T 26572-2011.
○: 表示该部分所有均质材料中的所述有害物质低于GB/T 26572-2011的限量要求。

X: indica che detta sostanza pericolosa contenuta in almeno uno dei materiali omogenei utilizzati per questa parte è superiore al requisito limite di GB/T 26572-2011
X: 表示本试验用同质材料中至少有一种所含的有害物质高于GB/T 26572-2011的限量要求。

(Le imprese possono fornire in questo riquadro ulteriori spiegazioni tecniche per la marcatura "X" in base alle loro circostanze effettive)
(企业可根据自己的实际情况, 在此框中进一步提供标示 "X" 的技术解释)

3.4 Etichettatura sull'apparecchiatura

Braccio

Etichetta del tipo



Fig. .31 : Targhetta di identificazione

Etichetta di sblocco di emergenza

Tre etichette di sblocco di emergenza sul braccio indicano i punti di inserimento in cui è necessario inserire l'utensile di sblocco di emergenza per sbloccare manualmente il sistema di chiusura a prova di guasto in caso di emergenza.



Fig. .32 : Etichetta di sblocco di emergenza

ATTENZIONE

Caduta del braccio pesante quando si utilizza lo strumento di sblocco di emergenza

Rischio di rimanere intrappolati dal braccio durante lo sblocco dei giunti.

- Sostenere il braccio prima e durante lo sblocco.
- Non collocare la testa o altre parti del corpo tra le maglie del braccio o sotto di esse.
- Non collocare parti del corpo (in particolare mani e dita) tra le maglie del braccio, l'effettore finale o oggetti fissi.
- Non utilizzare lo strumento di sblocco di emergenza mentre il braccio è alimentato.
- Utilizzare solo lo strumento di sblocco di emergenza in dotazione.
- Conservare l'attrezzo di sblocco di emergenza vicino al braccio.

DICHIARAZIONE DI INCORPORAZIONE E CERTIFICATI

Etichetta delle superfici calde



Fig. .33 : Etichetta delle superfici calde

AVVERTENZA

Superfici calde e guida

A temperature ambiente superiori a 30 °C, la superficie del robot può diventare troppo calda per essere toccata. Pertanto, l'uso della funzione di assistenza in modalità di esecuzione non è consentito al di sopra dei 30 °C.

Etichetta della terra funzionale

L'etichetta della messa a terra funzionale indica il punto in cui è possibile collegare la messa a terra funzionale al braccio.



Fig. .34 : Etichetta della messa a terra funzionale

Etichetta della posizione di sollevamento

L'etichetta della posizione di sollevamento indica i punti in cui il braccio può essere sollevato.



Fig. .35 : Etichetta della posizione di sollevamento

Controllo

Etichetta del tipo

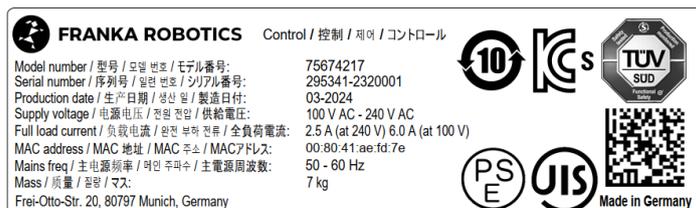


Fig. .36 : Controllo della targhetta di identificazione

DICHIARAZIONE DI INCORPORAZIONE E CERTIFICATI

Dispositivo di abilitazione esterno

Etichetta di tipo



Fig. .37 : Targhetta di identificazione del dispositivo esterno

Dispositivo di arresto di emergenza

Etichetta tipo



Fig. .38 : Etichetta del tipo di dispositivo di arresto di emergenza

4 SAFETY

4.1 Istruzioni di sicurezza e indicazioni generali

Avvertenze

Prima di installare, mettere in funzione e utilizzare il dispositivo, leggere attentamente il presente manuale e l'eventuale documentazione aggiuntiva. Fare attenzione alle istruzioni di sicurezza e alle indicazioni generali.

Le avvertenze sono riportate di seguito:

ATTENZIONE

Tipo di pericolo
Conseguenze potenziali del pericolo
Azioni evasive/di evitamento da intraprendere

Nel presente manuale vengono utilizzate le seguenti avvertenze:

PERICOLO

Il termine PERICOLO indica una situazione di pericolo che, se non evitata, può causare morte o gravi lesioni.

AVVERTENZA

AVVERTENZA indica una situazione di pericolo che, se non evitata, può provocare morte o gravi lesioni.

ATTENZIONE

ATTENZIONE indica una situazione di pericolo che, se non evitata, può provocare lesioni lievi o moderate.

AVVISO

AVVISO indica informazioni ritenute importanti, ma non legate ai pericoli.

ISTRUZIONI DI SICUREZZA

Le ISTRUZIONI DI SICUREZZA indicano processi che devono essere rigorosamente osservati.

Indicazioni



Indica dove è possibile ottenere ulteriori informazioni.

4.2 Avviso di responsabilità

Franka Research 3 è stato sviluppato secondo gli standard di qualità pertinenti. Nel corso dello sviluppo è stata effettuata una valutazione dei rischi e dei pericoli secondo la norma EN ISO 12100, che costituisce la base del Franka Research 3 e del presente manuale.

Il braccio è dotato di una flangia terminale ISO conforme alla norma DIN ISO 9409-1-A50.

Il presente documento contiene le istruzioni per l'assemblaggio di Franka Research 3 come quasi-macchina. Contiene la descrizione delle condizioni che devono essere soddisfatte affinché la corretta incorporazione nella macchina finale non comprometta la sicurezza e la salute (ad esempio, l'Allegato I della Direttiva Macchine 2006/42/CE).

4.3 Uso previsto

Franka Research 3 è destinato esclusivamente alla ricerca e allo sviluppo in ambienti accademici e industriali. Il sistema può essere utilizzato solo in condizioni tecniche ottimali, per lo scopo previsto e nell'ambito delle specifiche tecniche e delle condizioni operative, tenendo conto della sicurezza e dei possibili pericoli.

Il presente sistema Franka Research 3 è destinato esclusivamente all'uso descritto nel presente manuale.

Per le condizioni di lavoro normali e prolungate in cui il robot deve operare, vedere il capitolo8 "SPECIFICHE TECNICHE " e il capitolo10.2 "Installazione corretta Sito ".

4.4 Uso improprio

PERICOLO

Uso improprio di Franka Research 3

Pericolo di morte e rischio di lesioni, nonché rischio di danni al robot e ad altri beni materiali.

- Utilizzare il Franka Research 3 solo in condizioni tecniche ottimali.
- Utilizzare il Franka Research 3 solo nelle condizioni ambientali e operative descritte in questo documento.

L'uso improprio del Franka Research 3 annulla la garanzia e la responsabilità del produttore. Qualsiasi uso diverso da quello previsto è considerato un uso improprio e non è consentito.

Per uso improprio si intende qualsiasi uso che si discosti dalle avvertenze, dagli avvisi e dalle istruzioni contenute nel presente manuale e nella Guida introduttiva, in particolare, ma non solo, i seguenti usi:

- Trasporto di persone o animali
- Trasporto senza pose di imballaggio e senza l'imballaggio originale
- Utilizzo come ausilio per l'arrampicata
- Appoggiarsi al braccio
- Uso in aree potenzialmente esplosive
- Utilizzo sotto terra
- Utilizzo per la manipolazione di oggetti radioattivi
- Utilizzo all'aperto
- Utilizzo come prodotto medico
- Uso come braccio di servizio, ad esempio per l'assistenza agli anziani
- Utilizzo in prossimità di bambini
- Manipolazione di liquidi
- Utilizzo in una posizione di montaggio diversa da quella verticale

SAFETY

- Utilizzo al di fuori dei limiti operativi specificati

Le modifiche al Franka Research 3 non esplicitamente consentite da Franka Robotics non sono consentite e comportano la perdita della garanzia e dei diritti di responsabilità. Le modifiche non consentite includono, a titolo esemplificativo e non esaustivo, le seguenti:

- Qualsiasi adattamento della struttura meccanica
- Verniciatura
- Avvolgere la struttura robotica, a meno che non si utilizzi un'attrezzatura certificata FE.

Franka Robotics concede solo le seguenti modifiche alla Franka Research 3:

- Installazione di un sistema di guida dei cavi esterno (può influire sul comportamento di movimento e controllo del sistema)
- Montaggio dell'attrezzatura sulla flangia
- copertura dei fori per le viti

È vietato aprire il braccio e l'involucro di controllo e altre apparecchiature.

Il robot può essere utilizzato solo in luoghi in cui è possibile garantire uno spazio sufficiente e un utilizzo sicuro.

Franka Robotics non è responsabile per i danni causati da apparecchiature montate o per i danni causati da un uso improprio.

4.5 Possibili pericoli generali e misure di sicurezza quando si lavora con i robot

Sintesi dei possibili pericoli

Un elenco esauriente, ma non definitivo, dei pericoli che in generale possono essere presentati da un sistema robotizzato è riportato nella norma EN ISO 10218-1:2011 ALLEGATO A.

In questa sede si richiama l'attenzione sui seguenti pericoli che il Franka Research 3 può presentare:

PERICOLO

Rischi elettrici o di incendio e fumi pericolosi

Il fuoco e i fumi possono causare difficoltà respiratorie, irritazione agli occhi, danni ai polmoni, avvelenamento e possono portare alla morte.

- Non utilizzare il Franka Research 3 al di fuori delle specifiche indicate.

PERICOLO

Cavi danneggiati o installazione elettrica inadeguata

Rischio di lesioni personali dovute a scosse elettriche e danni materiali.

- Utilizzare il Franka Research 3 solo in condizioni tecniche ottimali.
- Installare il sistema di arresto di emergenza solo con personale qualificato.
- Controllare i cavi e le installazioni elettriche.

SAFETY

PERICOLO

Rischio di incendi

Un numero eccessivo di dispositivi collegati alla rete di alimentazione può causare un sovraccarico dell'impianto elettrico e provocare incendi con pericolo di morte o gravi danni alle persone.

- Collegare il Franka Research 3 in modo appropriato per evitare un sovraccarico dell'impianto elettrico.
- Installare i dispositivi di protezione da sovraccarico in modo appropriato.

AVVERTENZA

Caduta di oggetti dalle pinze a causa dell'interruzione dell'alimentazione elettrica

La caduta di oggetti dall'organo di presa può provocare lesioni a mani, dita, piedi e piedi.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad es. scarpe di sicurezza).
- Utilizzare il tipo di pinza appropriato per evitare la caduta di oggetti.

AVVERTENZA

Caduta e movimenti imprevisti del robot, soprattutto in zone sismiche.

Rischio di lesioni gravi come schiacciamento, lacerazione della pelle e perforazione.

- Livellare la piattaforma.
- Installare il braccio solo su piattaforme uniformi, immobili e stabili. Non sono ammesse accelerazioni e vibrazioni.
- Non installare il braccio su piattaforme sospese, inclinate o irregolari.
- Livellare la piattaforma in posizione verticale.
- Assicurarsi che le viti siano posizionate correttamente e ben strette.
- Serrare le viti dopo 100 ore di funzionamento con la coppia di serraggio corretta.
- In caso di utilizzo in un'area sismica, tenere in considerazione le rispettive valutazioni dei rischi e dei pericoli.

AVVERTENZA

Movimenti pericolosi e incontrollati del braccio

Rischio di lesioni gravi, come schiacciamento, lacerazione della pelle e perforazione, da parte del braccio e degli attuatori finali.

- Assicurarsi che l'effettore finale e/o la massa dell'oggetto afferrato e il centro di massa (CoM) siano parametrizzati correttamente.
- Tenersi lontani dall'area di lavoro durante il funzionamento.

ATTENZIONE

Cavi, spine, alloggiamenti meccanici danneggiati o perdite d'olio

Il contatto con l'olio fuoriuscito può causare irritazioni agli occhi o alla pelle.

SAFETY

I rischi elettrici possono causare gravi lesioni.

- Utilizzare il Franka Research 3 solo in condizioni tecniche ottimali.
- Non utilizzare cavi, spine e alloggiamenti meccanici danneggiati. In caso di dubbio, contattare Franka Robotics.

Condizioni di funzionamento ottimali

ATTENZIONE

Perdita di grasso o olio attraverso i vuoti degli elementi strutturali del robot.

Irritazione della pelle e degli occhi.

- Interrompere il funzionamento della macchina.
- Contattare il produttore.
- Utilizzare guanti.
- Consultare un medico in caso di contatto con gli occhi o la pelle.

Disturbi

AVVISO

L'operatore viene informato di eventuali malfunzionamenti tramite il Desk. I malfunzionamenti devono essere eliminati prima di continuare il funzionamento.

- Per eliminare i possibili malfunzionamenti, seguire le istruzioni dell'interfaccia utente Franka. Potrebbe essere necessario un riavvio del sistema.

Sovraccarico dei giunti

AVVISO

Un sovraccarico offline di tutti i giunti del robot può causare danni materiali al robot.

- Eseguire una valutazione dei rischi tenendo conto dell'uso improprio prevedibile.
- Seguire l'avviso del sistema per mettere il robot fuori servizio, se necessario.

4.6 Possibili pericoli e misure di sicurezza relative all'applicazione

Durante la pianificazione e la progettazione dell'applicazione e l'esecuzione della valutazione dei pericoli e dei rischi per i macchinari completati, è necessario prendere in considerazione i seguenti aspetti eventualmente correlati alla sicurezza. L'integratore è tenuto a eseguire un'analisi dei rischi.

Funzionalità e caratteristiche di vari livelli di sicurezza

Franka Research 3 offre funzionalità e caratteristiche di vari livelli di sicurezza. Tutte le funzioni di sicurezza e i relativi livelli di sicurezza sono descritti nella sezione Funzioni di sicurezza del capitolo 4.11 "Funzionalità di sicurezza". Tutte le altre funzionalità descritte in questo capitolo non sono classificate come sicure secondo le norme EN ISO 13849-1 o EN 62061. Pertanto, non si può fare affidamento sulla disponibilità di queste funzionalità.

AVVISO: l'integratore è tenuto a eseguire un'analisi dei rischi.

SAFETY

Movimento inatteso

ATTENZIONE

Movimento inatteso del braccio

L'uso di varie applicazioni, di effettori finali movimentati e di oggetti circostanti può causare lo schiacciamento tra i segmenti del braccio e l'impatto e la collisione.

- Assicurarsi che l'end effector e/o la massa dell'oggetto e il centro di massa (CoM) siano parametrizzati correttamente.
- Durante il funzionamento, tenersi lontani dall'area di lavoro massima.

Intrappolamento all'interno di un macchinario completato

ATTENZIONE

Rischio di intrappolamento di parti del corpo o di persone

Rischio di lesioni gravi, come schiacciamento, lacerazione della pelle e perforazione da parte del braccio e degli attuatori finali.

- Non inserire parti del corpo tra i segmenti del braccio.
- In caso di grave pericolo di vita:
 1. Premere il dispositivo di arresto di emergenza per arrestare il funzionamento del robot.
 2. Estrarre o spingere manualmente il braccio dalla posizione pericolosa.

Per ulteriori informazioni, consultare la sezione Sblocco di emergenza nel capitolo 4.9 "Spostamento manuale del braccio".

Cablaggio degli attuatori finali

AVVISO

Se con il Franka Research 3 si utilizza un'attrezzatura finale, il carico utile massimo collegabile è ridotto dal peso dell'attrezzatura finale e del suo cablaggio esterno.

AVVISO

Il cablaggio esterno aggiunge al braccio carichi e coppie supplementari che possono influenzare le prestazioni di controllo del Franka Research 3.

Avvio del movimento degli attuatori finali cablati esternamente e delle apparecchiature associate

AVVISO

A causa delle diverse configurazioni, delle applicazioni e dei servizi installati, il Franka Research 3 è in grado di inviare protocolli a macchine eventualmente collegate (compreso l'avvio del movimento), a dispositivi finali cablati esternamente e ad altre apparecchiature associate. Si prega di prestare attenzione ai possibili rischi connessi all'uso di apparecchiature esterne.

Per ulteriori informazioni, consultare la sezione Avvio del movimento nel capitolo 13.6.10 "Test e Jog".

SAFETY

Punto di controllo unico

Il Franka Research 3 può essere controllato tramite una singola connessione Franka UI o un bus di campo. I meccanismi SPoC (Single Point of Control) garantiscono il controllo da parte di una sola sorgente. Anche i bus di campo sono coperti da SPoC. Per ulteriori informazioni su SPoC, consultare il capitolo 13.2 "Punto di controllo singolo".

ATTENZIONE

Movimento imprevisto del braccio

Rischio di lesioni gravi, come schiacciamento, lacerazione della pelle e perforazione da parte del braccio e degli effettori finali.

- Assicurarsi che l'effettore finale e/o la massa dell'oggetto e il centro di massa (CoM) siano parametrizzati correttamente.
- Tenersi lontani dall'area di lavoro durante il funzionamento.
- In caso di grave pericolo di vita:
 1. Premere il dispositivo di arresto di emergenza per interrompere il funzionamento del robot.
 2. Estrarre o spingere manualmente il braccio dalla posizione pericolosa.
- In caso di pericolo non mortale:
 1. Utilizzare lo strumento di sblocco di emergenza per spostare il braccio.

Temperatura superficiale del braccio (dalla base all'asse 7, esclusa la flangia)

ATTENZIONE

Superfici calde

La manipolazione prolungata dei segmenti metallici o plastici del braccio dopo l'esecuzione di un'attività intensa può causare ustioni termiche.

- Non toccare i segmenti del braccio per più di 60 secondi dopo l'arresto del Franka Research 3 in seguito all'esecuzione di un'attività intensa con carico massimo e temperatura elevata.

ATTENZIONE

Superfici calde e guida

A temperature ambiente superiori a 30 °C, la superficie del robot può diventare troppo calda per essere toccata. Pertanto, l'utilizzo della funzione di assistenza in modalità di esecuzione non è consentito al di sopra dei 30 °C.

Gli effetti dipendono dall'attività e dall'ambiente.

Le istruzioni di sicurezza necessarie dipendono dalla valutazione del rischio (per quanto riguarda le superfici calde).

ISTRUZIONI DI SICUREZZA

A temperature ambiente prolungate tra 25 °C e 45 °C (dopo l'esecuzione di un compito intenso e una volta che Franka Research 3 è impostato sullo stato di "arresto monitorato"), l'integratore deve attuare misure e valutare i rischi di toccare il braccio per un tempo prolungato (< 60 s) senza subire ustioni termiche (EN ISO 13732-1:2006). Le misure includono, ma non si limitano a, quanto segue:

SAFETY

- Tempo di raffreddamento del robot.
- Spegnimento del robot per un certo periodo di tempo.
- Avvisare l'operatore.
- Segnalazione dei punti più caldi.
- Vietare l'accesso al robot.

ISTRUZIONI DI SICUREZZA

L'integratore deve adottare misure per il contatto con le superfici del braccio, dell'end effector e della flangia dell'end effector per quanto riguarda il possibile riscaldamento che può portare a ustioni termiche (EN ISO 13732-1:2006). Le misure comprendono, a titolo esemplificativo e non esaustivo, le seguenti:

- Tempo di raffreddamento del robot.
- Spegnimento del robot per un certo periodo di tempo.
- Avvisare l'operatore.
- Segnalazione dei punti più caldi.
- Vietare l'accesso al robot.

4.7 Installazione delle periferiche di sicurezza

Installazione dell'arresto di emergenza

Il dispositivo di arresto di emergenza deve essere installato secondo gli standard ingegneristici generalmente validi e accettati, ad esempio gli standard europei EN 60204 e simili.

Il dispositivo di arresto di emergenza fornito da Franka Robotics deve essere collegato alla porta X3.1. Alla porta X3 possono essere collegati anche altri dispositivi oltre al dispositivo di arresto di emergenza fornito da Franka Robotics.

I dispositivi collegati al segnale di arresto di emergenza devono essere conformi alle norme EN 60947-5-5 o EN 62061.

Conservare i dispositivi staccati che non svolgono più una funzione di sicurezza lontano dal dispositivo per evitare che vengano attivati per errore.

AVVISO

Posizionare il dispositivo di arresto di emergenza collegato in modo che sia sempre raggiungibile in caso di emergenza, ma che si possa evitare un utilizzo accidentale.

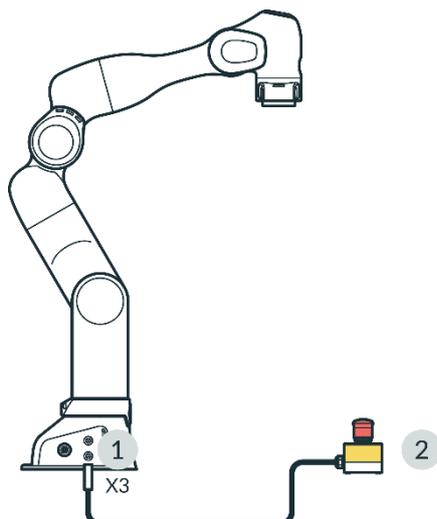


Fig. 41 : Collegamento del dispositivo di arresto di emergenza

1	X3 - Connettore ingressi di sicurezza	2	Dispositivo di arresto di emergenza
---	---------------------------------------	---	-------------------------------------

Tempo di arresto e distanza

Il tempo di arresto (cioè il tempo che intercorre tra la richiesta di un arresto di emergenza e l'arresto completo del braccio) e la distanza di arresto (cioè la distanza percorsa dal braccio dopo l'attivazione dell'arresto di emergenza fino all'arresto completo) sono stati misurati secondo la norma EN ISO 10218-1, allegato B. Il tempo di arresto e la distanza sono riportati nell'appendice di questo documento.

4.8 Sistema di chiusura a prova di guasto

Sistema di bloccaggio a prova di errore

Quando il braccio viene scollegato dall'alimentazione, i bulloni di bloccaggio bloccano automaticamente tutti e sette i giunti. I bulloni di bloccaggio bloccano meccanicamente qualsiasi movimento dei giunti, in modo che il braccio rimanga in posizione anche quando non è alimentato.

Grazie alla tecnologia di questi bulloni di bloccaggio, la posizione esatta non può essere mantenuta quando l'alimentazione viene interrotta. I bulloni di bloccaggio si bloccano con un clic udibile e il braccio si abbassa di qualche centimetro. Soprattutto nelle articolazioni, che sono particolarmente influenzate dalla gravità a causa del loro allineamento e della loro posizione.

Sblocco del sistema di bloccaggio di sicurezza

Ogni asse si sposta leggermente non appena il sistema di bloccaggio di sicurezza si sblocca.

4.9 Spostamento manuale del braccio

Spostamento del braccio senza alimentazione elettrica

ATTENZIONE

Spostamento del braccio

Rischio di lesioni gravi, come schiacciamento, lacerazione della pelle e perforazione.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad esempio, occhiali di sicurezza).
- L'integratore deve eseguire un'analisi dei rischi per tutti gli effettivi finali collegati.
- Non sostare nell'area di lavoro massima durante il funzionamento.

AVVISO

L'integratore deve valutare il rischio di intrappolamento di una persona.

Se una persona rimane intrappolata dal braccio, seguire una delle tre opzioni di sblocco riportate di seguito per liberarla anche quando l'alimentazione è interrotta.

- Utilizzare lo strumento di sblocco di emergenza in corrispondenza delle aperture del giunto da sbloccare per sbloccare il robot e muoverlo a mano.
- Svitare la base del braccio dalla sua sede di montaggio.
- Spostare manualmente il braccio.

In caso di pericolo non grave e di inceppamento del braccio, utilizzare lo strumento di sblocco di emergenza.

AVVERTENZA

Caduta di un braccio pesante quando si utilizza lo strumento di sblocco di emergenza.

Rischio di rimanere intrappolati dal braccio durante lo sblocco dei giunti.

- Sostenere il braccio prima e durante lo sblocco.
- Non collocare la testa o altre parti del corpo tra le maglie del braccio o sotto di esse.
- Non collocare parti del corpo (in particolare mani e dita) tra le maglie del braccio, l'effettore finale o oggetti fissi.
- Non utilizzare lo strumento di sblocco di emergenza mentre il braccio è alimentato.
- Utilizzare solo lo strumento di sblocco di emergenza in dotazione.
- Conservare l'attrezzo di sblocco di emergenza vicino al braccio.

Azione: Sblocco di emergenza

ISTRUZIONI DI SICUREZZA

1. Premere il dispositivo di arresto di emergenza per arrestare il funzionamento del robot.
2. Prendere l'attrezzo di sblocco dalla base del Pilota.
3. Tenere i segmenti del braccio.
4. Inserire l'attrezzo di sblocco nelle rispettive aperture trapezoidali e sbloccare uno o più giunti uno dopo l'altro.

Le aperture sono contrassegnate dall'etichetta "Sblocco di emergenza".

Il segmento del braccio può ora essere spostato manualmente.

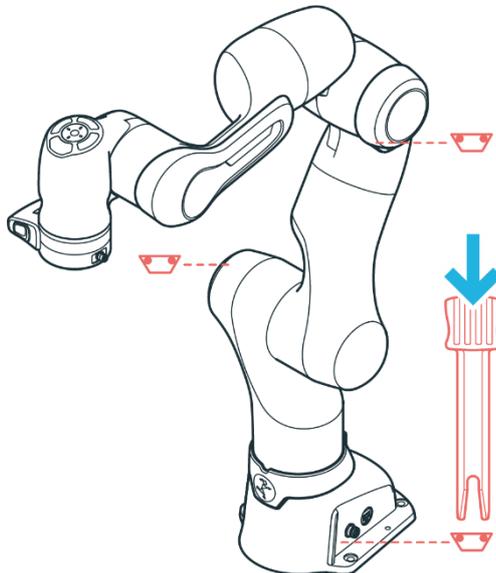


Fig. .42 : Sblocco di emergenza

AVISO

Tenere presente che, una volta inserito lo strumento di sblocco, il segmento del braccio verso il polso del braccio può cadere per gravità.

SAFETY

AVVISO

- L'integratore deve assicurarsi che l'utensile di sblocco sia riposto in un supporto alla base del robot.
- Non rimuovere lo strumento di sblocco se non in caso di emergenza.
- L'utensile di sblocco deve essere sempre a portata di mano.
- Utilizzare solo l'attrezzo di sblocco originale.
- Lo strumento di sblocco deve essere utilizzato solo in caso di emergenza.

Azione: Spingere via manualmente



Fig. .43 : Spinta via manuale

ISTRUZIONI DI SICUREZZA

In caso di grave pericolo di vita:

1. Premere il dispositivo di arresto di emergenza per arrestare il funzionamento del robot.
2. Estrarre o spingere manualmente il braccio dalla posizione pericolosa.
3. Assicurare il braccio del robot per evitare che cada.

AVVISO

Tirando o spingendo manualmente il braccio si danneggia il braccio stesso, poiché i giunti vengono sovraccaricati.

- Il braccio deve essere tirato o spinto manualmente solo in situazioni critiche per la sicurezza.

4.10 Concetto di sicurezza

Il concetto di sicurezza di Franka Research 3 fornisce un approccio semplice per rendere il sistema robotico sicuro nell'ambito della sua applicazione target. Il sistema offre una serie di funzioni di sicurezza conformi alla norma EN ISO 13849-1. Per ulteriori informazioni sulle funzioni di sicurezza, consultare il capitolo 4.11 "Funzionalità di sicurezza".

Con lo strumento Watchman dell'interfaccia utente di Franka, l'operatore di sicurezza può utilizzare queste funzioni di sicurezza nelle cosiddette regole di sicurezza e negli scenari per coprire i rischi identificati nell'analisi dei rischi effettuata per la cella robotica e l'applicazione.

La configurazione del sistema di sicurezza tramite Watchman è divisa in due parti:

- Le impostazioni generali rilevanti per la sicurezza sono configurate nel setup di sicurezza (ad esempio, definendo il comportamento degli ingressi sicuri).
- Gli scenari di sicurezza consentono di coprire diverse situazioni con misure di sicurezza adeguate.

Ogni scenario di sicurezza può definire una o più regole di sicurezza per coprire una determinata situazione/stato in cui il robot può trovarsi.

SAFETY

Ogni regola di sicurezza consiste in una funzione di sicurezza, condizioni opzionali selezionabili (che definiscono quando la regola è attiva) e una reazione che si attiva quando la funzione di sicurezza viene violata.

Con il setup di sicurezza e gli scenari di sicurezza, l'operatore di sicurezza può impostare il sistema di sicurezza in base alle esigenze emerse dall'analisi dei rischi. Franka Research 3 viene fornito con una serie di scenari predefiniti e prevalidati. Se sono adatti a coprire le esigenze emerse dall'analisi dei rischi, questa configurazione può essere utilizzata immediatamente.

Se sono necessari scenari e regole di sicurezza specifici, l'operatore della sicurezza può modificare gli scenari e le regole predefinite utilizzando Watchman. Alcuni scenari di sicurezza sono di sola lettura o contengono regole fisse per garantire un insieme minimo di misure di sicurezza comuni alla maggior parte delle applicazioni. In genere, queste preimpostazioni sono definite dalla norma ISO 10218-1.

L'operatore di sicurezza deve convalidare tutte le impostazioni e gli scenari di sicurezza personalizzati prima di confermarli e attivarli sul robot.

Gli scenari di sicurezza predefiniti coprono i possibili stati di funzionamento del sistema.

AVISO

Durante il ripristino delle funzioni di sicurezza violate, il sistema passa allo scenario di ripristino predefinito per garantire un ripristino sicuro. Lo scenario originale (ad esempio, Lavoro), in cui si è verificata la violazione, le sue regole e soprattutto la funzione di sicurezza violata, non sono attivi durante il recupero. Il sistema torna allo scenario originale non appena il recupero è stato completato. L'integratore deve considerare gli scenari di ripristino predefiniti quando esegue la valutazione dei rischi e dei pericoli specifici dell'applicazione per le macchine complete.

Scenari per gli stati in modalità di programmazione

Inattivo (solo lettura)

- L'utente può essere vicino al robot ma non interagire con esso. Il robot è fermo e monitorato in modo sicuro.
- Questo è lo stato predefinito in modalità Programmazione se non è attiva nessun'altra modalità o se sono presenti ingressi in conflitto.

Insegnamento (personalizzabile)

- L'utente può guidare il robot a mano.
- Segnale di attivazione sicuro: Pressione del pulsante di abilitazione situato sul Pilot-Grip.
- L'operatore di sicurezza può personalizzare il limite di velocità predefinito.

Test e Jog (personalizzabile)

- L'utente osserva e verifica l'esecuzione di un'attività creata e i pollici del robot tramite l'interfaccia utente di Franka .
- Segnale di attivazione sicuro: Dispositivo di abilitazione esterno (X4).
- L'operatore di sicurezza può personalizzare il limite di velocità predefinito.

Freni in apertura/chiusura (solo lettura)

- Attivo quando i freni sono aperti o chiusi.
- L'estensione del movimento e la velocità sono limitate in modo sicuro.

Scenari per gli stati in modalità di esecuzione

Lavoro (personalizzabile)

- Il robot lavora in modo indipendente eseguendo un compito.

SAFETY

- Questo scenario è precompilato con regole che attivano la funzione di sicurezza di arresto monitorato in sicurezza (SMSS) che arresta il robot quando gli ingressi X3.2 o X3.3 sono aperti. È necessario impostare una regola per attivare la funzione "Arresto monitorato in sicurezza" all'interno di "Lavoro" per consentire il passaggio alla modalità "Assistenza".
- L'operatore di sicurezza può personalizzare tutte le regole di questo scenario.

Assistenza (personalizzabile)

- Operazione di collaborazione "guida manuale" come definito dalla norma ISO 10218-1 in modalità di esecuzione.
- Segnale di attivazione sicuro: Pressione del pulsante di abilitazione situato sull'impugnatura del pilota mentre il robot è in stato di fermo monitorato in sicurezza.
- L'operatore di sicurezza può personalizzare il limite di velocità per questa modalità e/o aggiungere regole personalizzate.

Apertura/chiusura dei freni (sola lettura)

- Attivo quando i freni sono aperti o chiusi.
- L'estensione del movimento e la velocità sono limitate in modo sicuro.

Stati di errore/violazione

I seguenti stati non sono attivi durante il normale funzionamento del robot. Diventano attivi solo quando le funzioni di sicurezza degli altri stati vengono violate o si verificano errori rilevanti per la sicurezza.

Lavoro non valido (di sola lettura)

Se non è disponibile uno scenario di sicurezza valido per la modalità Lavoro, lo scenario "Lavoro non valido" viene attivato come backup per impedire al robot di muoversi.

Violazione inattiva (solo lettura)

Questo stato è attivo dopo la violazione di una funzione di sicurezza e l'esecuzione della relativa reazione.

Recupero (errore di posizione, violazione del limite di articolazione o violazione dello spazio) (solo lettura)

Questo stato è attivo mentre il robot si sta riprendendo da una funzione di sicurezza violata o da un errore.

Segnale di attivazione della sicurezza: A seconda del tipo di violazione o di errore.

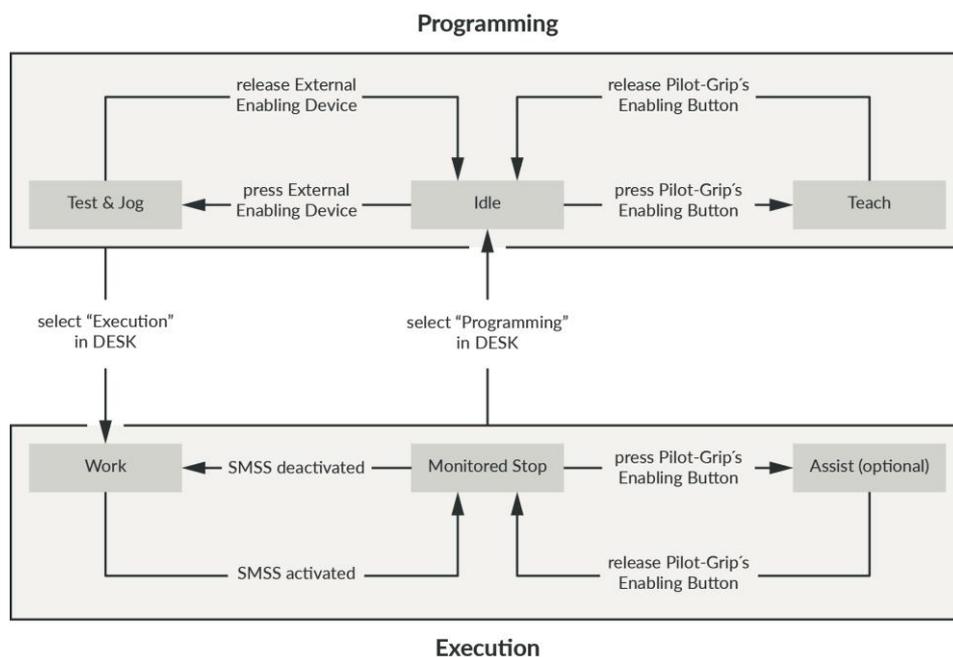


Fig. .44 : Stati durante il funzionamento normale

SAFETY

4.11 Funzionalità di sicurezza

AVVERTENZA

Superfici calde e guida durante il recupero

A temperature ambiente superiori a 30 °C, la superficie del robot può diventare troppo calda per essere toccata. Pertanto, in caso di violazione di una funzione di sicurezza che richieda una guida manuale durante il recupero, è necessario osservare quanto segue:

- Il recupero può essere eseguito solo da personale specificamente addestrato per questa situazione.
- Prima del recupero, le temperature superficiali devono essere valutate per rientrare nei limiti toccabili. I tempi di raffreddamento dipendono dal funzionamento precedente e dalle temperature ambientali.
- Per questa procedura si consiglia di indossare guanti di sicurezza resistenti al calore.

AVVISO

Franka Research 3 distingue due tipi di funzioni di sicurezza: le funzioni di monitoraggio e le funzioni di arresto.

Le funzioni di monitoraggio garantiscono che non vengano superati i limiti, ad esempio la velocità (SLS-J), la posizione (SLP-C)...

Le funzioni di arresto vengono attivate in caso di violazione del monitoraggio o di un ingresso di sicurezza. È obbligo dell'operatore di sicurezza considerare i tempi e le distanze di arresto quando si configurano i limiti.

AVVISO

Il collegamento di dispositivi esterni con un'alimentazione separata può compromettere la funzione di sicurezza del sistema se non vengono rispettati i valori nominali elettrici.

Inoltre, le tensioni dei dispositivi collegati devono essere SELV o adeguatamente isolate dai segnali collegati al sistema.

Ingressi sicuri

Nome	Descrizione	Valutazione di sicurezza	Reazione di arresto
X3.1 - Arresto di emergenza	Il connettore X3 nella base del robot fornisce un ingresso sicuro per collegare un arresto di emergenza.	PL d / Cat.3	Arresto di categoria 1
X4 - Abilitazione esterna	Il connettore X4 nella base del robot fornisce un ingresso sicuro dedicato a un dispositivo di abilitazione esterna a 3 posizioni.	PL d / Cat.3	Rilasciando o premendo a fondo il pulsante di abilitazione si attiva la funzione di sicurezza SMSS. La reazione in caso di violazione dell'SMSS dipende dallo scenario di sicurezza attivo.
Pulsante di abilitazione	Un pulsante di abilitazione a 3 posizioni è presente vicino alla flangia sull'impugnatura pilota del robot.	PL d / Cat.3	Modalità operativa "Programmazione": Arresto di categoria 1 (vedi scenario predefinito "Idle") Modalità operativa "Esecuzione": Reazione a seconda della configurazione SMSS nello scenario "Lavoro". Durante le violazioni delle funzioni di sicurezza o i recuperi degli errori, premendo o rilasciando completamente il pulsante di abilitazione si attiva un arresto di Categoria 1.
X3.2 - Ingresso sicuro 1 X3.3 - Ingresso sicuro 2	Il connettore X3 sulla base del robot fornisce due ingressi sicuri aggiuntivi. Il comportamento di	PL d / Cat.3	Dipende dalla configurazione negli scenari di sicurezza.

SAFETY

	questi due ingressi può essere configurato nel setup di sicurezza.		
--	--	--	--

Funzioni di monitoraggio

Nome	Abbreviazione	Descrizione	Valutazione di sicurezza	Recupero in caso di violazione AVVISO: L'operatore può recuperare tutte le violazioni.
 Quando SLP-C è attivato, il robot non può essere controllato da FCI!				
Posizione cartesiana limitata in sicurezza	SLP-C	<p>Monitoraggio della posizione cartesiana di determinati punti del braccio. La posizione viene controllata rispetto all'area cartesiana definita dall'utente. Vengono monitorati i seguenti punti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flangia • Gomito • Polso • Sfere dell'utensile definite dall'utente <p>Il monitoraggio può essere configurato in modo da segnalare la violazione quando uno o più punti si trovano all'interno dello spazio definito o quando uno o più punti si trovano al di fuori dei limiti definiti.</p> <p>Parametrizzazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modello End Effector (fino a cinque sfere) <ul style="list-style-type: none"> ○ Raggio di ogni sfera ○ Posizione del centro di ogni sfera rispetto alla flangia <p>Suggerimento: questa è un'impostazione generale e influisce su tutte le funzioni di sicurezza che utilizzano questo modello di utensile.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spazio cartesiano monitorato (casella) • Violazione se interno/esterno 	PL d / Cat.3	<p>I limiti di posizione o orientamento violati saranno visualizzati nella scrivania dell'interfaccia utente di Franka.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sbloccare i freni del robot. • Guidare il robot fuori dai limiti di posizione cartesiani. Franka UI mostra se i limiti di posizione non sono più violati. • Terminare il recupero premendo Conferma nella Scrivania.
 Quando SLS-C è attivato, il robot non può essere controllato da FCI!				
Velocità cartesiana limitata in modo sicuro	SLS-C	<p>Monitoraggio della velocità cartesiana di alcuni punti della struttura del braccio. Vengono monitorati i seguenti punti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flangia • Gomito • Polso • Centri di sfere utensile definiti dal cliente <p>Parametrizzazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limite per la velocità cartesiana 	PL d / Cat.3	<p>La violazione del limite di velocità viene visualizzata in una finestra di dialogo nell'interfaccia utente di Franka.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confermare la violazione premendo il pulsante nel messaggio pop-up. <p>Non è necessaria un'ulteriore procedura di ripristino.</p>
Stand Still monitorato in sicurezza	SMSS	<p>Monitoraggio della sosta nello spazio cartesiano di determinati punti della struttura del braccio. Vengono monitorati i seguenti punti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flangia • Gomito • Polso • Centri delle sfere dell'utensile definite dall'utente. 	PL d / Cat.3	<p>Nell'interfaccia utente di Franka viene visualizzata una finestra di dialogo sulla violazione.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confermare la violazione premendo il pulsante . <p>Non è necessaria un'ulteriore procedura di ripristino.</p>

SAFETY

		L'utente non può modificare i parametri di questa funzione di sicurezza.		
Spegnimento sicuro del terminale	SEEPO	<p>Spegne in modo sicuro l'alimentazione dell'end effector (linea elettrica a 48 V). Il comportamento di SEEPO può essere configurato nel setup di sicurezza. Ad esempio, si può configurare che SEEPO disattivi l'alimentazione quando viene attivato un arresto di emergenza.</p> <p>Parametrizzazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Configurazione generale, se SEEPO è attivo o meno • Attivazione dello spegnimento di SEEPO 	PL b / Cat. b	L'alimentazione dell'end effector può essere riattivata in Impostazioni o nella barra laterale della Scrivania.

Funzioni di monitoraggio interno (non parametrizzabili e configurabili nelle regole di sicurezza)

Nome	Abbreviazioni	Descrizione del prodotto	Valutazione della sicurezza	Reazione	Recupero in caso di violazione
AVVISO: L'operatore può recuperare tutte le violazioni.					
 Quando SLP-J è attivato, il robot non può essere controllato da FCI!					
Limitazione di sicurezza Posizione del giunto	SLP-J	<p>Monitoraggio della posizione di ciascun giunto nello spazio dei giunti.</p> <p>Questa funzione di sicurezza è utilizzata solo internamente per proteggere i limiti dei giunti del braccio, prevenire le autocollisioni e il bloccaggio locale. Non è disponibile negli scenari definiti dall'utente.</p> <p>Si tratta di una funzione limitante.</p>	PL d / Cat.3	-	<p>Una finestra di dialogo all'interno dell'interfaccia utente di Franka informa l'utente della violazione e consente il recupero.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sbloccare il giunto da spostare facendo clic sull'icona di sblocco nella finestra di dialogo del recupero. • Per abilitare il movimento di recupero, premere il dispositivo di abilitazione esterno. • Spostare il giunto premendo i pulsanti +/- nella finestra di dialogo del recupero. <p>Suggerimento: i giunti in stato di violazione possono essere spostati solo lontano dal limite violato. Tutti gli altri giunti possono essere spostati in entrambe le direzioni per portare il robot in una posa più comoda.</p>
Limite di sicurezza Velocità del giunto	SLS-J	<p>Monitoraggio della velocità di un singolo giunto nello spazio dei giunti.</p> <p>Questa funzione di sicurezza interna viene utilizzata, ad esempio, per evitare movimenti rapidi durante il recupero della posizione del giunto.</p>	PL d, Cat. 3	Cat. 1 Arresto	<p>Nell'interfaccia utente di Franka viene visualizzata una finestra di dialogo di violazione.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Confermare la violazione premendo il pulsante. <p>Non sono necessarie altre procedure di ripristino.</p>
Distanza limitata di sicurezza	SLD	<p>SLD controlla che un singolo giunto rimanga all'interno di una finestra di posizione consentita.</p> <p>Questa funzione di sicurezza interna viene utilizzata, ad esempio, per evitare un movimento eccessivo durante la procedura di apertura del freno.</p>	PL d, Cat. 3	Cat. 1 Arresto	<p>Nell'interfaccia utente di Franka viene visualizzata una finestra di errore di sicurezza.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Riconoscere l'errore premendo il tasto. <p>Non è necessaria un'ulteriore procedura di ripristino.</p>

Funzioni di arresto

Nome	Descrizione	Valutazione della sicurezza
Categoria 0 arresto	Il braccio viene arrestato immediatamente togliendo l'alimentazione ai motori e azionando i freni.	PL d / Cat.3

SAFETY

Arresto di categoria 1	Il braccio viene arrestato in modo controllato utilizzando il normale controllo dei motori fino all'arresto di ciascun giunto. I freni vengono applicati e l'alimentazione viene tolta ai motori dopo l'arresto. Viene monitorata la decelerazione della velocità cartesiana.	PL d / Cat.3
Arresto di categoria 2	Il braccio viene arrestato in modo controllato utilizzando il normale controllo dei motori fino all'arresto di ciascun giunto. Dopo l'arresto, l'arresto viene monitorato in modo sicuro. Viene monitorata la decelerazione della velocità cartesiana.	PL d / Cat.3

Uscite di sicurezza

Nome	Descrizione	Valutazione di sicurezza
Spegnimento sicuro dell'effettore finale	Disattiva l'alimentazione dell'end effector (linea di alimentazione a 48 V).	PL b / Cat.b

Ulteriori classificazioni di sicurezza

Il pulsante di abilitazione a 3 stadi vicino alla flangia del robot è realizzato in conformità alle norme IEC 60204-1:2016 e IEC 60947-5-8:2006.

Il dispositivo di abilitazione esterno a 3 stadi fornito da Franka Robotics è realizzato in conformità alle norme IEC 60204-1:2016 e IEC 60947-5-8.

L'arresto di emergenza fornito da Franka Robotics è conforme alla IEC 60204-1:2016 e alla EN ISO 13850:2015.

Altri recuperi legati alla sicurezza (in caso di errori di sicurezza)

Recupero dell'errore di posizione del giunto

Solo gli operatori di sicurezza possono recuperare gli errori di posizione del giunto.

Una finestra di dialogo nell'interfaccia utente di Franka informa l'utente dell'errore e consente il recupero.

Per istruzioni dettagliate su come correggere l'errore, consultare il capitolo 13.8 "Risoluzione dei problemi".

Recupero degli errori di inserimento sicuro

Gli errori di ingresso sicuro possono essere recuperati confermando la relativa finestra di dialogo in Franka UI se la conferma per questi ingressi è configurata in Watchman.

Altri errori di sicurezza

Gli altri errori di sicurezza non sono in genere recuperabili. Per recuperare tali errori, provare a riavviare il sistema. Se l'errore persiste, contattare il fornitore o Franka Robotics.

Informazioni generali per tutti i casi

In caso di violazione della sicurezza, il robot non consente il movimento fino al completamento del recupero.

In caso di violazione della sicurezza, la base lampeggia lentamente in rosso.

Se necessario, l'interfaccia utente di Franka mostrerà una procedura guidata di recupero per eseguire la procedura di recupero.

Solo l'operatore di sicurezza può recuperare gli errori di posizione del giunto.

L'operatore può eseguire tutti gli altri recuperi.

Ulteriori misure per la risoluzione dei problemi sono descritte nel capitolo 13.8 "Risoluzione dei problemi".

4.12 Informazioni aggiuntive per la pianificazione e l'installazione iniziale di un sistema robotico

Secondo le norme EN ISO 10218-2 e EN ISO 8373, per sistema robotizzato si intende un robot allestito come sistema completo con dispositivi periferici quali utensili robotizzati, pezzi da lavorare, tecnologia di trasporto e tutti i dispositivi e le attrezzature di protezione coinvolti. A causa del movimento del robot e delle applicazioni integrate, un sistema robotizzato rappresenta un potenziale pericolo per le persone coinvolte nelle attività di funzionamento, assemblaggio o manutenzione. Il compito del produttore e dell'installatore di un sistema robotizzato è quello di analizzare e valutare questi pericoli e di garantire misure di protezione adeguate.

Questa specifica si basa su leggi, regolamenti e linee guida che sono specifiche per ogni Paese e dipendono quindi dal luogo in cui il robot viene utilizzato.

Nello Spazio Economico Europeo (SEE), si applicano le norme generali, che possono essere integrate dalla legislazione specifica del paese, dalle norme specifiche del settore e dalle norme aziendali interne.

Quando si progetta un sistema robotizzato, è quindi necessario informarsi sulle normative vigenti nel luogo di installazione e tenerne conto di conseguenza.

Anche il tipo di industria può portare a specifiche diverse. Ad esempio, il sistema robotizzato sarà utilizzato nella ricerca industriale o nella ricerca?

Come già detto, l'ubicazione del sistema robotizzato determina quali norme, regolamenti e leggi devono essere osservate. Nello Spazio Economico Europeo (SEE), la Direttiva Macchine e gli standard europei armonizzati si applicano in tutti i Paesi. Inoltre, è necessario considerare la legislazione locale, come la legge sulla sicurezza dei prodotti, la legge sulla responsabilità dei prodotti e l'ordinanza sulla sicurezza industriale e la salute in Germania.

Di seguito sono elencate le norme e i regolamenti più importanti per la realizzazione di un sistema robotizzato.

Norme / Direttive	Descrizione
RL 2006/42/EG	Maschinenrichtline des Europäischen Parlaments und des Europäischen Rates (linea di demarcazione per i macchinari)
ISO 12100	Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione dei rischi e riduzione dei rischi
ISO 10218-2	Robot e dispositivi robotici - Requisiti di sicurezza per robot industriali - Parte 2: Sistemi robotici e integrazione
ISO/TS 15066	Robot e dispositivi robotici - Robot collaborativi
ISO 13854	Sicurezza del macchinario - Intervalli minimi per evitare lo schiacciamento di parti del corpo umano
ISO 13855	Sicurezza del macchinario - Posizionamento delle protezioni rispetto alle velocità di avvicinamento di parti del corpo umano
ISO 13850	Sicurezza del macchinario - Funzione di arresto di emergenza - Principi di progettazione
ISO 11161	Sicurezza del macchinario - Sistemi di produzione integrati - Requisiti di base
IEC 60204-1	Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Requisiti generali
ISO 13849-1	Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di controllo legate alla sicurezza - Parte 1: Principi generali di progettazione: Principi generali di progettazione
ISO 13849-2	Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza - Parte 2: Convalida

SAFETY

ISO 13482	Robot e dispositivi robotici - Requisiti di sicurezza per i robot per la cura della persona
-----------	---

Fondamentalmente, vale sempre lo stesso obiettivo: =>ridurre il rischio di lesioni alle persone.

Pertanto, si può affermare che nessun sistema robotico può essere utilizzato senza adeguate misure di protezione.

Le misure di protezione possono essere, ad esempio

- Dispositivo di protezione di sicurezza
- Dispositivi di protezione elettrosensibili
- Recinzioni e/o barriere fisiche
- Aree contrassegnate
- cartelli
- Pulsanti di arresto di emergenza
- Elementi di segnalazione
- Dispositivi di sicurezza del sistema di controllo
- Funzionalità di sicurezza interne al robot (vedi capitolo4.11 "Funzionalità di sicurezza ")

A causa delle diverse applicazioni possibili di un robot, Franka Robotics non può fornire una linea guida uniforme per la determinazione dei dispositivi di protezione necessari quando si integra un sistema robotico. La responsabilità della realizzazione sicura del sistema robotico è dell'integratore/operatore.

Un'ottima e dettagliata guida alla progettazione di sistemi robotizzati è descritta anche sul sito web della DGUV (Assicurazione Sociale Tedesca contro gli Infortuni) => [DGUV Information 209-074](#).

Le spiegazioni che seguono descrivono le misure che costituiscono una parte essenziale della progettazione di un sistema robotizzato. Queste misure devono poi essere integrate con i dettagli necessari, tratti dalle normative e dalle specifiche dell'applicazione.

I. Analisi:

L'analisi comprende la descrizione della soluzione di automazione e allo stesso tempo la definizione della funzione del sistema progettato. Questa parte è chiamata uso previsto. Deve essere documentato anche l'uso non previsto, cioè le condizioni e le attività che non devono essere eseguite con questo sistema. Una descrizione dettagliata dell'attività fa parte della successiva valutazione del rischio e semplifica la determinazione del rischio per i rispettivi pericoli nel corso dell'ulteriore pianificazione.

La creazione di un layout concettuale facilita la visione d'insieme del sistema pianificato. Questo dovrebbe mostrare tutti i componenti, comprese le periferiche associate.

Il passo successivo è l'analisi delle fonti di pericolo potenziale del sistema robotico. L'elencazione dei componenti che comportano un determinato pericolo è un elemento di chiarezza per la successiva valutazione dei rischi. Se necessario, ciò consente anche di raggruppare gli effetti dei pericoli.

Tutti i componenti del sistema robotico da integrare devono essere considerati come possibili fonti di pericolo. Oltre al robot, sono compresi tutti i componenti da integrare, come utensili, dispositivi, sistemi di trasporto, armadi di controllo e dispositivi di protezione, ma anche i pericoli che possono derivare dalla combinazione dei componenti tra loro.

II. Valutazione dei rischi:

La valutazione dei rischi serve ad analizzare e valutare le fonti di pericolo e il livello dei rischi di lesioni personali che ne derivano, nonché a determinare le misure necessarie per la riduzione dei rischi.

La procedura di valutazione dei rischi richiesta dalla Direttiva Macchine è descritta nella norma DIN EN ISO 12100. Esistono diverse tabelle e strumenti che consentono un'implementazione strutturata (vedere il riferimento sopra questi elenchi). La struttura di base di una valutazione dei rischi consiste nei seguenti elementi:

SAFETY

- Dati sul sistema previsto (designazione della macchina, numero di serie, ecc.)
- Limiti del sistema robotizzato
- Determinazione delle norme e degli standard richiesti
- Layout del sistema robotizzato
- Contrassegno delle fonti di pericolo nel layout
- Valutazione delle fonti di pericolo in relazione alle rispettive attività e modalità operative. A questo scopo si possono applicare diverse procedure di valutazione. La procedura è spiegata in dettaglio nella norma.

Anche la procedura per la determinazione delle misure di riduzione del rischio è descritta nella norma, nelle linee guida e nei riferimenti bibliografici.

In linea di massima, per la riduzione del rischio si applica la seguente gerarchia di misure:

- Evitare il pericolo
- Riduzione attraverso una progettazione intrinsecamente sicura
- Riduzione mediante dispositivi di protezione meccanici
- Riduzione attraverso dispositivi di protezione legati al controllo
- Riduzione attraverso misure organizzative

Nel determinare le misure, devono essere sempre rispettate le specifiche delle norme armonizzate. Ciò riduce l'onere della prova grazie alla presunzione di conformità alla norma.

SAFETY

III. Layout:

Nel layout finale del sistema robotizzato, tutte le misure di protezione devono essere disegnate in scala. Le misure di protezione identificate nella valutazione dei rischi devono essere chiaramente assegnate.

IV. Fase di realizzazione:

Messa a punto del sistema e attuazione delle misure di protezione definite.

V. Verifica:

Dopo la realizzazione del sistema, comprese tutte le misure di protezione, è necessario eseguire una verifica delle misure di protezione in conformità con i rispettivi standard. Ad esempio, la verifica delle misure di protezione della tecnologia di controllo è definita "verifica della sicurezza funzionale" nello standard 13849-2, e i requisiti per le convalide sono regolati in esso.

Questo protocollo di verifica è una componente essenziale per l'accettazione di un sistema robotico.

VI. Accettazione:

L'accettazione finale di un sistema robotico comprende una registrazione dettagliata di tutte le singole fasi sopra menzionate. Nelle aree di applicazione industriali, il distributore richiede una dichiarazione di conformità (CE) in conformità alla Direttiva Macchine. Una dichiarazione di conformità (CE) è richiesta anche se un sistema robotico è configurato per "uso proprio" nella ricerca interna. Per i sistemi robotizzati nella ricerca e in laboratorio, è inoltre necessario progettare il funzionamento dei robot in modo che sia sicuro per le persone e implementare misure di protezione adeguate. La Direttiva Macchine definisce i sistemi robotizzati a scopo di ricerca come sistemi progettati per uno specifico scopo di ricerca e costruiti solo per un uso temporaneo. Pertanto, il fattore decisivo è se il sistema ha un uso temporaneo (ad esempio, un esperimento una tantum che verrà smontato in seguito - nessun CE - o un uso permanente come attrezzatura in laboratorio - CE richiesto).

5 RUOLI E PERSONALE

ATTENZIONE

Personale non sufficientemente qualificato

Il personale non sufficientemente qualificato può causare gravi lesioni a se stesso o ad altri.

- Leggere attentamente il manuale e risolvere eventuali dubbi.

Tutte le persone che accedono all'area di lavoro del robot devono utilizzare le proprie conoscenze ed esperienze, essere consapevoli dei potenziali rischi relativi al sistema robotico e adottare un comportamento adeguatamente prudente.

- La Persona Responsabile deve informare esplicitamente gli utenti sulle limitazioni e sulle restrizioni di Franka Research 3.

ATTENZIONE

Personale in stato di ebbrezza

Il personale in stato di ebbrezza può provocare gravi lesioni a se stesso o ad altri o può causare danni materiali a macchinari e attrezzature.

- Non utilizzare il Franka Research 3 sotto l'effetto di droghe, alcol o farmaci che influenzano le reazioni.

5.1 Personale

Persona responsabile

Il responsabile è responsabile del rispetto delle norme sulla salute sul lavoro e dell'ordinanza sulla sicurezza operativa. La persona responsabile del Franka Research 3 può essere in particolare l'imprenditore, il direttore dell'istituto, il datore di lavoro o un delegato responsabile dell'uso del Franka Research 3.

La persona responsabile è responsabile di quanto segue:

- La persona responsabile deve adempiere agli obblighi di monitoraggio.
- Il responsabile deve assicurarsi che tutto il personale che lavora con il Franka Research 3 sia adeguatamente qualificato e sia stato informato dei possibili pericoli che il Franka Research 3 può presentare.
- Il responsabile deve fornire formazione e istruzioni a intervalli regolari per creare e consolidare la consapevolezza dei rischi.

Utente

Gli utenti del sistema sono le persone direttamente coinvolte nel funzionamento del sistema. Il funzionamento del sistema è suddiviso in diversi compiti che coprono le diverse fasi operative del sistema:

- compiti amministrativi
- Compiti relativi alla sicurezza
- Funzionamento del sistema

In base ai compiti assegnati, gli utenti devono avere una conoscenza qualificata dell'area tematica del compito, delle istruzioni di sicurezza e della formazione sul sistema robotico. Le qualifiche richieste sono descritte di seguito nella descrizione dei ruoli degli utenti.

RUOLI E PERSONALE

Integratore

L'integratore è responsabile dell'assemblaggio della quasi-macchina nella macchina finale, combinando il robot con altre attrezzature o un'altra macchina, compresi altri robot, per formare un sistema di macchine.

L'integratore esegue anche un'adeguata valutazione dei rischi per identificare i rischi residui ed eliminarli o ridurli al minimo.

L'integratore è responsabile della sicurezza dell'applicazione finale.

Per ulteriori informazioni sugli argomenti relativi alla responsabilità, vedere il capitolo 4.2 "Avviso di responsabilità".

AVVISO

L'utilizzo del robot è consentito solo a personale qualificato o sufficientemente addestrato e in possesso di adeguate competenze tecniche. La qualifica di tale personale comprende, a titolo esemplificativo e non esaustivo, una formazione tecnica professionale, una laurea in ingegneria o un'esperienza professionale nel campo della robotica o dell'automazione.

Franka Robotics suggerisce una formazione specifica sul prodotto eseguita da Franka Robotics, dai suoi partner e affiliati.

5.2 Ruoli dell'utente

Operatore

Un operatore può accedere a Franka Research 3 e utilizzare Franka UI per utilizzare Franka Research 3 entro i limiti definiti dalla persona responsabile, dall'amministratore e dall'operatore di sicurezza. L'operatore può utilizzare l'interfaccia utente Franka UI come segue:

- Avviare, monitorare e interrompere il funzionamento previsto di Franka Research 3
- Scaricare e selezionare i compiti
- Visualizzare le attività e le impostazioni dell'applicazione
- Visualizzare lo stato del sistema (rete, robot, end effector)
- Visualizzare le impostazioni di sicurezza
- Bloccare/sbloccare i giunti
- Avviare/arrestare un'attività
- Guida (non è possibile salvare le pose)
- Commutazione in modalità pilota
- Passaggio alla posa di trasporto per l'imballaggio
- Scaricare i file di log dal sistema
- Spegnimento e riavvio del sistema

L'operatore ha solo un accesso limitato all'interfaccia utente di Franka.

Amministratore

L'amministratore ha tutti i diritti dell'operatore. L'amministratore è una persona autorizzata dal responsabile a configurare e accedere al sistema robotico e a utilizzare l'interfaccia utente Franka UI come segue:

- Gestione degli utenti (creazione, aggiornamento e cancellazione di utenti; assegnazione di ruoli e modifica di password).

RUOLI E PERSONALE

- Impostazione e modifica di parametri non legati alla sicurezza del sistema (ad esempio, modifica delle impostazioni degli end effector).
- Programmazione e apprendimento del sistema robotico
- Installare aggiornamenti, funzioni e applicazioni del sistema
- Modificare la configurazione del sistema
- Creare, modificare e impostare parametri per le attività

Operatore di sicurezza

L'operatore di sicurezza ha gli stessi diritti dell'operatore, oltre a quelli di impostare e convalidare le impostazioni di sicurezza. L'operatore di sicurezza può utilizzare l'interfaccia utente Franka come segue:

- modificare le configurazioni di sicurezza
- Programmare e insegnare al sistema robotico
- Creare, modificare e impostare parametri per i compiti
- Recupero di errori di sicurezza specifici

AVVISO

I ruoli di utente devono essere assunti solo da personale qualificato o sufficientemente addestrato. Il personale deve essere istruito sul comportamento da tenere in situazioni di emergenza o anomale. La persona responsabile deve scegliere il personale in base all'esperienza, alla formazione o a mansioni analoghe già svolte nel campo della robotica, dell'automazione, della sicurezza industriale e della salute sul lavoro.

Assegnazione dei ruoli utente

Assegnare un amministratore

Quando si accede per la prima volta, è obbligatorio creare un utente amministratore.

1. Inserire un nome utente.
2. Inserire una password.
3. Confermare la password.

Le informazioni di login dell'amministratore r devono essere conservate in modo sicuro e protetto. L'unico modo per accedere al ruolo di amministratore senza password è eseguire un reset di fabbrica che cancella tutte le informazioni precedenti.

AVVISO

Utilizzare sempre password sicure per evitare che persone non autorizzate accedano al sistema.

Creazione e modifica degli utenti

Deve sempre esserci almeno un utente con il ruolo di amministratore. Ciò significa che l'ultimo amministratore non può essere cancellato. A ogni utente deve essere assegnato un ruolo e più utenti possono avere lo stesso ruolo. Franka Research 3 supporta i ruoli sopra descritti.

Procedura

1. Accedere all'interfaccia utente di Franka. Per informazioni sull'interfaccia utente Franka, vedere il capitolo 13.6 "Franka UI".
2. Andare su Impostazioni.

RUOLI E PERSONALE

3. Fare clic sulla scheda Utenti.
4. Aggiungere nuovi utenti o modificare quelli esistenti.

6 PANORAMICA DELLE APPARECCHIATURE

La figura seguente mostra la configurazione minima del sistema ed esemplifica il cablaggio.

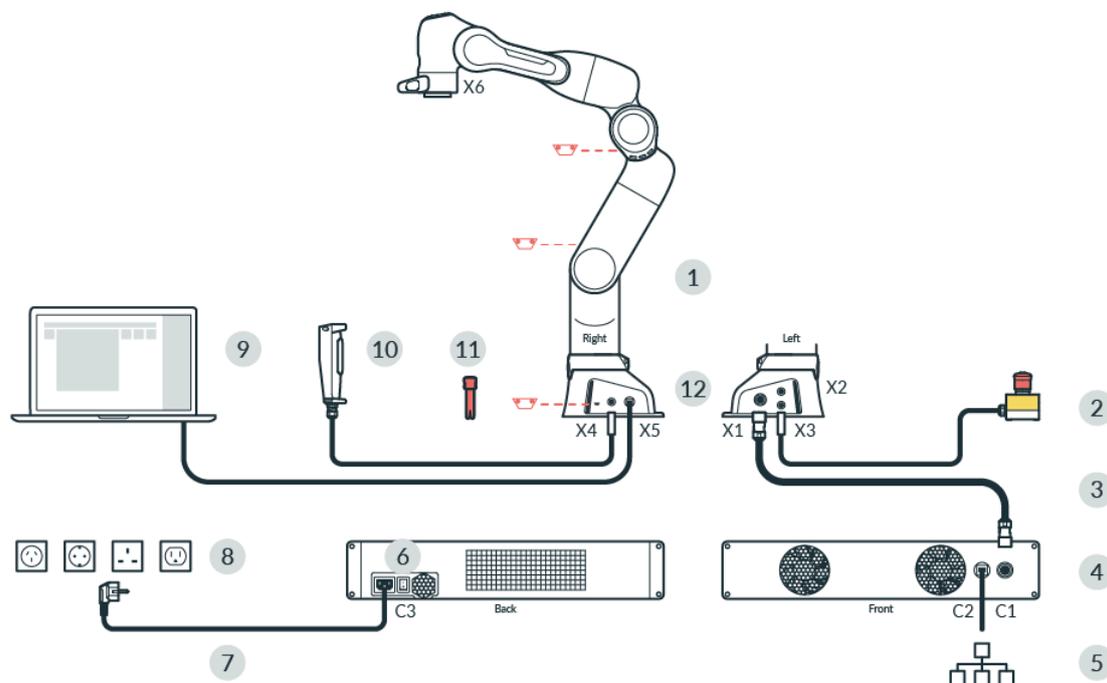


Fig. .61 : Panoramica dell'apparecchiatura

1	Braccio	7	Cavo di alimentazione
2	Dispositivo di arresto di emergenza	8	Presca di corrente
3	Cavo di collegamento	9	Dispositivo di interfaccia (non incluso) con Franka UI
4	Controllo	10	Dispositivo di abilitazione esterno
5	Ethernet (rete)	11	Strumento di sblocco di emergenza
6	Interruttore di alimentazione	12	Collegamento a terra funzionale

6.1 Il braccio

Il braccio è composto dai seguenti componenti:

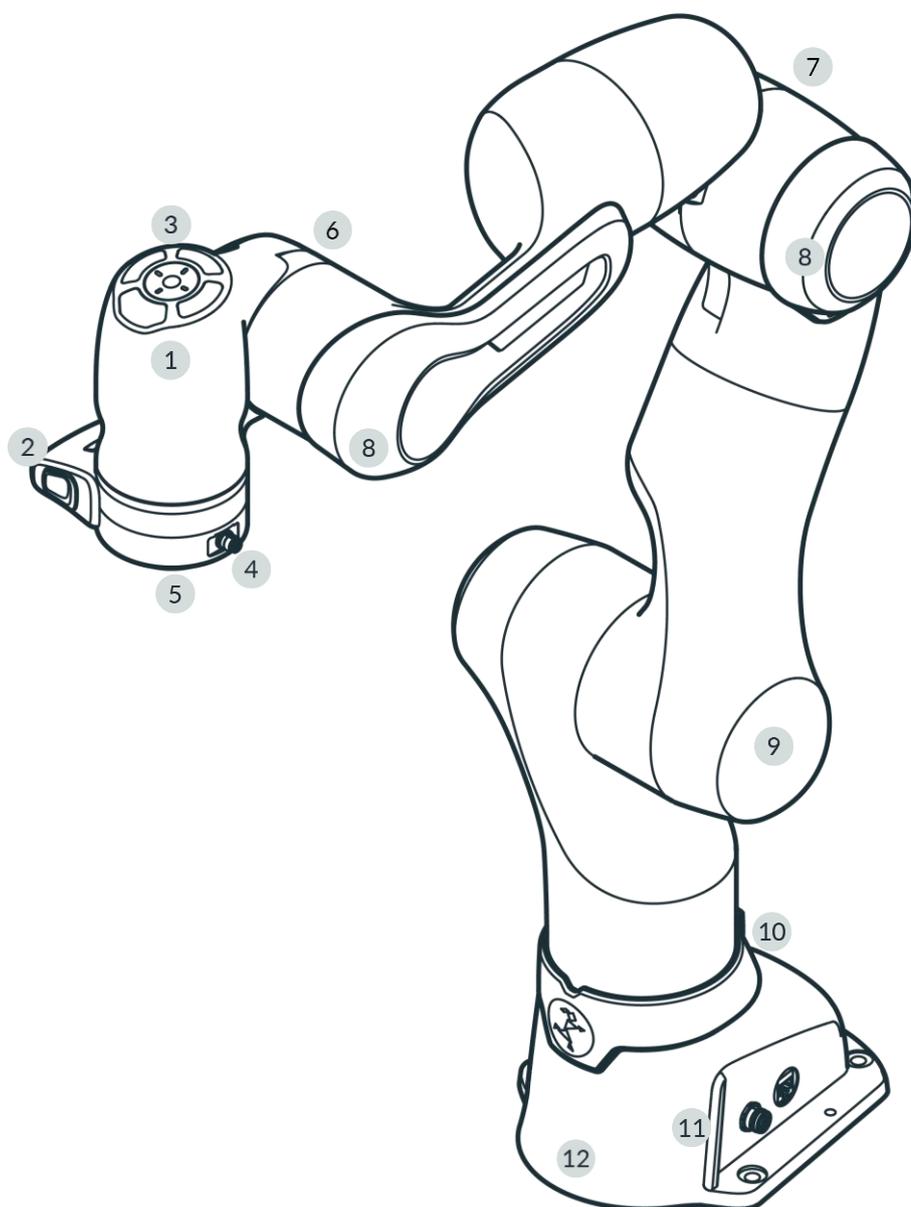


Fig. .62 : Panoramica del braccio

1	Pilota	7	Gomito
2	Impugnatura pilota	8	Protezione morbida
3	Disco pilota	9	Spalla
4	X6 - Connettore dell'effettore finale	10	Supporto per strumento di sblocco di emergenza
5	Flangia per l'effettore finale	11	Luce di stato
6	Polso	12	Base

PANORAMICA DELLE APPARECCHIATURE

Pilota - vista dall'alto

Le parti del Desk e gli attuatori finali integrati possono essere azionati direttamente dal braccio robotico tramite il disco pilota.

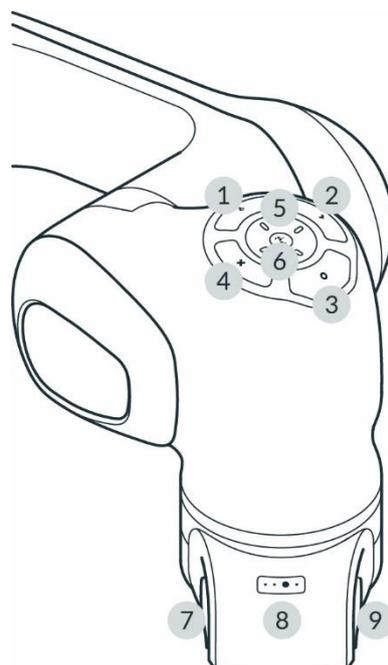


Fig .63 : Pilota

1	Pulsante modalità pilota	6	Luce di stato
2	Pulsante di conferma	7	Pulsante di abilitazione
3	Pulsante di autoapprendimento	8	Pulsante modalità guida
4	Pulsante di cancellazione	9	Pulsante di guida
5	Tasti freccia		

Pilota

Il Pilota è l'interfaccia utente integrata direttamente nel braccio per la guida del robot e per la facile interazione con gli attuatori finali e il Desk. Il Pilota è composto da Disco pilota (1-6) e Impugnatura pilota (7-9).

Per ulteriori informazioni sul Desk, vedere la sezione Desk nel capitolo 13.2 "Punto di controllo singolo".

Disco pilota (1-6)

Il Pilot-Disc si trova sulla parte superiore del Pilota e serve per interagire con il sistema robotico. È possibile passare dal controllo del braccio a quello dell'effettore finale premendo il pulsante Pilot-Mode (1) sul Pilot-Disc. È possibile selezionare singole applicazioni, parametrizzarle o inserire pose guidando manualmente il braccio nella posa desiderata e premendo il pulsante Teach (3).

Pilot-Grip (7-9)

Il Pilot-Grip è situato vicino alla punta del robot come parte della struttura del robot. L'impugnatura pilota contiene un pulsante di guida, un pulsante di abilitazione e un pulsante di modalità di guida.

Pulsante modalità pilota (1)

Premendo il pulsante della modalità pilota (1), l'utente può passare dall'uso dei tasti freccia del Pilot-Disc per navigare nella scrivania al controllo degli effettivi finali integrati (ad esempio, la mano di Franka).

PANORAMICA DELLE APPARECCHIATURE

Pulsante di conferma (2)

Se il pulsante Conferma è illuminato, tutte le modifiche apportate in un menu contestuale vengono confermate e si passa alla sezione successiva. Il pulsante Conferma salva le selezioni effettuate.

Pulsante Insegna (3)

Salva una posa del braccio o dell'effettore finale spostando il braccio o l'effettore finale nella configurazione desiderata e premendo il pulsante Insegna.

Pulsante Cancella (4)

Se illuminato, il pulsante Cancella cancella la posa o la sezione selezionata.

Tasti freccia (5)

I tasti freccia consentono di navigare nella scrivania o di controllare gli end effector integrati, a seconda della modalità di pilotaggio. In modalità end effector, l'assegnazione dei tasti dipende dall'end effector attivo.

Pulsante di abilitazione (7)

Il pulsante di abilitazione si trova sul lato sinistro dell'impugnatura del pilota e abilita i movimenti del robot se premuto in posizione centrale. Per muovere il robot, premere a metà il pulsante di abilitazione e contemporaneamente il pulsante di guida. Il pulsante di abilitazione è classificato come sicuro in base ai requisiti della norma EN ISO 10218-1. Le tre posizioni del pulsante di abilitazione consentono di arrestare, riattivare o spostare il robot. Per arrestare immediatamente il robot, rilasciare o premere completamente il pulsante di abilitazione. Dopo l'arresto, rilasciarlo completamente e poi premerlo di nuovo nella posizione centrale per riattivare il robot.



Fig. .64 : stato di commutazione Pulsante di abilitazione

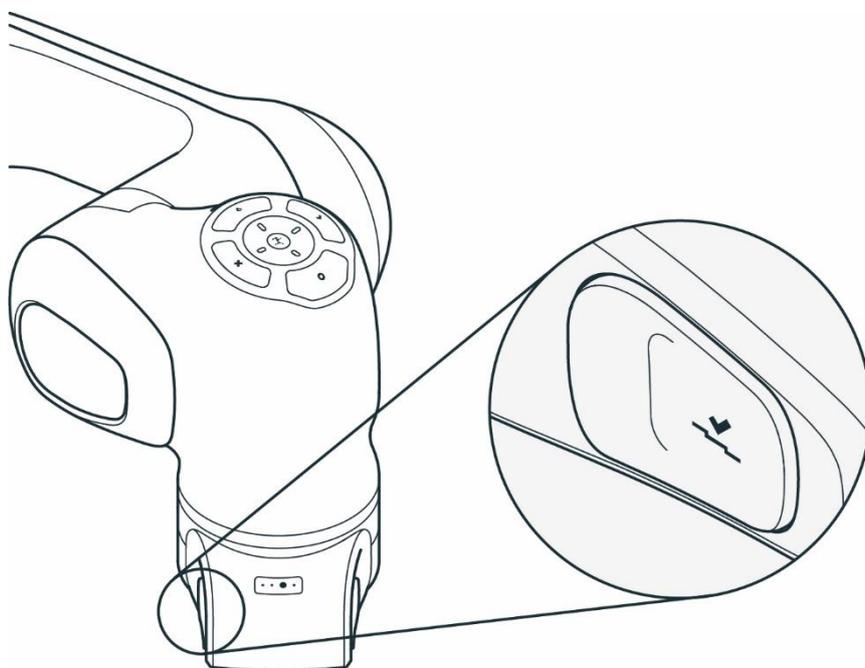


Fig. .65 : Pulsante di abilitazione

PANORAMICA DELLE APPARECCHIATURE

Tasto della modalità di guida (8)



Fig. .66 : Pulsante della modalità di guida

Il pulsante della modalità di guida si trova sulla parte superiore dell'impugnatura del pilota e consente all'utente di passare da una modalità di guida all'altra premendo il pulsante della modalità di guida. Le modalità di guida possibili sono: solo traslazione, solo rotazione, movimenti liberi e movimenti definiti dall'utente.

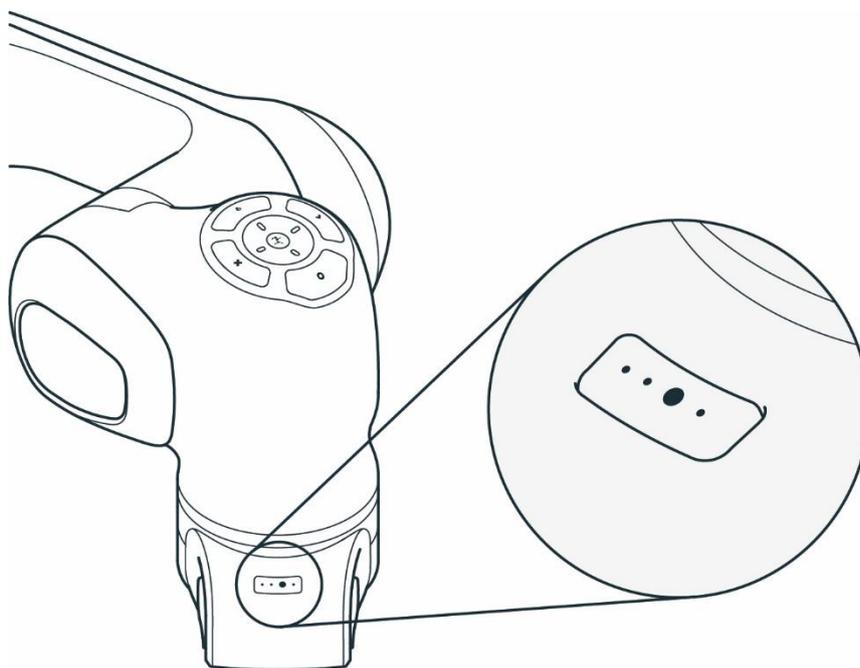


Fig. .67 : Pulsante Modalità di guida

Pulsante di guida (9)



Fig. .68 : Pulsante di guida

Il pulsante di guida si trova a destra dell'impugnatura del pilota. Premere il pulsante di guida e contemporaneamente premere a metà il pulsante di abilitazione (7) per muovere il robot.

PANORAMICA DELLE APPARECCHIATURE

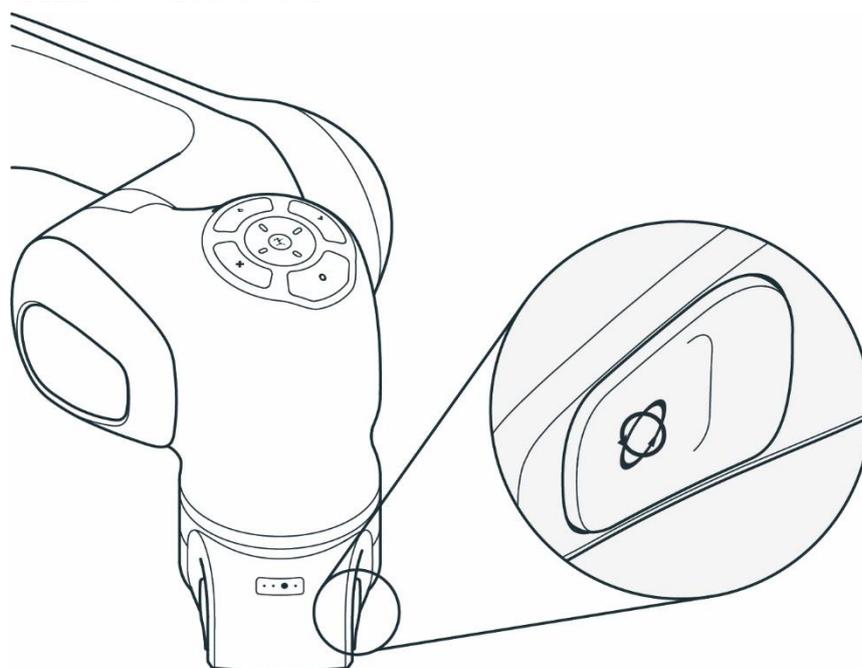


Fig. .69 : Pulsante di guida

Base del braccio

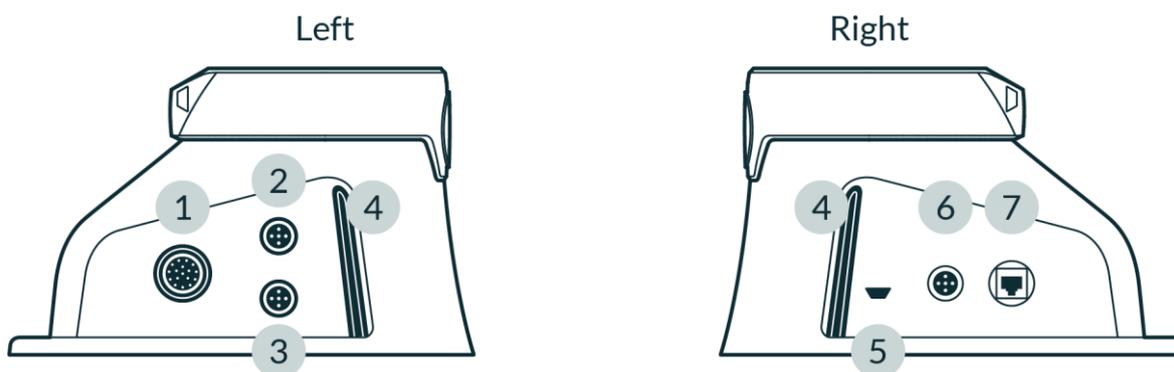


Fig. .610 : Porte di connessione alla base del robot

1	X1 - Collegamento al connettore di controllo	5	Punto di inserimento per lo strumento di sblocco di emergenza
2	X2 - Riservato	6	X4 - Connettore di abilitazione esterno
3	X3 - Connettore ingressi di sicurezza	7	X5 - Connettore rete robot
4	Spia di stato		

La base del robot è dotata di diverse porte per il collegamento e il supporto di varie apparecchiature:

- X1 - Collegamento al controllo
- X2 - I/O digitali
Il collegamento prevede due ingressi e uscite digitali non sicure. Gli ingressi e le uscite e l'alimentazione a 24 V sono isolati galvanicamente dal sistema robotico e dalle altre interfacce del robot. La funzionalità delle porte fisiche dipende dalla particolare versione del software.

PANORAMICA DELLE APPARECCHIATURE

- X3 - Segnali di sicurezza
 - X3.1 - Arresto di emergenza: Un comando di arresto di categoria 1 viene attivato per arrestare il robot e, facoltativamente, interrompere l'alimentazione dell'effettore finale premendo il dispositivo di arresto di emergenza. Questo comportamento può essere configurato in Watchman.
 - X3.2, X3.3 - Ingressi sicuri: La porta X3 consente due ingressi sicuri aggiuntivi. Il loro comportamento può essere configurato in Watchman. Per ulteriori informazioni su Watchman, consultare la sezione Watchman nel capitolo **Error! Reference source not found.**
 - X4 - Abilitazione esterna

Il dispositivo di abilitazione esterna a 3 posizioni abilita il "Test & Jog" quando il sistema è in modalità di programmazione. Consente al Franka Research 3 di muoversi. I programmi possono essere avviati tramite la scrivania.

- X5 - Rete robot

Il dispositivo di interfaccia che esegue la Franka UI basata su browser può essere collegato alla porta Ethernet dell'X5.

AVVISO

Per utilizzare gli ingressi di sicurezza configurabili (X3.2, X3.3) è necessario assemblare un connettore personalizzato con i segnali di sicurezza corrispondenti. In questo caso, l'arresto di emergenza esistente non può più essere utilizzato. Pertanto, la funzionalità di arresto di emergenza deve essere integrata per il canale X3.1 nel connettore personalizzato.

AVVISO

Per impostazione predefinita, i canali di ingresso sicuri X3.2 e X3.3 sono assegnati alla funzione di sicurezza SMSS nello scenario "Lavoro" di Watchman. Supponiamo che nessun dispositivo di sicurezza esterno sia collegato a X3.2 e X3.3 (solo l'arresto di emergenza Franka Robotics è collegato a X3.1). Questi ingressi saranno considerati "attivati", il che significa che non sarà possibile muovere il robot con le regole dello scenario predefinito "Lavoro". A seconda dell'analisi dei rischi e dei pericoli specifica dell'applicazione, le regole predefinite possono essere modificate per consentire i movimenti del robot indipendentemente da X3.2 e X3.3.

PANORAMICA DELLE APPARECCHIATURE

Flangia dell'effettore finale

Gli accessori finali, come ad esempio Franka Hand , possono essere collegati tramite la flangia dell'accessorio finale. La flangia dell'effettore finale è stata sviluppata in conformità agli standard di qualità della norma DIN ISO 9409-1-A50. Per ulteriori informazioni, consultare il capitolo 10.7 "Montaggio dell'effettore finale s".

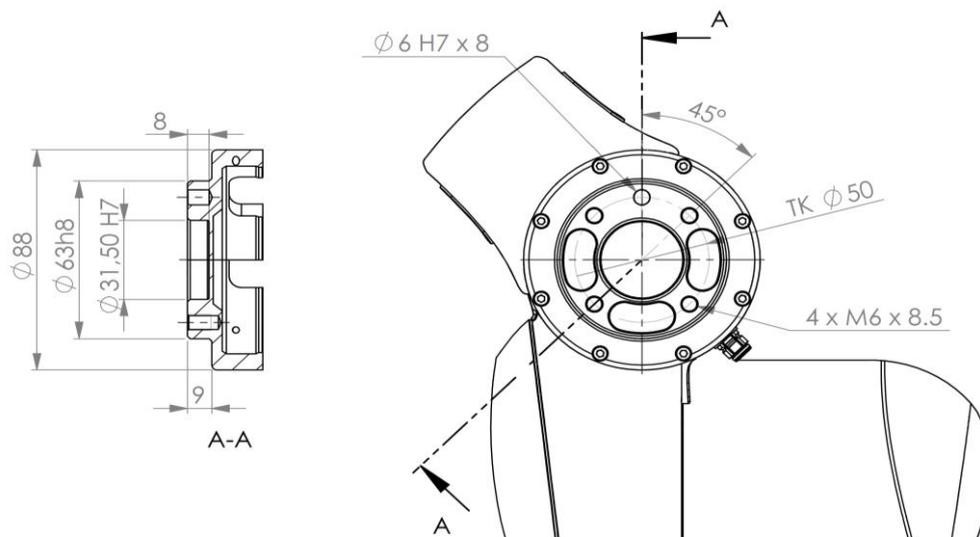


Fig. .611 : Flangia dell'effettore finale

AVVISO

Franka Hand non fa parte delle macchine certificate.

6.2 Controllo

AVVISO

Il funzionamento del braccio è consentito solo con il controllo fornito da Franka Robotics.

Il Controllo è l'unità di controllo principale e fa parte del Franka Research 3. L'unità di controllo principale realizza il monitoraggio e il controllo della struttura meccanica del robot.

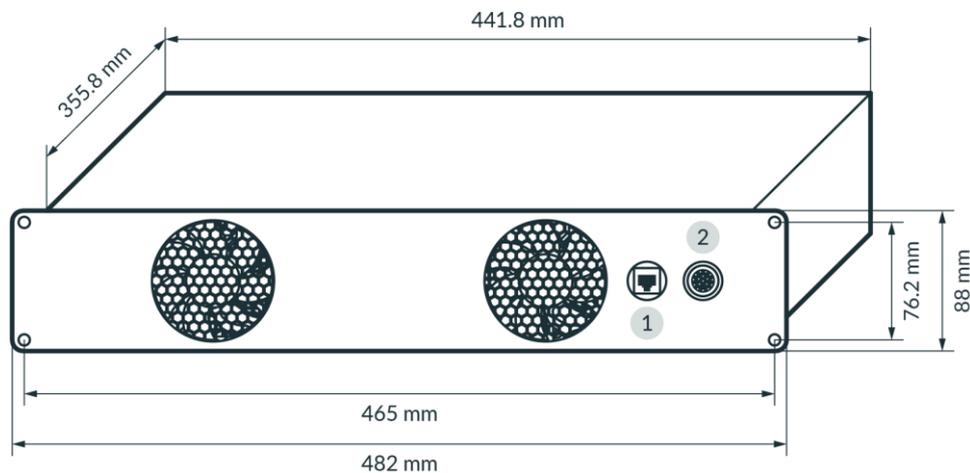


Fig. .612 : Dimensioni e porte di connessione del controllo

1	C2 - Connettore di rete dell'officina	2	C1 - Collegamento al connettore del braccio
---	---------------------------------------	---	---

PANORAMICA DELLE APPARECCHIATURE

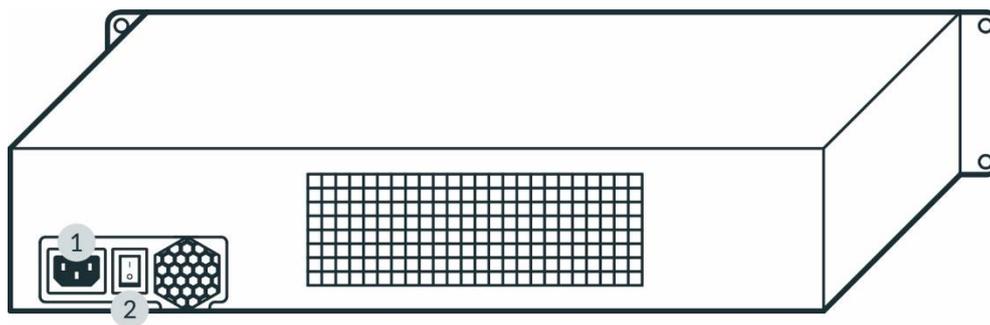


Fig.6 :.13

1	C3 - Connettore di alimentazione	2	Interruttore di alimentazione
---	----------------------------------	---	-------------------------------

Installazione

Il Control si inserisce in un rack 2RU 19".

7 FORNITURA E DOTAZIONE AGGIUNTIVA

7.1 Incluso nella confezione

Braccio

- 1 braccio
- 1x Strumento di sblocco di emergenza
- 4x vite (ISO 4762, M8x20, ST 10.9 A2K)
- 4x rondella (ISO 7089, M8, ST HV300 A2K)
- 1x vite (ISO 4762, M5x8, ST 8.8 A2K)
- 1x rondella dentata (DIN 6797-A, M5, ST A2K)
- 1x Guida rapida per l'installazione FR3 (numero documento: R02040)



Fig. .71 : volume di fornitura Braccio

Comando

- 1x Controllo
- 1x cavo di alimentazione specifico per il paese



Fig. .72 : volume di fornitura Controllo

Dispositivi

- 1x Dispositivo di abilitazione esterno
- 1x Dispositivo di arresto di emergenza



Fig. .73 : Volume di fornitura dei dispositivi

FORNITURA E DOTAZIONE AGGIUNTIVA

Accessori

- 1x Cavo di collegamento



Fig..74 : Volume di fornitura Cavo di collegamento

7.2 Non incluso nella confezione

Per ulteriori accessori, ad esempio la pompa cobot, visitare il sito <https://franka.world/>.

Le seguenti apparecchiature non sono incluse:

- Dispositivo di interfaccia
 - Tablet/libro delle note/PC
Il dispositivo di interfaccia deve essere dotato di un browser (Chrome, Chromium o Firefox), di una porta Ethernet e, possibilmente, di funzionalità touch.
- Materiale
 - Cavo Ethernet con connettore RJ 45 per il collegamento del dispositivo di interfaccia all'Arm
 - Cavo Ethernet con connettore RJ 45 per il collegamento opzionale del Controllo alla rete aziendale o alla postazione PC
 - Accessori di montaggio (consigliati da Franka Robotics): 2x perni h8 da 6 mm per il montaggio preciso del braccio, se applicabile
 - Piastra di base per il montaggio del braccio (a seconda della piastra di base, potrebbero essere necessarie viti e rondelle diverse, vedere la tabella nel capitolo 10.4 "Montaggio del braccio ")
 - Cavo di terra funzionale con occhiello
- Strumenti
 - Chiave esagonale per il montaggio del braccio sulla piastra di base
 - Cacciavite per il collegamento del cavo funzionale di terra
 - Livella per garantire l'installazione orizzontale del braccio
 - Chiave dinamometrica per serrare le viti a 30 Nm

7.3 Ricambi e accessori disponibili

Le parti di ricambio per Franka Research 3 includono, ma non si limitano a:

- Braccio
- Controllo, compreso il cavo di alimentazione specifico per il paese
- Dispositivo di abilitazione esterno
- Dispositivo di arresto di emergenza
- Cavo di collegamento (2,5 m, 5 m o 10 m)
- Strumento di sblocco di emergenza
- Franka Hand (Non fa parte della macchina certificata)
- Pompa Cobot (Non fa parte della macchina certificata)

8 SPECIFICHE TECNICHE

BRACCIO				
Gradi di libertà	7		Interfacce	<ul style="list-style-type: none"> Ethernet (TCP/IP) per la programmazione visiva intuitiva con Desk Ingressi di sicurezza per arresto di emergenza e dispositivo di abilitazione esterno 2 ingressi di sicurezza configurabili per protezioni o altri dispositivi di protezione (dispositivi OSSD tramite convertitore OSSD esterno collegabile) Hardware predisposto per: 2x DI & 2x DO (24V, isolati, caratteristiche EN 61131-2 tipo 3, frequenza di campionamento 100 Hz) Connettore di controllo Connettore per l'effettore finale
Carico utile	3 kg			
Sbraccio massimo	855 mm			
Rilevamento di forza/coppia	Sensore di coppia sul lato del collegamento in tutti e 7 gli assi			
Limiti di posizione del giunto	A1, A3	-166° / 166°		
	A2	-105°/105°		
	A4	-176°/-7°		
	A5	-165°/165°		
	A6	25°/265°		
	A7	-175°/175°		
Flangia di montaggio	DIN ISO 9409-1-A50		Interfacce utente sul Impugnatura pilota del braccio	<ul style="list-style-type: none"> Interruttore di abilitazione alla guida integrato di sicurezza Pulsante di guida Pulsante di modalità di guida
Posizione di montaggio	In posizione verticale			
Peso	~17,8 kg			
Grado di protezione	IP40			
Temperatura ambiente	Da +5°C a +45°C		Interfacce utente sul Disco pilota del braccio	<ul style="list-style-type: none"> Spia di stato Selettore della modalità pilota Tasti freccia, apprendimento, conferma, cancellazione
Umidità dell'aria	20-80%, senza condensa			
CONTROLLO			PRESTAZIONI	
Dimensioni del controllo (19")	483 x 355 x 89 mm (L x P x A)		Movimento	
Tensione di alimentazione	100-240 V _{CA}		Limiti di velocità del giunto	A1-A4: 150°/s
Frequenza di rete	50-60 Hz			A5-A7: 301°/s (I) (con) (FCl) (uso) (A6: 239°/s)
Consumo di energia	~ 80 W		Limiti di velocità cartesiana	fino a 2 m/s di velocità dell'effettore finale
Correzione attiva del fattore di potenza (PFC)	sì		Ripetibilità della posa ¹	< ±0,1 mm (ISO9283)
Peso	~ 7 kg		Interazione	
Grado di protezione	IP20		Forza di guida	~ 2,5 N
Temperatura ambiente	Da +5 °C a +45 °C		Rigidità traslazionale regolabile	10-3000 N/m
Umidità dell'aria	20-80 %, senza condensa		Rigidità rotazionale regolabile	1-300 Nm/rad
Orientamento di montaggio consentito	orizzontale		Segnali monitorati	posizione del giunto, velocità, coppia posizione cartesiana, forza

¹ I valori sopra riportati si riferiscono a uno spazio di lavoro di 0,4 x 0,4 x 0,4 m con [0,498/0,0/0,226]m misurato come punto centrale, con l'asse Z della flangia orientato parallelamente alla gravità terrestre e il gomito rivolto verso l'alto (in base alla norma ISO 9283, Appendice A).

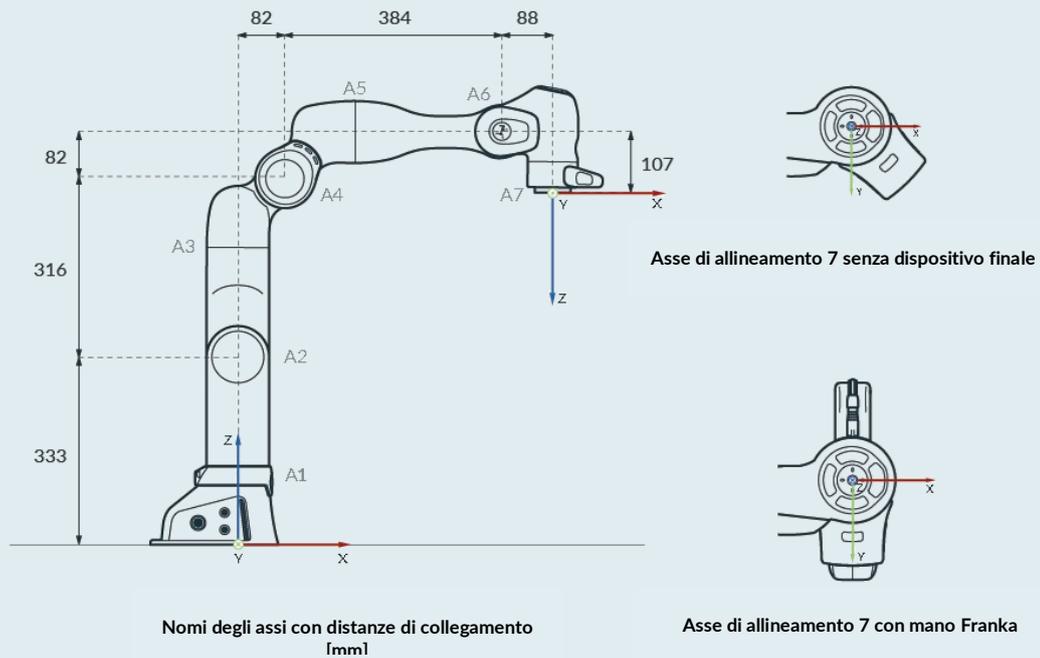
SPECIFICHE TECNICHE

Interfacce		ADD-ONS	
	<ul style="list-style-type: none"> Ethernet (TCP/IP) per connessione a Internet e/o all'officina connettore di alimentazione IEC 60320C14 (V-Lock) Connettore del braccio 	Attuatori finali completamente integrati	<ul style="list-style-type: none"> Pinza a 2 dita Pinza a vuoto
		Bus di campo	<ul style="list-style-type: none"> Modbus/TCP OPC UA
ESCLUSIVO			
Interfaccia di ricerca	Interfaccia di controllo Franka (FCI) a 1kHz		
SICUREZZA			
Certificazione			
EN ISO 13849-1:2015 sicurezza del macchinario - parti dei sistemi di controllo legate alla sicurezza		certificato da TÜV SÜD Product Service	
Modalità di funzionamento collaborativo			
Arresto monitorato di sicurezza		completamente integrato in PLd / Cat. 3	
Guida manuale		completamente integrato in PLd / Cat. 3	
Monitoraggio di sicurezza della velocità e della separazione		realizzabile in combinazione con dispositivi di protezione esterni fino a PLd / Cat. 3	
Parametrizzazione e validazione della sicurezza			
Watchman		interfaccia utente per impostare e convalidare i parametri di sicurezza	
Gestione degli utenti		gestione degli accessi basata sui ruoli	
Funzioni di sicurezza			
Arresto di emergenza (x3.1)		PLd / Cat. 3	
Dispositivo di abilitazione esterno (x4)		PLd / Cat. 3	
Pulsante di abilitazione		PLd / Cat. 3	
Due ingressi sicuri configurabili (x3.2 e x3.3)		PLd / Cat. 3	
SLP-C: posizione cartesiana limitata in sicurezza		PLd / Cat. 3 AVVISIO: FCI non può controllare il robot quando SLP-C è attivo.	
SLS-C: Velocità cartesiana limitata in modo sicuro		PLd / Cat. 3 AVVISIO: FCI non può controllare il robot mentre è attivo SLS-C	
SLP-J: Angolo di articolazione limitato in modo sicuro		PLd / Cat. 3 AVVISIO: l'FCI non può controllare il robot quando è attivo SLP-J.	
SLS-J: Velocità del giunto limitata in modo sicuro		PLd / Cat. 3	
SLD: Distanza limitata in sicurezza		PLd / Cat. 3	
SEEPO: Spegnimento sicuro dell'effettore finale		PLb / Cat. b	
Funzioni di arresto			
Arresto di categoria 0		PLd / Cat. 3	
Arresto di categoria 1		PLd / Cat. 3	
Arresto di categoria 2		PLd / Cat. 3	
Precisione della posizione cartesiana sicura nel caso peggiore per le funzioni di arresto		50 mm	
Valori di sicurezza secondo EN ISO 13849-1			

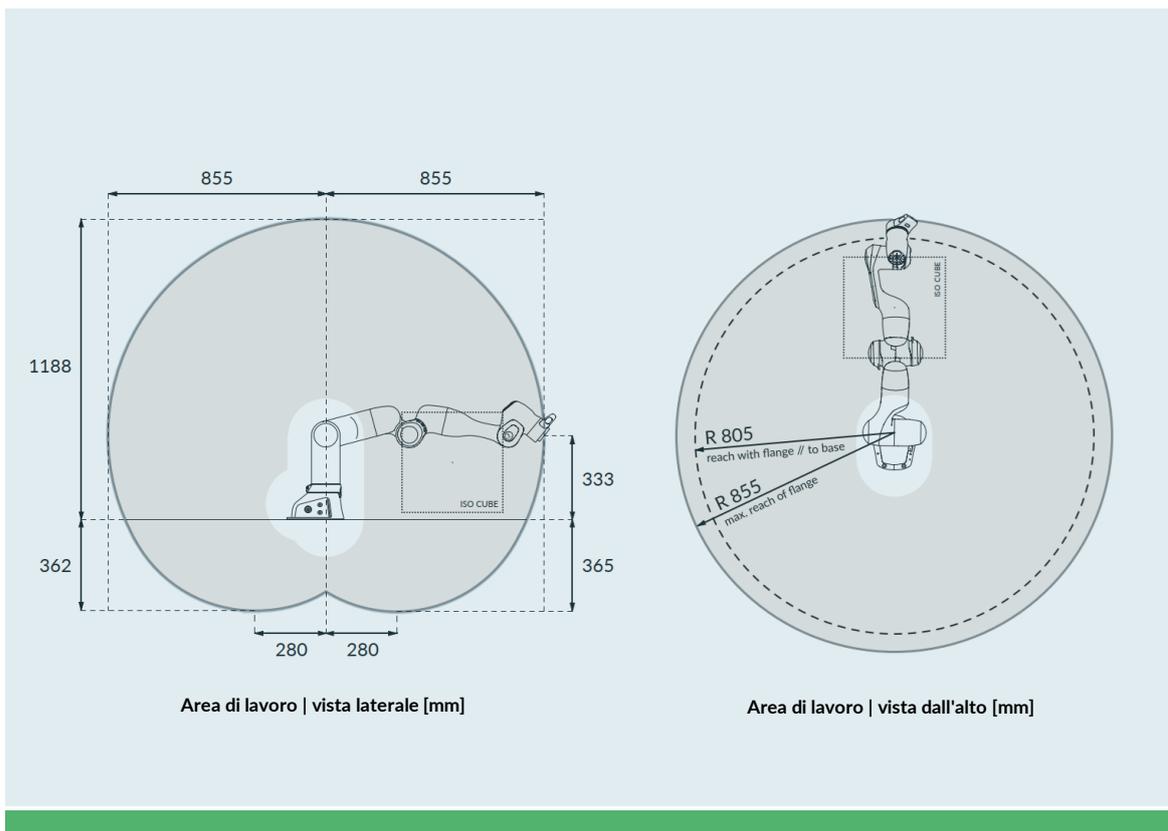
SPECIFICHE TECNICHE

PFH delle funzioni di sicurezza PLd / Cat. 3 (Probabilità di guasti all'ora)	$< 1 \times 10^{-7}$
PFH delle funzioni di sicurezza PLb / Cat. b (Probabilità di guasti per ora)	$< 1 \times 10^{-7}$

DIMENSIONI E SPAZIO DI LAVORO



SPECIFICHE TECNICHE



AVISO

La probabilità di guasto all'ora è stata valutata a 40 °C. Tuttavia, il grado di sicurezza è valido per tutte le funzioni all'interno dell'intervallo di temperatura, compreso l'intervallo di temperatura esteso.

Se si utilizzano i valori di probabilità di guasto orario del sistema per il calcolo, tenere conto della temperatura.

Per ulteriori informazioni sulla probabilità di guasto per ora, contattare Franka Robotics all'indirizzo support@franka.de.

9 TRASPORTO E MANIPOLAZIONE

ATTENZIONE

Attrezzatura pesante

A causa del peso morto e del design geometrico, il sollevamento e la movimentazione dell'apparecchiatura possono causare lesioni alla schiena e, in caso di caduta, gravi lesioni alle dita delle mani, dei piedi e delle mani.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad es. scarpe di sicurezza) durante il trasporto, il montaggio e lo smontaggio dell'apparecchiatura.
- L'apparecchiatura deve essere posizionata su superfici piane per evitare che si inclini o scivoli.
- Attenersi alle norme aziendali sul sollevamento dei carichi e sui dispositivi di protezione individuale.

AVVERTENZA

Componenti danneggiati

I rischi elettrici possono causare gravi lesioni.

- Controllare che l'imballaggio sia in buone condizioni e che svolga la sua funzione protettiva.
- Controllare che i cavi, le spine e la custodia meccanica non presentino crepe o rotture dell'isolamento.
- Non utilizzare cavi, spine e alloggiamenti meccanici danneggiati per il funzionamento. In caso di dubbio, contattare Franka Robotics.

AVVISO

Danni materiali al braccio e al controllo

Gli urti meccanici possono danneggiare o perdere la calibrazione dei componenti elettromeccanici sensibili del braccio e del controllo.

- Evitare gli urti.
- Riporre con cura i dispositivi.
- Conservare e trasportare sempre i dispositivi nell'imballaggio originale, anche per il trasporto su brevi distanze.

AVVISO

Danni materiali al braccio, agli attuatori e agli oggetti nello spazio di lavoro massimo.

I componenti elettromeccanici sensibili del braccio e degli attuatori finali possono essere danneggiati se questi ultimi vengono collegati al braccio mentre lo si porta in posizione di trasporto.

- Smontare tutti gli attuatori finali prima di portare il braccio in posizione di trasporto.
- Non lasciare oggetti sciolti nell'area di lavoro massima.

9.1 Condizioni ambientali per la consegna e il trasporto

Il sistema può essere immagazzinato e trasportato in un intervallo di temperatura compreso tra -25 °C e +70 °C.

Manipolazione e sollevamento

Sollevare sempre il braccio nelle posizioni previste per il sollevamento (vedi grafico sotto) per non sollecitare eccessivamente le articolazioni del braccio durante la movimentazione e il sollevamento. In particolare, il braccio non deve mai essere trasportato in posizione estesa con una persona che tiene ciascuna estremità del braccio.

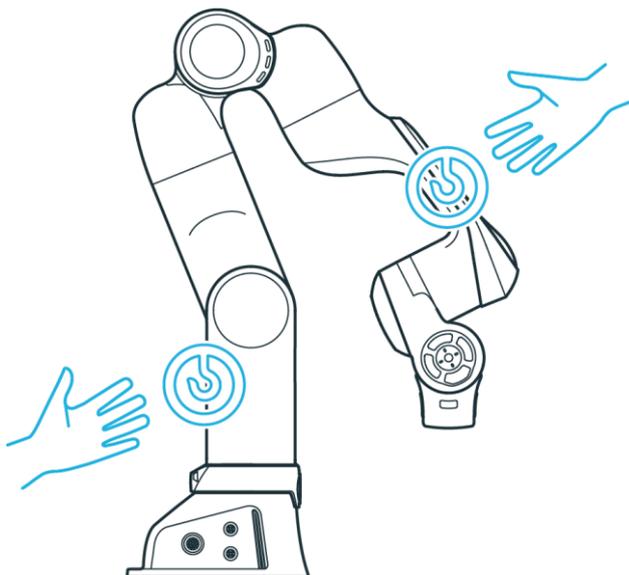


Fig. .91 : Posizioni di sollevamento

AVVISO

Danni materiali al braccio

Se il braccio viene spostato con la forza in stato di blocco, si verifica uno slittamento momentaneo delle parti interne che causa la perdita della calibrazione e il danneggiamento del braccio.

- Maneggiare, sollevare e trasportare il braccio solo nei punti indicati in questo manuale per evitare di sollecitare eccessivamente le articolazioni del braccio.
- Il braccio deve essere maneggiato con delicatezza anche quando viene impostato e acceso o spento.

AVVISO

Non calpestare o appoggiare il braccio.

AVVISO

Prestare attenzione al peso.

Il peso del braccio è di circa 17,8 kg.

10 MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

AVVERTENZA

Attrezzature pesanti

A causa del peso morto e del design geometrico, il sollevamento e la movimentazione dell'apparecchiatura possono causare lesioni alla schiena e, in caso di caduta, gravi lesioni alle dita delle mani, dei piedi e delle mani.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad esempio, scarpe di sicurezza) durante il trasporto, il montaggio e lo smontaggio dell'apparecchiatura.
- Sollevare sempre l'apparecchiatura con l'aiuto di una seconda persona.
- L'apparecchiatura deve essere posizionata su superfici piane per evitare che si inclini o scivoli.
- Attenersi alle norme aziendali sul sollevamento dei carichi e sui dispositivi di protezione individuale.

AVVISO

Prima di montare e installare il sistema, leggere attentamente il capitolo4 "S AFETY " e il capitolo0 "

TRASPORTO E MANIPOLAZIONE ".

AVVISO

Il braccio non è stabile senza essere avvitato alla base.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

Panoramica delle interfacce fornite da Control e dal braccio

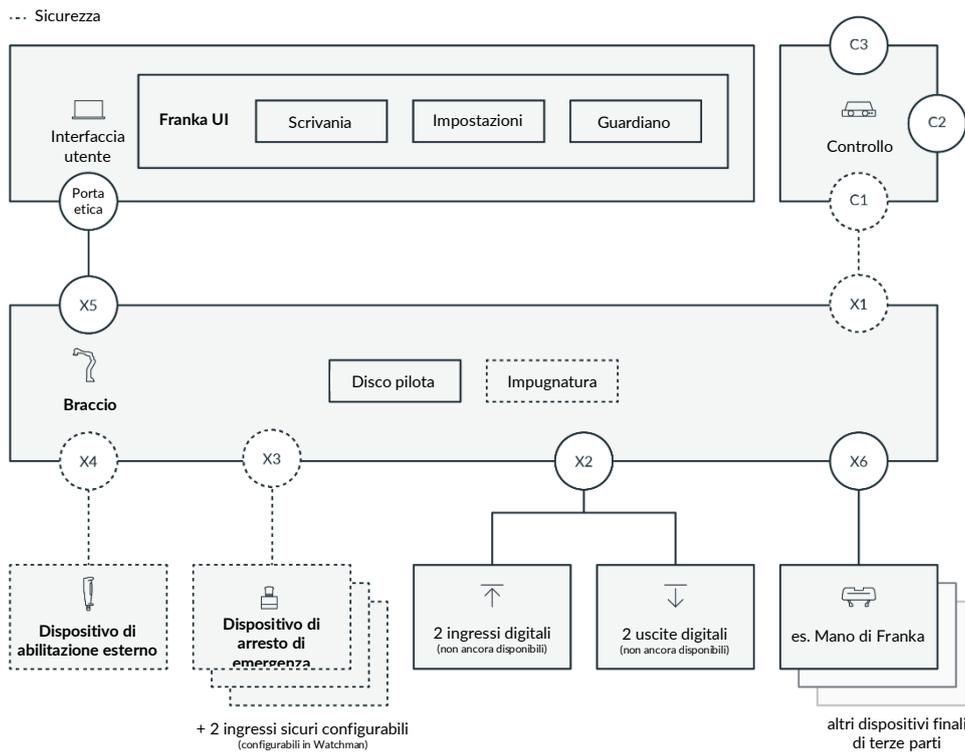
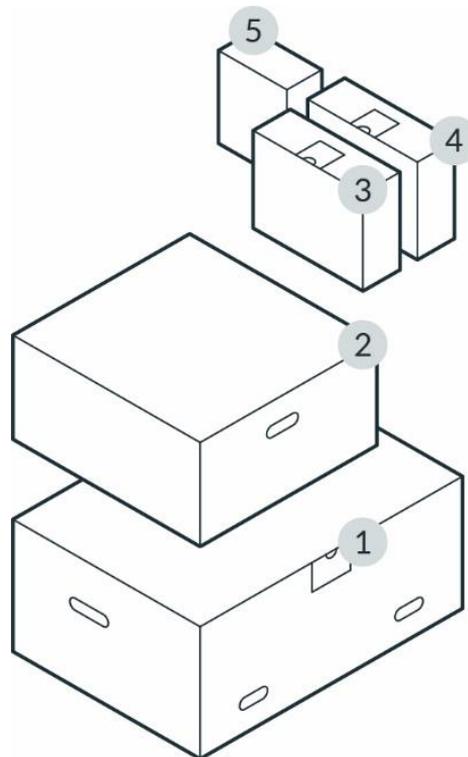


Fig. .101 : Panoramica delle interfacce

10.1 Disimballaggio dell'apparecchiatura



MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

Fig. .102 : Imballaggio

1	Braccio	4	Dispositivo di arresto di emergenza e dispositivo di abilitazione esterno
2	Controllo	5	Opzionale (ad es. Franka Hand)
3	Cavo di collegamento		

AVISO

Conservare sempre l'imballaggio originale in caso di spostamento del robot.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

Unboxing

Procedura

1. Togliere il coperchio superiore della scatola esterna.

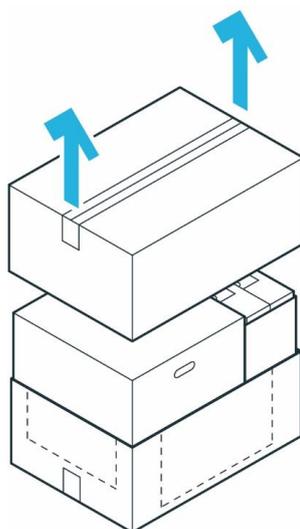


Fig. .103 : Disimballaggio della scatola principale

2. Sollevare le scatole interne superiori e metterle da parte.

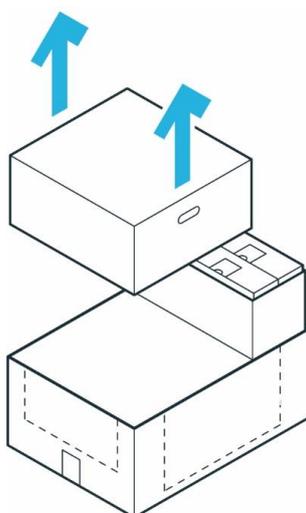


Fig. .104 : Rimozione dei singoli cartoni

3. Tirare la scatola esterna per accedere alla scatola interna inferiore.

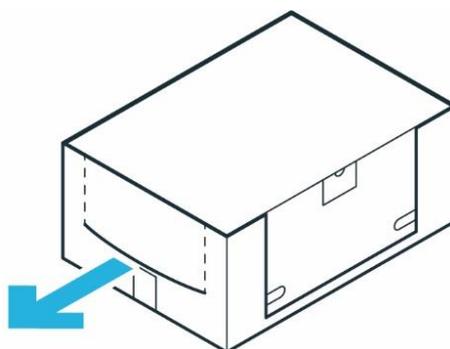


Fig. .105 : Cartoni interni

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

Disimballaggio del braccio

Procedura

1. Aprire con cautela la scatola rimuovendo le strisce adesive di tenuta sulla parte superiore della scatola di cartone.
2. Aprire il rivestimento in pellicola.
3. Rimuovere lo strato protettivo superiore.

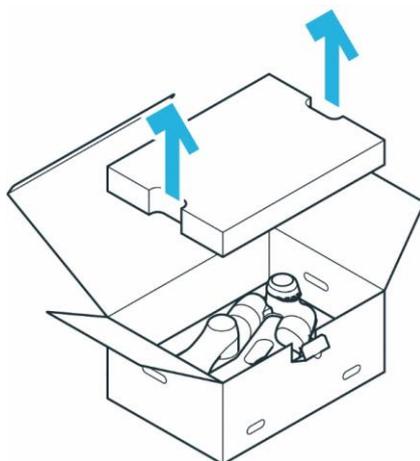


Fig. .106 : Apertura della scatola dal braccio

4. Rimuovere lo strato protettivo centrale.

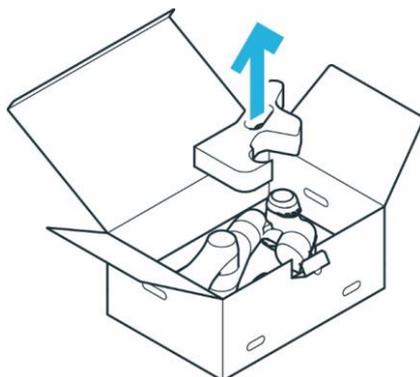
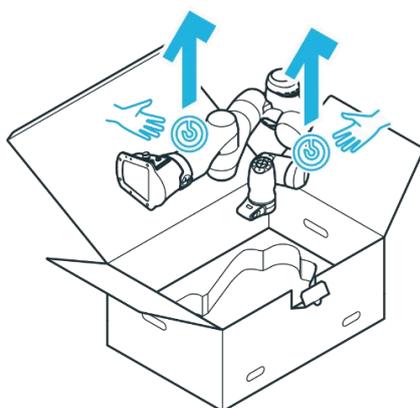


Fig. .107 : Disimballaggio del braccio

5. Afferrare con cautela il braccio nelle posizioni di sollevamento indicate, sollevarlo dallo strato protettivo inferiore e metterlo da parte.



MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

Disimballaggio del controllo

Procedura

1. Aprire con cautela la scatola rimuovendo le strisce adesive di tenuta sulla parte superiore della scatola di cartone.
2. Aprire il rivestimento in pellicola.
3. Rimuovere il cavo di alimentazione e il coperchio superiore.

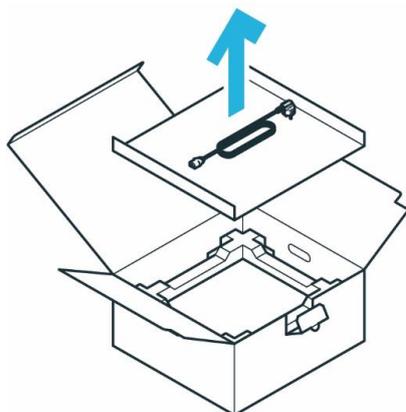


Fig. .109 : Apertura della scatola del comando

4. Rimuovere lo strato protettivo superiore.

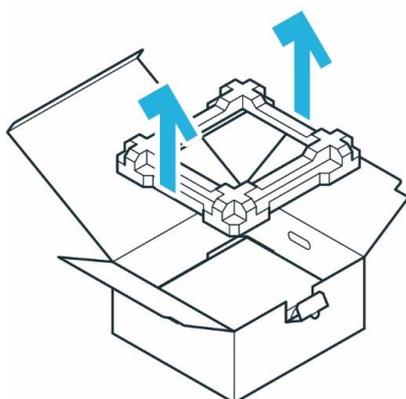


Fig. .1010 : Rimozione dell'imballaggio

5. Afferrare il controllo nelle posizioni di sollevamento indicate, sollevarlo con cautela dallo strato protettivo inferiore e metterlo da parte.

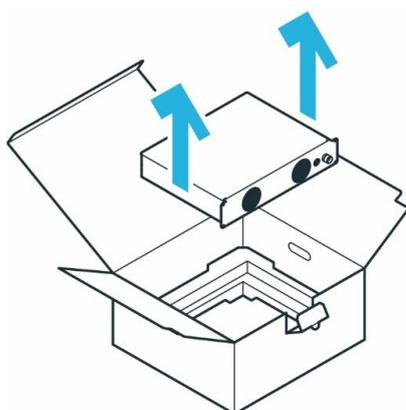


Fig. .1011 : Comando di estrazione

10.2 Installazione corretta Sito

10.2.1 Spazio massimo e protetto

Classificazione degli spazi

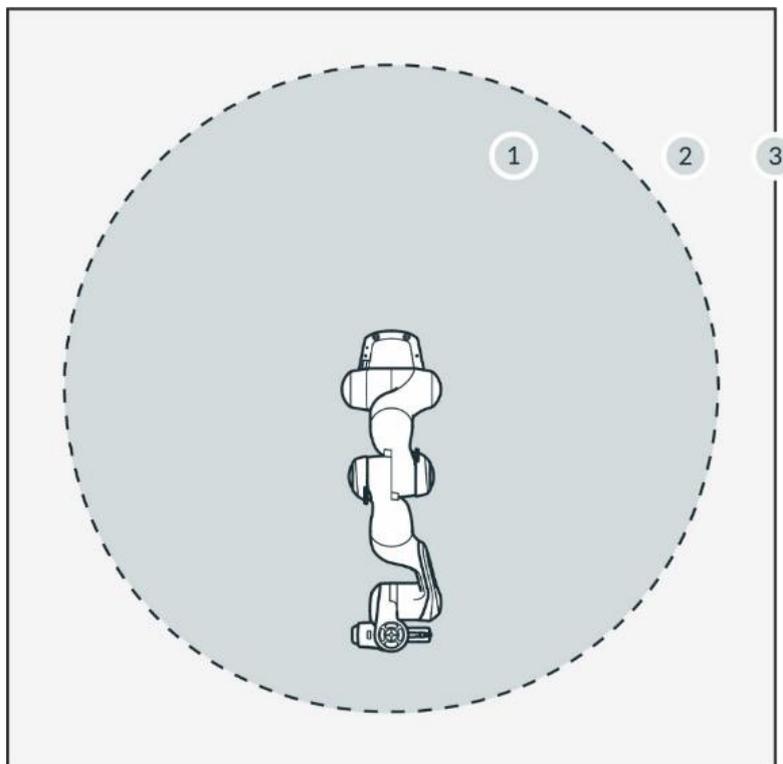


Fig. .1012 : Classificazione degli spazi

1	Spazio di lavoro massimo	3	Salvaguardia del perimetro
2	Spazio protetto		

- Spazio di lavoro massimo
Spazio che può essere spazzato dalle parti mobili del robot più lo spazio che l'effettore finale e il pezzo possono spazzare.
- Spazio protetto
Definito dalla protezione perimetrale (vedere grafico).

AVVISO

Utilizzare le funzioni di sicurezza previste per ridurre il rischio di collisioni accidentali da parte di un braccio che si muove inaspettatamente. Le funzioni di monitoraggio si attivano solo in caso di violazione. L'integratore di sicurezza deve considerare i tempi di arresto, le distanze e le tolleranze.

AVVISO

In alcune applicazioni, l'analisi dei rischi specifica dell'applicazione può definire una zona pericolosa più ampia dello spazio di lavoro massimo.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

10.2.2 Condizioni ambientali: Braccio

Condizioni ammissibili nel luogo di installazione

Temperatura ambiente

- Da +15 °C a +25 °C (normale)
- Da +5 °C a +45 °C (estesa)
- IP 20
- Funzionamento normale (senza essiccazione): da +15°C a +25°C, 60% di umidità non condensante
- Funzionamento esteso (nessun declassamento del sistema di sicurezza, possibile declassamento delle prestazioni) : Da +5°C a +45°C, 90% di umidità senza condensa.
- Stoccaggio e trasporto: Da -10°C a +60°C

Umidità relativa dell'aria

- Da 20 % a 80 %, senza condensa

Luogo di installazione

- All'interno, in edifici chiusi
- Non esposto alla luce solare diretta
- Nessuna vibrazione, nessun fondo accelerante
- I campi magnetici sono ammessi solo nell'ambito delle specifiche indicate. Vedere il capitolo 4.2 "Avviso di responsabilità".

Orientamento dell'installazione

- Il braccio può essere installato solo in verticale (base orizzontale rispetto alla superficie terrestre, nessun braccio sospeso).

Mezzo ambiente

- Aria
- Privo di sostanze infiammabili (polvere, gas, liquidi)
- Privo di sostanze aggressive
- Privo di sostanze corrosive
- Privo di oggetti volanti
- Privo di spruzzi di liquidi
- Privo di flussi d'aria in pressione

Grado di inquinamento

- Grado 2 (secondo EN 60664)
- Si verifica solo un inquinamento secco e non conduttivo; occasionalmente può verificarsi una conduttività temporanea causata dalla condensa.

Altitudine di installazione

- ≤ 2.000 m sul livello del mare

Compatibilità elettromagnetica

- Le condizioni ambientali devono essere conformi alle apparecchiature industriali generiche secondo la norma EN 61000-6-4, poiché il sistema è stato progettato per la rispettiva tolleranza di emissione secondo la norma EN 61000-6-2.

AVVISO

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

Per non compromettere la funzionalità di sicurezza del sistema, garantire il grado di inquinamento 2 secondo la norma EN 60664.

Ventilazione adeguata

AVVISO

Il calore prodotto dai componenti elettronici di potenza e dai moduli all'interno del braccio viene dissipato attraverso la superficie del braccio stesso.

- Installare il braccio in un luogo adeguatamente ventilato.
- Non esporre il braccio alla luce diretta del sole.
- Non riverniciare, incollare o avvolgere il braccio.

Considerazione ergonomica

AVVISO

Per evitare il surriscaldamento, il sistema smette di funzionare quando supera l'intervallo di temperatura esteso. L'utente viene informato tramite Franka UI.

Seguire le ulteriori istruzioni di Franka UI.

AVVISO

Per evitare il surriscaldamento dei motori, il sistema smette di funzionare se i sensori interni rilevano temperature eccessive negli avvolgimenti. L'utente verrà informato tramite l'interfaccia utente di Franka.

Seguire le istruzioni riportate in Franka UI.

AVVISO

Installare il braccio in una posizione ergonomica per l'insegnamento.

10.2.3 Condizioni ambientali: Controllo

Condizioni ammissibili nel luogo di installazione

Temperatura ambiente

- Da +15 °C a +25 °C (normale)
- Da +5 °C a +45 °C (estesa)

Umidità relativa dell'aria

- 20 % - 80 %, senza condensa

Luogo di installazione

- All'interno, in edifici chiusi
- Non esposto alla luce solare diretta
- Nessuna vibrazione
- I campi magnetici sono ammessi solo nell'ambito delle specifiche indicate. Vedi capitolo 4.2 "Avviso di responsabilità"

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

- L'involucro deve avere un grado di protezione minimo corrispondente a IP4X o IPXXD se collocato in luoghi aperti a tutte le persone.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

Orientamento dell'installazione

- Il dispositivo può essere installato solo in orizzontale sulla superficie terrestre.
- Montaggio in staffe angolari, ad esempio, sotto i tavoli
- Montaggio in armadi di comando (2U, 4HP)

Alimentazione

- Per garantire la stabilità e la sicurezza del sistema, è necessario prevedere un'alimentazione stabile che mantenga una potenza sufficiente al controllo per spegnersi in modo controllato, quando l'alimentazione viene interrotta.

Mezzo ambiente

- Aria
- Privo di sostanze infiammabili (polvere, gas, liquidi)
- Privo di sostanze aggressive
- Privo di sostanze corrosive
- Privo di oggetti volanti
- Privo di spruzzi di liquidi
- Privo di flussi d'aria in pressione

Grado di inquinamento

- Grado 2 (secondo EN 60664)
- Si verifica solo un inquinamento secco e non conduttivo; occasionalmente può verificarsi una conduttività temporanea causata dalla condensa

Altitudine di installazione:

- ≤ 2.000 m sul livello del mare

AVVISO

Se non è aperto a tutte le persone, solo il grado di inquinamento 2 è rilevante e deve essere garantito.

AVVISO

Per non compromettere la funzionalità di sicurezza del sistema, garantire il grado di inquinamento 2 secondo la norma EN 60664.

L'involucro di cui sopra non è adatto a proteggere da gradi di inquinamento superiori. In questo caso, è necessario un IP ancora più elevato.

10.3 Preparazione del sito di installazione

Sito di installazione corretto

Prima dell'installazione, preparare il sito di installazione. Vedere il capitolo 10.2 "Installazione corretta Sito".

⚠ ATTENZIONE

Malfunzionamenti e movimenti impreveduti dovuti a un'installazione non corretta

Rischio di gravi lesioni, come schiacciamento delle dita, delle mani, della parte superiore del corpo e della testa.

- Accendere il robot solo quando il braccio è installato correttamente sulla piattaforma.
- Installare il braccio solo su piattaforme uniformi, immobili e stabili. Non sono ammesse accelerazioni e vibrazioni indotte dalla piattaforma.
- Non installare il braccio appeso o su piattaforme inclinate o irregolari.
- Livellare la piattaforma e installare il robot in posizione verticale.
- Serrare le viti dopo 100 ore di funzionamento con la coppia di serraggio corretta.

10.3.1 Braccio

Ridimensionamento

Quando Franka Research 3 opera in un intervallo di temperatura esteso, l'utente potrebbe dover ridurre i parametri dinamici (accelerazione, velocità massima, ecc.) per evitare il surriscaldamento del sistema e dei suoi componenti. In caso contrario, Franka Research 3 interrompe il suo funzionamento.

Piattaforma stabile

Il Braccio è dotato di una tecnologia di sensori altamente sensibili e di algoritmi di controllo perfezionati. L'algoritmo di controllo richiede l'installazione su una piattaforma stabile, livellata, non mobile e non vibrante in posizione verticale. L'angolo di inclinazione massimo consentito è di $0,1^\circ$.

Le seguenti forze massime devono essere supportate durante il funzionamento statico e dinamico dalla base di montaggio:

- coppia di ribaltamento: 280 Nm
- coppia intorno all'asse: 190 Nm
- forza orizzontale: 300 N
- forza verticale: 410 N

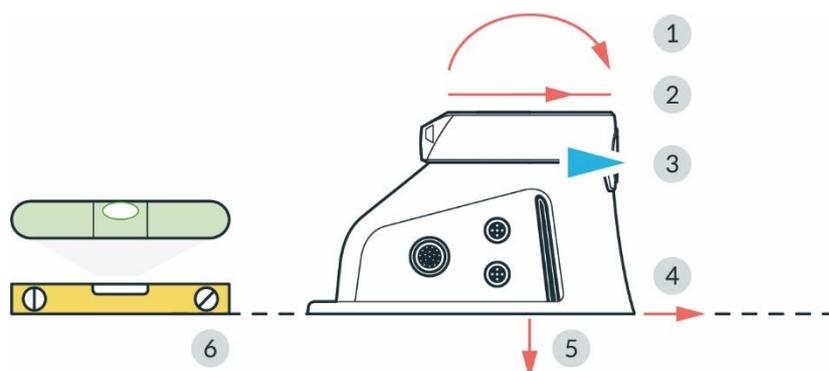


Fig. .1013 : Preparazione della piastra di base

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

1	Coppia di ribaltamento	4	Forza orizzontale
2	Coppia intorno all'asse	5	Forza verticale
3	Anteriore	6	Superficie livellata

Preparazione della piastra di base

Materiale necessario

- Schema di montaggio dettagliato per la piastra di base

Procedura

- Per il posizionamento dei fori, utilizzare il disegno tecnico.

AVVISO

AVVISARE la posizione del braccio nel disegno tecnico e allinearli di conseguenza sulla piastra di base.

La distanza tra i fori è stata studiata per essere compatibile con le parti di montaggio flessibili di ITEM. Due fori ($\varnothing 6$ mm H7) per spine nella flangia di montaggio consentono un montaggio preciso e ripetibile del braccio utilizzando 2 spine $\varnothing 6$ h8 (vedere la tabella nel capitolo 10.4 "Montaggio del braccio").

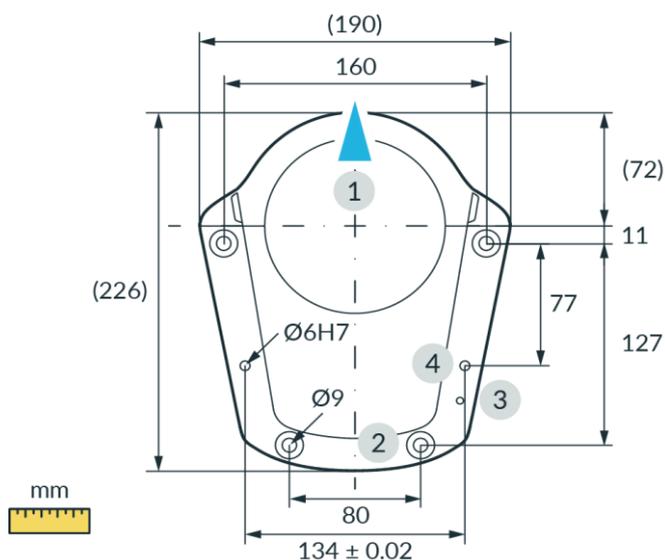


Fig. .1014 : Dima di foratura

1	Parte anteriore	3	Filettatura per terra funzionale M5
2	Fori per viti M8	4	Fori per perni di allineamento $\varnothing 6$ H7

10.3.2 Controllo

Luogo di installazione

Posizionare il Controllo in orizzontale nella posizione prevista.

Alternativa:

Installare il Controllo in un rack progettato per apparecchiature da 19 pollici. Per ulteriori informazioni, consultare il capitolo 10.2 "Installazione corretta Sito".

AVVISO

Il collegamento all'alimentazione deve essere effettuato tramite un'apparecchiatura adeguata, ad esempio utilizzando il cavo specifico per il paese in dotazione.

Assicurarsi che l'alimentazione e l'interruttore principale siano facilmente accessibili.

Ventilazione adeguata

AVVISO

Il calore prodotto dai componenti elettronici di potenza e dai moduli all'interno del Controllo viene dissipato attraverso un sistema di ventilazione interna.

- Installare il Controllo in un luogo adeguatamente ventilato.
- Non esporre il Controllo alla luce diretta del sole.
- Posizionare il Controllo a una distanza sufficiente tra le ventole anteriori/posteriori e i componenti di copertura (40 mm su entrambi i lati).
- Assicurarsi che le ventole del Controllo non siano coperte da sporcizia.

AVVERTENZA

Apparecchiature pesanti

A causa del peso morto e in parte del design geometrico, il sollevamento e la movimentazione dell'apparecchiatura possono causare lesioni alla schiena e, in caso di caduta, gravi lesioni alle dita di mani, piedi e piedi.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad esempio, scarpe di sicurezza) durante il trasporto, il montaggio e lo smontaggio dell'apparecchiatura.
- L'apparecchiatura deve essere posizionata su superfici piane per evitare che si inclini o scivoli.
- Attenersi alle norme aziendali sul sollevamento dei carichi e sui dispositivi di protezione individuale.

10.4 Montaggio del braccio

Il braccio deve essere collegato saldamente alla piastra di base con quattro viti di dimensioni adeguate. A tale scopo, sulla flangia di base del braccio sono presenti quattro fori con un diametro di 9 mm.

Per sollevare il braccio, utilizzare solo i punti di sollevamento previsti.

Strumenti e materiali necessari

- Le rondelle e le viti dipendono dalla superficie su cui è montato il robot. Per maggiori dettagli, consultare la tabella sottostante.
- 1x vite a testa cilindrica con esagono cavo M5x8 (classe di resistenza 8.8 A2K)
- 1x rondella dentata M5 (classe di resistenza A2K)
- Chiavi dinamometriche per serrare le viti con 30 Nm

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

	Robot su tavolo in alluminio	Robot su tavolo in acciaio	Robot su profili di alluminio ITEM
Viti	ISO 4762 - M8x25 - 10.9	ISO 4762 - M8x20 - 10,9 (comprese nella fornitura)	
Rondelle	ISO 7089-8,4-HV300 Rondelle (comprese nella fornitura)		
Lunghezza minima della filettatura	16 mm	11 mm	Profili di costruzione della linea 8
Coppia di serraggio	30 Nm		
Altro			Utilizzare esclusivamente i dadi M8 con cava a T per impieghi gravosi ITEM 0.0.420.83.

AVVISO

Danni materiali al braccio

Se il braccio viene spostato con la forza in stato di blocco, si verifica uno slittamento momentaneo delle parti interne che causa la perdita della calibrazione e il danneggiamento del braccio.

- Maneggiare, sollevare e trasportare il braccio solo nei punti indicati in questo manuale per evitare di sollecitare eccessivamente le articolazioni del braccio.
- Il braccio deve essere maneggiato con delicatezza anche quando viene impostato e acceso o spento.

AVVISO

Assicurarsi che le forze e le coppie massime siano supportate durante il funzionamento statico e dinamico. Per ulteriori informazioni, consultare la sezione Piattaforma stabile in 10.3 "Preparazione del sito di installazione".

Condizioni preliminari

- Per il montaggio del braccio sono necessarie due persone.
- Preparazione della piastra di base. Vedere la sezione Preparazione della piastra di base nel capitolo 10.3 "Preparazione del sito di installazione".

Procedura

1. Sollevare il braccio.
2. Trasportare il braccio nella posizione prevista.
3. Allineare il braccio ai fori prefissati sulla piastra di base.
4. Persona 1: tenere il braccio.
Persona 2: Utilizzare le quattro viti per montarlo sulla piastra di base con una coppia di serraggio di 30 Nm.

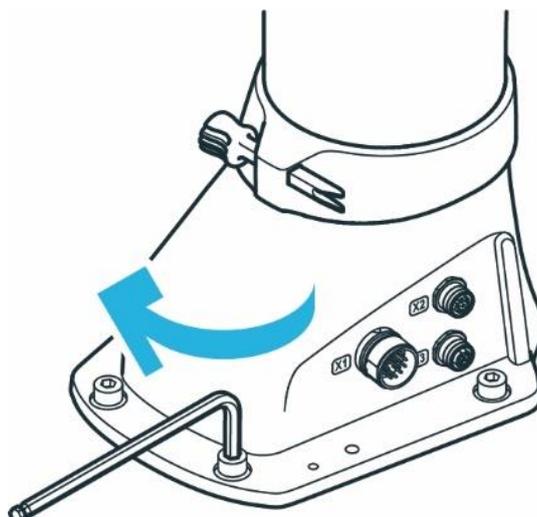


Fig. .1015 : Montaggio del braccio

5. Collegare la terra funzionale alla base del braccio.

Il braccio è montato correttamente sulla piastra di base.

AVVISO

Il braccio non deve essere alimentato finché non viene convalidato il montaggio corretto.

10.5 Posizionamento del comando

⚠ ATTENZIONE

Attrezzatura pesante

A causa del peso morto e in parte del design geometrico, il sollevamento e la movimentazione dell'apparecchiatura possono provocare lesioni alla schiena e, in caso di caduta, gravi lesioni alle dita di mani, piedi e piedi.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad esempio, scarpe di sicurezza) durante il trasporto, il montaggio e lo smontaggio dell'apparecchiatura.
- Il Control deve essere posizionato su superfici piane per evitare che si inclini o scivoli.
- Attenersi alle norme aziendali sul sollevamento dei carichi e sui dispositivi di protezione personale.

AVVISO

Danni materiali al braccio e al controllo

Se il braccio viene spostato con la forza in stato di blocco, si verifica uno slittamento momentaneo delle parti interne che causa la perdita della calibrazione e il danneggiamento del braccio.

- Evitare gli urti.
- Riporre con cura i dispositivi.
- Conservare e trasportare sempre i dispositivi nella loro confezione originale, anche all'interno di edifici.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

Posizionamento

Procedura

1. Persona 1: Afferrare il Controllo nelle posizioni di sollevamento indicate.
2. Persona 2: Rimuovere l'imballaggio in schiuma dal Controllo.
3. Posizionare il Controllo in orizzontale nella posizione prevista e assicurarsi che la ventilazione sia adeguata.

Opzione alternativa:

Fissare il Controllo in un rack progettato per unità da 19 pollici. Per ulteriori informazioni, consultare il capitolo 10.2 "Installazione corretta Sito".

10.6 Cablaggio e installazione elettrica

Condizione del suono

PERICOLO

Fili danneggiati o installazione elettrica inadeguata

Rischio di lesioni personali dovute a scosse elettriche e danni materiali.

- Utilizzare il Franka Research 3 solo se le condizioni tecniche sono buone.
- Installare il sistema di arresto di emergenza e le periferiche di sicurezza solo con personale qualificato.
- Controllare i cavi e le installazioni elettriche.

ATTENZIONE

Fili e cavi scoperti

Gli operatori possono inciampare e cadere a causa di fili e cavi esposti nell'area di lavoro massima. Pertanto:

- Posare sempre i cavi in modo sicuro.

AVVISO

Al sistema possono essere collegati solo dispositivi con isolamento galvanico fino a 60 V nella porta Ethernet.

AVVISO

Non scambiare o scollegare il braccio collegato mentre il Controllo è acceso.

10.6.1 Schema di connessione

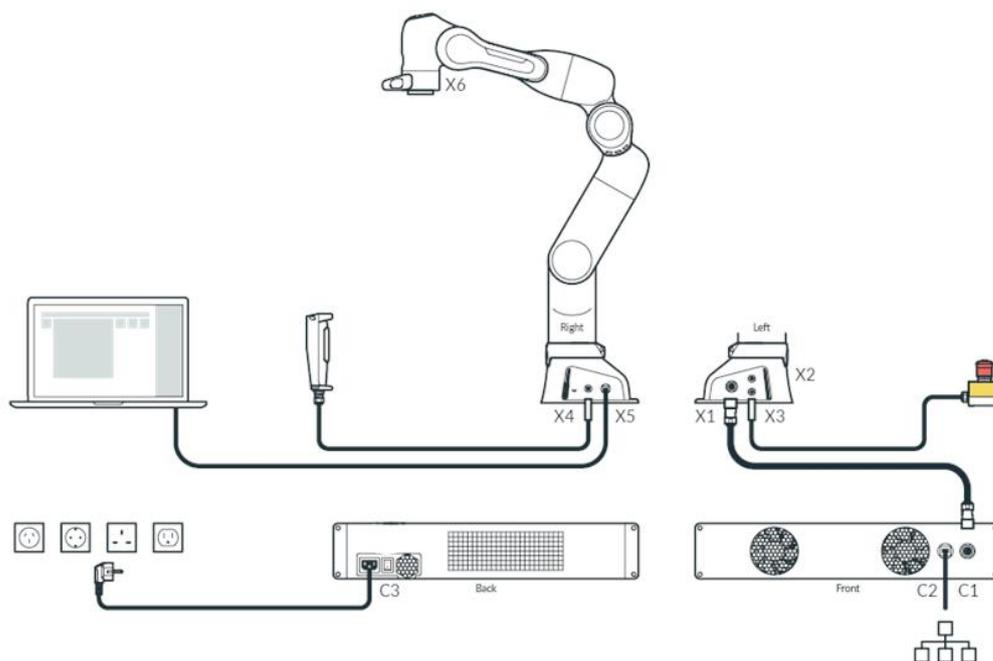


Fig. .1016 : Schema di collegamento generale

10.6.2 Interfacce

X2 - I/O digitali

L'interfaccia X2 si trova alla base del robot. Fornisce un'interfaccia hardware per ingressi e uscite digitali non sicuri. Questa interfaccia non è abilitata in tutte le versioni software, soprattutto quelle più vecchie.

Gli ingressi e le uscite e l'alimentazione a 24 V fornita da X2 sono isolati galvanicamente dal sistema del robot e dalle altre interfacce del robot.

Il connettore è un connettore M12 femmina a 8 pin con codifica A.

L'alimentazione a 24 V è pilotata dal robot. Non è necessario né consentito alimentare questi pin. La corrente di uscita massima totale per i pin a 24 V e le uscite digitali è di 500 mA.

Caratteristiche di ingresso

- Ingresso a 24 V secondo IEC 61131-2 tipo 3
- Filtro di ingresso passa-basso a 15 kHz
- Frequenza di campionamento 1 kHz

Caratteristiche di uscita

- Livello alto di uscita 24 V CC; corrente di uscita per uscita max. 250 mA
- Frequenza di aggiornamento 1 kHz

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

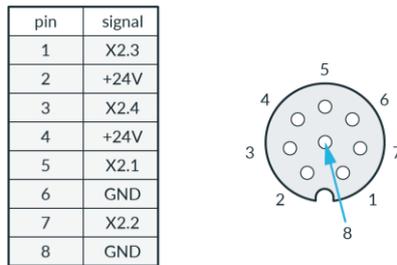


Fig. .1017 : Interfaccia X2

X3 - Ingressi sicuri

Gli ingressi sicuri (X3.n) hanno sempre due canali separati, denominati A e B. Ogni canale è implementato tramite i suoi pin p e n, che devono essere collegati tramite un interruttore flottante. Durante il funzionamento regolare, entrambi i canali devono trovarsi nello stesso stato (aperto/chiuso) e non devono essere collegati; qualsiasi altro stato innescherà un guasto nel sistema di sicurezza.

Gli ingressi di sicurezza sono isolati galvanicamente dal sistema del robot e dalle altre interfacce del robot, sebbene tutti gli ingressi di sicurezza condividano un dominio elettrico comune, indipendentemente dal connettore dell'interfaccia.

L'interfaccia X3 si trova alla base del braccio del robot e trasporta tre segnali di ingresso sicuri. X3.1 fornisce l'integrazione dell'arresto di emergenza del robot, X3.2 e X3.3 forniscono due ingressi di sicurezza liberamente configurabili. Il connettore è un connettore M12 femmina a 12 pin con codifica A.

Caratteristiche del dominio elettrico degli ingressi di sicurezza per X3:

- tensione del segnale 24 V; corrente del segnale 30mA

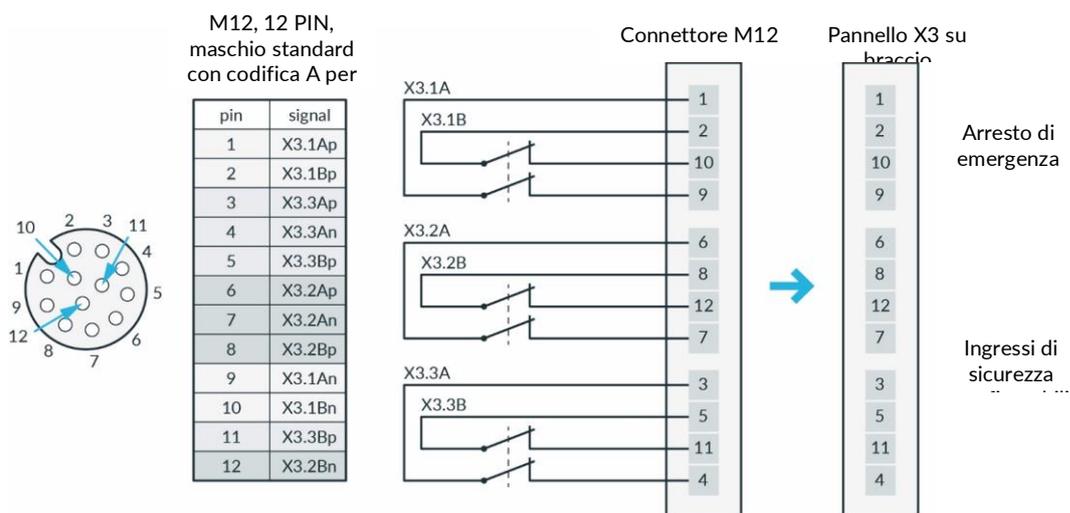


Fig. .1018 : X3 - Ingressi sicuri

X4 - Abilitazione esterna

L'interfaccia X4 si trova alla base del braccio robotico e trasporta un segnale di ingresso sicuro. Il connettore è un connettore M12 femmina a 4 pin con codifica A. Questo connettore è destinato al collegamento temporaneo del dispositivo di abilitazione esterna durante le fasi operative in cui è necessario.

Se possibile, utilizzare sempre il dispositivo di abilitazione esterno in dotazione.

Nota

Se si utilizza un dispositivo di abilitazione esterno separato, il dispositivo di abilitazione esterno deve essere conforme alle norme IEC 60204 1 e DIN EN 60947 5 8.

X5 - Rete robot

Il connettore X5 si trova sulla base del robot e fornisce la rete interna del robot tramite una presa Ethernet. La rete del robot è dotata di un server DHCP integrato. Il dispositivo operativo può essere collegato a X5. Inserendo l'URL robot.franka.de, è possibile accedere all'interfaccia web Franka UI del robot. L'indirizzo IP dell'interfaccia X5 può essere configurato nelle impostazioni.

L'impostazione predefinita prevede l'indirizzo IP 192.168.0/24. Il robot è quindi raggiungibile all'indirizzo IP 192.168.0.1. Il server DHCP assegna ai client indirizzi nell'intervallo 100-150, cioè con le impostazioni predefinite 192.168.0.100 a 192.168.0.150.

X6 - Effettore finale

L'interfaccia X6 si trova sul polso del braccio del robot e trasporta i segnali del robot collegandoli all'effettore finale. Il connettore è un Binder a 8 pin femmina Snap-in IP67 serie 620.

pin	signal
1	48V
2	CAN_H
3	CAN_L
4	reserved
5	reserved
6	reserved
7	reserved
8	GND

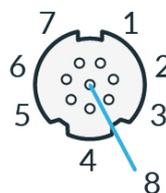


Fig. .1019 : Interfaccia X6

- Tensione nominale 48 ± 3 VCC.
- Corrente di mantenimento nominale 0,5 A a 25°C.
- Carico capacitivo massimo 220 μ F.

L'interfaccia del dispositivo finale non scambia informazioni relative alla sicurezza. Non sono previsti mezzi discreti o basati su protocollo per il trasferimento sicuro dei dati. Su questa interfaccia non è disponibile l'alimentazione a 48 V se SEEPO è attivo. L'alimentazione dell'end effector non prevede la messa a terra.

Se si collegano altri dispositivi, verificare che la funzione prevista funzioni come previsto.

C2 Collegamento di rete

L'interfaccia C2 si trova sul lato anteriore della centralina. Fornisce una connessione Ethernet attraverso la quale la centralina può essere collegata a una rete di sistema/aziendale e anche a Internet.

La connessione di rete può essere configurata nelle impostazioni. Il client DHCP è attivato per questa interfaccia nelle impostazioni predefinite. È anche possibile impostare manualmente la connessione di rete per l'integrazione in una rete esistente. Si noti che la rete del robot e la rete aziendale non devono avere un intervallo di indirizzi IP identico.

10.6.3 Collegamento della terra funzionale

AVVISO

È necessario collegare la terra funzionale per soddisfare i livelli EMC dichiarati.

Materiale richiesto

- Vite con filettatura M5
- 1x rondella dentata M5
- Cavo di terra funzionale

Si consiglia di utilizzare un cavo Cu di sezione minima di 1,5 mm², con una lunghezza massima di 5 m.

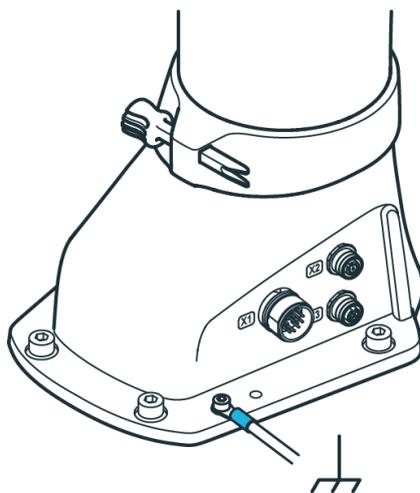


Fig. .1020 : Collegamento della messa a terra funzionale

Procedura

1. Collegare la messa a terra funzionale alla filettatura M5 della base del braccio nella posizione indicata su un lato e a una parte vicina e ben collegata a terra (ad esempio, una barra di messa a terra in metallo solido) sull'altro lato.
2. Posizionare la rondella dentata M5 nella posizione indicata sulla base del braccio per la messa a terra funzionale.
3. Fissare il capocorda del cavo di terra funzionale con la vite M5.
4. Collegare l'altro lato del cavo a una parte vicina e ben messa a terra (ad esempio, una barra di messa a terra in metallo solido).

AVVISO

La sicurezza elettrica del sistema non dipende dal collegamento a terra funzionale. Un collegamento funzionale a terra non è adatto a propagare il collegamento di protezione alle apparecchiature collegate, come gli attuatori. Tutte le apparecchiature nelle vicinanze del robot devono essere installate in conformità ai rispettivi requisiti elettrici, compreso il collegamento di protezione, se applicabile.

10.6.4 Cablaggio

AVVISO

Il cavo di collegamento del braccio, il cavo dell'arresto di emergenza, il cavo del dispositivo di abilitazione esterno e i cablaggi specifici dell'utente non devono essere sottoposti a condizioni straordinarie:

- manipolazione meccanica e trascinamento su superfici ruvide (abrasione)
- Funzionamento senza guide (attorcigliamento)
- Rulli di guida e guida forzata, avvolgimento e riavvolgimento su tamburi per cavi (stress)
- Elevate sollecitazioni di trazione, piccoli raggi, piegatura su un altro piano e/o frequenti cicli di lavoro.

Braccio di collegamento al controllo

Materiale richiesto:

- Cavo di collegamento

AVVISO

Per il collegamento elettrico tra il braccio e il controllo si devono utilizzare esclusivamente i cavi di collegamento forniti da Franka Robotics.

Procedura

1. Posizionare con cautela la porta del connettore (sito femmina) sul connettore X1 e assicurarsi che la marcatura triangolare sia rivolta verso l'alto.

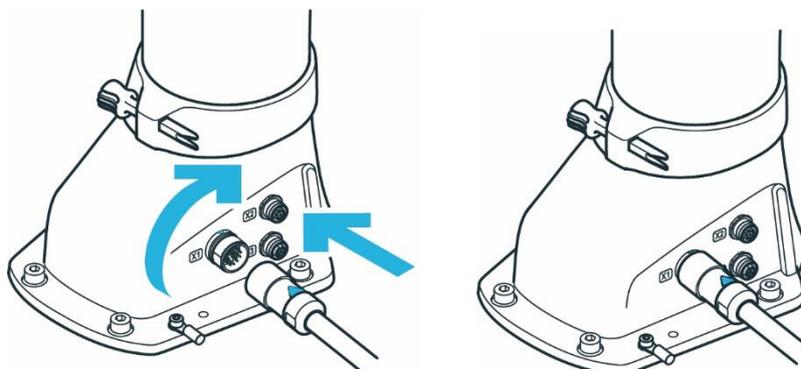


Fig. .1021 : Collegamento del cavo di collegamento al braccio

2. La spina stessa viene inserita nella porta del connettore ruotando la parte anteriore mobile del connettore.
3. Girare a mano e verificare il corretto inserimento tirando leggermente la spina.
4. Applicare lo stesso principio per collegare l'altra estremità del cavo di collegamento (sito maschio) con il connettore C1 sulla parte anteriore del Control.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

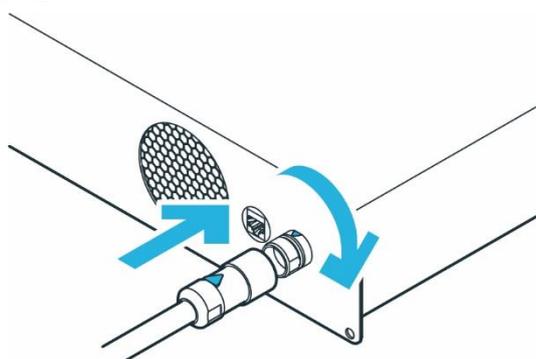


Fig. .1022 : collegamento del cavo di collegamento al controllo

Collegamento del dispositivo di abilitazione esterno

Materiale necessario:

- Dispositivo di abilitazione esterno in dotazione

Procedura

1. Assicurarsi che il perno di guida sia orientato nella giusta direzione.
2. Dispositivo di abilitazione esterno al connettore X4.

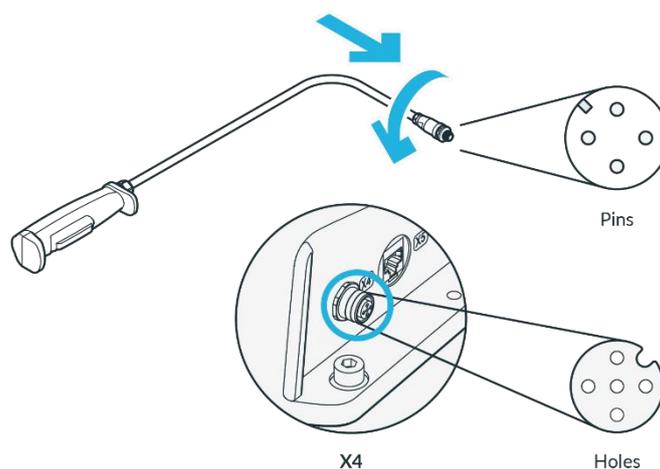


Fig. .1023 : Collegamento del dispositivo di abilitazione esterno

3. La spina stessa viene inserita nella porta del connettore ruotando la parte anteriore mobile del connettore.
4. Girare a mano.

Collegamento del dispositivo operativo (per il funzionamento tramite Franka UI)

Materiale necessario:

- Dispositivo di interfaccia (vedi capitolo 11.4 "Configurazione iniziale ")
- Cavo Ethernet con connettore RJ 45 (non incluso)

Procedura

- Collegare il dispositivo di interfaccia e il connettore X5 della base del braccio con il cavo Ethernet.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

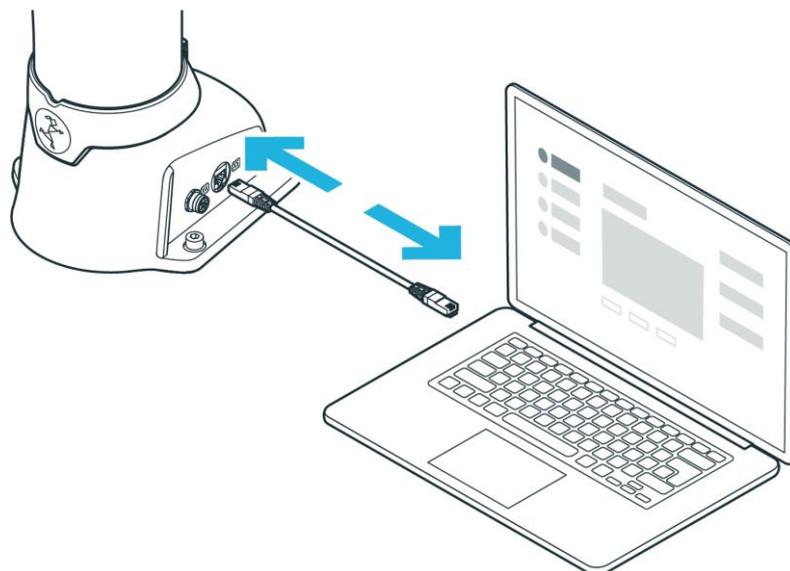


Fig. .1024 : Collegamento del dispositivo di comando

Collegamento del Controllo all'alimentazione

AVVISO

Assicurarsi di collegare il meccanismo di blocco obbligatorio al connettore C14 del cavo di alimentazione.

AVVISO

Frequenza di alimentazione consentita: 50 - 60 Hz

Tensione di alimentazione: 100 - 240 VCA

Dispersione a terra: < 10 mA

Materiale richiesto:

- Cavo di alimentazione specifico per il paese

Procedura

1. Collegare il cavo di alimentazione al Controllo.
2. Collegare il cavo di alimentazione all'alimentazione.

Collegamento di dispositivi di protezione

Se si desidera collegare dispositivi di sicurezza esterni per rallentare il braccio e/o portarlo all'arresto mediante arresti di categoria 1 o 2 (secondo la norma IEC 60204 1), leggere il capitolo 4.7 "Installazione delle periferiche di sicurezza".

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

ATTENZIONE

Rischio di lesioni

Il collegamento di dispositivi esterni con un'alimentazione separata può compromettere la funzionalità di sicurezza del sistema.

Rischio di lesioni gravi, come schiacciamento, lacerazione della pelle e perforazione da parte del braccio e degli strumenti finali.

- Assicurarsi che le tensioni dei dispositivi collegati siano SELV o adeguatamente isolate dai segnali collegati al sistema.

AVVISO

Danni materiali

Il collegamento di dispositivi esterni con un'alimentazione separata può causare danni al sistema se non si rispettano i valori elettrici.

- Le tensioni nei dispositivi collegati devono essere SELV o adeguatamente isolate dai segnali collegati al sistema.

AVVISO

Danni materiali ai cavi

La manipolazione impropria dei cavi può causare danni ai cavi stessi.

- Non piegare, piegare o arrotolare il cavo di collegamento.
- Posare il cavo di collegamento in modo che non venga sollecitato eccessivamente.

AVVISO

Danneggiamento materiale del braccio o dei terminali

Il collegamento o lo scollegamento non sicuro dei cavi sotto tensione o degli attuatori durante il funzionamento può causare danni alle apparecchiature.

- Non collegare o scollegare i cavi quando Franka Research 3 è collegato all'alimentazione.
- Non collegare o scollegare gli attuatori finali quando il Franka Research 3 è collegato all'alimentazione.

Utilizzo del dispositivo di arresto di emergenza in dotazione

Materiale necessario

- Dispositivo di arresto di emergenza in dotazione o dispositivo di protezione fornito dal cliente (non incluso nella fornitura)
- In caso di utilizzo di un dispositivo di protezione fornito dal cliente: un cavo di collegamento aggiuntivo (non incluso nella fornitura).

Procedura

1. collegare il dispositivo di arresto di emergenza in dotazione al morsetto X3.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

oppure

collegare al collegamento X3 e ai dispositivi di protezione da collegare il connettore di corrispondenza configurato su misura per il cliente (non incluso nella fornitura). Collegare il dispositivo di protezione al connettore X3.

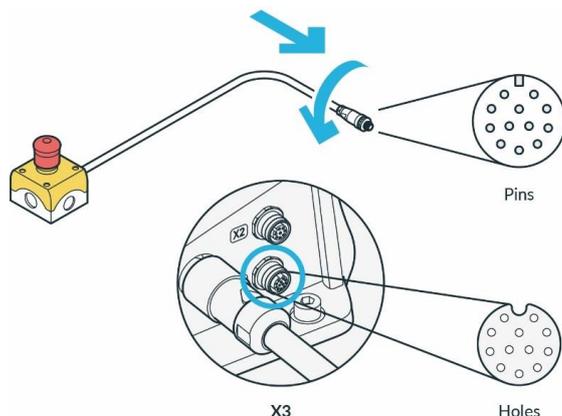


Fig. .1025 : Collegamento del dispositivo di protezione (qui dispositivo di comando dell'arresto di emergenza)

2. La spina stessa viene inserita nella porta del connettore ruotando la parte anteriore mobile del connettore.
3. Girare a mano

Per ulteriori informazioni sugli ingressi sicuri, consultare la sezione "Ingresso sicuro" del capitolo 4.11 "Funzionalità di sicurezza".

Per ulteriori informazioni sulle funzioni di sicurezza, consultare il capitolo 4.11 "Funzionalità di sicurezza".

Per ulteriori informazioni sulle impostazioni di sicurezza, consultare il capitolo **Error! Reference source not found.**

Per ulteriori informazioni sui dispositivi, consultare il capitolo 4.7 "Installazione delle periferiche di sicurezza".

AVVISO

I dispositivi di sicurezza devono essere controllati per verificarne il corretto funzionamento prima della messa in funzione e a intervalli regolari.

10.7 Montaggio dell'effettore finale s

AVVERTENZA

Caduta e/o volo di utensili dagli effettori finali

Gli utensili che rimangono inseriti nell'effettore finale possono trasformarsi in proiettili durante i movimenti successivi del braccio e causare lesioni.

- Non lasciare utensili all'interno del robot.

ATTENZIONE

Modelli appuntiti e taglienti e parti in movimento

Gli end effector collegati possono causare lesioni alle mani, alle dita, alla parte superiore del corpo e alla testa.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad esempio, occhiali di sicurezza).
- L'integratore deve eseguire una valutazione dei rischi di qualsiasi effettore finale collegato.
- Non sostare nell'area di lavoro massima durante il funzionamento.

AVVISO

Il collegamento di dispositivi esterni con un'alimentazione separata può compromettere la funzione di sicurezza del sistema se non si rispettano i valori elettrici.

Inoltre, le tensioni dei dispositivi collegati devono essere SELV o adeguatamente isolate dai segnali collegati al sistema.

Il braccio è dotato di una flangia per il collegamento meccanico di un dispositivo finale. Le informazioni sulla flangia dell'effettore finale sono riportate nel capitolo 10.3.1 "Braccio".

Si noti che l'impugnatura pilota ha una torsione di 45° rispetto alla flangia dell'end effector.

Interfaccia X6 - Effettore finale

La connessione elettrica X6 sulla flangia dell'end effector può essere utilizzata per alimentare l'end effector, se necessario, e per comunicare con il controller tramite il can bus. Si noti che la connessione X6 è stata configurata specificamente per Franka Hand e che altri dispositivi potrebbero non essere compatibili con questa connessione. Se si deve accoppiare un effettore finale che non può essere collegato direttamente a tale porta, è possibile progettare e realizzare un cablaggio esterno per l'alimentazione e il controllo dell'effettore finale.

Per una descrizione dettagliata del cablaggio dell'interfaccia X6, vedere il capitolo 10.6 "Cablaggio e installazione elettrica".

L'interfaccia dell'end effector non scambia informazioni relative alla sicurezza. Non sono previsti mezzi discreti o basati su protocolli per il trasferimento sicuro dei dati. Su questa interfaccia non è disponibile l'alimentazione a 48 V se SEEPO è attivo.

ATTENZIONE

Effettori di apertura e chiusura

Eventuali malfunzionamenti del Controllo possono causare l'apertura e la chiusura imprevista degli attuatori finali.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad es. occhiali di sicurezza).
- L'integratore deve eseguire una valutazione del rischio su ogni effettore finale collegato.
- Non sostare nello spazio di lavoro massimo durante il funzionamento.

ATTENZIONE

Braccio in movimento

Rischio di lesioni gravi, come schiacciamento, lacerazione della pelle e perforazione.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad es. occhiali di sicurezza).
- L'integratore deve eseguire una valutazione dei rischi su qualsiasi effettore finale collegato.
- Non sostare nell'area di lavoro massima durante il funzionamento.

AVVISO

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

Dopo il collegamento di un dispositivo finale, è necessario eseguire una valutazione dei rischi. La valutazione dei rischi dipende dall'attrezzo finale e comprende, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quanto segue:

- Dispositivi finali appuntiti o a spigolo vivo
- Movimento o rotazione di effettori finali affilati e rotanti
- Braccio che si muove inaspettatamente e che porta l'effettore finale a impattare o schiacciare un essere umano.

È necessaria un'ulteriore valutazione del rischio per i rischi di un possibile guasto dell'end effector. La valutazione del rischio di guasto dipende dall'end effector e comprende, a titolo esemplificativo e non esaustivo, i seguenti casi:

- Malfunzionamento del segnale di arresto di protezione che porta al mancato arresto dell'apertura/chiusura dell'effettore finale.
- Valutazione della perdita di potenza dell'effettore finale e delle sue funzioni.
- Guasti di controllo che causano l'apertura/chiusura inaspettata dell'end effector.



Per informazioni sul montaggio e lo smontaggio dell'end effector, consultare il relativo manuale dell'end effector.

10.8 Consigli pratici per l'uso e il posizionamento di Franka Research 3

10.8.1 Consumo di energia

Per il funzionamento standard, il Franka Research 3 richiede una potenza elettrica media di 140-350 W. Temporaneamente, è possibile prelevare dall'alimentatore una potenza elettrica fino a 600 W.

AVVISO

In caso di perdita imprevista di potenza, Franka Research 3 tenta un arresto di Cat. 1. Se l'energia accumulata non è sufficiente, viene eseguito un arresto di cat. 0.

Dopo un arresto di emergenza, il braccio potrebbe aver perso la calibrazione o essere stato danneggiato. Se all'avvio successivo vengono rilevati dei malfunzionamenti, l'utente viene informato e deve seguire le istruzioni del Desk.

10.8.2 Limiti ESD

AVVISO

È necessario collegare la terra funzionale per soddisfare i livelli EMC dichiarati.

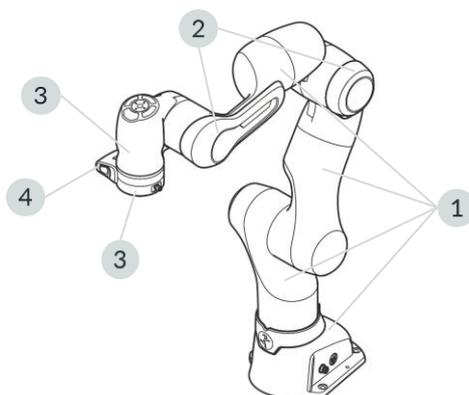


Fig. .1026 : Punti di misura Misurazione ESD

I valori della tabella sono stati misurati a una temperatura di 24,2 °C e un'umidità relativa del 44%.

	Resistenza a terra $R_{(G)}$ [Ohm]	Tensione di superficie [V]	Distanza dall'ESDS [mm]
Robot di rivestimento (1)	$15,5 \times 10^9$	13	0
Paraurti dell'avambraccio (2)	$20,3 \times 10^9$	30	0
Guscio per polso con paraurti (3)	$24,3 \times 10^9$	850	25
Flangia (4)	$50,0 \times 10^3$	0	0
Impugnatura pilota (5)	$25,7 \times 10^9$	279	25
Mano Franka (senza punta delle dita) (6)	$38,1 \times 10^9$	615	25

Le distanze specificate corrispondono alla norma DIN EN 61340-5-1. Per valori superiori a 125 V e 2.000 V è necessaria una distanza di 25 mm.

AVVISO

Si consiglia di verificare le distanze in base ai requisiti dell'applicazione e alla norma DIN EN 61340-5-1.

10.8.3 Progettazione dello spazio di lavoro

⚠ ATTENZIONE

Braccio che si muove inaspettatamente

Rischio di lesioni gravi, come lo schiacciamento di dita, mani, busto e testa.

- Non tenere bordi taglienti nell'area di lavoro massima.
- Non tenere oggetti appuntiti nell'area di lavoro massima.
- Installare il braccio in una posizione di insegnamento ergonomica.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE



Fig. .1027 : Progettazione dello spazio di lavoro

Quando si progetta l'installazione, assicurarsi che lo spazio di lavoro libero intorno al robot sia sufficiente.

AVVISO

Per le procedure di recupero in caso di guasto, potrebbe essere necessario spostare i giunti nelle posizioni di riferimento del braccio. Si raccomanda pertanto di considerare la posizione mostrata di seguito nella pianificazione dell'installazione, in modo che il robot possa raggiungere la posizione di riferimento se necessario.

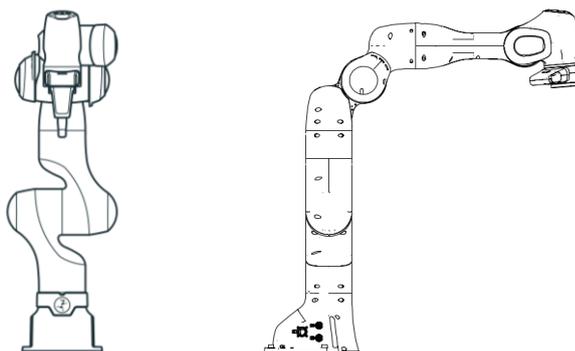


Fig. .1028 : Posizione di riferimento dei giunti del braccio

10.8.4 Sicurezza personale ed ergonomia

Spazio libero per l'arretramento

AVVISO

Le seguenti informazioni su come utilizzare e posizionare il braccio sono consigli pratici e potrebbero non essere esaustive per un'applicazione specifica. Non sostituiscono una valutazione dei rischi e dei pericoli, ma possono suggerire opzioni di disposizione.

Le persone si ritraggono istintivamente di fronte a movimenti inaspettati. Pertanto, l'area in cui l'operatore o altre persone si trovano deve consentire uno spazio sufficiente per ritrarsi o arretrare.

Inoltre, assicurarsi che questo spazio sia libero da ostacoli (ad esempio, cavi, oggetti) per evitare che le persone inciampino e si facciano male.

ATTENZIONE

Braccio in movimento

Rischio di rimanere intrappolati dal braccio.

- Mantenere il braccio alla massima distanza possibile in qualsiasi momento per consentire all'operatore di reagire e ritirarsi.
- Non azionare il braccio mentre lo si abbraccia.
- Non posizionare la testa o altre parti del corpo tra o sotto i segmenti del braccio.
- Non collocare parti del corpo (in particolare mani e dita) tra il braccio, l'effettore finale o oggetti fissi.
- In caso di grave pericolo di vita:
 1. Premere il dispositivo di arresto di emergenza per arrestare il funzionamento del robot.
 2. Estrarre o spingere manualmente il braccio dalla posizione pericolosa.

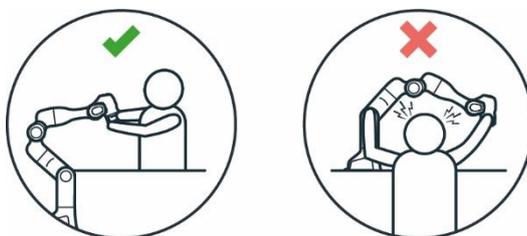


Fig. .1029 : Distanza dal braccio che urta la testa

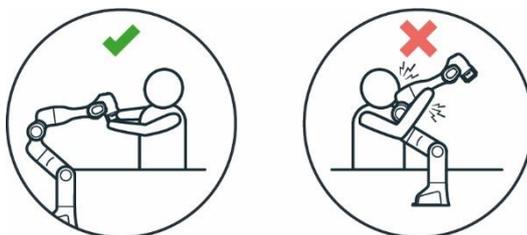


Fig. .1030 : Distanza dal braccio che urta la testa

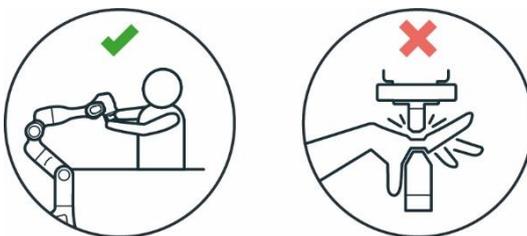


Fig. .1031 : Distanza dal braccio Stringendo la mano

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

Protezione degli occhi

⚠ ATTENZIONE

Movimento imprevisto del braccio e perdita di olio

Il contatto con l'olio fuoriuscito può causare irritazioni agli occhi o alla pelle.

L'uso di varie applicazioni, degli attuatori finali maneggiati e degli oggetti circostanti può provocare schiacciamenti, lacerazioni della pelle e perforazioni.

- Indossare sempre occhiali protettivi.

Abbigliamento e gioielli

⚠ ATTENZIONE

Indumenti sciolti o gioielli che si impigliano nel braccio

Gli indumenti o i gioielli impigliati possono causare uno sbilanciamento e il rischio di caduta del personale.

- Non indossare indumenti larghi o con nastri.
- Non indossare gioielli sciolti, ad esempio collane o braccialetti.



Fig. .1032 : I dispositivi di protezione non indossano gioielli

Ulteriori informazioni

Sulle superfici visibili può comparire della corrosione. Ciò non influisce sulla funzionalità del robot.

AVVISO

Le seguenti informazioni sono pratiche e potrebbero non essere esaustive per quanto riguarda la prevenzione della ruggine. In caso di ruggine, Franka Robotics non si assume alcuna garanzia o responsabilità, poiché la ruggine non compromette il funzionamento.

- Assicurare il rispetto degli intervalli di umidità e temperatura durante l'uso, il trasporto e lo stoccaggio.
- Conservare il robot in materiali che riducano l'umidità, ad esempio in sacchi a secco.
- Lavorare solo con mani pulite e asciutte, soprattutto durante la manipolazione, l'installazione e l'insegnamento di un compito.

10.9 Reimballaggio del braccio

ATTENZIONE

Attrezzatura pesante

A causa del peso morto e in parte del design geometrico, il sollevamento e la movimentazione dell'apparecchiatura possono causare lesioni alla schiena e, in caso di caduta, gravi lesioni alle dita di mani, piedi e dita.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad es. scarpe di sicurezza) durante il trasporto, il montaggio e lo smontaggio dell'apparecchiatura.
- Sollevare sempre l'apparecchiatura con l'aiuto di una seconda persona.
- L'apparecchiatura deve essere posizionata su superfici piane per evitare che si inclini o scivoli.
- Attenersi alle norme aziendali vigenti in materia di sollevamento dei carichi e di dispositivi di protezione individuale.

AVVISO

Danni materiali al braccio, agli attuatori e agli oggetti nello spazio di lavoro massimo

I componenti elettromeccanici sensibili del braccio e degli attuatori finali possono essere danneggiati se questi ultimi sono collegati al braccio mentre lo si porta in posizione di trasporto.

- Prima di portare il braccio in posizione di trasporto, smontare tutti gli attuatori finali e gli attacchi .
- Non lasciare oggetti sciolti nell'area di lavoro massima.

AVVISO

Danni materiali al braccio e al comando

Gli urti meccanici possono danneggiare o perdere la calibrazione dei componenti elettromeccanici sensibili del braccio e del controllo. Evitare gli urti.

- Non appoggiare i dispositivi in modo approssimativo.
- Conservare e trasportare sempre i dispositivi nella loro confezione originale, anche all'interno di edifici.

Trasporto pose del braccio

Per portare Franka Research 3 in modalità di trasporto , utilizzare la funzione Sposta in posa di imballaggio in Impostazioni di Franka UI.

Condizione preliminare

- L'effettore finale e gli accessori devono essere rimossi dal braccio.
- Per adottare la posa di trasporto, il robot deve muoversi liberamente senza essere ingombrato da ostacoli. In caso di ostacoli nella cella del robot, si consiglia di avvicinare il robot alla posa di trasporto tramite una guida manuale.



Per rimuovere gli attuatori dal braccio, consultare le istruzioni contenute nel manuale del prodotto dell'attuatore.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

Procedura

1. Accedere all'interfaccia utente di Franka UI.
2. Fare clic su Impostazioni.
3. Andare su Sistema.
4. A seconda della modalità di esecuzione
 - a. In Programmazione: Fare clic e tenere premuto il pulsante "Passa alla posa del pacchetto".
 - b. In Esecuzione: Fare clic sul pulsante "Passa alla posa di imballaggio" e attendere che il movimento sia terminato.

Il braccio si sposterà automaticamente nella posa di trasporto mentre il pulsante è premuto. Se il robot è in modalità di programmazione, è necessario premere il dispositivo di abilitazione per spostare il robot.

AVVISO

Il sistema monitora la connessione del comando hold-to-run Franka UI con un timeout massimo di 1 s. Se viene rilevata una perdita di connessione mentre viene premuto un comando hold-to-run, il sistema viene arrestato.

Procedura

1. Andare su Impostazioni:

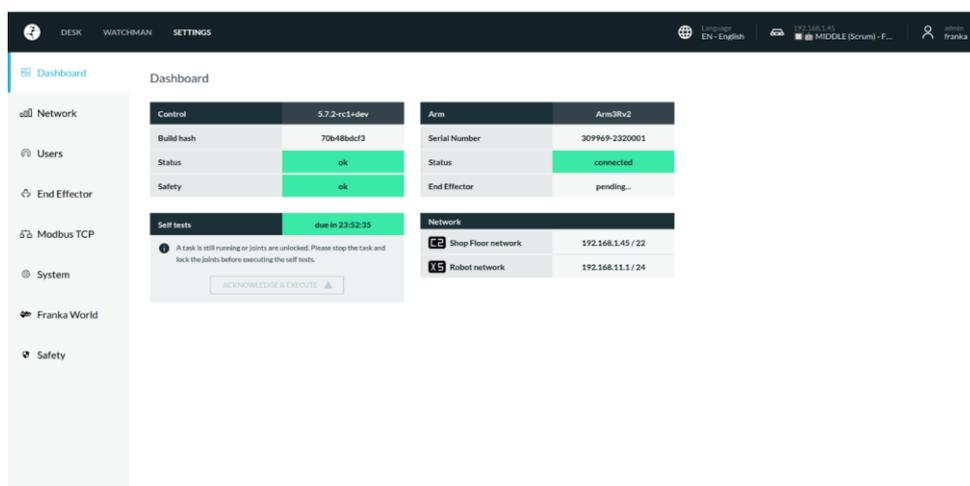


Fig.10 .33: Impostazioni

2. Navigare in Sistema:

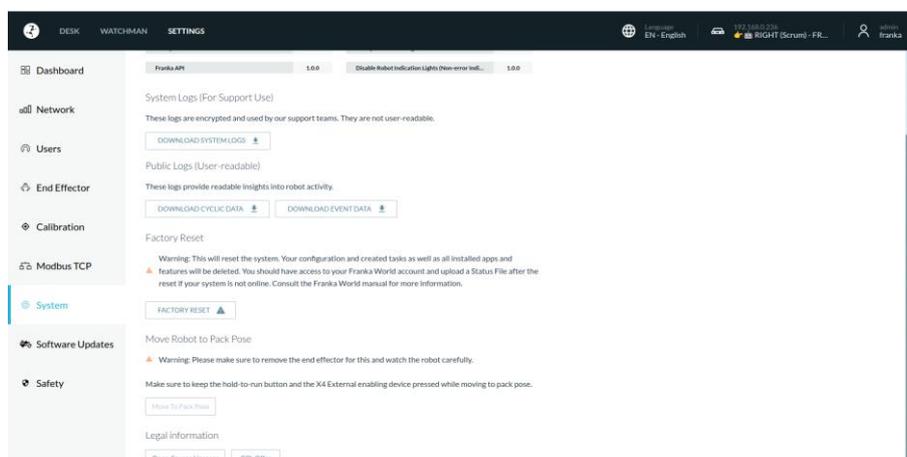


Fig.10 .34: Sistema

3. È necessario sbloccare i freni e tenere premuto x4 per iniziare a muovere il robot (modalità di programmazione):

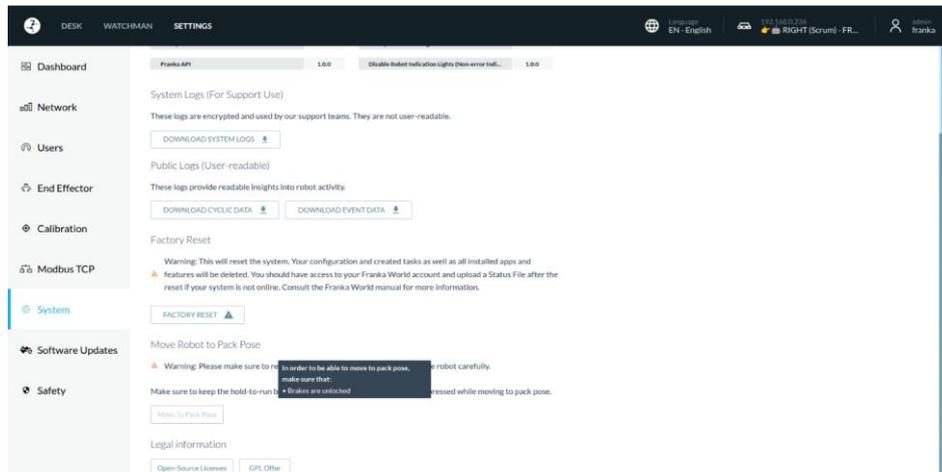


Fig.10 .35: Freni sbloccati

4. È necessario tenere premuto x4 per iniziare a muovere il robot (modalità di programmazione):

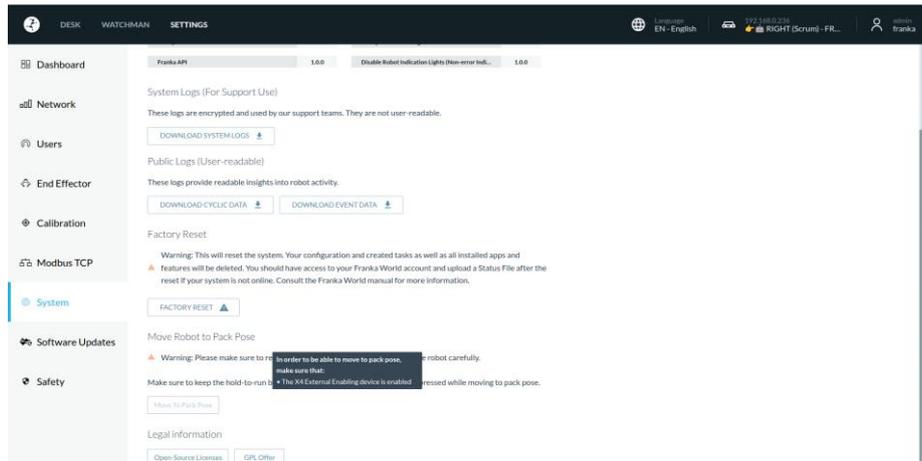


Fig.10 .36: Dispositivo di abilitazione esterno x4

5. È necessario sbloccare i freni per iniziare a muovere il robot (Esecuzione):

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

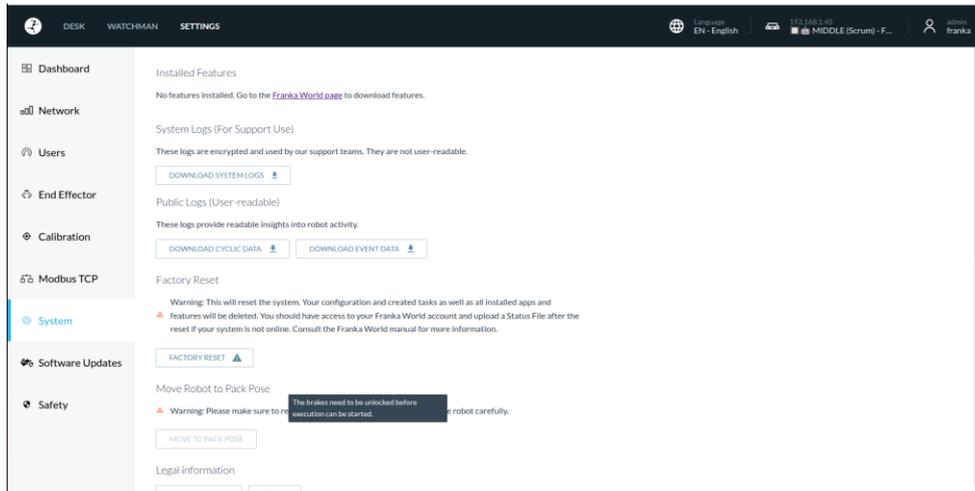


Fig.10 .37: Freni sbloccati modalità di esecuzione

6. Pulsante di spostamento verso la posa del pacco abilitato (Programmazione)

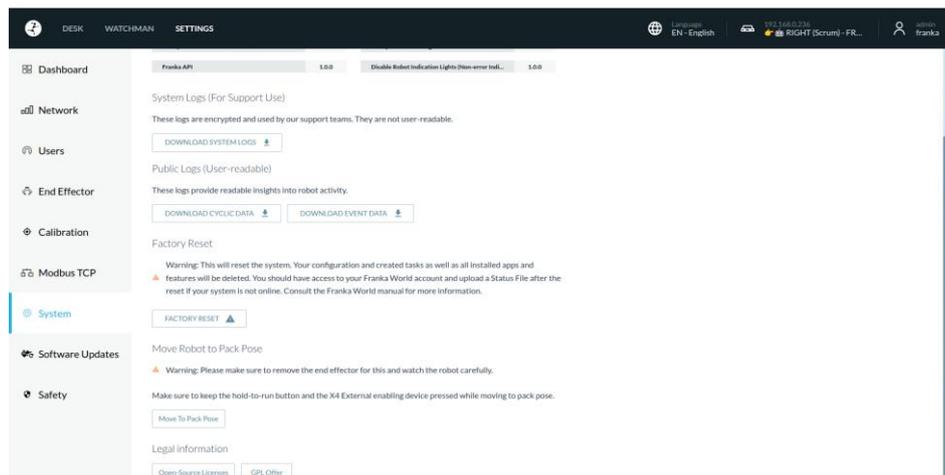


Fig.10 .38: Pulsante Pack pose abilitato in modalità programmazione

7. Pulsante di spostamento verso il Pack Pose abilitato (Esecuzione)

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

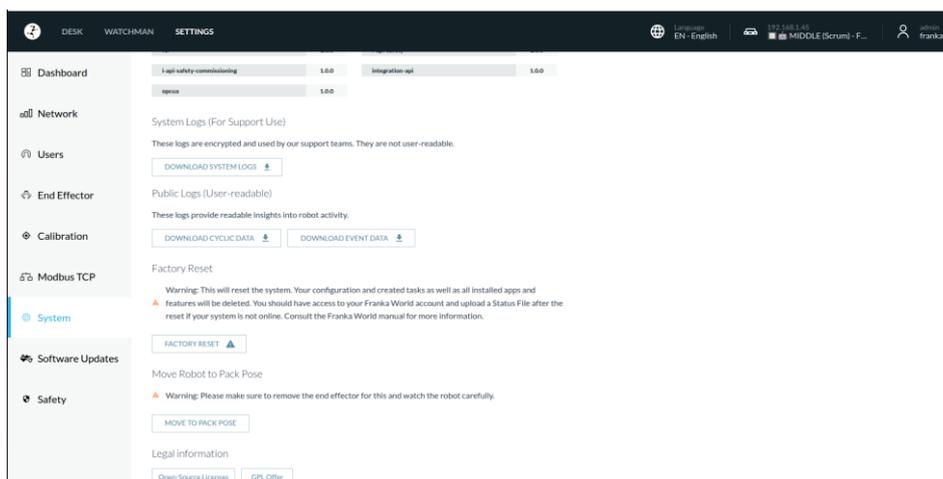


Fig.10 .39: Pulsante Pack pose abilitato in modalità di esecuzione

8. Rilascio x4 prima che il robot raggiunga la posa a pacchetto (modalità di programmazione)

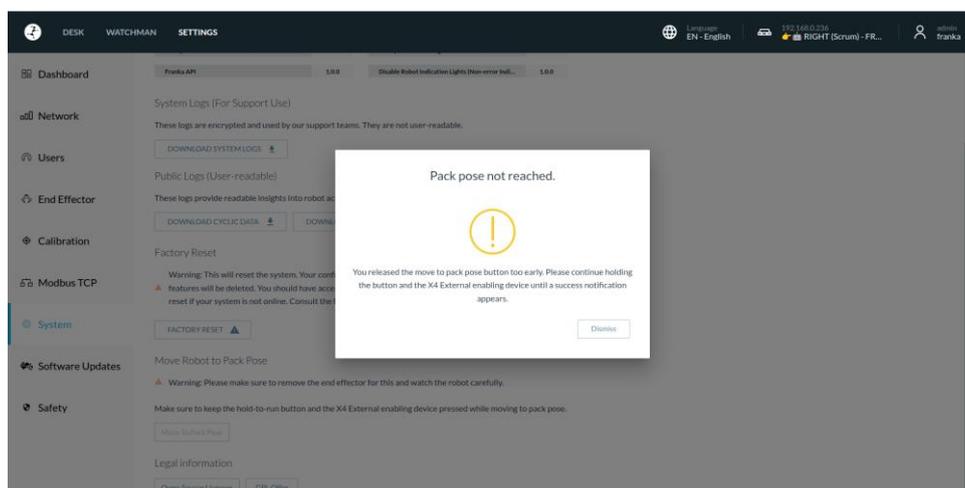


Fig.10 .40: Prima che il robot raggiunga la posa a pacchetto in modalità di programmazione

9. Pulsante Abort Move to Pack Pose (modalità di esecuzione)

AVVISO

L'interruzione non genera alcun dialogo aggiuntivo. Lo schermo torna semplicemente allo stato in cui è abilitato il pulsante 'Passa alla posa di imballaggio' (modalità di esecuzione).

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

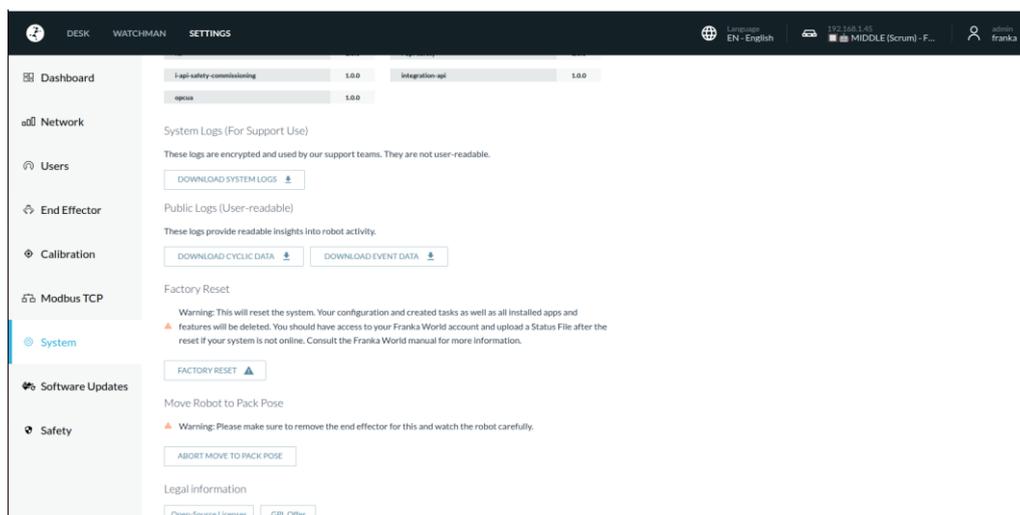


Fig.10.41: Pulsante di interruzione del passaggio alla posa del pacchetto in modalità di esecuzione

10. Spostamento nella posa di impacchettamento completato

AVVISO

Programmazione - L'esecuzione non attiva un ulteriore pop-up.

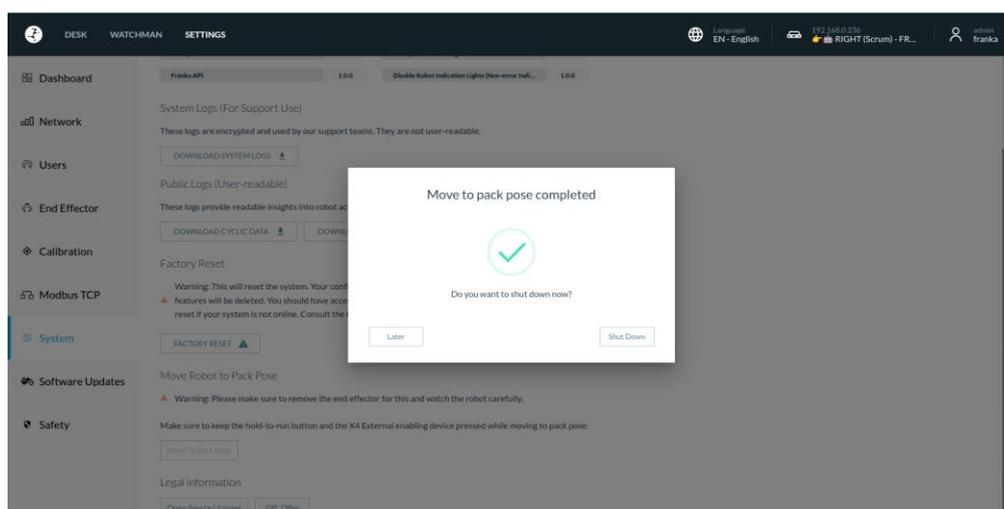


Fig.10.42: posa di spostamento per l'imballaggio completata

Reimballaggio del braccio

Condizione preliminare

- Il robot deve trovarsi nella posa di trasporto.

Procedura

1. Aprire la scatola.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

2. Afferrare il braccio in due nelle posizioni di sollevamento indicate e riporlo con cautela all'interno dello strato protettivo inferiore.

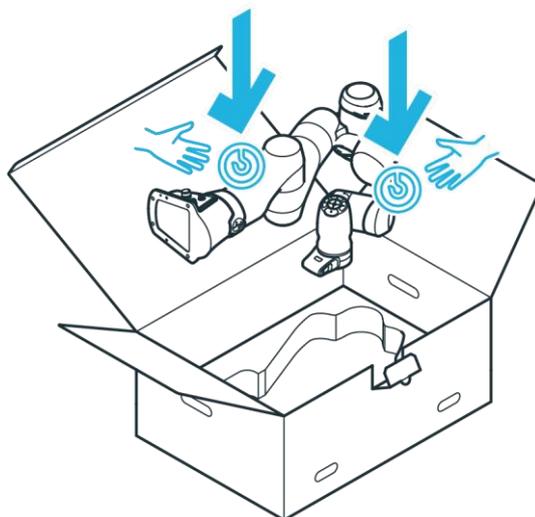


Fig.10 .43: Sollevamento del braccio

3. Inserire lo strato protettivo centrale.

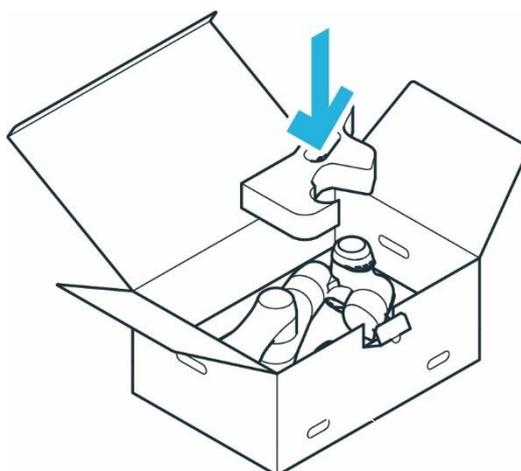


Fig. .1033 : Imballaggio del braccio

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE

4. Inserire lo strato protettivo superiore.

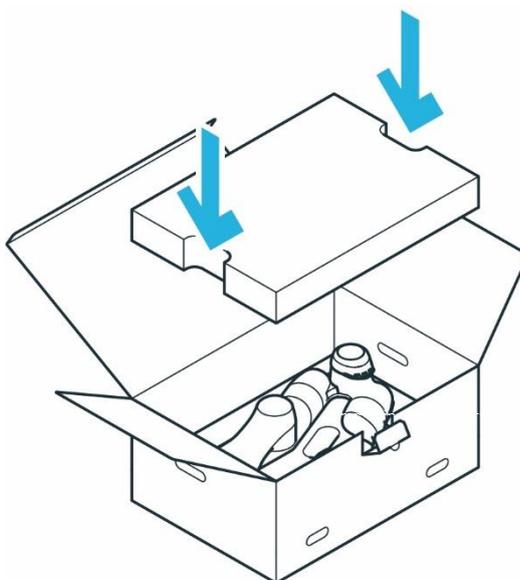


Fig. .1034 : Chiusura della scatola

5. Chiudere il rivestimento in pellicola.
6. Chiudere la scatola sigillandola con le strisce adesive.

11 FUNZIONAMENTO

11.1 Accensione

⚠ PERICOLO

Cortocircuito dovuto alla formazione di condensa quando il dispositivo viene trasportato da un ambiente più freddo a uno più caldo e umido.

Rischio di lesioni mortali dovute a scosse elettriche.

- Lasciare acclimatare i dispositivi dopo il trasporto .
- Non accendere i dispositivi bagnati.

Condizioni preliminari

- I cavi devono essere collegati correttamente.
- L'alimentazione esterna deve essere collegata.
- Lasciare lo spazio di lavoro massimo .

Procedura

1. Accendere il controllo.

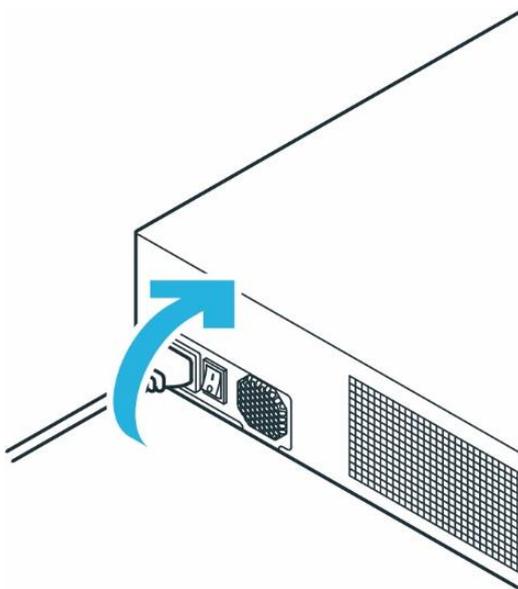


Fig. .111 : Accensione del controllo

Il controllo è ora acceso.

FUNZIONAMENTO

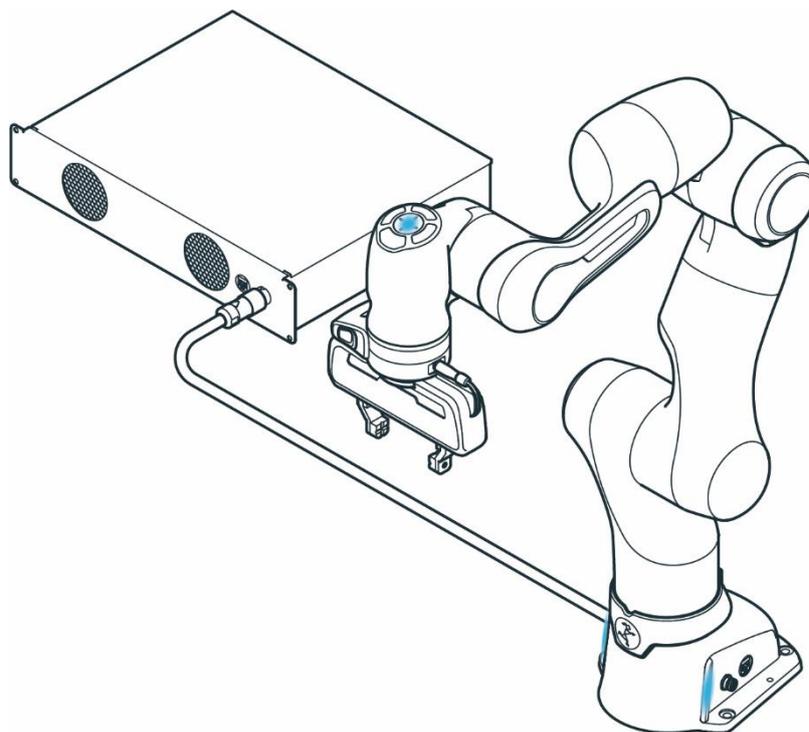


Fig. .112 : Luci di stato blu sul braccio

Si può osservare la seguente sequenza:

- Il sistema di raffreddamento si attiva ed è visibile e udibile.
- L'avvio può richiedere circa 1 minuto.
- Le luci di stato sul Pilota e su entrambi i lati della base iniziano a lampeggiare.
- Al termine dell'avvio, la luce di stato sarà sempre blu, a indicare che il robot è fermo in modalità di esecuzione.
Se la luce di stato lampeggia in rosso, è presente un errore di sicurezza. Controllare quindi se l'arresto di emergenza è abilitato o se il dispositivo di arresto di emergenza è stato collegato correttamente all'ingresso X3.
- Il sistema di blocco di sicurezza è attivo. I giunti sono ancora bloccati meccanicamente. Per informazioni sullo sblocco del sistema di blocco di sicurezza, vedere la sezione Pre-guida.
- In caso di malfunzionamento, consultare i capitoli 15.1 "Manutenzione", 16 "SERVIZIO E SUPPORTO" e 13.8 "Risoluzione dei problemi"

11.2 Sistema di indicatori LED del robot

Il robot utilizza sei colori distinti di LED per comunicare il suo stato operativo. Queste luci possono essere visualizzate in due modi:

- **Solido (statico)** - che indica uno stato stabile
- **Lampeggiante (Flashing)** - che indica uno stato di transizione o di richiesta di attenzione.

Gli indicatori LED sono visibili in tre punti chiave:

- Interfaccia della scrivania
- Base del robot
- Disco pilota

FUNZIONAMENTO

Ogni combinazione di colori e motivi fornisce informazioni critiche sullo stato attuale del robot e sulla sicurezza dell'interazione con esso. Queste indicazioni visive sono progettate per migliorare la consapevolezza e la sicurezza dell'operatore.

Comportamento di attivazione dei LED

- **LED di base:**
Sempre attivi. Riflettono continuamente lo stato operativo del robot e sono il riferimento principale per lo stato del sistema.
- **LED pilota:**
Sono attivi solo durante la programmazione o la guida manuale. Forniscono un feedback specifico all'interazione dell'utente durante queste modalità.

Lista di controllo per l'avvio per gli operatori

Quando si accende il robot, occorre sempre

1. Verificare che tutti gli indicatori luminosi funzionino correttamente.
2. Assicurarci che i LED siano chiaramente visibili dalla propria posizione di lavoro.
3. Interpretare correttamente le spie per determinare se il robot è in modalità IDLE o TEACH:
 - IDLE o in modalità TEACH
 - Esecuzione di un compito
 - In uno stato di errore o di avvertimento
 - In attesa di input da parte dell'utente

Considerazioni importanti sulla sicurezza

La sicurezza di avvicinarsi al robot in ogni stato dipende dall'analisi dei rischi e dei pericoli specifici dell'applicazione e dagli scenari di sicurezza configurati. Gli indicatori LED aiutano a identificare lo stato del robot, ma non sono funzioni di sicurezza certificate.

In caso di dubbio, utilizzare sempre misure di sicurezza adeguate prima di avvicinarsi al robot:

- Premere l'arresto di emergenza
- Attivare un arresto di protezione
- Confermare lo stato di sicurezza del robot tramite l'interfaccia utente.

Spiegazione degli schemi di lampeggiamento

Schema	Frequenza	Significato
Lampeggio lento	~0,6 Hz (circa 2 lampeggi ogni 3 secondi)	Indica una transizione tra stati o una richiesta di attenzione da parte dell'utente.
Lampeggio veloce	~2 Hz (circa 2 lampeggi al secondo)	Segnala che il movimento sta iniziando, che il robot si sta muovendo lentamente o che il sistema si sta aggiornando.

Errore e perdita di comunicazione

Se un indicatore visivo o il suo dispositivo di controllo rileva una perdita di comunicazione, questa viene segnalata come errore con una luce rossa fissa.

Logica di priorità dei LED

FUNZIONAMENTO

- Il sistema a LED visualizza sempre lo stato più critico.
- Se si verificano più eventi contemporaneamente, viene visualizzato il colore con il significato più elevato.
- All'interno dello stesso livello di priorità, viene visualizzato un solo colore alla volta per evitare confusione.

Tabella di riferimento dei colori dei LED

Categoria	Colore LED	Schema LED	Stato Significato	Azione dell'utente
Stato del sistema del robot	Bianco	Solido	Sistema inattivo o in modalità Teach.	✅ Sicuro da avvicinare. Pronto per l'avvio.
	Bianco	Lampeggiamento lento	Avvio o spegnimento.	⊘ Non interrompere. Attendere fino al completamento.
	Bianco	Lampeggiamento veloce	Aggiornamento del sistema.	⊘ Non scollegare o interrompere. Attendere fino al completamento.
Freni	Giallo	Solido	Freni bloccati/sbloccati.	⚠ Utilizzato durante le operazioni di frenatura.
	Giallo	Lampeggiante lento	In attesa del completamento dell'avvio.	⌚ Attendere fino al giallo fisso o all'istruzione successiva.
Avvertenze	Giallo	Solido	Stato di avviso.	⊘ Non avvicinarsi. Controllare l'interfaccia utente.
	Giallo	Lampeggiante lento	Avviso: è necessaria l'interazione dell'utente.	⚠ Controllare l'interfaccia utente e confermare l'avviso.
	Rosso	Solido	Errori gravi (ad es. sicurezza, sistema, comunicazione).	⊘ Non avvicinarsi. Indagare tramite l'interfaccia utente.

FUNZIONAMENTO

Categoria	Colore LED	Schema LED	Stato Significato	Azione dell'utente
Errori di sicurezza	Rosso	Lampeggiamento lento	Violazione della sicurezza o errore dell'applicazione.	 Controllare l'interfaccia utente. Avvicinarsi solo se sicuri e addestrati.
	Rosso	Lampeggiante veloce	Recupero dell'errore in corso.	 Attendere o resettare tramite l'interfaccia utente.
	Rosso	Lampeggiante	È necessario un input per recuperare l'errore. Il recupero dell'errore è possibile con l'input dell'utente (ad esempio, i limiti del giunto sono stati superati durante la guida manuale).	 Sbloccare il giunto o resettare per riprendere il funzionamento.
Esecuzione	Verde	Solido	Attività in esecuzione autonoma.	 Non avvicinarsi. Il robot si sta muovendo.
	Verde	Lampeggiante veloce	L'esecuzione inizierà a breve (ad esempio, conto alla rovescia FCI).	 Non avvicinarsi. Esecuzione imminente.
Modalità di esecuzione collaborativa	Verde	Lampeggiamento lento	Attività attiva in modalità di assistenza.	 Avvicinarsi con cautela. Seguire i protocolli di sicurezza.
Modalità di esecuzione collaborativa	Blu	Solido	Fase di esecuzione pronta. Freni inseriti.	 Avvicinarsi con cautela. Il robot può iniziare a muoversi.
	Blu	Lampeggiamento lento	Freni aperti o modalità collaborativa (nessun compito attivo).	 Il robot potrebbe muoversi leggermente. È sicuro avvicinarsi.
	Blu	Lampeggiante	Esecuzione interrotta. In attesa di feedback.	 Fornire un feedback per riprendere. Robot in pausa.

FUNZIONAMENTO

Categoria	Colore LED	Schema LED	Stato Significato	Azione dell'utente
Conflitti	Magenta	Solido	Rilevato un input in conflitto (ad esempio, guida manuale e automazione).	🚫 Non avvicinarsi. Risolvere il conflitto di input.
	Magenta	Lampeggiante	È necessario un input per risolvere il conflitto.	⚠️ Fornire l'input o la guida per continuare.

11.3 Test rilevanti per la sicurezza di Franka Research 3

11.3.1 Autotest del sistema robotico

Gli autotest di controllo vengono eseguiti mentre il sistema è in funzione. Il braccio viene alimentato una volta per eseguire gli autotest del braccio.

⚠️ ATTENZIONE

Rischio di lesioni dovute alla caduta di oggetti

Durante il ciclo di alimentazione del braccio, l'alimentazione dell'effettore finale viene rimossa. Gli oggetti possono cadere dall'effettore finale e causare lesioni.

- Rimuovere tutti gli oggetti dall'effettore finale.
- Allontanarsi dalla zona di pericolo.

AVVISO

Ogni 24 ore, l'utente deve avviare una diagnostica di sicurezza per rilevare guasti potenzialmente pericolosi durante il funzionamento. Nella barra laterale, il sistema avvisa l'utente 2 ore prima del superamento del tempo.

Se il tempo viene superato, il robot interrompe tutte le operazioni e chiede all'utente di avviare l'autodiagnosi. A tal fine, viene visualizzato un messaggio dal quale è possibile avviare l'autotest.

È anche possibile avviare l'autotest manualmente in qualsiasi momento. A tal fine, procedere come segue

1. Avviare Franka UI sul dispositivo di interfaccia.
2. Andare su "Impostazioni".
3. Passare a "Dashbord".
4. Cliccare sul pulsante "EXECUTE" accanto alla visualizzazione del conto alla rovescia per l'autotest.

⚠️ ATTENZIONE

FUNZIONAMENTO

Caduta di oggetti dagli end effector a causa di un'interruzione dell'alimentazione quando la configurazione SEEPO è attiva

Rischio di lesioni gravi, come schiacciamento, lacerazione della pelle e perforazione da parte del Braccio e degli strumenti finali.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad es. scarpe di sicurezza).
- Utilizzare il tipo di effettore finale appropriato per evitare che gli oggetti cadano.
- Considerare la forma, la consistenza e il peso degli oggetti afferrati nella valutazione del rischio secondo la norma 10218-2. L'uso di oggetti leggeri e/o rotondi può ridurre notevolmente i rischi.

FUNZIONAMENTO

11.3.2 Test regolari delle funzioni di sicurezza

Il funzionamento di alcune funzioni di sicurezza deve essere testato regolarmente. Ciò vale per le seguenti funzioni di sicurezza:

Funzione di sicurezza	Test
Dispositivo di arresto di emergenza	<ol style="list-style-type: none">1. Premere il dispositivo di arresto di emergenza mentre il robot non è attivo.2. Controllare se i freni sono bloccati.
Dispositivo di abilitazione alla guida	<ol style="list-style-type: none">1. Rilasciare il pulsante di abilitazione dell'impugnatura pilota durante la guida. <i>Il robot deve fermarsi.</i>2. Premere completamente il pulsante di abilitazione Pilot-Grip durante la guida. <i>Il robot deve fermarsi.</i>
Dispositivo di abilitazione esterno	<ol style="list-style-type: none">1. Rilasciare il pulsante di abilitazione del dispositivo di abilitazione esterno durante il test di un compito . <i>Il robot deve fermarsi.</i>2. Premere completamente il pulsante di abilitazione del dispositivo di abilitazione esterno durante il test di un compito. <i>Il robot deve fermarsi.</i>
Interruttore collegato a X3.2 o X3.3	<ol style="list-style-type: none">1. Attivare l'interruttore.2. Verificare se la funzione di sicurezza configurata viene attivata di conseguenza.

AVVISO

- Attivare il sistema di arresto di emergenza all'avvio ogni 12 mesi.
- Ricollegare il sistema di arresto di emergenza durante l'avviamento ogni 12 mesi.
- Controllare ogni 12 mesi il funzionamento di tutte le installazioni di sicurezza, ad esempio il sistema di arresto di emergenza.
- Verificare eventuali misure di sicurezza aggiuntive adottate per garantire un funzionamento sicuro.



Per ulteriori informazioni sul sistema di arresto di emergenza, vedere il capitolo 4.7 "Installazione delle periferiche di sicurezza".

11.3.3 Verifica dell'arresto di emergenza

AVVERTENZA

Rischio di lesioni gravi a causa di un dispositivo di arresto di emergenza non funzionante

L'utilizzo di un dispositivo di arresto di emergenza non funzionante per arrestare un'operazione in caso di emergenza può portare a rimanere intrappolati, con conseguenti gravi lesioni, quali schiacciamento, lacerazione della pelle e perforazione del braccio e degli attuatori finali.

- Conservare il dispositivo di arresto di emergenza in un luogo sicuro.

AVVISO

Danni al materiale

L'arresto del dispositivo in un punto sfavorevole del processo può danneggiare l'effettore finale, i pezzi o l'ambiente circostante.

FUNZIONAMENTO

- Utilizzare l'arresto di emergenza solo in situazioni critiche per la sicurezza.

AVVISO

Eventuali danni al braccio quando si preme l'arresto di emergenza non causano danni alle persone, poiché il braccio si arresta in modo sicuro indipendentemente dal danno.

AVVISO

Dopo un arresto di emergenza, il braccio potrebbe aver perso la calibrazione o essere stato danneggiato. Se all'avvio successivo vengono rilevati malfunzionamenti, l'utente ne viene informato.

AVVISO

Tenere conto di altri dispositivi installati, oltre al Franka Research 3, che verranno spenti dall'arresto di emergenza.

ISTRUZIONI DI SICUREZZA

Condizioni preliminari

- Il Franka Research 3 deve essere fermo senza alcuna attività in corso.
- I chiavistelli del sistema di bloccaggio a prova di guasto devono essere aperti.
- Il braccio non deve muoversi.

Procedura

1. Liberare lo spazio intorno al braccio per evitare di danneggiare gli oggetti afferrati o l'ambiente circostante.
2. Utilizzare la guida per portare il braccio in una posizione libera da ostacoli, ad esempio a 200 mm da oggetti fissi.
3. Attivare l'arresto di emergenza.

Il braccio si abbassa leggermente con un rumore di scatto quando cade nelle viti di bloccaggio meccanico.

11.4 Configurazione iniziale

11.4.1 Collegamento di un dispositivo di interfaccia utente

Per il funzionamento e il controllo del robot è necessario un dispositivo operativo esterno sotto forma di PC, laptop o tablet.

Raccomandazione sull'hardware:

- PC, laptop o tablet disponibili in commercio
- Interfaccia Ethernet
- Risoluzione minima 1280x720px, consigliata Full HD (1920x1080 px)
- Funzione multitouch, se si utilizza un tablet.
- Browser consigliati: Chrome, Edge, Safari o Firefox

Procedura:

1. Collegare il dispositivo di interfaccia al connettore X5 della base Arm tramite cavo Ethernet per aprire l'interfaccia di configurazione iniziale.
Per ulteriori informazioni, consultare il capitolo 10.6 "Cablaggio e installazione elettrica".
2. Per ottenere automaticamente l'indirizzo IP tramite DHCP, assicurarsi che il dispositivo di interfaccia abbia attivato il client DHCP.
L'indirizzo IP sarà assegnato automaticamente dopo l'accensione del Franka Research 3.
3. Accedere al browser web preferito.
4. Digitare il seguente URL: robot.franka.de
5. Premere Invio.

Si apre il sito web che mostra l'interfaccia utente di Franka.

11.4.2 Configurazione iniziale "Primo avvio

Dopo aver avviato il Control per la prima volta, è necessario impostare le impostazioni di base del sistema. La configurazione iniziale viene visualizzata nel browser web. Questa configurazione iniziale viene visualizzata anche dopo il ripristino delle impostazioni di fabbrica del Controllo.

Per eseguire la configurazione iniziale, eseguire prima la procedura del capitolo 11.4 "Configurazione iniziale

Collegamento di un dispositivo di interfaccia utente " e poi procedere come segue:

1. Avviare Franka Research 3.
2. Inserire il seguente URL: robot.franka.de
⇒ Si apre l'interfaccia web "First Start" dell'interfaccia utente Franka con la selezione della lingua dell'interfaccia del sistema.

FUNZIONAMENTO

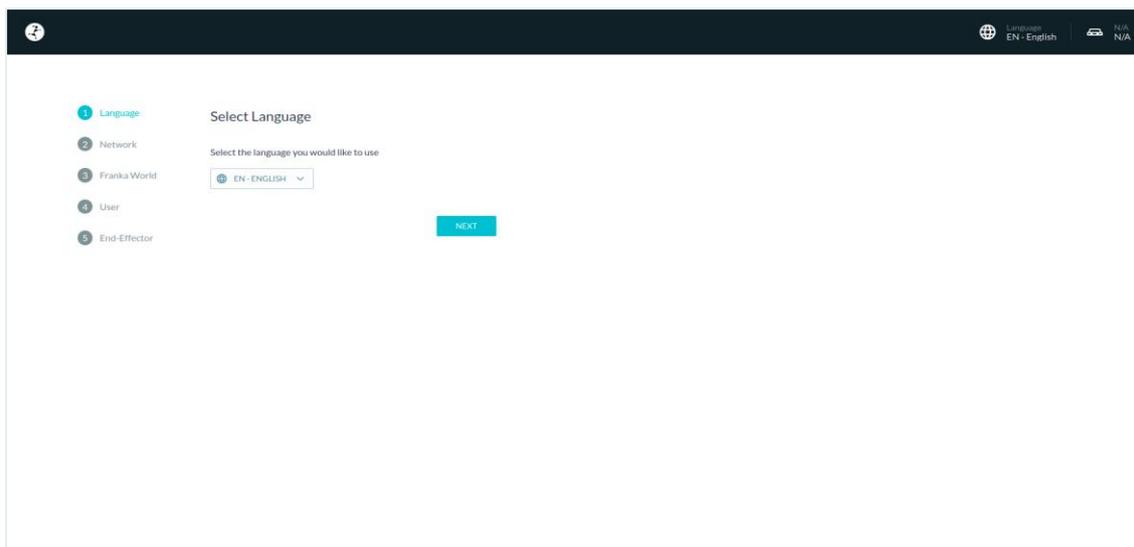


Fig. .113 : Selezione della lingua Configurazione iniziale

3. Fare clic sull'area in cui è indicato l'indirizzo IP del robot nella barra dei menu per scaricare il manuale del prodotto. Assicurarsi di leggerlo attentamente.
4. Selezionare la lingua desiderata per l'interfaccia Franka UI. Cliccare su "NEXT".
 - ⇒ Si apre la pagina di impostazione della connessione di rete.

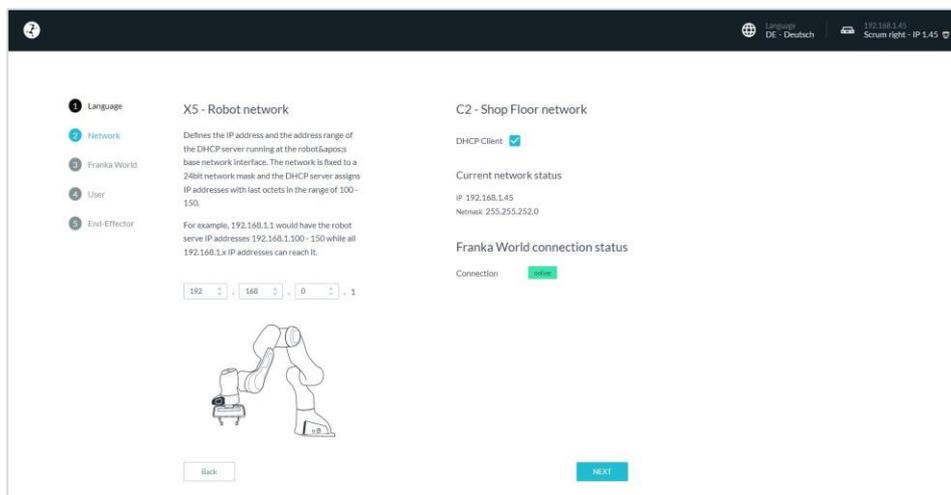


Fig. .114 : Rete Configurazione iniziale

In questa pagina è possibile configurare le connessioni di rete della rete interna del robot e quelle della connessione Internet o della connessione a una rete aziendale.

Se necessario, è possibile modificare il sottoindirizzo della rete del robot. L'impostazione predefinita è 192.168.0.1, mentre l'intervallo di indirizzi può essere utilizzato da 100 a 150.

Per l'accesso alla rete aziendale o a Internet, è possibile selezionare l'uso del client DHCP o eseguire una configurazione manuale.

Lo stato attuale della connessione a Franka World viene visualizzato graficamente.

5. Confermare le impostazioni cliccando su "NEXT".
 - ⇒ Si apre l'interfaccia web per la configurazione/gestione del robot con Franka World.

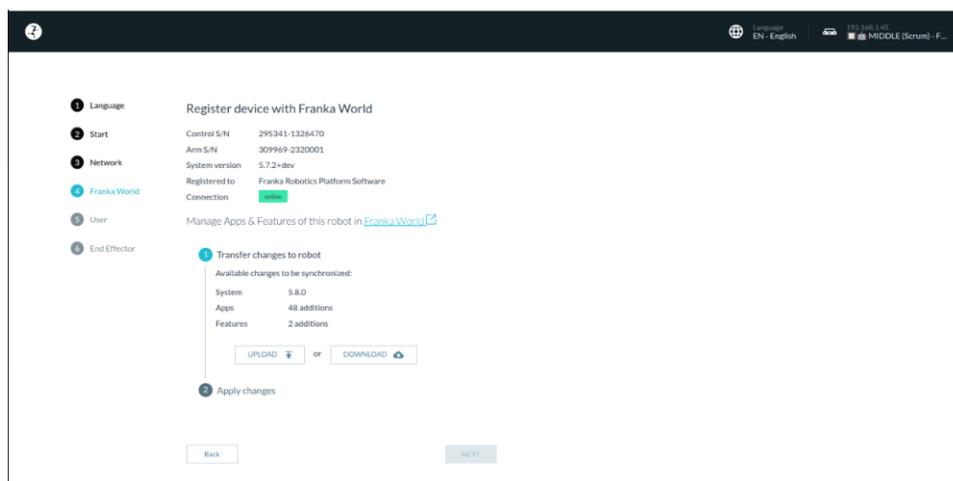


Fig. .115 : Registrazione Franka World

Questa pagina serve per registrare il robot in Franka World e per gestire gli aggiornamenti e le applicazioni.

Quando il Control è connesso a Internet, il robot viene automaticamente registrato in Franka World e viene verificata la disponibilità degli ultimi aggiornamenti del sistema o del software applicativo (App).

La configurazione del robot avviene in Franka World. È possibile aprire Franka World facendo clic sul link.

Per installare gli aggiornamenti del sistema e le applicazioni è necessario un account Franka World (vedere il capitolo 14.2 "Gestione delle applicazioni e delle funzioni").



Per ulteriori informazioni su Franka World si veda il capitolo 14.1 "Franka World".

6. Cliccare su "Download" per trasferire le modifiche disponibili.

Se non è possibile stabilire una connessione a Internet, è possibile aggiornare il dispositivo anche "offline". A tale scopo, leggere il capitolo 14.4 "Aggiornamenti".

7. Dopo il trasferimento dei dati, per completare l'installazione è necessaria una conferma. A tal fine, fare clic su "Applica".

In caso di modifiche rilevanti per il sistema, viene avviato un riavvio. La procedura di primo avvio viene quindi riavviata, ma le impostazioni precedenti vengono memorizzate. In questo caso, confermare tutti i passaggi precedenti con "Avanti".

Dopo che tutte le modifiche disponibili sono state installate nella fase Franka World, è possibile passare alla fase successiva facendo clic su "Avanti".



Per informazioni sugli aggiornamenti del sistema e delle applicazioni, vedere il capitolo 14.2 "Gestione delle applicazioni e delle funzionalità".

⇒ Si apre l'interfaccia web per la creazione dell'amministratore.

FUNZIONAMENTO

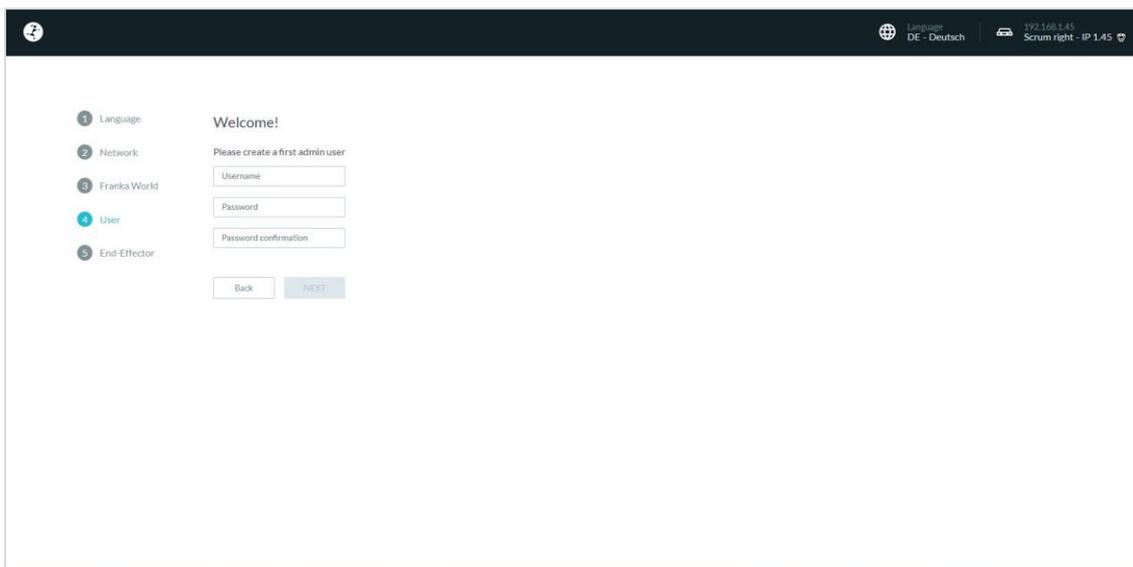


Fig. .116 : Creazione dell'amministratore

8. Creare un utente iniziale di tipo "Amministratore".

Questo utente può continuare la configurazione in seguito e creare altri utenti del sistema. Per ulteriori informazioni sui ruoli, consultare la sezione "Creazione di un amministratore" nel capitolo5 "RUOLI E PERSONALE ".

9. Confermare i dati inseriti facendo clic su "Avanti".

⇒ Si apre l'interfaccia web per la configurazione dell'end effector.

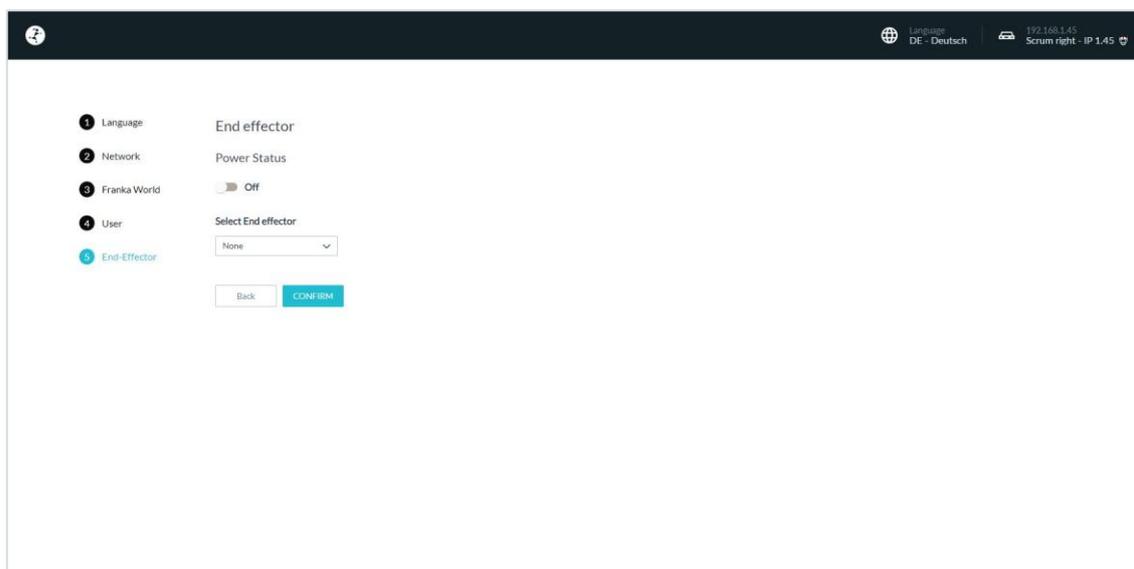


Fig. .117 : Impostazioni dell'end effector

⚠ ATTENZIONE

Movimenti imprevisti durante la guida a causa di effettori finali non correttamente configurati

La massa e l'inerzia dell'effettore finale configurato in modo errato possono portare a forze gravitazionali non completamente compensate. Il conseguente comportamento inaspettato del robot, incluso l'effettore finale, può causare lesioni come schiacciamento, lacerazione della pelle e perforazione.

- Controllare sempre la configurazione dell'effettore finale.

FUNZIONAMENTO

- Quando si copia un'App o un Task già parametrizzato in un altro sistema Franka Research 3, assicurarsi che la configurazione dell'effettore finale rimanga identica a quella originale.

ATTENZIONE

Caduta di oggetti dagli end effector durante l'installazione iniziale

La caduta di oggetti dalla pinza di presa può causare lesioni a mani, dita, piedi e dita dei piedi.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad esempio, scarpe di sicurezza).
- Utilizzare il tipo di pinze più adatto per evitare la caduta degli oggetti.
- Considerare la forma, la consistenza e il peso degli oggetti afferrati nella valutazione dei rischi secondo la norma 10218-2. L'utilizzo di oggetti leggeri e/o rotondi può ridurre notevolmente i rischi.
- Non mettere le mani tra gli oggetti afferrati e quelli solidi (ad esempio, il tavolo).
- Non caricare l'end effector prima dell'avvio, poiché, a seconda dell'end effector installato, i movimenti di "homing" possono essere eseguiti automaticamente al ripristino dell'alimentazione.

10. Configurare l'effettore finale utilizzato sul robot.

Se non è stato montato alcun effettore finale, selezionare "Nessuno" dal menu a discesa. .

Se è stato montato Franka Hand come effettore finale, selezionare "Hand" dal menu a discesa.

AVVISO

Franka Hand non fa parte del robot certificato.

Se si desidera utilizzare un altro effettore finale o regolare la configurazione della mano, selezionare "Definito dall'utente" dal menu a discesa e inserire i valori corrispondenti nei campi di testo. I valori appropriati si trovano solitamente nel manuale dell'end effector.

AVVISO

Le impostazioni dell'end effector potranno essere rielaborate in seguito.

11. Confermare le immissioni facendo clic su "Conferma". La configurazione iniziale è così completata e confermata e viene eseguita un'ultima fase di preparazione.

- ⇒ L'interfaccia di programmazione DESK viene visualizzata nel browser web e l'indicatore di stato del braccio si illumina permanentemente in blu.

11.5 Configurazione dell'interfaccia di controllo Franka (FCI)

Per comandare il robot tramite l'interfaccia di controllo Franka (FCI), è necessario installare la funzione FCI sul dispositivo. Se è già installata sul controller, sarà elencata in Franka UI -> Impostazioni -> Sistema -> Funzioni installate. Per impostazione predefinita, la funzione FCI viene installata automaticamente durante la configurazione iniziale. Se FCI non è già installato, è possibile installarlo su Control con il proprio account Franka World.

Per controllare il robot tramite l'interfaccia di controllo Franka (FCI), il dispositivo operativo deve essere collegato alla porta di rete C2 - Shop floor del controller tramite un cavo Ethernet.

AVVISO

Il controllo tramite FCI è possibile solo tramite la porta di rete C2 - Shop floor. L'utilizzo della porta di rete X5 - Robot sul piede del robot non è adatto all'utilizzo della funzione FCI.

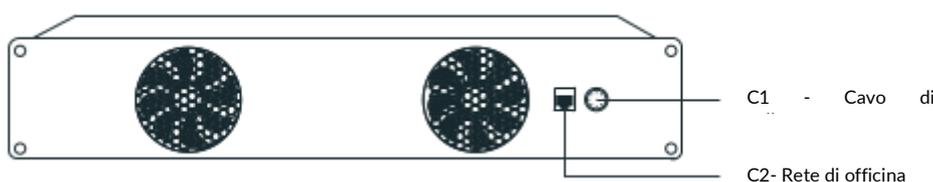


Fig. .118 Collegamento di rete per FCI Utilizzo

11.5.1 Configurazione della rete per il controllo tramite FCI

Le buone prestazioni della rete sono fondamentali per il controllo del robot tramite l'interfaccia FCI. Si raccomanda pertanto di utilizzare una connessione diretta tra il PC della stazione di lavoro e il Controllo. Questa sezione descrive come configurare la rete per questo caso d'uso.

Per azionare e controllare il robot tramite l'interfaccia FCI, si raccomanda un dispositivo operativo esterno sotto forma di PC o laptop con sistema operativo Linux (ad es. Ubuntu).

Raccomandazione sull'hardware:

- PC o laptop con Linux disponibili in commercio
- Interfaccia Ethernet
- Risoluzione min. 1280x720px, consigliata Full HD (1920x1080 px)
- Browser consigliati: Chrome o Firefox

Control e la vostra workstation devono essere configurati per apparire sulla stessa rete. Il modo più semplice per ottenere questo risultato è utilizzare indirizzi IP statici. Qualsiasi due indirizzi sulla stessa rete possono funzionare, ma per questo esempio verranno utilizzati i seguenti valori:

	PC Workstation	Controllo
Indirizzo	172.16.0.1	172.16.0.2
Maschera di rete	24	24

L'indirizzo del Controllo (172.16.0.2) è chiamato <fci-ip> nei capitoli seguenti.

FUNZIONAMENTO

AVVISO

Con questa configurazione di rete, è possibile accedere all'interfaccia utente Franka tramite `https://<fci-ip>`, anche se nel browser verrà visualizzato un avviso di certificato.

La rete del Controllo può essere configurata nelle impostazioni dell'amministratore. Per la durata di questa fase, è possibile collegarsi alla porta di rete X5 - Robot nella base del robot.

Per ulteriori informazioni, consultare il capitolo 11.4.1 "Collegamento di un dispositivo di interfaccia utente".

Per impostare un indirizzo statico, disattivare il DHCP-Client nelle impostazioni di "C2-Shop Floor network".

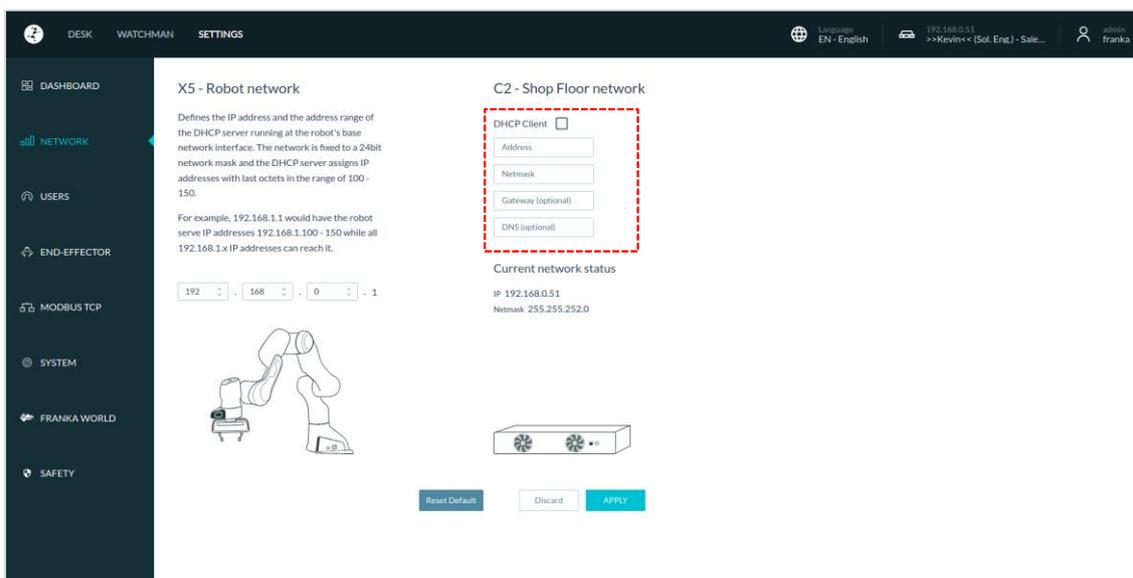


Fig. .119 Impostazioni di rete

Ora è possibile inserire le impostazioni dell'IP statico per la connessione LAN del controllore per la rete aziendale/di officina.

Per confermare le impostazioni, premere "Applica".

Dopo che le impostazioni sono state applicate con successo, le impostazioni dell'interfaccia di rete del dispositivo operativo in Linux devono ancora essere regolate.

Configurazione del dispositivo operativo

Questa sezione descrive come impostare un indirizzo IP statico su Ubuntu 20.04 utilizzando l'interfaccia grafica. Seguire la [guida](#) ufficiale di Ubuntu se si preferisce utilizzare la riga di comando.

AVVISO

I passaggi seguenti modificheranno le impostazioni di rete. In caso di dubbi, contattare l'amministratore della rete.

Per prima cosa, andate al widget Connessione di rete. Selezionare la connessione cablata in uso e fare clic su modifica.

FUNZIONAMENTO

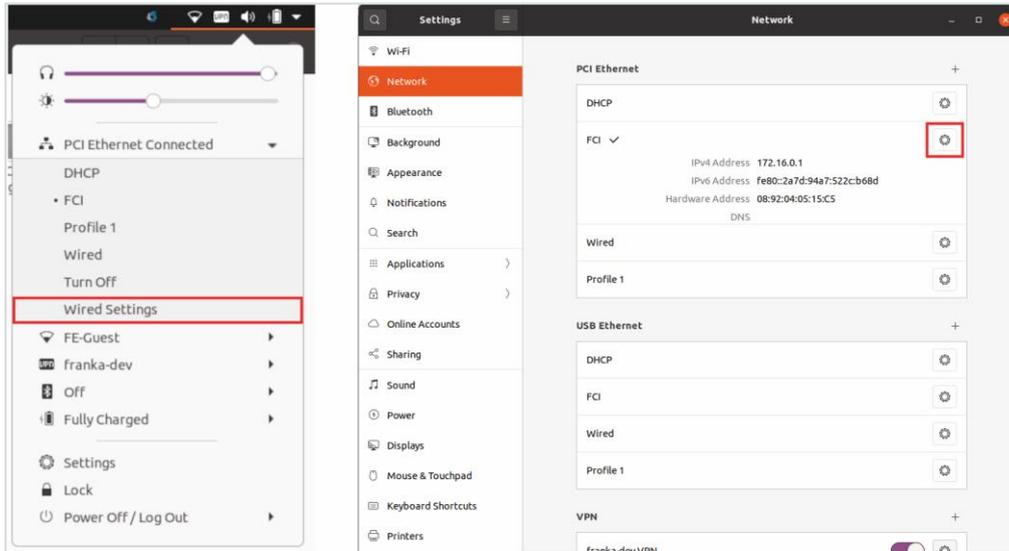


Fig. .1110 Ubuntu - Configurazione Ethernet

Successivamente, fare clic sulla scheda Impostazioni IPv4, impostare il metodo su Manuale e inserire i seguenti valori.

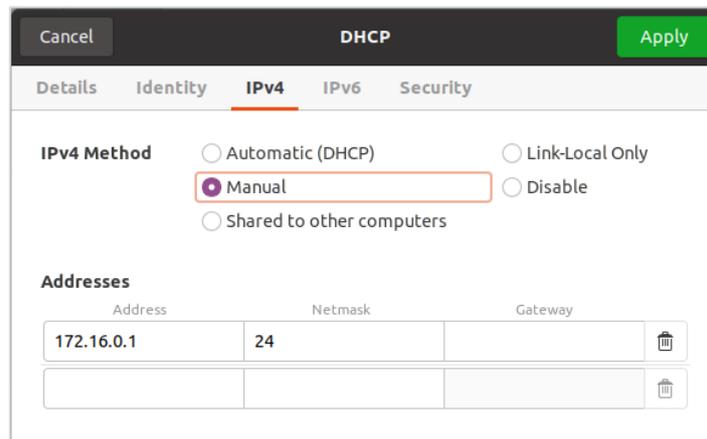


Fig. .1111 Ubuntu - impostazione di un IP statico

AVVISO

Questo passaggio disabilita il DHCP, il che significa che non si otterrà più un indirizzo quando ci si connette a un server DHCP, come quello della base di Arm (X5 - Rete robot). Quando non si utilizza più l'FCl, è possibile modificare nuovamente il metodo in *Automatico (DHCP)*.

Salvare le modifiche e chiudere la finestra Connessione di rete. Fare clic sul nome della connessione dal menu a discesa. Ora dovrebbe essere possibile collegarsi al robot dalla propria postazione di lavoro.

Per verificare la qualità della rete, eseguire un test di comunicazione della larghezza di banda, del ritardo e del jitter della rete dopo aver completato la configurazione FCl del sistema.

D'ora in poi, è possibile accedere all'interfaccia utente di Franka anche attraverso l'indirizzo <fci-ip> del browser.

11.5.2 Configurazione di libfranka su una workstation Linux

Per l'installazione si consiglia una versione di Ubuntu 22.04 Pro o più recente. In questa versione, Ubuntu fornisce già il kernel RT necessario, ma potrebbe essere a pagamento a seconda dell'utilizzo.

Se si utilizza una versione di Ubuntu senza kernel RT, questo deve essere installato prima che libfranka venga patchato. Il kernel real-time viene utilizzato per realizzare la trasmissione in tempo reale a 1 kHz dei segnali tra Control e il dispositivo operativo.

FUNZIONAMENTO

La configurazione di libfranka richiede quindi due passaggi, che devono essere eseguiti uno dopo l'altro. Per l'esecuzione è necessario disporre dei pieni diritti di "amministratore" sul proprio PC Linux.

Ulteriori informazioni sono disponibili nella [documentazione FCI](#) via [Franka World](#).

Installazione del kernel PREEMPT_RT

Nella prima fase, se non è ancora stato installato un kernel RT con la versione di Ubuntu, è necessario installare un kernel PREEMPT Real-Time. Per fare ciò, create una nuova cartella nel disco del vostro PC Linux e avviate il terminale da lì.

AVVISO

I driver binari NVIDIA non sono supportati dai kernel PREEMPT_RT.

Per l'installazione, procedere ora secondo i passi seguenti:

AVVISO

Per evitare errori di battitura durante l'immissione dei comandi, aprire la documentazione online di FCI e copiare le righe di comando, che possono poi essere incollate ed eseguite nel terminale.

- **Scaricare**

Per installare le dipendenze, digitate il seguente comando nel Terminale:

```
sudo apt-get install build-essential bc curl ca-certificates gnupg2 libssl-dev lsb-release libelf-dev bison flex  
dwarves zstd libncurses-dev
```

Poi bisogna decidere quale versione del kernel si vuole usare. Usate il seguente comando per scoprire quale versione state usando attualmente.

```
uname -r
```

Le patch in tempo reale sono disponibili solo per alcune versioni del kernel, vedi <https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/projects/rt/>. Si consiglia di scegliere la versione più vicina a quella attualmente in uso.

La versione testata da Franka Robotics è la 5.9.1 per Ubuntu 20.04, sulla quale si basano i seguenti passaggi di installazione.

Per scaricare i file sorgente, utilizzare le linee di comando riportate di seguito.

Se avete scelto una versione diversa, cambiate il numero di versione (5.9.1) nelle righe di comando in modo che corrisponda alla versione scelta.

```
curl -SLO https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v5.x/linux-5.9.1.tar.xz  
curl -SLO https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v5.x/linux-5.9.1.tar.sign  
curl -SLO https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/projects/rt/5.9/patch-5.9.1-rt20.patch.xz  
curl -SLO https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/projects/rt/5.9/patch-5.9.1-rt20.patch.sign
```

Quindi decomprimere i dati scaricati con il comando:

```
xz -d *.xz
```

- **Verifica**

Dopo aver scaricato le dipendenze, si consiglia di verificarle per vedere se sono state corrotte o manomesse. I passaggi raccomandati sono tratti dall'[Archivio del kernel Linux](#).

Utilizzate i seguenti comandi per la verifica:

```
gpg2 --verify linux-*.tar.sign  
gpg2 --verify patch-*.patch.sign
```

FUNZIONAMENTO

Se tutti i pacchetti caricati sono corretti, si riceverà un messaggio corrispondente al seguente esempio per ogni comando.

```
$ gpg2 --verify linux-*.tar.sign
gpg: assunzione di dati firmati in 'linux-4.14.12.tar'.
gpg: firma effettuata il 05 gen 2018 06:49:11 PST usando la chiave RSA ID 6092693E
gpg: Buona firma da parte di "Greg Kroah-Hartman <gregkh@linuxfoundation.org>" [sconosciuto].
gpg: aka "Greg Kroah-Hartman <gregkh@kernel.org>" [unknown]
gpg: aka "Greg Kroah-Hartman (chiave di firma del kernel Linux stable release) <greg@kroah.com>"
[unknown]
gpg: ATTENZIONE: Questa chiave non è certificata con una firma affidabile!
gpg: Non ci sono indicazioni che la firma appartenga al proprietario.
Impronta della chiave primaria: 647F 2865 4894 E3BD 4571 99BE 38DB BDC8 6092 693E
```

Per ulteriori informazioni sull'avviso, consultare l'[Archivio del kernel Linux](#).

Se la verifica restituisce un errore, si riceverà un messaggio corrispondente all'esempio seguente.

```
$ gpg2 --verify linux-*.tar.sign
gpg: assunzione di dati firmati in 'linux-4.14.12.tar'.
gpg: firma effettuata il 05 gen 2018 06:49:11 PST usando la chiave RSA ID 6092693E
gpg: Impossibile verificare la firma: Nessuna chiave pubblica
```

In questo caso, è necessario scaricare la chiave dal server delle chiavi.

Per farlo, utilizzate il seguente comando sia per "*.tar" che per "*.patch" e inserite nella riga di comando l'ID specificato nel rispettivo messaggio di errore.

```
gpg2 --keyserver hkp://keyserver.ubuntu.com:80 --recv-keys 6092693E
```

- **Compilazione del kernel**

Una volta accertato che i file sono stati scaricati correttamente, è possibile estrarre il codice sorgente e applicare la patch.

Per farlo, inserite i seguenti comandi uno dopo l'altro:

```
tar xf linux-*.tar
cd linux-*/
patch -p1< ../patch-*.patch
```

Ottenete il nome attuale della patch con il comando:

```
uname -r
```

Come prima cosa, copiate la configurazione attuale del kernel come configurazione standard per il nuovo kernel Real-Time. Tramite "uname -r" si ottiene automaticamente la configurazione del kernel attuale.

```
cp -v /boot/config-$(uname -r) .config
```

Ora è possibile utilizzare questa configurazione come predefinita per configurare la compilazione. Per farlo, utilizzare i seguenti comandi:

```
make olddefconfig
make menuconfig
```

Il secondo comando apre un'interfaccia terminale (TUI) in cui è possibile configurare il modello di prelievo.

FUNZIONAMENTO

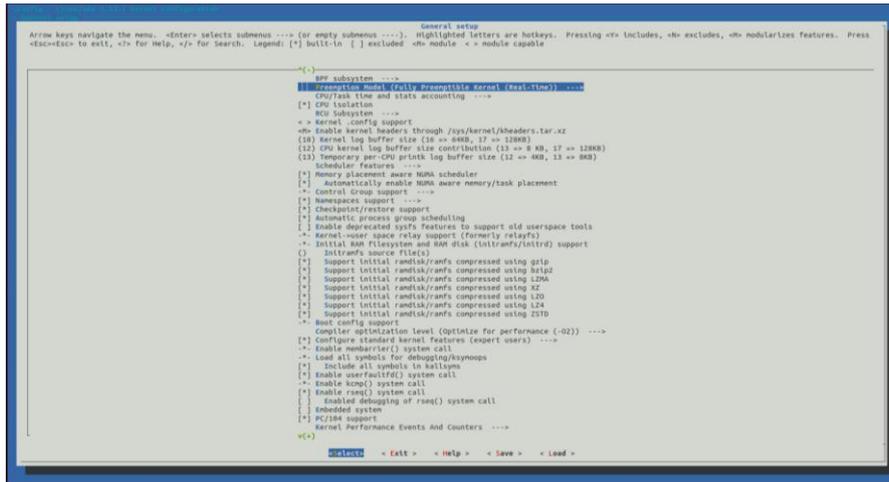


Fig. .1112 Interfaccia TUI-

- Spostarsi con i tasti su/giù su "Impostazione generale" > "**Modello di prelazione**" e contrassegnare > "**Kernel completamente preemptible (Real-Time)**". Con i tasti freccia laterali potete spostare il cursore su Seleziona nella riga di comando in fondo allo schermo. A questo punto premete <Invio> e la selezione viene scelta.
- Portate il cursore nella riga di comando su <EXIT> e premete ripetutamente <Enter> fino a tornare al menu principale.
- Andate ora su "API crittografiche" > "Certificati per il controllo della firma" (in fondo all'elenco) > "Fornisci un anello di chiavi affidabili a livello di sistema".
- Selezionare "Chiavi X.509 aggiuntive per il portachiavi di sistema predefinito" e premere Invio. Si apre una finestra di immissione. Rimuovere la voce "debian/canonical-certs.pem" dal prompt e premere Ok.
- Ora andare su "API crittografiche" > "Certificati per il controllo della firma" (in fondo all'elenco) > "Fornire un anello di certificati di revoca a livello di sistema".
- Selezionare "X.509 Certificates to be preloaded in the system blacklist keyring" e premere Invio. Si apre una finestra di immissione. Rimuovere la voce "debian/canonical-revoked-certs.pem" dal prompt e premere Ok.
- Salvare la configurazione in .config e uscire dall'interfaccia del terminale (TUI).

Ora l'installazione è pronta per la compilazione del kernel. Poiché si tratta di un processo lungo, il comando "nproc" utilizza automaticamente l'opzione multithreading "-j" sulla riga di comando per utilizzare il numero massimo di core della CPU. Tuttavia, questo passaggio richiede più tempo.

```
make -j$(nproc) deb-pkg
```

Ora è possibile installare il pacchetto appena creato con il seguente comando. I nomi esatti dipendono dal vostro ambiente. Il comando cerca i pacchetti header e images.

```
sudo dpkg -i ../linux-headers-*.deb ../linux-image-*.deb
```

- **Verifica del nuovo kernel**

Riavviare il sistema. Il menu di avvio di grub dovrebbe ora permettere di scegliere il nuovo kernel installato. Per vedere quale kernel sarà usato dopo l'avvio, guardate l'output del seguente comando:

```
uname -a
```

Dovrebbe contenere la stringa PREEMPT_RT e il numero di versione scelto. Inoltre, /sys/kernel/realtime dovrebbe esistere e contenere il numero "1".

FUNZIONAMENTO

AVVISO

- Se si verificano errori che impediscono l'avvio del nuovo kernel, vedere "[Impossibile avviare il kernel realtime a causa di una firma non valida](#)".
- Se si vuole rifare la compilazione, cancellare prima tutti i dati decompressi dalla cartella di installazione.

- **Consentire a un utente di impostare i permessi in tempo reale per questo processo**

Dopo che il kernel PREEMPT_RT è installato e funzionante, aggiungete un gruppo denominato *realtime* e aggiungete a questo gruppo l'utente che controlla il robot.

Il nome dell'utente può essere ottenuto dalla riga di comando:

```
whoami
```

```
sudo addgroup realtime  
sudo usermod -a -G realtime $(whoami)
```

Quindi aprire il file "limits.conf" con il seguente comando:

```
sudo gedit /etc/security/limits.conf
```

Aggiungete quindi al file i seguenti limiti di gruppo in tempo reale e salvateli.

```
@realtime soft rtprio 99  
@realtime soft priority 99  
@realtime soft memlock 102400  
@realtime hard rtprio 99  
@realtime hard priority 99  
@realtime hard memlock 102400
```

I limiti saranno applicati dopo il logout e il rientro.

Installazione di Libfranka

Il passo successivo descrive come installare libfranka dai file sorgenti. In alternativa, libfranka può essere installata da ROS-repos (<Ubuntu 22.04) o ROS2-repos (Ubuntu 22.04 e successive).

È inoltre possibile trovare ulteriore assistenza nella [documentazione FCI su Franka World](#) .

AVVISO

Per evitare errori di digitazione quando si inseriscono i comandi, aprire la documentazione FCI online e copiare le righe di comando, che possono poi essere incollate ed eseguite nel terminale.

Prima di creare la nuova libfranka dai sorgenti, disinstallare le installazioni esistenti di libfranka e franka_ros per evitare conflitti.

Per farlo, eseguire il seguente comando nel terminale:

```
sudo apt remove "*libfranka*".
```

FUNZIONAMENTO

- **Scaricare**

Per installare libfranka, è necessario scaricare le dipendenze. Per farlo, digitate la seguente riga di comando:

```
sudo apt install build-essential cmake git libpoco-dev libeigen3-dev
```

Quindi scaricare il codice sorgente clonando libfranka da GitHub e passare alla directory. Per farlo, usare i seguenti comandi:

```
git clone --recursive https://github.com/frankarobotics/libfranka --branch 0.10.0
cd libfranka
```

- **Installare**

Quindi, i seguenti comandi creano una cartella di build nella directory corrente ed eseguono il comando "CMake" per creare i file di build/progetto.

```
mkdir build
cd build
cmake -DCMAKE_BUILD_TYPE= Release -DBUILD_TESTS= OFF ..
cmake --build .
```

Si consiglia di installare il pacchetto opzionale libfranka Debian. Per farlo, inserire il seguente comando nella stessa directory che crea il pacchetto "libfranka-<versione>-<architettura>.deb".

```
cpack -G DEB
```

Questo viene poi installato con il seguente comando.

```
sudo dpkg -i libfranka*.deb
```

La libfranka è ora installata sul PC e può essere utilizzata per controllare il robot tramite FCI.

11.5.3 Verifica della comunicazione

Dopo la compilazione/installazione di libfranka, si consiglia di testare la comunicazione dell'interfaccia. A tale scopo, assicurarsi che il robot sia preparato per l'uso di FCI in Desk ed eseguire l'esempio "echo_robot_state" da libfranka.

Passare alla directory di compilazione di libfranka ed eseguire quanto segue su Linux:

```
./esempi/echo_robot_state <fci-ip>
```

Il programma visualizzerà lo stato attuale del robot sulla console e uscirà automaticamente dopo alcune iterazioni.

```
{
  "O_T_EE": [0.998578,0.0328747,-0.0417381,0,0.0335224,-0.999317,0.0149157,0,-0.04122,
    -0.016294,-0.999017,0,0.305468,-0.00814133,0.483198,1],
  "O_T_EE_d": [0.998582,0.0329548,-0.041575,0,0.0336027,-0.999313,0.0149824,0,-0.0410535,
    -0.0163585,-0.999023,0,0.305444,-0.00810967,0.483251,1],
  "F_T_EE": [0.7071,-0.7071,0,0,0.7071,0.7071,0,0,0,0,1,0,0,0,0.1034,1],
  "EE_T_K": [1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,1],
  "m_ee": 0.73, "F_x_Cee": [-0.01,0,0.03], "I_ee": [0.001,0,0,0,0.0025,0,0,0,0.0017],
  "m_carico": 0, "F_x_Carico": [0,0,0], "I_load": [0,0,0,0,0,0,0,0],
  "m_totale": 0.73, "F_x_Ctotale": [-0,01,0,0,03], "I_totale": [0,001,0,0,0,0025,0,0,0,0017],
  "gomito": [-0.0207622,-1], "gomito_d": [-0.0206678,-1],
  "tau_J": [-0.00359774,-5.08582,0.105732,21.8135,0.63253,2.18121,-0.0481953],
  "tau_J_d": [0,0,0,0,0,0,0],
  "dtau_J": [-54.0161,-18.9808,-64.6899,-64.2609,14.1561,28.5654,-11.1858],
```

FUNZIONAMENTO

```
"q": [0.0167305, -0.762614, -0.0207622, -2.34352, -0.0305686, 1.53975, 0.753872],
"dq": [0.00785939, 0.00189343, 0.00932415, 0.0135431, -0.00220327, -0.00492024, 0.00213604],
"q_d": [0.0167347, -0.762775, -0.0206678, -2.34352, -0.0305677, 1.53975, 0.753862],
"dq_d": [0, 0, 0, 0, 0, 0],
"contatto_giunto": [0, 0, 0, 0, 0, 0], "cartesian_contact": [0, 0, 0, 0, 0, 0],
"collisione_giunta": [0, 0, 0, 0, 0, 0], "cartesian_collision": [0, 0, 0, 0, 0, 0],
"tau_ext_hat_filtered": [0.00187271, -0.700316, 0.386035, 0.0914781, -0.117258, -0.00667777,
-0.0252562],
"O_F_ext_hat_K": [-2.06065, 0.45889, -0.150951, -0.482791, -1.39347, 0.109695],
"K_F_ext_hat_K": [-2.03638, -0.529916, 0.228266, -0.275938, 0.434583, 0.0317351],
"theta": [0.01673, -0.763341, -0.0207471, -2.34041, -0.0304783, 1.54006, 0.753865],
"dtheta": [0, 0, 0, 0, 0, 0],
"current_errors": [], "last_motion_errors": [],
"control_command_success_rate": 0, "robot_mode": "Idle", "time": 3781435
}
```

Fig.11 .3: Esempio di output di "echo robot state".

I rispettivi campi sono spiegati nella documentazione dell'API di libfranka
(<https://frankarobotics.github.io/libfranka>)

AVVISO

Se a questo punto si verifica un errore, eseguire il test di ping e verificare che FCI sia abilitato e che i freni del robot siano aperti.

Per eseguire il test ping, immettere la seguente riga di comando:

```
ping <fci-ip>
```

Se questo comando fallisce, il robot non è collegato correttamente alla rete o l'indirizzo IP non è stato assegnato correttamente durante la fase di configurazione. Configurare nuovamente la rete seguendo i passaggi descritti nella sezione 11.5.211.5.1 "Configurazione della rete per il controllo tramite FCI".

11.6 Utilizzo tipico

Dopo l'accensione del robot, Franka UI deve essere richiamato tramite l'indirizzo IP precedentemente assegnato o, se il dispositivo operativo è collegato alla rete X5 - Robot sulla base del robot, tramite robot.franka.de. Il Franka Research 3 può ora essere controllato in due modi diversi.

1. Se si desidera controllare e programmare il robot utilizzando le applicazioni, è ora possibile farlo nell'**interfaccia utente** aperta **di Franka**. Ulteriori spiegazioni e istruzioni per l'uso si trovano nel capitolo **Error! Reference source not found.** " Franka UI".
2. Se si desidera controllare il robot tramite l'**interfaccia di controllo Franka (FCI)**, è necessario attivare la modalità FCI in Control.
A tale scopo, aprire Desk nell'interfaccia utente Franka ed espandere il menu Sistema nell'intestazione. Cambiare la modalità di funzionamento in "Esecuzione" e attivare l'interfaccia FCI premendo il pulsante "Attiva FCI".

D'ora in poi, è possibile controllare il robot dal terminale Linux con i comandi FCI tramite libfranka o utilizzando l'interfaccia ROS, ROS 2 o Matlab.

Per ulteriori spiegazioni e istruzioni operative, consultare il capitolo 13.7 "Interfaccia di controllo Franka (FCI)

AVVISO

Per utilizzare la modalità FCI, il robot deve essere collegato al dispositivo operativo tramite la rete C2 - Shop Floor sul lato anteriore del Control, utilizzando una connessione di rete stabile e veloce.

Il controllo del robot tramite la rete X5 - Robot sul piede del robot non è possibile quando si utilizza la modalità FCI.

11.7 Spegnimento e riavvio di

ATTENZIONE

Caduta di oggetti dagli attuatori finali a causa di un'interruzione dell'alimentazione

La caduta di oggetti dall'organo di presa può provocare lesioni alle mani, alle dita delle mani, ai piedi e alle dita dei piedi.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad esempio, scarpe di sicurezza).
- Utilizzare il tipo di pinze più adatto per evitare che gli oggetti cadano.
- Considerare la forma, la consistenza e il peso degli oggetti afferrati nella valutazione dei rischi secondo la norma 10218-2. L'utilizzo di oggetti leggeri e/o rotondi può ridurre notevolmente i rischi.

Spegnimento

AVVISO

Il sistema si spegne completamente solo quando le ventole smettono di funzionare.

I ventilatori ancora in funzione indicano che il Franka Research 3 non è ancora stato completamente spento.

Ripetere le istruzioni di sicurezza per lo spegnimento di Franka Research 3.

FUNZIONAMENTO

ISTRUZIONI DI SICUREZZA

Procedura

1. Allontanarsi dalla zona di pericolo.
2. Nell'interfaccia utente di Franka, navigare nel menu utente fino a "Spegnimento" e fare clic su di esso.

Il sistema di blocco di sicurezza si attiva.

Il Franka Research 3 si spegne.

Riavvio

Spegnere il sistema nella Scrivania e attendere che le ventole si spengano. Spegner l'interruttore di alimentazione del Control. Attendere un minuto prima di riavviare Franka Research 3. Per riavviare Franka Research 3, accendere l'interruttore di alimentazione sul retro del Control. Il Franka Research 3 inizierà a riavviarsi di nuovo.

AVVISO

Per evitare il riavvio involontario del sistema, fissare il cavo di collegamento in un luogo sicuro.

Scollegamento di Franka Research 3 dall'alimentazione elettrica

Procedura

1. Spostarsi dall'area di lavoro massima.
2. Accedere all'interfaccia utente di Franka.
3. Selezionare nel menu utente "Spegnimento".

Il sistema si spegne.

4. Spegner l'interruttore di alimentazione sul retro del Controllo.
5. Estrarre il cavo dal retro del Controllo.

AVVISO

Per evitare il riavvio involontario del sistema, riporre il cavo di alimentazione in un luogo sicuro.

Il Franka Research 3 è scollegato dall'alimentazione.

12 CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

Come già descritto nel capitolo 4.12 "Informazioni aggiuntive per la pianificazione e l'installazione iniziale di un sistema robotico", i robot devono sempre essere circondati da dispositivi di protezione che impediscono alle persone di entrare nell'area pericolosa o, nel caso di robot collaborativi, esistono zone di sicurezza che devono essere attivate e monitorate quando le persone sono presenti nell'area pericolosa.

Dopo aver effettuato la valutazione dei rischi, gli scenari di sicurezza del robot devono essere adattati alle funzioni di sicurezza necessarie del cantiere in cui il sistema robotico è installato.

Il Franka Research 3 viene fornito con una serie di scenari di sicurezza predefiniti e preconvalidati in base ai requisiti della norma ISO 10218-1. Se l'analisi dei rischi dimostra che questi scenari sono necessari, il Franka Research 3 è in grado di fornire un'analisi dei rischi.

Se l'analisi dei rischi dimostra che questi sono sufficienti, il Franka Research 3 può essere integrato e utilizzato nell'ambiente di lavoro previsto per il robot senza ulteriori modifiche alla configurazione di sicurezza dopo un'adeguata integrazione elettrica. Tuttavia, se l'analisi dei rischi mostra che sono necessarie ulteriori funzioni di sicurezza, queste devono essere implementate in Watchman per mezzo di regole che si applicano in stati o scenari specifici del robot.

12.1 Watchman

Watchman è uno strumento dell'interfaccia utente web di Franka (Franka WebUI) per la visualizzazione, la creazione e la modifica delle funzioni di sicurezza anche sul Franka Research 3. Le funzioni di sicurezza possono essere definite tramite regole. Queste regole possono a loro volta adattare il comportamento dei rispettivi scenari, come "Teach" e "Work", alle misure di protezione richieste dalla valutazione dei rischi per i due stati operativi del robot ("Programmazione" ed "Esecuzione").

La configurazione di sicurezza può essere eseguita solo da un Operatore di sicurezza. L'Operatore di sicurezza è uno dei tre ruoli utente disponibili sul FRANKA RESEARCH 3. Gli altri ruoli disponibili sono Amministratore e Operatore. Per ulteriori informazioni, consultare il capitolo 5 "RUOLI E PERSONALE". Un utente con il ruolo di Amministratore può creare un ruolo di Operatore di sicurezza, ma non può modificare alcuna funzione di sicurezza. Solo il ruolo utente Operatore di sicurezza può modificare le impostazioni in Watchman. L'Operatore di sicurezza è responsabile della corretta configurazione della sicurezza e della documentazione delle funzioni di sicurezza e deve essere eseguita solo da personale qualificato.

12.2 Panoramica

In Watchman, gli scenari di sicurezza sono visualizzati tramite un'interfaccia grafica intuitiva.

La struttura dell'interfaccia è illustrata e descritta di seguito.

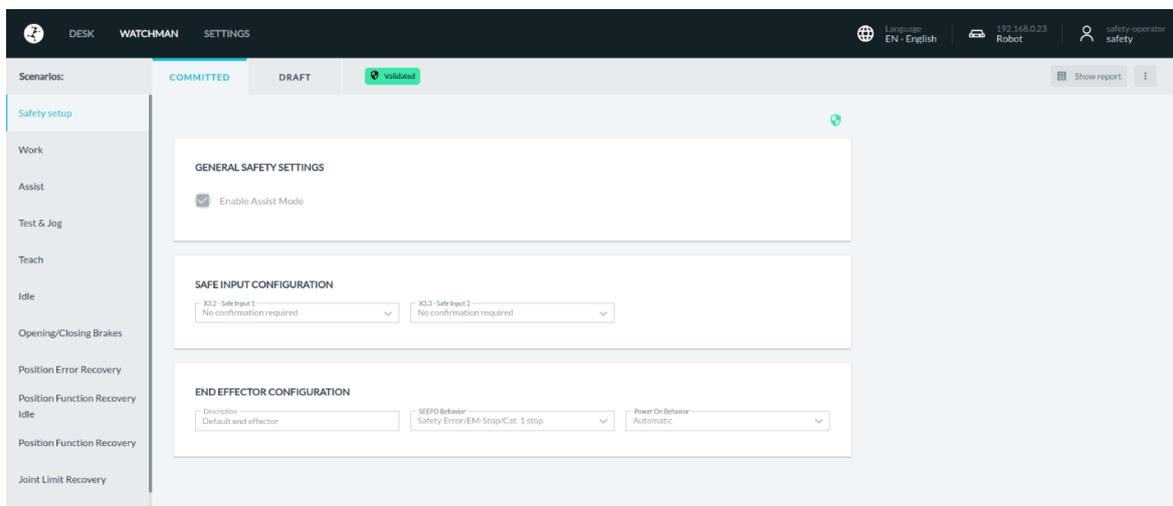


Fig. .121 : Watchman

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

Nell'intestazione della vista di Watchman, a destra si trova il rapporto di configurazione della sicurezza attualmente valido. Il pulsante con i tre punti sulla destra consente di ripristinare la configurazione di sicurezza alle impostazioni di fabbrica.

Viene visualizzato lo stato di convalida attuale della configurazione di sicurezza. Il verde significa che è stata convalidata; l'arancione indica la necessità di convalida.

Facendo clic sul simbolo di convalida accanto alla scheda Bozza, si visualizza il checksum della configurazione di sicurezza attualmente convalidata.

Nella parte sinistra della vista, è visibile una panoramica strutturale che mostra gli stati di convalida delle impostazioni di sicurezza di base e dei diversi scenari di sicurezza.

Nell'area di modifica sono visualizzate le impostazioni di base o le regole degli scenari di sicurezza.

Gli scenari di sicurezza sono suddivisi in scenari di sicurezza modificabili e non modificabili.

Le descrizioni dettagliate degli scenari di sicurezza sono riportate nel capitolo 4.10 "Concetto di sicurezza" del manuale del prodotto.

Gli scenari modificabili sono utilizzati per adattare il controllo del robot alle misure di sicurezza determinate dall'analisi dei rischi precedente. Sono disponibili i seguenti scenari:

- Lavoro
- Assistenza
- Test e Jog
- Insegnamento

Per gli scenari "Lavoro" e "Assistenza" è possibile creare e configurare fino a 16 regole di sicurezza create dall'utente. Negli scenari "Test & Jog" e "Teach" è possibile apportare solo modifiche alle regole esistenti.

Le impostazioni di fabbrica del Franka Research 3 prevedono una serie di scenari predefiniti e preparati. Se questi sono adatti ai requisiti identificati durante l'analisi dei rischi, possono essere utilizzati immediatamente.

AVVISO

Per impostazione predefinita, lo scenario "Lavoro" di Watchman non contiene regole. Per garantire un funzionamento sicuro, considerando anche l'analisi dei rischi e dei pericoli specifici dell'applicazione, lo scenario "Lavoro" vuoto non è pre-validato. Un operatore di sicurezza deve impostare correttamente il sistema e convalidare le impostazioni di sicurezza.

Gli scenari di sicurezza non modificabili (scenari di sola lettura) sono funzioni di sicurezza integrate in modo permanente nel robot Control che garantiscono un funzionamento sicuro e conforme agli standard del robot e non possono essere modificati. Questi sono:

- Inattività
- Freni di apertura/chiusura
- Recupero errori di posizione
- Recupero della funzione di posizione IDLE
- Recupero della funzione di posizione
- Recupero del limite del giunto
- Lavoro non valido

Tutti gli scenari di ripristino e lo scenario "Lavoro non valido" sono scenari che si attivano solo nello stato di "errore/violazione" del robot. Lo stato del robot "errore/violazione" è causato da violazioni degli scenari di sicurezza degli stati del robot "esecuzione" e "programmazione" o in presenza di un errore fondamentale rilevante per la sicurezza.

Lo stato del robot "esecuzione" comprende gli scenari "Lavoro", "Assistenza" e "Apertura/chiusura freni". Lo stato del robot "programmazione" comprende gli scenari "Idle", "Teach" e "Test e Jog".

12.3 Modifica della configurazione di sicurezza

Per completare i passaggi seguenti, è necessario che l'utente "Operatore di sicurezza" abbia effettuato il login.

Aprire l'interfaccia Watchman tramite il menu della barra laterale di Franka UI. Le regole attive e confermate e gli stati di convalida degli scenari sono ora visualizzati nell'interfaccia Watchman.

A seconda del tipo di parametro, Watchman utilizza ora le seguenti precisioni per i parametri modificabili:

- Coordinate (in metri): 4 cifre decimali
- Velocità (in metri/secondo): 2 decimali
- Orientamenti (in gradi): 0 cifre decimali
- Orientamenti (in radianti): 2 decimali
- Velocità dei giunti (in radianti/secondo): 2 cifre decimali

Per esempio:

CONFIGURE AREA

Define a safe cuboid by teaching a reference corner and the size of the cuboid. Coordinates will be rounded to an accuracy of four decimal places. Optionally you can set the orientation of the cuboid.

Type of area: Robot behavior (dropdown), Stay inside area (dropdown)

Reference corner: X: -0.3453 [m], Y: -0.2878 [m], Z: 0.1357 [m]

Take From Robot: 0.2961, 0.1166, 0.6176 [m]

Orientation (optional): Axis X: 0 [°], Axis Y: 0 [°], Axis Z: 1 [°]

Cuboid Size: X: 1.6667 [m], Y: 1.6667 [m], Z: 2.3333 [m]

Take From Robot: 0.6484, 0.3932, 0.4819 [m]

Buttons: Back, Save, Validate

Fig. .122 : Parametri modificabili

DESK WATCHMAN SETTINGS

Language: EN - English

192.168.0.170 LEFT (Scrum) - FP3 ...

safetoperator safety

Scenarios: COMMITTED DRAFT Validated Show report

Safety setup

Work

Assist

Test & Jog

Teach

Idle

Opening/Closing Brakes

Position Error Recovery

Position Function Recovery

Position Function Recovery

Joint Limit Recovery

Work Invalid

Rule 1

Activation Condition: X3.2 - Safe Input 1

Activation Space: Everywhere

Safety Function: Safe Monitored Standstill

Reaction: Cat. 1 Stop

Completed

Last Modified By safety

Last Modified At: 24.02.2025 14:47

Rule 2

Activation Condition: X3.3 - Safe Input 2

Activation Space: Everywhere

Safety Function: Safe Monitored Standstill

Reaction: Cat. 2 Stop

Completed

Last Modified By safety

Last Modified At: 24.02.2025 14:47

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

Fig.12 .3: Regole convaldate

Passare alla modalità "Bozza" e iniziare la modifica.

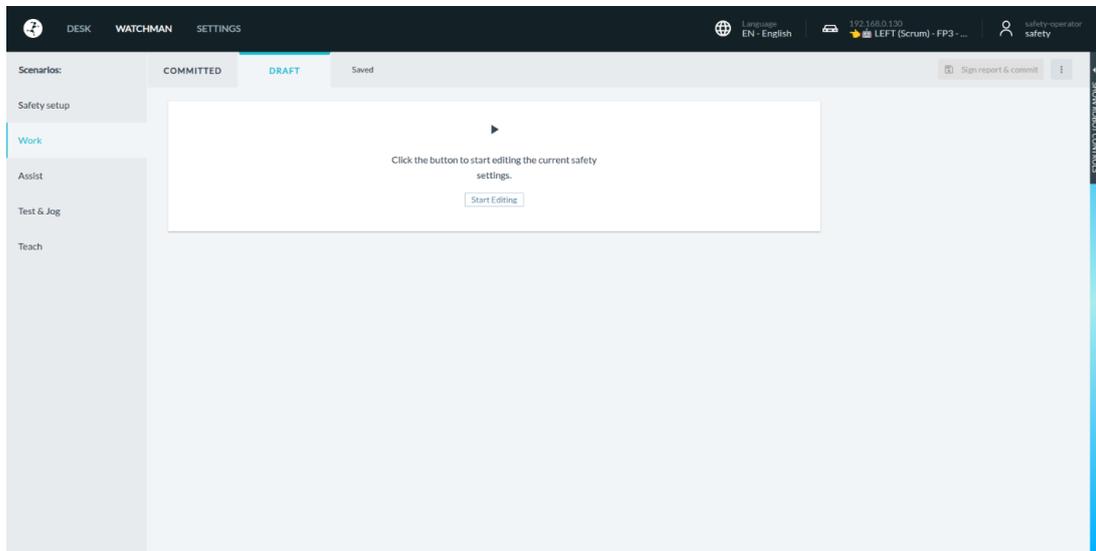


Fig.12 .4: Passaggio alla modalità "Bozza".

Dopo aver aperto un concetto di sicurezza convalidato in modalità "Bozza", tutti i marcatori di convalida sono visualizzati in verde.

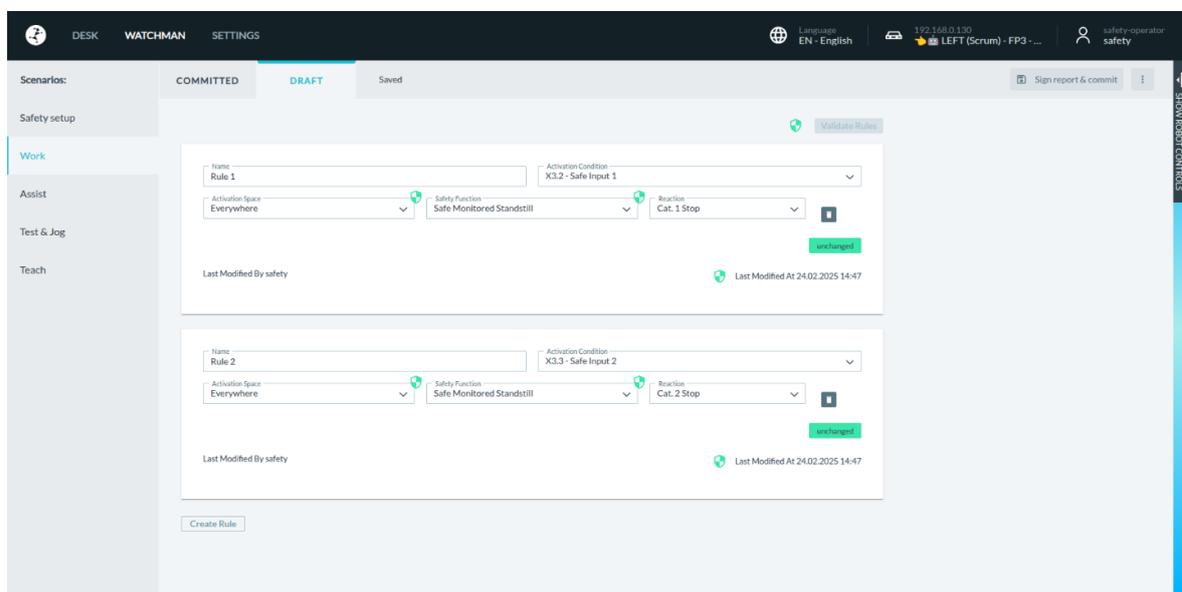


Fig.12 .5: Modalità bozza

Se si apportano modifiche, i marcatori di convalida della funzione di sicurezza modificata e di tutti i parametri, le regole e gli scenari dipendenti dalla modifica, nonché della sicurezza complessiva, sono visualizzati in arancione. I parametri, le regole e gli scenari non interessati rimangono convalidati e quindi verdi.

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

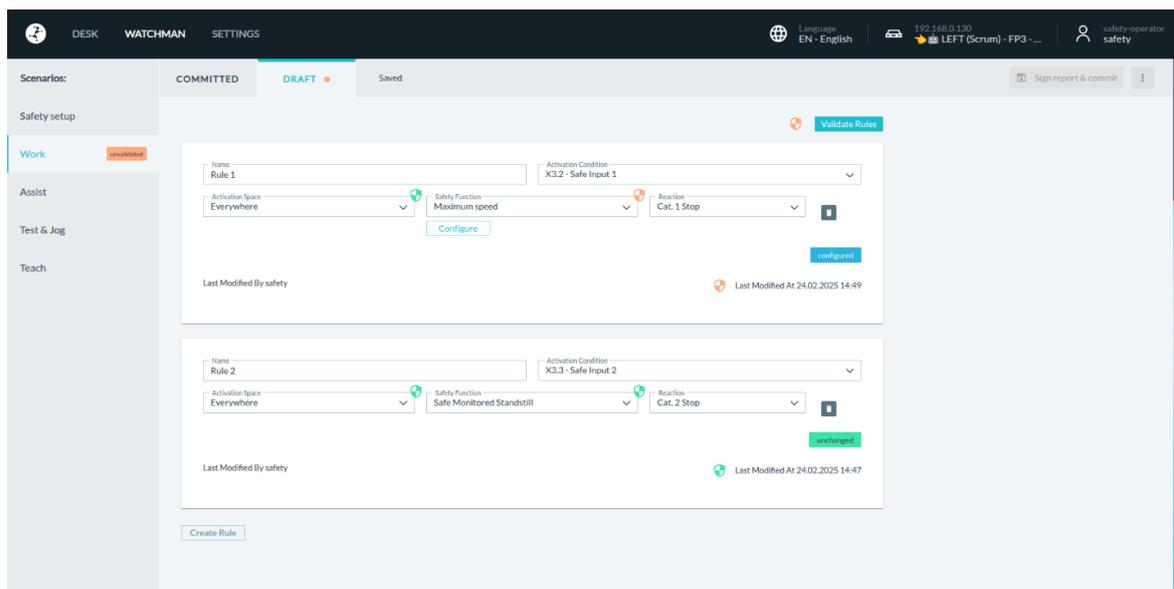


Fig.12 .6: Marcatori di convalida

Dopo aver completato la configurazione di sicurezza, è necessario convalidare il concetto complessivo. La procedura è descritta nel capitolo 12.7 "Validazione".

12.4 Importazione/esportazione delle impostazioni di sicurezza

La funzione di importazione/esportazione consente agli operatori della sicurezza di trasferire le impostazioni di sicurezza tra i sistemi o di creare backup. Ciò consente all'utente di evitare la necessità di configurare le impostazioni da zero, garantisce impostazioni di sicurezza uniformi su più sistemi e fornisce un modo per eseguire il backup delle impostazioni di sicurezza correnti a scopo di ripristino.

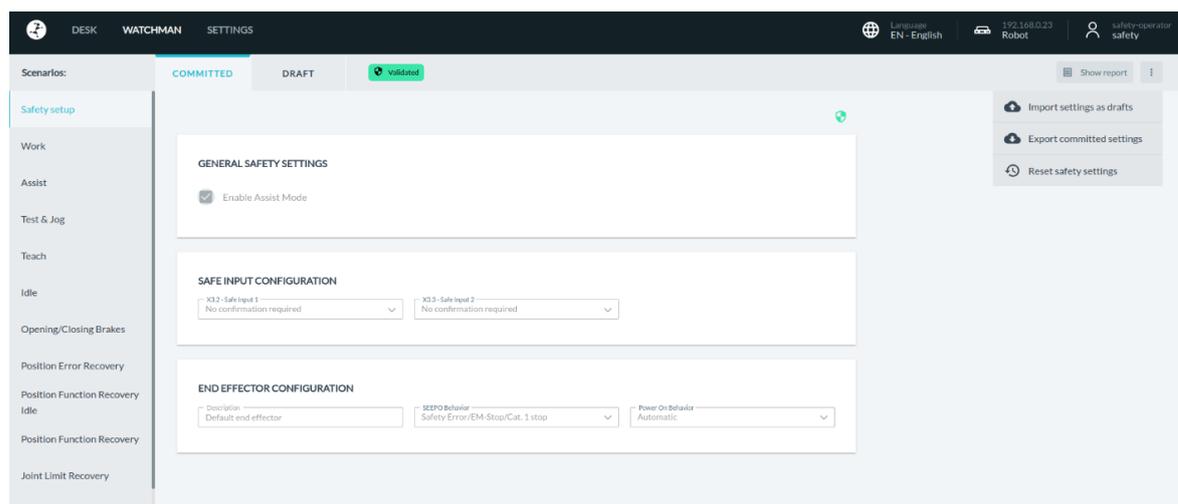


Fig. 12.7: Importazione/esportazione delle impostazioni

Scenari di utilizzo di questa funzione

Migrazione del sistema:

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

- Quando si spostano le impostazioni di sicurezza su un nuovo sistema.

Backup e ripristino:

- Per salvaguardare le impostazioni dalla perdita di dati.

Sistemi multipli:

- Applicazione delle stesse impostazioni su sistemi diversi per mantenere la coerenza.

Azioni successive all'importazione

Gli operatori della sicurezza possono esportare le impostazioni di sicurezza attualmente impegnate in un file da scaricare sul proprio dispositivo. Successivamente, questo file può essere importato sullo stesso sistema o su un sistema diverso. In entrambi i casi, le bozze esistenti vengono sovrascritte con il contenuto del file importato.

Dopo aver importato le impostazioni, l'operatore di sicurezza deve

- Controllare le nuove impostazioni per verificarne la correttezza.
- L'operatore di sicurezza deve ancora impegnare queste bozze prima che le impostazioni di sicurezza importate diventino attive.
- Nel caso in cui l'importazione sia stata eseguita su un sistema diverso, è necessario convalidare anche le bozze prima di poterle impegnare.

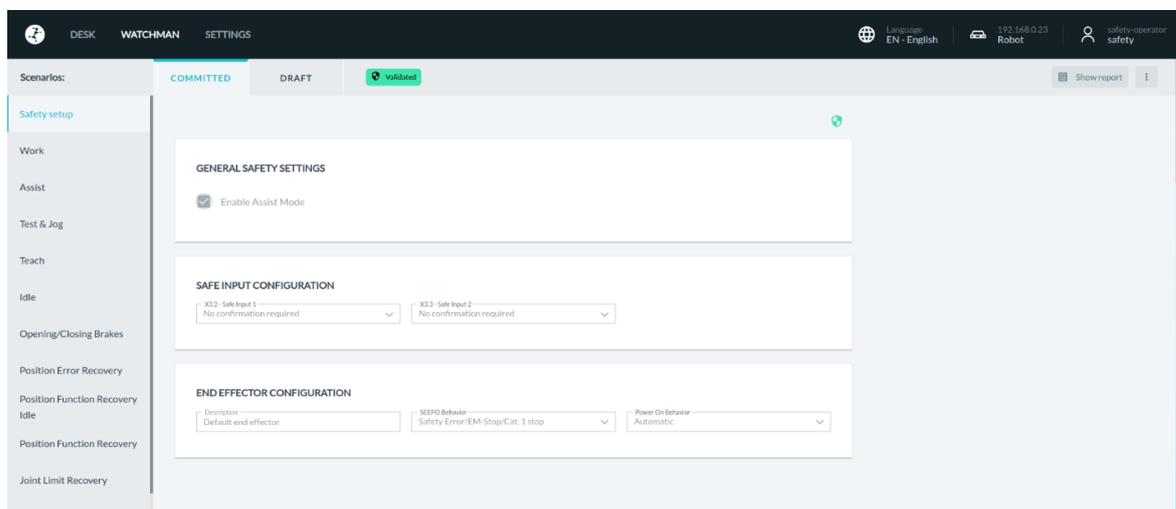
AVISO

È fondamentale assicurarsi che tutte le bozze importanti siano state impegnate o salvate prima di procedere con l'importazione.

12.4.1 Procedura di importazione

1. Aprire l'interfaccia utente standard:

Iniziare aprendo il Watchman dell'interfaccia utente standard.



CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

Fig. 12.8: Watchman dell'interfaccia utente standard

2. Accedere al menu in alto a destra:

Fare clic sul menu situato nell'angolo superiore destro dell'interfaccia.

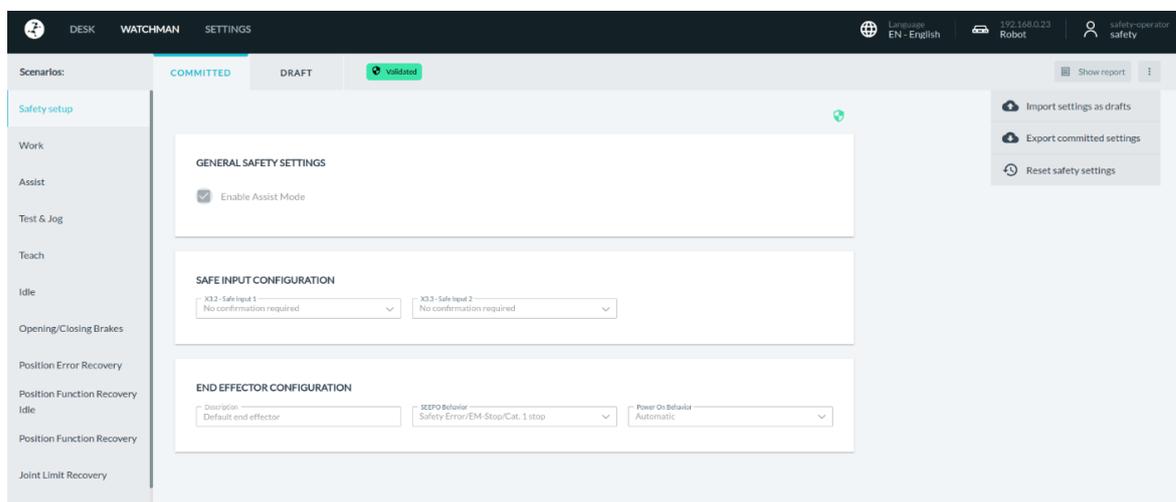


Fig. 12.9: Importazione delle impostazioni come bozze

3. Selezionare "Importa le impostazioni come bozze":

Nel menu in alto a destra, trovare e fare clic sulla scheda "Importa impostazioni come bozze".

4. Selezione del file per l'importazione:

Viene richiesto di selezionare un file per l'importazione. Scegliere il file appropriato dal proprio sistema.

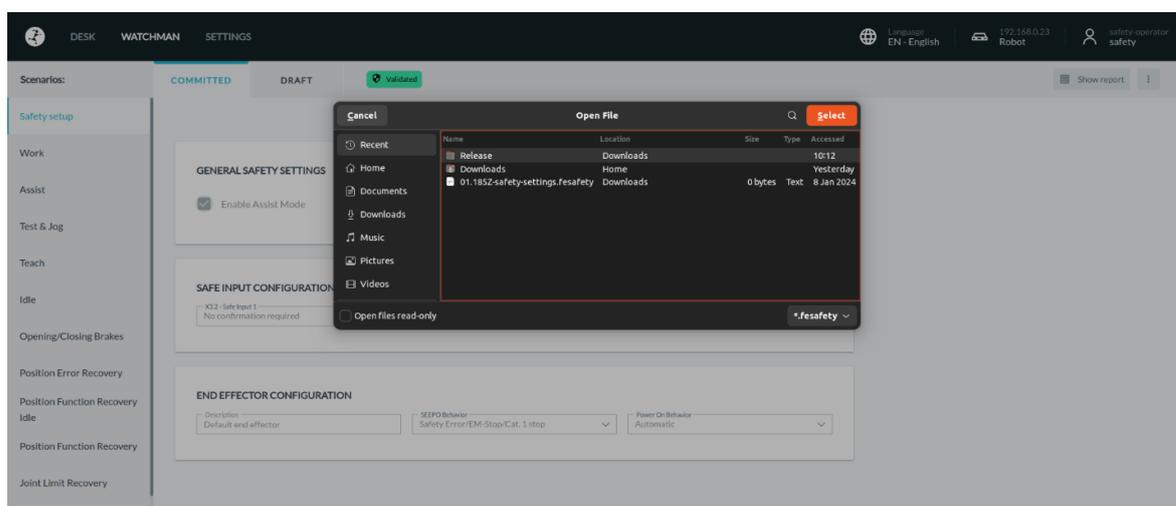


Fig. 12.10: Selezione del file

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

5. Finestra di avviso:

Dopo aver selezionato il file, viene visualizzata una finestra di avviso. Essa informa che le bozze correnti verranno sostituite con le impostazioni di sicurezza del file di importazione.

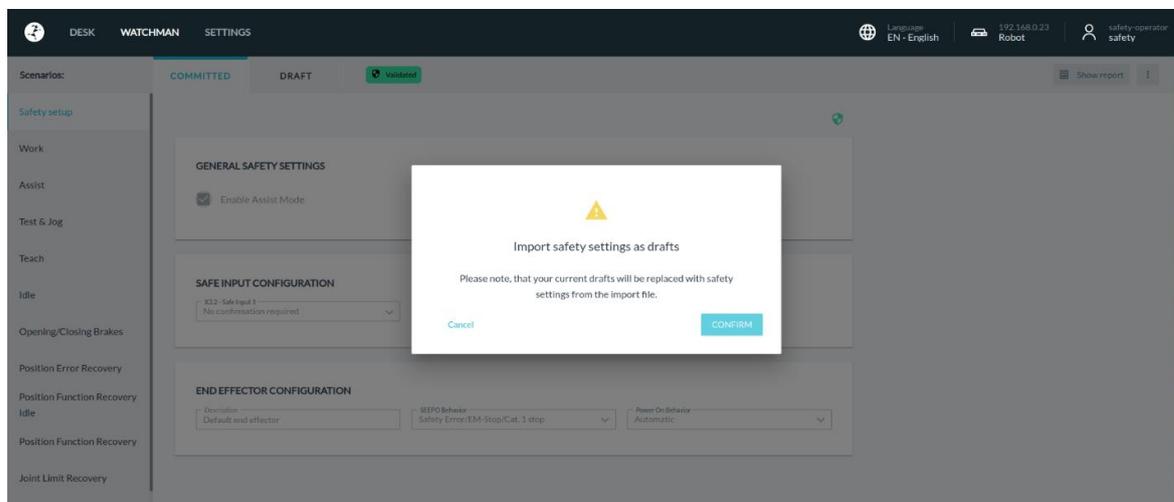


Fig. 12.11: Finestra di avviso

6. Conferma importazione:

Se si conferma l'azione, le impostazioni di sicurezza verranno importate con successo.

12.4.2 Procedura di esportazione

Per esportare le impostazioni correnti impegnate:

Passi:

1. Passare alla sezione "Esporta impostazioni impegnate" dell'interfaccia utente di Watchman.
2. Selezionare le impostazioni da esportare.
3. Scaricare il file.

Formato del file

AVVISO

L'unica estensione di file consentita è .fesafety. Non è consentita la modifica manuale di questi file.

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

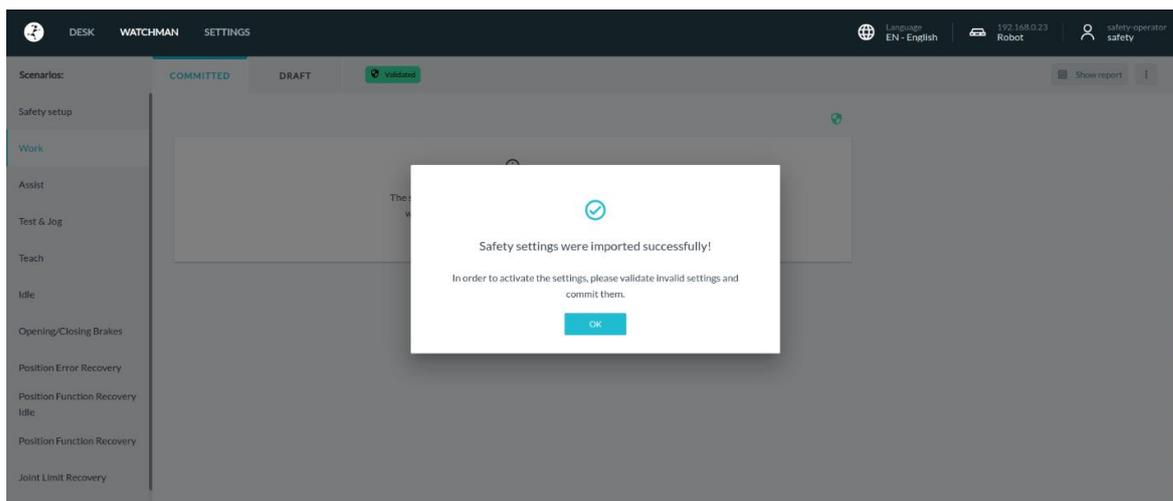


Fig. 12.12: Importazione delle impostazioni di sicurezza

7. Gestione degli errori:

Se si verifica un errore durante l'importazione, viene visualizzato un messaggio di errore che indica "Impossibile importare le impostazioni di sicurezza". Questo errore si verifica in genere se il file delle regole di sicurezza è stato manipolato.

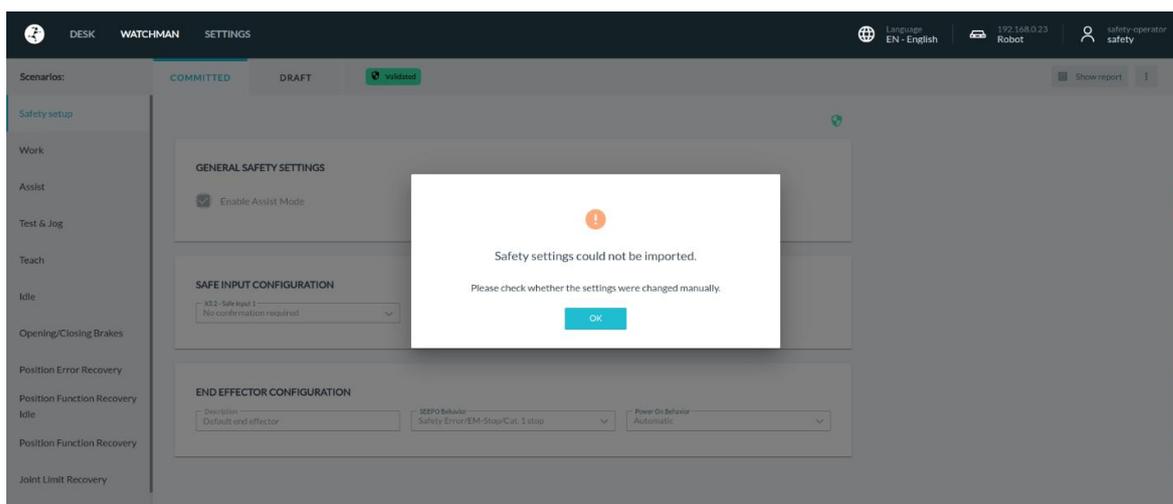


Fig. 12.13: Messaggio di errore

12.5 Safety Setup

In Safety Setup vengono mappate le impostazioni di base configurabili di livello superiore del robot. Queste includono le aree "Impostazioni generali di sicurezza", "Configurazione degli ingressi sicuri" e "Configurazione dell'effettore finale".

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

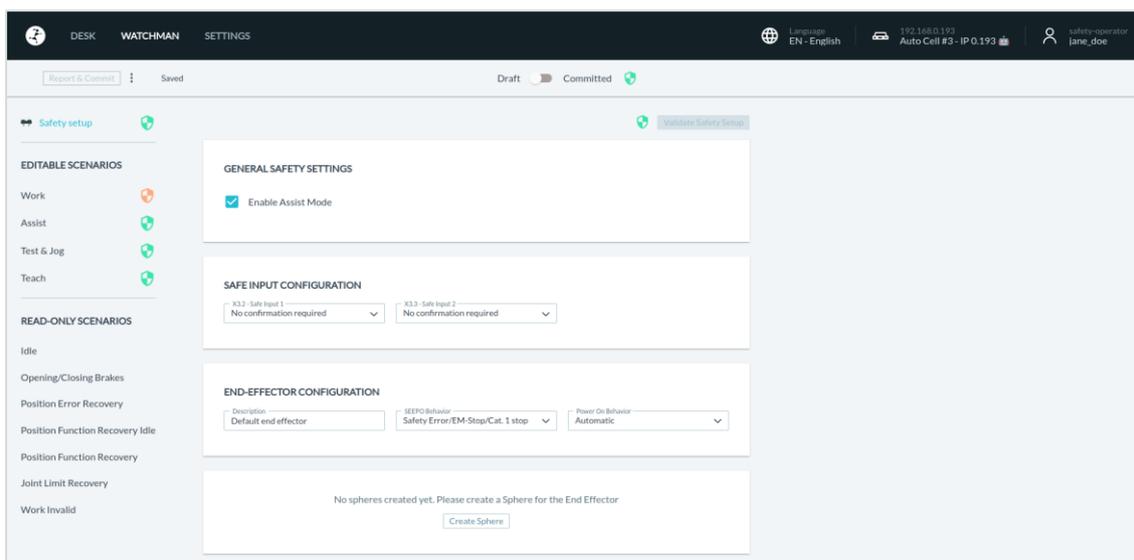


Fig. 12.14: Impostazione di sicurezza

12.5.1 Impostazioni generali di sicurezza

Per poter utilizzare il robot in modalità Assist, è necessario impostare la casella di controllo "Abilita modalità Assist". La descrizione della modalità di assistenza si trova nel capitolo 13.5 "Assistenza". Se questa funzione è disattivata, la funzione di assistenza non è disponibile in nessun altro sottomenu del robot Control. Questi menu di funzione sono quindi grigi.

Questa funzione è attivata nelle impostazioni predefinite del robot.

12.5.2 Configurazione degli ingressi di sicurezza

L'elaborazione degli ingressi di sicurezza X3.2 e X3.3 può essere configurata tramite la Configurazione ingresso sicuro.

L'assegnazione degli ingressi X3.2 e X3.3 è riportata nel capitolo 10.6 "Cablaggio e installazione elettrica".

Con l'impostazione "Nessuna conferma richiesta", il segnale viene elaborato direttamente. Il controllo reagisce immediatamente all'ingresso.

Con l'impostazione "Richiesta di conferma", il segnale viene elaborato direttamente all'apertura del contatto, ma alla chiusura dell'ingresso viene visualizzato un messaggio di interrogazione su DESK. Questo messaggio deve essere confermato per elaborare il segnale internamente.

Nelle impostazioni predefinite del robot, l'impostazione "Nessuna conferma richiesta" è preselezionata.

12.5.3 Configurazione dell'effettore finale

Il comportamento di sicurezza dell'effettore finale collegato viene definito tramite la "Configurazione dell'effettore finale". È possibile impostare i seguenti campi:

- **Descrizione:** Descrizione liberamente modificabile dell'effettore finale
- **Comportamento SEEPO:** Determinazione di quando e per quali arresti di sicurezza l'end effector deve essere spento.

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

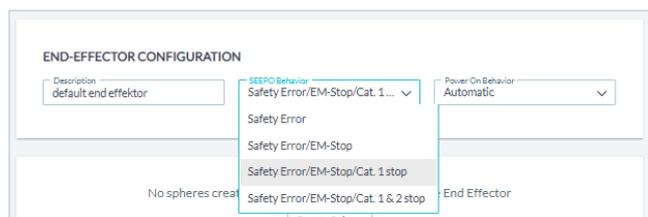


Fig.12.15: Configurazione dell'effettore finale

- Errore di sicurezza: => Errore di sicurezza del robot
- Errore di sicurezza /EM-Stop:=> Guasto di sicurezza del robot o arresto di emergenza
- Errore di sicurezza/EM-Stop/Cat. 1 arresto: Errore di sicurezza del robot o arresto di emergenza o Arresto di categoria 1
- Errore di sicurezza/EM-Stop/Cat. 1&2 arresto: Guasto di sicurezza del robot o arresto di emergenza o Arresto di categoria 1 o 2

Nelle impostazioni predefinite del robot è impostato "Errore di sicurezza/EM-Stop/Cat. 1".

Comportamento all'accensione: Impostazione del momento in cui l'end effector deve essere acceso.

- **Manuale** => a ogni accensione, l'end effector deve essere attivato manualmente in DESK.
- **Automatico** => l'effettore finale si attiva automaticamente quando i giunti si sbloccano.

Nelle impostazioni predefinite del robot "Automatico" è preselezionato.

12.5.4 Creazione di sfere per la modellazione dell'involucro di un End Effector

Quando viene montato un end effector, il sistema di controllo ha bisogno di informazioni sulle sue dimensioni per poterlo monitorare spazialmente e cinematicamente. A questo scopo, è possibile creare fino a cinque sfere e posizionarle in modo che l'insieme delle sfere assomigli al contorno dell'end effector.

Per il monitoraggio spaziale si considerano i gusci esterni delle sfere, mentre per il monitoraggio della velocità si considerano i centri delle sfere. Va notato che le sfere posizionate lontano dalla flangia dell'end effector possono essere molto sensibili al monitoraggio della velocità a causa della considerazione della leva.

Quando si posizionano le sfere, assicurarsi che la mano di Franka sia montata con un angolo di 45° rispetto al sistema di coordinate della flangia.

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

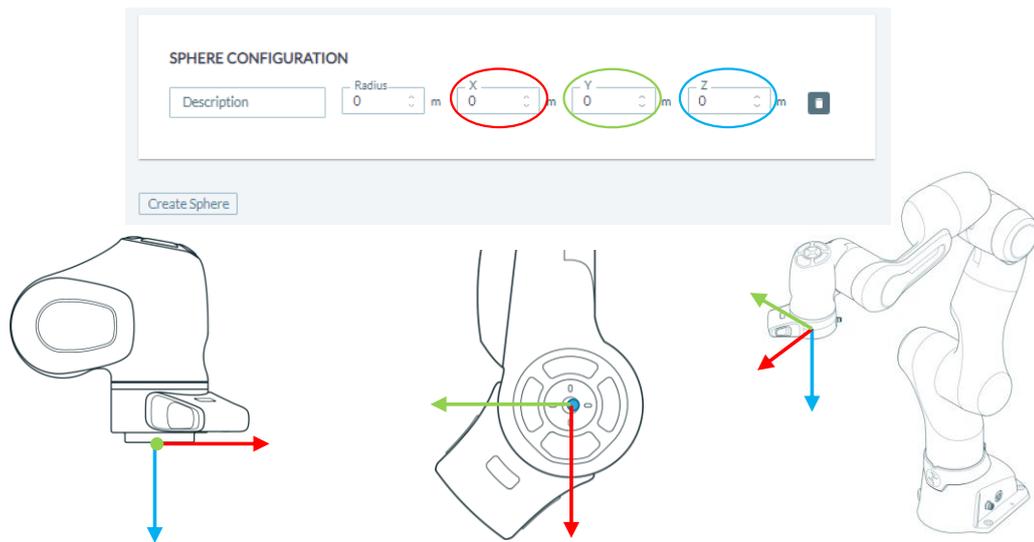


Fig.12 .16: Configurazione delle sfere

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

Di seguito è riportato un esempio di configurazione delle sfere della mano di Franka.

SPHERE CONFIGURATION				
Description Franka_hand_body_right	Radius 0.045 m	X 0 m	Y -0.0424 m	Z 0.03 m

SPHERE CONFIGURATION				
Description Franka_hand_body_left	Radius 0.045 m	X -0.0424 m	Y 0.0424 m	Z 0.03 m

SPHERE CONFIGURATION				
Description Franka_hand_fingers	Radius 0.06 m	X 0 m	Y 0 m	Z 0.08 m

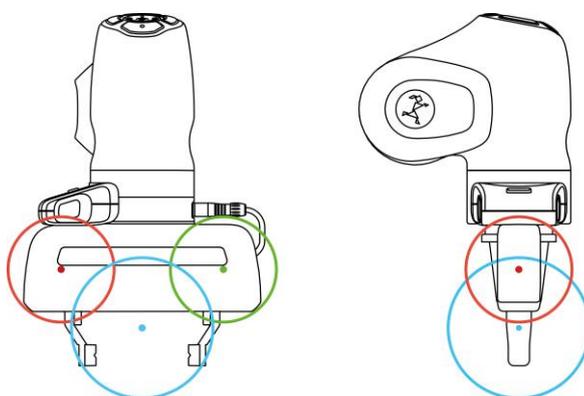


Fig.12 .17: Esempio di sfere per la Mano di Franka

Se la vostra situazione di presa non è coperta dal modello sferico mostrato sopra, è necessario adattarlo. Assicurarsi che i contorni che potrebbero causare collisioni siano coperti dal modello a sfera. Se si maneggiano oggetti più lunghi, è necessario monitorare anche la velocità massima degli oggetti a sbalzo. A tale scopo, è possibile posizionare i centri delle sfere alle estremità dell'oggetto. La velocità massima viene monitorata nei centri.

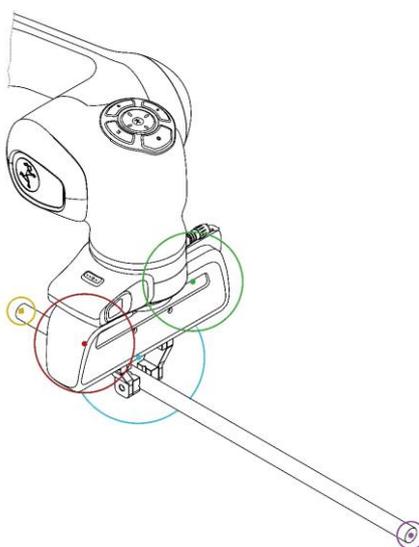


Fig.12 .18: Esempio di configurazione di sfere Mano di Franka con bastone

12.6 Creazione e modifica delle regole

È possibile creare fino a 16 regole per ciascuno degli scenari "Lavoro" e "Assistenza". Facendo clic su "Crea regola" sotto l'ultima regola visualizzata, viene inserita una nuova regola. Facendo clic sul simbolo "Elimina" all'interno di una regola, questa può essere eliminata.

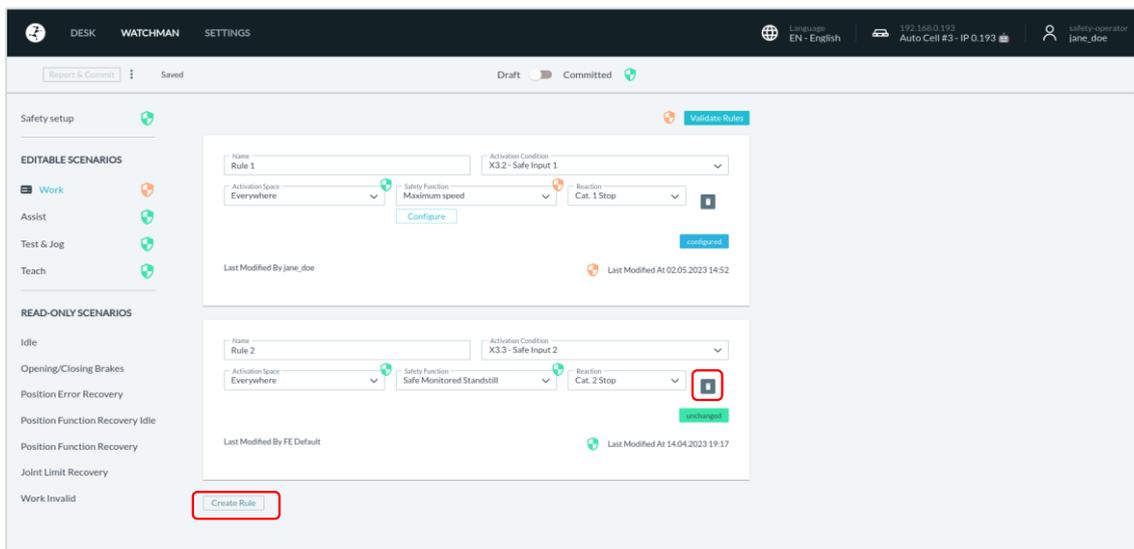


Fig.12 .9: Modifica delle regole

12.6.1 Struttura di una regola

La regola è costituita dai seguenti componenti:

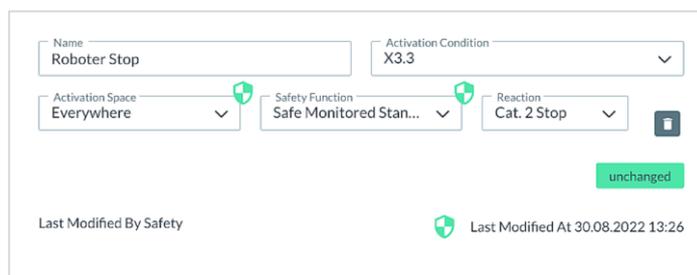


Fig.12 .20: struttura di una regola

- **Nome:** Nome della regola liberamente modificabile
- **Condizione di attivazione:** Condizione per la quale la regola viene attivata. È possibile selezionare le seguenti opzioni:
 - Sempre la regola è sempre attiva
 - X3.2 la regola si attiva quando viene aperto l'ingresso a due canali X3.2. viene aperto.
 - X3.3 la regola diventa attiva quando viene aperto l'ingresso X3.3 a due canali. viene aperto.
- **Spazio di attivazione:** Area spaziale all'interno o all'esterno della quale la regola si attiva. È possibile selezionare
 - Ovunque possibile: la regola è attiva nell'intera area di lavoro del robot.

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

- Area interna/esterna cuboide la regola diventa attiva all'interno o all'esterno di uno spazio cuboide liberamente definibile. Quando si definisce lo spazio, si determina se la regola diventa attiva all'interno o all'esterno dello spazio.
- **Funzione di sicurezza:** Funzione di sicurezza da eseguire quando la regola viene violata. È possibile selezionare
 - Sempre violata "Sempre violato", non viene eseguita alcuna funzione di sicurezza. Se si seleziona la regola viene violata in modo permanente se la regola diventa attiva.
 - Area interna/esterna viene attivata una violazione se il robot si trova all'interno o all'esterno di uno spazio definito. Quando si definisce lo spazio, si stabilisce se la violazione deve avvenire all'interno o all'esterno dello spazio.
 - Velocità massima All'interno dell'area spaziale applicabile della regola, viene monitorata la velocità massima. velocità massima viene monitorata. Se la velocità del robot supera la velocità massima consentita, viene monitorata la riduzione alla velocità consentita. Se la riduzione della velocità non avviene come previsto, viene eseguita la reazione preselezionata (arresto di cat. 1 / arresto di cat. 2).
 - Stand Still monitorato in sicurezza Nell'area spaziale applicabile della regola, il robot viene monitorato in modo sicuro per l'arresto. Qualsiasi movimento comporta la violazione della regola.

ATTENZIONE

Si noti che il controllo del robot tramite FCI non è possibile quando le funzioni SLP-C, SLS-C o SLP-J sono attive. Ciò influisce sulle funzioni di sicurezza che includono il monitoraggio della posizione spaziale (Area interna/esterna) e il monitoraggio della velocità cartesiana (velocità massima). Se queste sono integrate in regole in Watchman, il controllo tramite FCI non è possibile.

- **Reazione:** Reazione del robot che viene eseguita quando la regola viene violata.
 - Cat. 1 Arresto Arresto di categoria 1 in conformità alla norma EN ISO 13849-1 (arresto controllato e disattivazione dell'energia al raggiungimento dell'arresto)
 - Cat. 2 Arresto Arresto di categoria 2 secondo EN ISO 13849-1 (arresto controllato con mantenimento dell'energia)

Il Robot Control tiene conto delle regole già durante l'esecuzione del movimento e quindi cerca sempre di evitare le violazioni. Se non è possibile evitare una violazione, la funzione di sicurezza avvia la reazione sicura.

Le funzioni o i parametri che devono essere convalidati sono indicati nella finestra delle regole con il simbolo di convalida. Se la regola è convalidata, il simbolo è verde. Se la convalida è necessaria, il simbolo è arancione.

Se nel campo "Spazio di attivazione" o "Funzione di sicurezza" di una regola è selezionata "Area interna/esterna", quest'area deve essere configurata facendo clic sul pulsante "Configura". Si apre la seguente vista.

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

DESK WATCHMAN SETTINGS

Language: EN - English | 192.168.1.1/8 | Auto Cell #3 - IP: 0.193 | safe-operator Jane_doe

CONFIGURE AREA

Define a safe cuboid by teaching a reference corner and the size of the cuboid. Optionally you can set the orientation of the cuboid.

Type of area: Robot behavior: Stay inside area

Reference corner: X: 0 Y: 0 Z: 0 [m]

Take From Robot: 0.5531 -0.003 0.6119 [m]

Orientation (optional): Axis X: 0 Axis Y: 0 Axis Z: 0 [°]

Cuboid Size: X: 0.072 Y: 0.072 Z: 0.072 [m]

Take From Robot: 0.5531 -0.003 0.6119 [m]

Back Save Validate

Robot position [m]: X: 0.5531 Y: -0.0030 Z: 0.6119 | Robot rotation [m]: Axis X: 178.82 Axis Y: -2.58 Axis Z: -1.11

Fig.12 .21: Configurazione dello "Spazio di attivazione".

Con il campo di selezione "Tipo di area" è possibile stabilire se il robot non può uscire dall'area cuboide (area interna) o se non può entrare nell'area cuboide (area esterna). Qui vengono monitorati l'utensile, la flangia, il polso e il gomito.



Fig. .123 : monitoraggio

Per definire l'area del cuboide, è necessario determinare l'angolo di riferimento. A tale scopo, è possibile guidare il TCP del robot verso l'angolo di riferimento e apprendere i valori di posizione facendo clic su "Preleva dal robot" oppure inserendo manualmente i valori di posizione. In caso di inserimento manuale, le coordinate vengono inserite nel sistema di coordinate del robot.

L'angolo di riferimento deve essere selezionato in modo che l'angolo opposto venga creato solo con valori positivi. Quindi si deve definire l'estensione spaziale inserendo i valori XYZ. A questo scopo, lo spazio può anche essere appreso guidando il robot TCP verso il punto d'angolo opposto.

Con l'aiuto di "Orientamento", lo spazio definito può anche essere ruotato attorno ai tre assi. Il punto di rotazione è l'angolo di riferimento impostato.

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

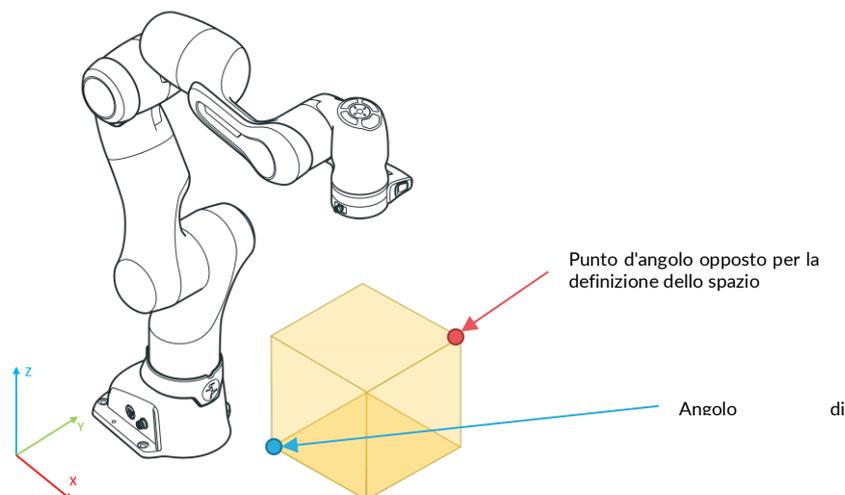


Fig.12 .22: Creazione dell'area cuboidale

Una volta definita l'area cuboide, è necessario salvare le impostazioni. A questo punto il pulsante di convalida diventa attivo. Dopo aver fatto clic su "Convalida", le specifiche di convalida e i valori inseriti vengono confrontati. Il robot deve ora essere spostato in tutte e 3 le direzioni all'interno e all'esterno dello spazio creato. A seconda che sia stato selezionato "Rimani all'interno dell'area" o "Rimani all'esterno dell'area", se la funzione viene violata, appare "Violata" con un punto rosso. In questo modo è possibile verificare se i confini dell'area corrispondono alle specifiche dell'utente.

Dopo aver effettuato il controllo, l'area viene confermata facendo clic su "Conferma convalida". Accanto al pulsante, la convalida viene confermata in verde e, dopo essere tornati alla regola, il simbolo di convalida del parametro della regola appare in verde.

Se nel campo "Funzione di sicurezza" di una regola è selezionata "Velocità massima", quest'area deve essere configurata facendo clic sul pulsante "Configura". Si apre la seguente vista.

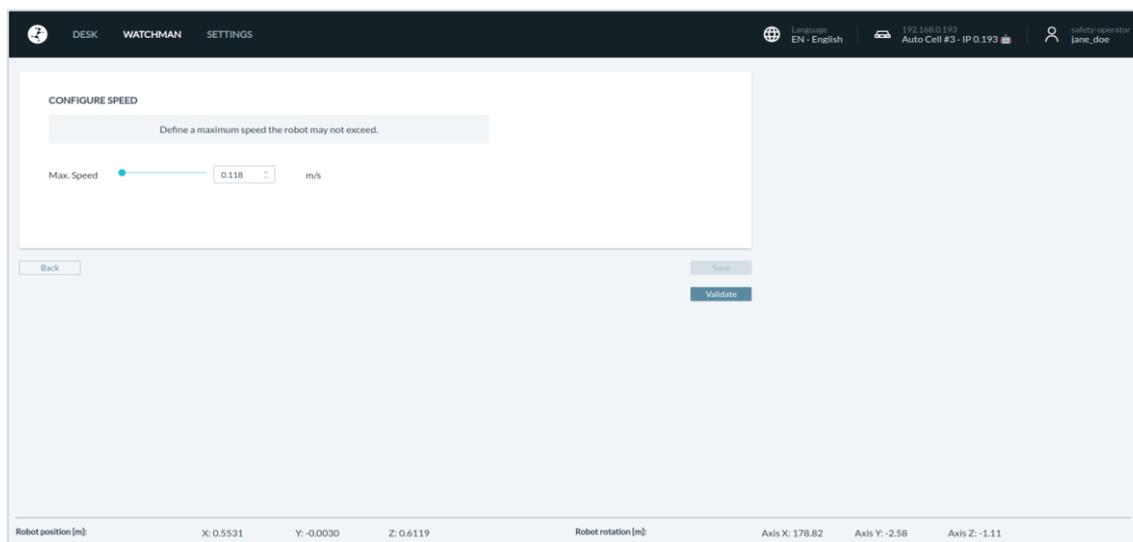


Fig.12 .23: Impostazione della velocità

È necessario impostare la velocità massima consentita determinata dalla valutazione dei rischi e confermarla facendo clic su "Salva". L'immissione deve essere poi convalidata facendo clic su "Convalida".

Dopo la convalida della velocità impostata, la convalida deve essere completata facendo clic su "Conferma convalida".

Accanto al pulsante, la convalida è confermata da un simbolo verde e, dopo il ritorno alla regola, il simbolo di convalida del parametro della regola appare in verde.

12.7 Valido ate

Dopo aver apportato modifiche alle impostazioni di Watchman, è necessario procedere alla convalida. La struttura di Watchman è tale che le regole devono essere convalidate solo se è stato modificato un parametro incluso e uno scenario solo se è stata modificata una regola inclusa.

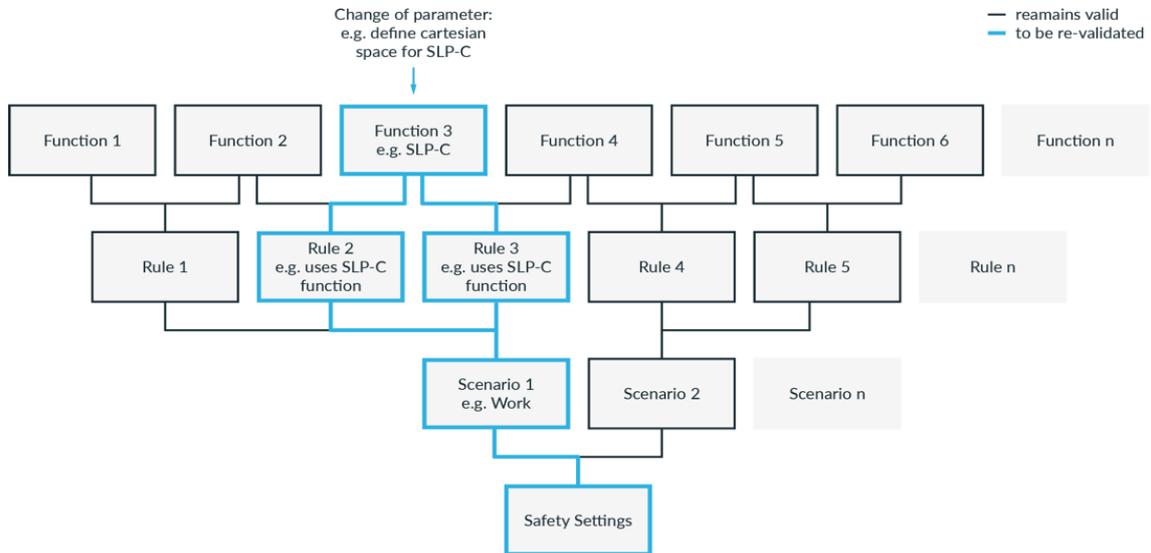


Fig.12 .24: Struttura di validazione

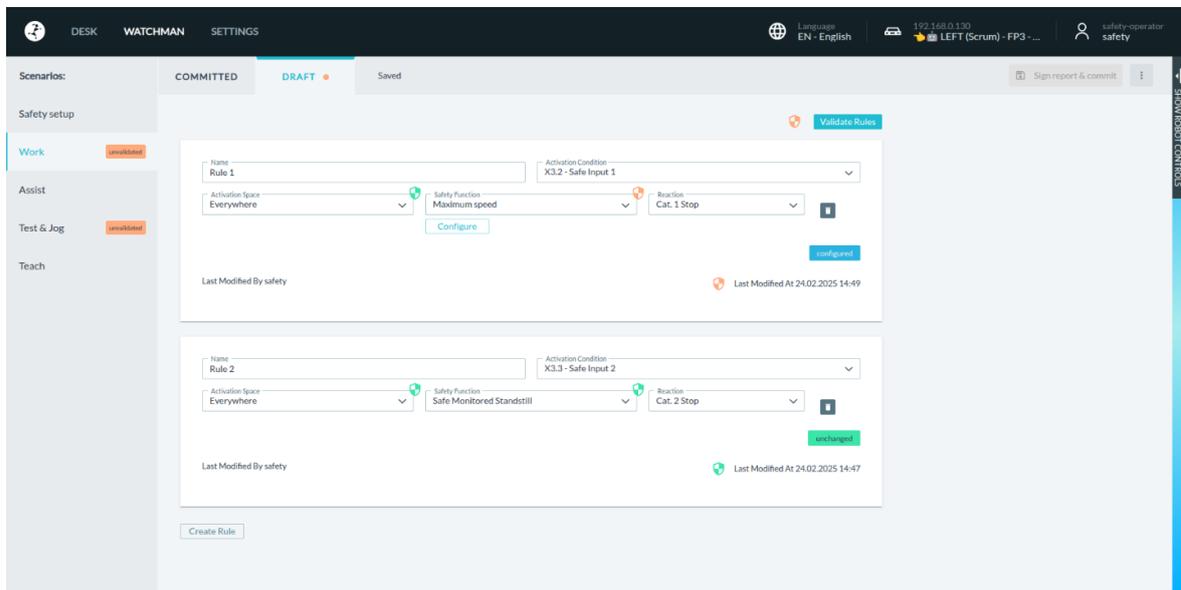


Fig.12 .25: Convalida

Le regole non convalidate sono indicate dall'icona di convalida arancione nell'angolo in basso a destra. Per convalidare uno scenario, fare clic su "Convalida regole" sopra le regole elencate.

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

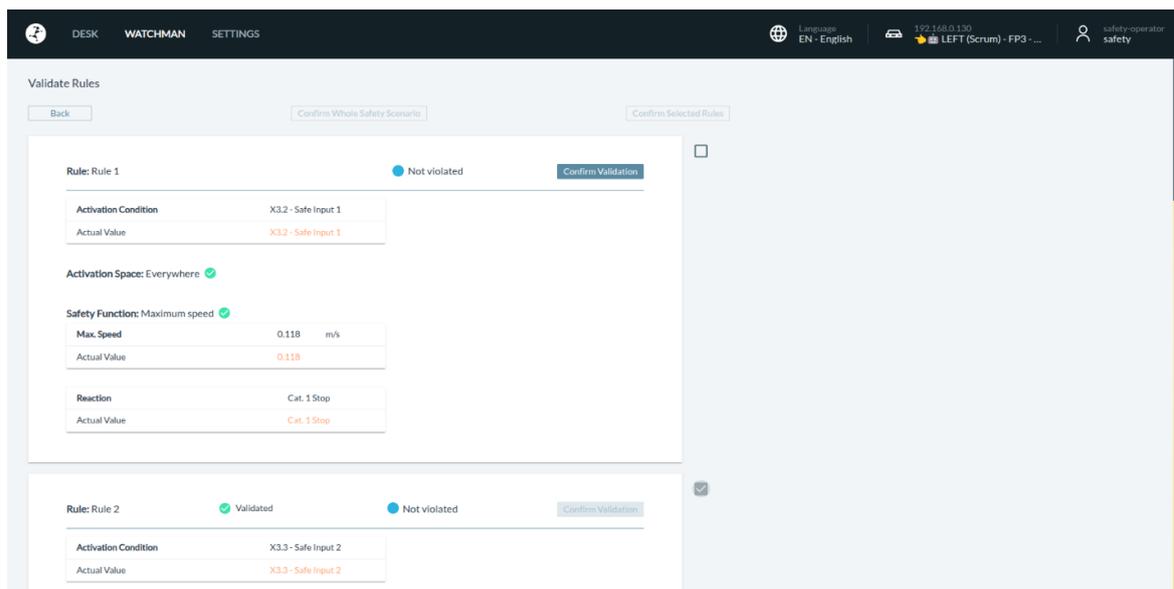


Fig.12 .26: Convalida delle regole

Tutte le regole dello scenario sono ora elencate con i rispettivi parametri. Nella prima fase, i parametri della regola e poi la regola stessa devono essere convalidati nelle regole non confermate, come descritto in precedenza. Di seguito viene descritta la procedura di convalida delle varie funzioni di sicurezza:

Convalida degli ingressi sicuri

- Verificare se la condizione di attivazione corrisponde al concetto di sicurezza definito dall'analisi dei rischi.
- Collegare i dispositivi periferici all'ingresso sicuro.
- Verificare se lo stato visualizzato nell'interfaccia utente di Watchman cambia quando l'ingresso viene attivato.

Convalida di SLP-C

- Verificare se i parametri delle funzioni di sicurezza corrispondono al concetto di sicurezza definito dall'analisi dei rischi.

Convalida di SLS-C

- Guidare il robot in modalità Programmazione in modo che le regole definite vengano violate.
- Verificare che lo stato di violazione visualizzato accanto alla funzione di sicurezza nell'interfaccia utente di Watchman cambi quando le regole vengono violate nelle posizioni/orientamenti previsti.

Convalida di SEEPO

- Verificare che l'alimentazione dell'end effector sia disattivata in tutte le situazioni previste.

Convalida dell'insieme delle regole, degli scenari e della configurazione generale

- Verificare se i parametri delle funzioni di sicurezza corrispondono al concetto di sicurezza definito dall'analisi dei rischi.
- Verificare a ogni livello se la combinazione di trigger di attivazione, funzioni di sicurezza, reazioni, regole e scenari corrisponde al concetto di sicurezza definito dall'analisi dei rischi.

Per convalidare la regola, fare clic su "Conferma convalida" o selezionare la casella accanto alle regole da confermare e quindi fare clic su "Conferma regole selezionate" sopra le regole.

Tutte le regole sono ora visualizzate come convalidate.

Il passo successivo consiste nel confermare lo scenario di sicurezza facendo clic su "Conferma l'intero scenario di sicurezza". La panoramica di Watchman viene visualizzata nuovamente e lo scenario di sicurezza appena confermato viene ora visualizzato come convalidato.

CONFIGURAZIONE DI SICUREZZA/VIGILANZA

Tutti gli scenari non convalidati devono essere trattati come descritto sopra.

Dopo che tutti gli scenari sono stati convalidati, nell'angolo in alto a sinistra compare il pulsante "Report & Commit".

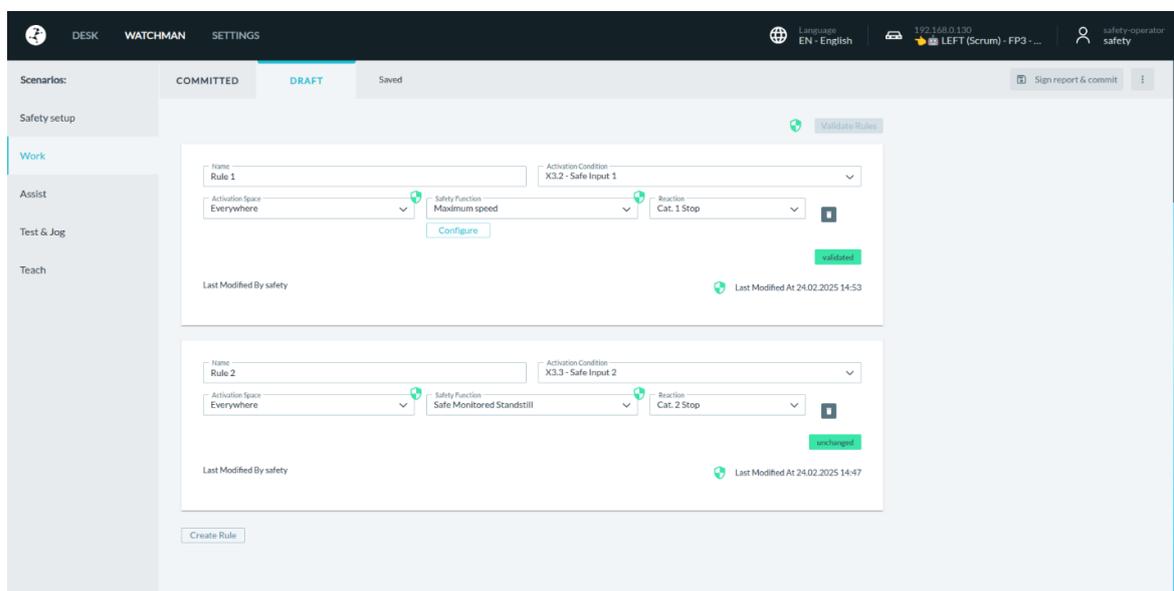


Fig.12 .27: Convalida di Watchman

Fare clic su "Report & Commit". Si apre il rapporto di sicurezza generato dalle impostazioni di Watchman.

Questo rapporto contiene tutte le informazioni rilevanti per documentare le funzioni di sicurezza, compreso il checksum generato.

Il rapporto deve ora essere stampato e firmato.

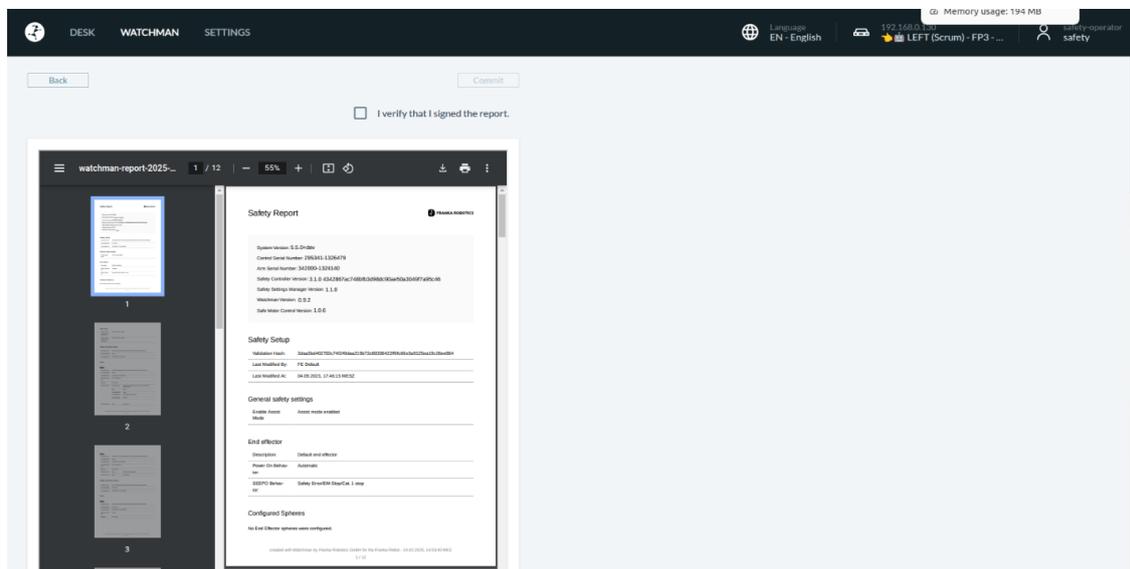


Fig.12 .28 Rapporto di sicurezza

Selezionando successivamente la casella "Verifico di aver firmato il rapporto" e facendo clic su "Impegna", si conferma che il rapporto è stato stampato e firmato.

La configurazione di sicurezza è ora salvata e accettata nel sistema. Il simbolo di convalida accanto all'interruttore a scorrimento è ora visualizzato in verde e mostra lo stato di convalida.

Facendo clic sul simbolo di convalida accanto all'interruttore a scorrimento, viene visualizzato il checksum attuale della configurazione di sicurezza.

13 LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

13.1 Nozioni di base sulla robotica

Spazio dei giunti

Nello spazio dei giunti, la posa di un robot è descritta utilizzando gli angoli di rotazione di ciascuno dei giunti del robot. A differenza della maggior parte dei robot industriali, che hanno sei giunti, Franka Research 3 ne ha sette. Ciò consente una flessibilità estremamente elevata. Un movimento lineare dell'effettore finale del robot nello spazio risulta dall'interazione sovrapposta della rotazione di diversi giunti.

Spazio cartesiano

Nello spazio cartesiano, la posa di un robot non è descritta dagli angoli di rotazione dei singoli giunti del robot, ma è specificata in relazione al sistema di coordinate di riferimento (sistema di coordinate del mondo del robot o sistema di coordinate dell'utensile). In questo caso, l'attenzione è rivolta alla posizione e all'orientamento dell'end effector. La rappresentazione spaziale tridimensionale di una posa cartesiana consiste solitamente in tre valori di lunghezza (in metri) per determinare la posizione e tre valori (in gradi) per l'orientamento dell'effettore finale.

Per ulteriori informazioni sulle pose dei robot, vedere la sezione Ridondanza in questo capitolo.

I movimenti nello spazio cartesiano consentono di seguire con precisione percorsi predefiniti nello spazio, come le linee rette. Il cambiamento di posizione è chiamato traslazione, mentre il cambiamento di orientamento è chiamato rotazione. Il movimento cartesiano di un robot dipende sempre dal sistema di coordinate di riferimento, che può essere configurato per Franka Research 3 tramite la configurazione dell'end effector nelle impostazioni di amministrazione di Franka UI.

Ridondanza

Poiché Franka Research 3 dispone di sette giunti, il braccio può raggiungere una determinata posa cartesiana con diverse configurazioni di giunti. Questa capacità è chiamata ridondanza. La parte del robot che può essere spostata mantenendo la stessa posa dell'effettore finale è spesso chiamata "gomito", perché corrisponde alla capacità di movimento del gomito di un braccio umano. La ridondanza del braccio consente una maggiore flessibilità durante l'insegnamento o l'esecuzione di compiti, ad esempio usandolo per circumnavigare un ostacolo e afferrare un oggetto situato dietro di esso. Il comportamento del gomito del robot può essere modificato e adattato a ogni situazione. Può essere impostato come liberamente mobile o immobile.

Sensibilità

Il braccio è dotato di sensori di coppia in tutte e sette le articolazioni. I sensori di coppia consentono, tra l'altro, di riconoscere e reagire anche alle più piccole forze che agiscono sul braccio. Questa sensibilità facilita numerose funzionalità e capacità, come l'impedenza o il rilevamento sensibile delle collisioni. Per ottenere la massima sensibilità, il sistema robotico deve essere adattato nel miglior modo possibile alle masse aggiuntive collegate e prelevate dal robot. Per questo motivo, l'effettore finale deve essere configurato nel modo più preciso possibile nelle impostazioni dell'interfaccia utente di Franka.

Impedenza

L'impedenza è un comportamento del robot che imita la capacità di una molla meccanica. Un robot controllato dall'impedenza può interagire delicatamente con l'ambiente, ad esempio per non danneggiare oggetti fragili. La capacità di cambiare l'impedenza può essere vista come simile a quella di un braccio umano, che tende i muscoli per cambiare la rigidità e può adattarsi a seconda della situazione per aumentare la robustezza durante l'esecuzione di un compito.

Rilevamento e reazione alle collisioni

I sensori di coppia sono stati incorporati in tutti e sette gli assi. Questi forniscono informazioni sulle coppie attualmente applicate a ciascun asse in qualsiasi momento. In combinazione con il nostro controllo basato su modelli di Franka Research 3, è possibile determinare con precisione le forze e le coppie di contatto delle articolazioni. Quindi, il braccio può rispondere. Ad esempio, se il braccio tocca un oggetto inaspettato durante il movimento, questo contatto viene rilevato in tempo reale da uno o più sensori di coppia e classificato come una collisione. Questo può essere utilizzato, ad esempio, per arrestare il movimento del robot.

AVVISO

La reazione del robot alle collisioni dipende dalla programmazione dell'utente e non è una funzione di sicurezza.

Generazione di forze

Il braccio è in contatto con l'ambiente circostante. Con l'aiuto dei segnali del sensore di coppia, i motori possono generare una forza definita sul punto di contatto. A tal fine, sono necessarie applicazioni o programmazioni adeguate.

AVVISO

Il cablaggio esterno aggiunge carichi e coppie supplementari al braccio che possono influenzare le prestazioni di controllo del Franka Research 3.

13.2 Punto di controllo singolo

Il sistema offre la funzionalità Single Point of Control (SPoC) per rispettare le normative. Ciò significa che solo un utente alla volta può attivare azioni critiche, ad esempio modificare le impostazioni del sistema e le attività, o attivare azioni attive del robot come lo sblocco dei giunti e l'esecuzione di attività. All'utente che ha il controllo viene assegnato il token software SPoC.

L'SPoC si applica anche ai bus di campo. Vedere la sezione Controllo bus di campo in questo capitolo.

AVVISO

Anche senza il token SPoC, è possibile attivare azioni non critiche come l'arresto di un'attività in corso o il blocco dei freni del robot.

Prendere il controllo

Quando ci si collega al robot con un token disponibile, prendere il controllo accettando la finestra di dialogo visualizzata dopo il login. Il token è ora assegnato a voi. Altri utenti non possono controllare il robot senza il vostro consenso.

Richiesta di controllo

Quando ci si connette al robot con un token già preso da un altro utente, richiedere il controllo accettando la finestra di dialogo visualizzata dopo il login. All'utente che effettua il controllo viene mostrata sullo schermo una finestra di dialogo di richiesta di controllo. Il token viene riassegnato all'utente richiedente se l'utente controllante concede l'accesso. Se l'utente controllante nega l'accesso, il token rimane all'utente controllante.

AVVISO

Per migliorare la tracciabilità, si consiglia di impostare nelle impostazioni del sistema dei profili denominati per ciascun utente. In questo modo, il sistema è in grado di informare i nuovi utenti connessi su chi sta controllando il robot.

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

Un utente richiede il controllo:

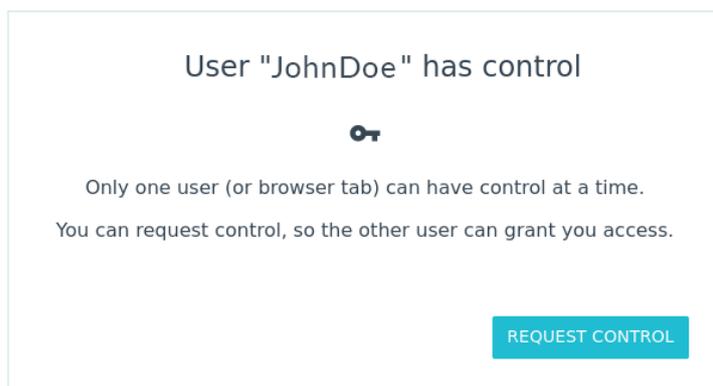


Fig. .131 : Richiesta di controllo

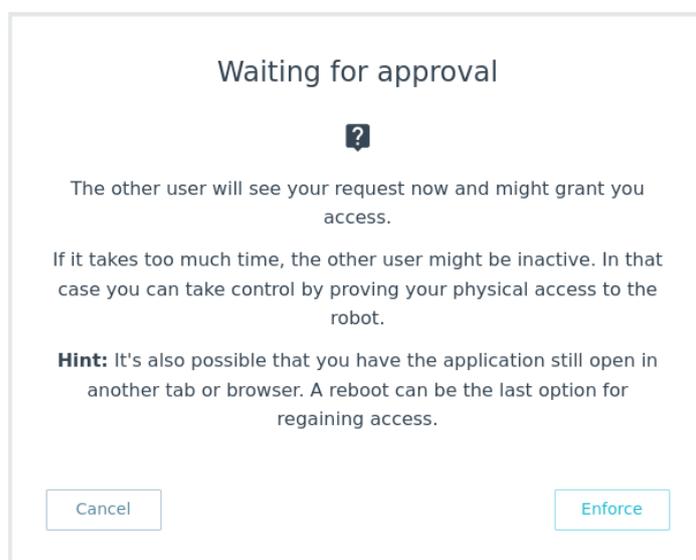


Fig. .132 : Gestione degli utenti in attesa di approvazione

L'utente in possesso del token SPoC riceve la richiesta di controllo:

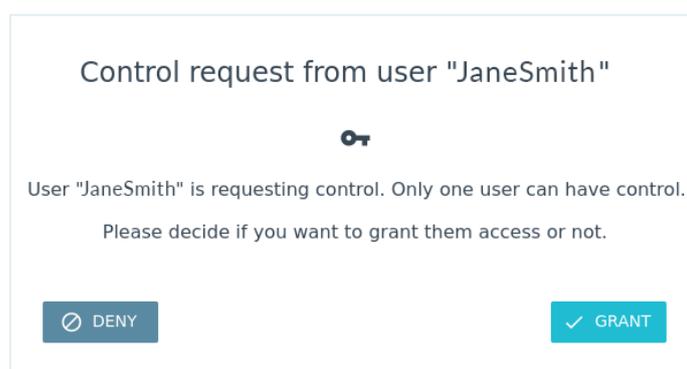


Fig. .133 : Richiesta dell'utente

Applicare il controllo

È possibile imporre il controllo se l'utente ha accesso fisico al robot. Invece di richiedere il controllo, l'utente sceglie di imporre il controllo nella finestra di dialogo visualizzata dopo il login. Dopo aver scelto il controllo forzato, l'utente richiedente ha una finestra temporale in cui può premere il cerchio blu sul Pilota del robot per prendere il controllo. L'utente che controlla viene informato del tentativo di imposizione del controllo durante questo lasso di tempo. L'utente controllante può quindi confermare o negare il controllo.

AVVISO

Regolare la finestra temporale per l'esecuzione del controllo nelle impostazioni del sistema. Per impostazione predefinita, la finestra temporale è impostata su 30 secondi.

Il nuovo utente esegue il controllo:

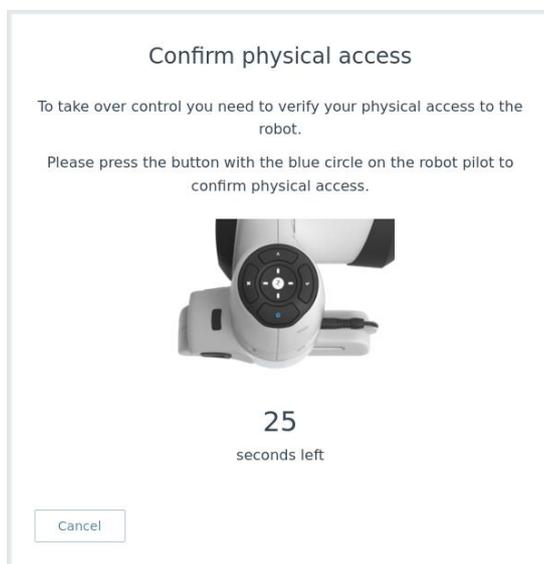


Fig. .134 : Esecuzione del controllo

Esecuzione del controllo

Dopo che l'utente che controlla ha finito di lavorare con il robot, l'utente che controlla può rilasciare il controllo nel menu del robot. Questo blocca l'accesso all'utente controllante e rilascia il token. Altri utenti possono ora collegarsi al robot e prenderne direttamente il controllo. Il controllo viene rilasciato anche se l'utente controllante si disconnette.

Controllo del bus di campo

È possibile controllare il robot anche attraverso le interfacce Fieldbus. Il Single-Point-of-Control si applica anche alle interfacce Fieldbus. Le funzionalità richieste sono fornite per i protocolli Fieldbus supportati, ma devono essere considerate durante l'implementazione della connessione. L'accesso ai dati e le azioni non critiche sono possibili attraverso i bus di campo, indipendentemente dallo stato del token.

Franka Research 3 implementa la funzionalità di server OPC UA.

AVVISO

Tutti i Fieldbus hanno gli stessi diritti del ruolo di operatore.

AVVISO

Se il robot è controllato tramite un protocollo Fieldbus, non esiste una procedura di richiesta per altri utenti che cercano di prendere il controllo tramite Franka UI. Quando un utente di Franka UI assume il controllo, il token viene automaticamente riassegnato dal protocollo Fieldbus all'utente.



Per ulteriori informazioni sull'utilizzo di Modbus e OPC UA, consultare il relativo manuale su Franka World.

13.3 Modalità operative

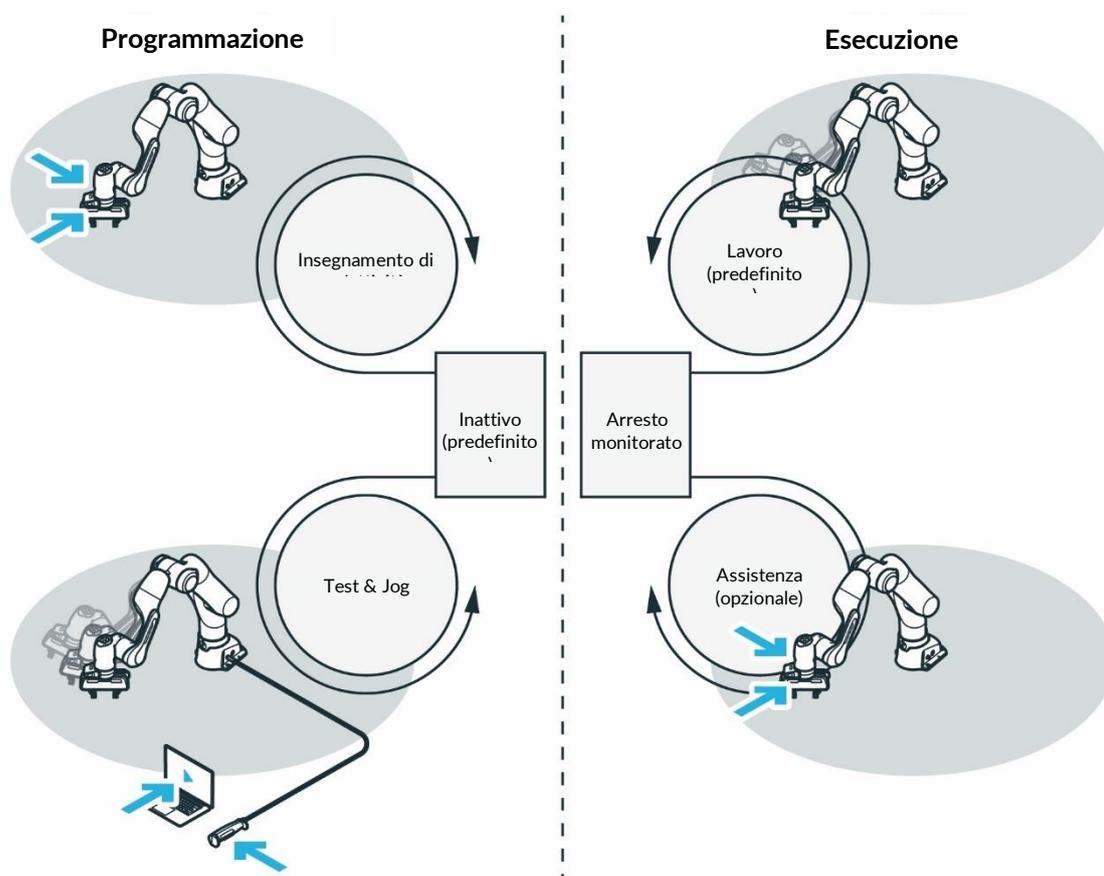


Fig. .135 : Panoramica delle modalità operative

Franka Research 3 offre le seguenti modalità operative:

1. Programmazione
 - Inattivo (predefinito)
 - Insegnamento di un'attività (pulsante di abilitazione, pulsante di guida)
 - Test e Jog (dispositivo di abilitazione esterno, pulsante di mantenimento dell'esecuzione sulla scrivania)
2. Esecuzione
 - Lavoro (predefinito)
 - Arresto monitorato
 - Assistenza (pulsante di abilitazione, pulsante di guida)

Commutazione

Per passare dalla modalità generale "Programmazione" a quella "Esecuzione", utilizzare il pulsante di commutazione nella barra laterale della scrivania. Alcune interazioni dell'utente selezionano implicitamente tutte le altre modalità all'interno delle modalità generali, ad esempio premendo il dispositivo di abilitazione esterno in "Programmazione".

Le modalità operative generali possono essere commutate anche tramite il controllo Fieldbus .

13.3.1 Programmazione

La modalità di programmazione è una modalità operativa in cui il robot può essere programmato per eseguire determinati compiti.

Il controllo del robot tramite FCI non è possibile in modalità "Programmazione".

Insegnamento di un compito (dispositivo di abilitazione alla guida)

L'amministratore insegna al robot la parametrizzazione dell'attività e delle relative applicazioni. Ciò avviene guidando a mano il robot con i pulsanti di abilitazione e di guida sul Pilot-Grip.

Test e Jog (dispositivo di abilitazione esterno)

L'amministratore testa e monitora l'esecuzione stando lontano dal robot. Si utilizza il dispositivo di abilitazione esterno collegato al robot tramite la porta X4 dedicata. Per ulteriori informazioni, vedere il capitolo 13.6.10 "Test e Jog".

Procedura tipica di programmazione

Per la programmazione con il Franka Research 3, procedere come segue:

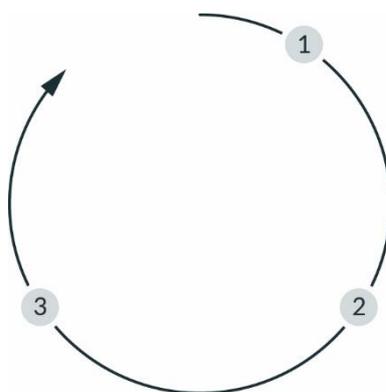


Fig. .136 : procedura

1	Insegnare un compito	3	Eeguire un compito
2	Test e Jog		

Insegnare un compito (1)

Insegnare a Franka Research 3 un compito.

Test & Jog (2)

Uscire dall'area di lavoro massima e verificare se l'attività insegnata viene eseguita correttamente. A tale scopo, la velocità può essere limitata e l'esecuzione può essere interrotta in qualsiasi momento.

Eeguire un'attività (3)

Una volta appreso il compito, Franka Research 3 lo esegue automaticamente.

13.3.2 Esecuzione

La modalità di esecuzione è una modalità operativa in cui il robot esegue i compiti precedentemente insegnati tramite l'interfaccia utente Franka o può essere spostato tramite l'interfaccia di controllo Franka.

Lavoro

In modalità Lavoro, si attiva l'esecuzione automatica dei compiti senza la necessità di dispositivi di abilitazione esterni sicuri. Per ulteriori informazioni, consultare il capitolo 13.4 "Lavoro".

Arresto controllato

Il robot è in stato di arresto controllato. Questa modalità è presente nei seguenti casi:

Un sensore di sicurezza collegato a un ingresso sicuro configurato in una regola di sicurezza dedicata utilizzando la funzione di sicurezza SMSS rileva la presenza di un essere umano.

Una modalità di transizione per offrire all'utente la modalità Assist.

Assistenza

Questa modalità può essere utilizzata durante l'esecuzione se la guida manuale fa parte dell'applicazione. Questa modalità è consentita solo all'interno dello spazio di collaborazione definito da .

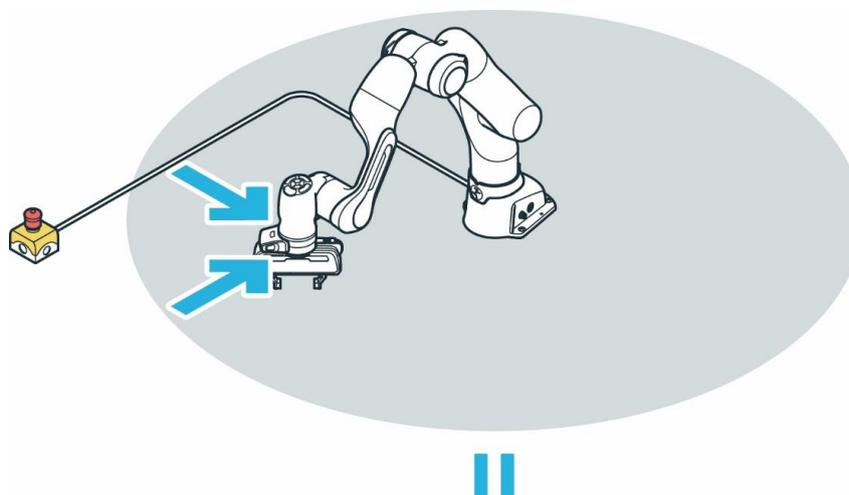


Fig. .137 : Funzionamento dell'assistenza

ATTENZIONE

Superfici calde e guida

A temperature ambiente superiori a 30 °C, la superficie del robot può diventare troppo calda per essere toccata. Pertanto, l'uso della funzione di assistenza in modalità di esecuzione non è consentito al di sopra dei 30 °C.

13.3.3 Panoramica degli indicatori di stato

Le luci di stato su entrambi i lati della base assumono il colore corrispondente, simile a quello di un semaforo. Le spie di stato lampeggiano lentamente durante l'avvio, quando Franka Research 3 richiede attenzione o quando l'utente inserisce dei valori. Durante gli altri processi, le luci si accendono nel colore corrispondente allo stato di Franka Research 3. Anche una luce di stato circolare al centro del Pilot-Disc indica lo stato di Franka Research 3.

Quando l'operatore interagisce con il braccio, la luce di stato sul Pilot-Disc è spenta.

Per ulteriori informazioni sul comportamento del colore, vedere il capitolo 11.1 "Accensione".

ATTENZIONE

Movimenti pericolosi e incontrollati del braccio

Rischio di lesioni gravi, come schiacciamento, lacerazione della pelle e perforazione da parte del braccio e degli effettori finali.

- Assicurarsi che l'effettore finale e/o la massa dell'oggetto e il centro di massa (CoM) siano parametrizzati correttamente.
- Tenersi lontani dall'area di lavoro durante il funzionamento.

AVVISO

La velocità di movimento in modalità Teach o Hand-Guiding è preimpostata. La velocità può essere ridotta in base alla valutazione dei rischi del braccio nell'ambito della sua applicazione.

13.3.4 Panoramica passo-passo delle modalità operative e degli indicatori di stato corrispondenti

1. Accendere il controllo.

Il sistema di blocco di sicurezza si attiva e i movimenti vengono bloccati meccanicamente.

Durante l'avvio, le luci lampeggiano lentamente in bianco.

All'avvio, le luci sono illuminate in blu in modo continuo, a indicare che i freni sono ancora inseriti.

2. Per aprire il sistema di bloccaggio di sicurezza, fare clic su "sbloccare i movimenti" nella barra laterale della Scrivania.

Le luci del display sono illuminate di bianco in modo continuo.

Durante lo sblocco, le luci lampeggiano lentamente in blu.

Dopo lo sblocco, le luci sono di nuovo blu ininterrottamente.

La barra laterale di Desk mostra "giunti sbloccati".

Franka Research 3 è in modalità di lavoro.

3. Passare alla modalità "Programmazione" nella Scrivania.

Franka Research 3 è in modalità "inattiva".

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

Le luci sono illuminate di bianco in modo continuo.

4. Per guidare manualmente il braccio per l'insegnamento, premere il pulsante di guida e contemporaneamente premere a metà il pulsante di abilitazione.

Le luci sono illuminate di bianco in modo continuo.

5. Rilasciare i pulsanti.

Franka Research 3 è in "idle".

La luce è illuminata di bianco in modo continuo.

6. Lasciare l'area di lavoro massima e portare con sé il dispositivo di abilitazione esterno e il dispositivo di arresto di emergenza per eseguire Test & Jog.

7. Premere il dispositivo di abilitazione esterno.

Franka Research 3 è in modalità "Test & Jog".

La luce è illuminata di blu in modo continuo.

8. Premere il pulsante Play nella Scrivania.

Se è stato configurato un conto alla rovescia (vedere la sezione Avvio del movimento nel capitolo 13.6.10 "Test e Jog"), la luce del robot si accende in modo rapido e lampeggiante in verde fino alla scadenza del conto alla rovescia.

Successivamente, il task inizia l'esecuzione.

Durante l'esecuzione, la luce del robot è accesa in verde.

In caso di errore o di violazione della sicurezza, la luce diventa rossa.

Se sono presenti ingressi sicuri in conflitto, la luce diventa rosa (lampeggia lentamente).

9. Passare alla modalità "Esecuzione" nel Desk.

Franka Research 3 entra in modalità "Lavoro".

La luce è blu.

I compiti possono essere eseguiti senza dispositivo di abilitazione esterno.

Durante l'esecuzione, la luce è verde.

Attivando un arresto monitorato in sicurezza dalla configurazione di sicurezza (ad esempio, dall'ingresso sicuro), Franka Research 3 entra in modalità "arresto monitorato".

10. Premere il pulsante di guida e il pulsante di abilitazione.

Il Franka Research 3 passa in modalità "Assist" e può essere guidato come parte del compito.

13.4 Lavoro

In modalità Lavoro, il robot esegue il suo compito in modo autonomo. Rispetto alla modalità Test & Jog, non esiste un dispositivo di abilitazione esterno come protezione, cioè l'operatore deve essere separato in modo sicuro dai pericoli presentati dal braccio (secondo le norme EN ISO 10218-1:2011 e ISO 10218-2).

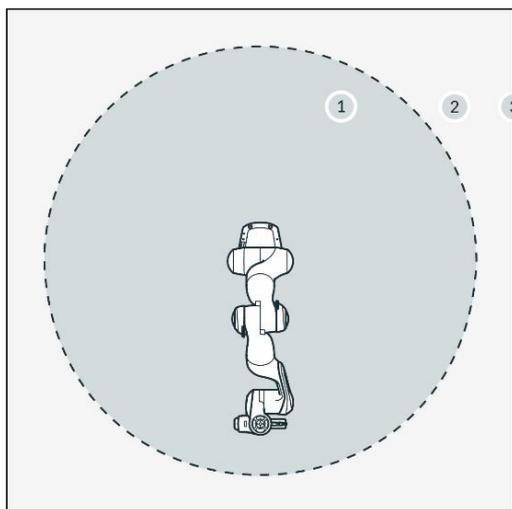


Fig. .138 : Assegnazione dell'area

1	Spazio di lavoro massimo	3	Salvaguardia del perimetro
2	Spazio protetto		

Condizione preliminare

- È stato creato un task in Teach a Task.
- Il task è stato testato con successo in Test & Jog.
- Il sistema di sicurezza funziona senza violazioni ed errori.

AVVISO

Valutare sempre l'avvio remoto dell'esecuzione e realizzare il concetto di sicurezza nell'ambito del progetto di sicurezza (ad es. mezzi di sicurezza esterni) e delle impostazioni di sicurezza del sistema robotico.

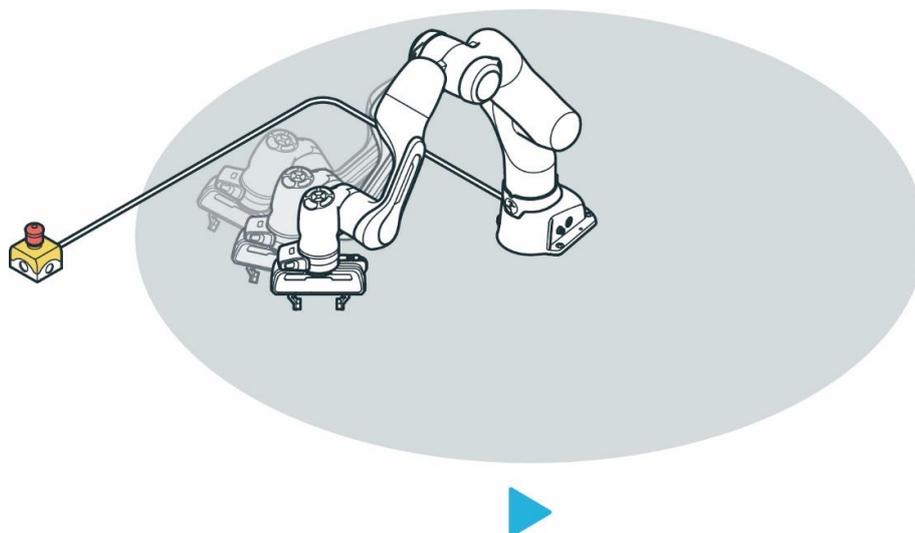


Fig. .139 : Operazione di lavoro

AVVISO

Livelli di rumore durante il funzionamento < 70 dB (A)

Procedura

1. Passare alla modalità operativa "Esecuzione".
2. Premere il pulsante Play nel Desk.

Viene visualizzata una finestra di dialogo di conferma.

3. Confermare la finestra di dialogo.

Il robot esegue il compito appreso.

AVVISO

Se si verifica una collisione, l'esecuzione viene interrotta. L'App fallita viene evidenziata e viene visualizzata una descrizione dell'errore. In questa modalità, il braccio può essere spostato utilizzando la guida e le cause di errore possono essere eliminate.

AVVISO

Qualsiasi messaggio di errore viene visualizzato nella barra laterale. Qui è possibile visualizzare le informazioni sull'errore e su come eliminarlo.

1. Per continuare l'esecuzione, premere il pulsante Play di una delle applicazioni.
2. Per terminare l'attività, premere il pulsante Stop.

AVVISO

L'avvio dell'esecuzione a distanza deve essere valutato durante la realizzazione dello specifico concetto di sicurezza della cella.

Requisiti per l'utilizzo dell'interfaccia di controllo Franka (FCI)

- La modalità FCI è attivata (vedere 11.6 "Utilizzo tipico").
- Esiste una connessione di rete con la workstation Linux.
- Il sistema di sicurezza funziona senza violazioni ed errori.
- I freni sono aperti.
- Il sistema di controllo è in modalità di esecuzione.

AVVISO

In caso di errore durante il controllo tramite FCI, l'operazione in corso viene interrotta e l'errore risultante viene trasmesso tramite FCI. In Franka UI viene visualizzato un messaggio di errore.

Il programma dell'utente deve essere progettato in modo che gli errori vengano trasmessi automaticamente in uscita.

13.5 Assistenza

La modalità Assist è uno stato della modalità operativa Execution. Questa modalità consente il funzionamento collaborativo con guida manuale in conformità con la norma ISO 10218-1. Per essere utilizzabile, questa modalità deve essere esplicitamente abilitata da un operatore di sicurezza in Watchman.

Se il robot si trova in stato di arresto monitorato (SMSS) durante l'esecuzione di un compito, il robot passa automaticamente alla modalità di assistenza quando vengono premuti i pulsanti Abilita e Guida manuale. Questo stato viene visualizzato nel messaggio di stato del robot in DESK.

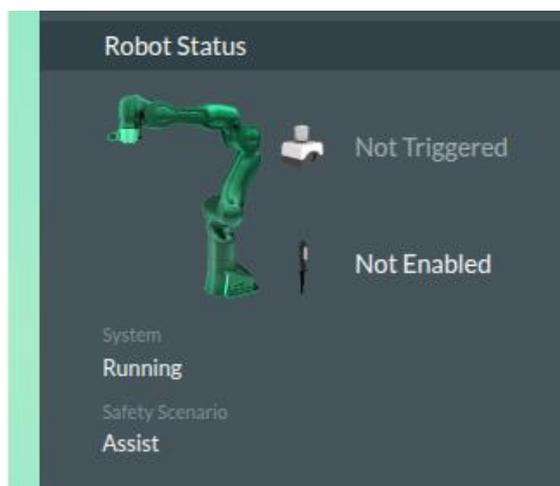


Fig. .1310 : Indicazione della modalità di assistenza e

In questa modalità, l'operatore può muovere il robot in controllo manuale premendo il pulsante di abilitazione sul Pilot-Grip del robot.

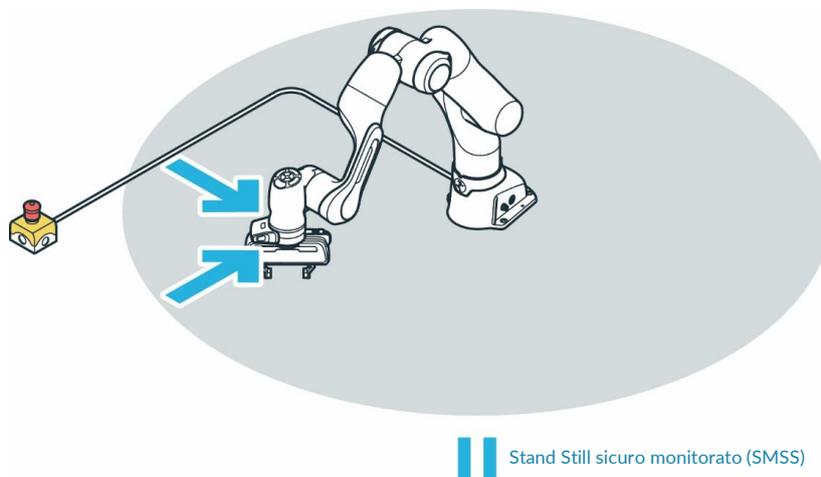


Fig. .1311 : Condizioni per l'abilitazione del movimento in Assist Mod e

ATTENZIONE

Superfici calde e guida

A temperature ambiente superiori a 30 °C, la superficie del robot può diventare troppo calda per essere toccata. Pertanto, l'utilizzo della funzione di assistenza in modalità automatica non è consentito al di sopra dei 30 °C.

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

Se la condizione di **StandStill** monitorato in sicurezza (SMSS) viene nuovamente rimossa, il robot riprende l'esecuzione dell'attività interrotta e passa alla posa successiva.

Quando si utilizza l'interfaccia di controllo Franka (FCI), l'SMSS emette un messaggio di errore e l'esecuzione del movimento del robot viene interrotta. L'annullamento dell'SMSS non comporta automaticamente il riavvio del robot. Questo deve essere riavviato tramite l'ingresso di comando.

Condizione per l'avvio della modalità di assistenza:

- Modalità di assistenza attivata nelle impostazioni di sicurezza di Watchman. Questa attivazione può essere effettuata solo da un operatore di sicurezza.
- Il robot deve essere in modalità Safe Monitored **StandStill** (SMSS). A tal fine, nello Scenario di lavoro di Watchman deve essere creata una regola che porti il robot nello stato di monitoraggio sicuro (Safe Monitored Stand Still). Il trigger per questa regola può essere l'elaborazione di un segnale di ingresso sicuro (X3.2 o X3.3) o l'ingresso in uno spazio sicuro definito. Si raccomanda di avviare l'attivazione dello standstill sicuro monitorato da un segnale di ingresso sicuro.
- Premere il pulsante di abilitazione e il pulsante di guida.

Opzioni per i movimenti in modalità Assist:

- Premendo i pulsanti di abilitazione e di guida sull'impugnatura pilota, il robot può essere spostato liberamente in modalità di guida manuale.
- I movimenti dell'end effector montato non sono abilitati in modalità Assist.

Uscita dalla modalità di assistenza:

La modalità di assistenza si interrompe automaticamente quando si rilascia il pulsante di abilitazione o il pulsante di guida.

ATTENZIONE

Se il Safe Monitored **StandStill** (SMSS) viene attivato da uno spazio monitorato, il robot passa immediatamente alla posa successiva quando il pulsante di abilitazione o di guida viene rilasciato al di fuori dello spazio monitorato. Pertanto, pianificare un ingresso sicuro (X3.2 o X3.3) per l'utilizzo della modalità Assist per avviare lo **StandStill** sicuro monitorato (SMSS).

13.6 Franka UI

Franka UI è l'interfaccia utente dei robot di Franka Robotics. Può essere utilizzata per programmare e far funzionare il robot in Desk. Le impostazioni generali possono essere effettuate tramite Impostazioni e le necessarie regolazioni di sicurezza sono configurate tramite Watchman.

L'interfaccia utente Franka è sempre raggiungibile tramite l'URL <https://robot.franka.de> se il terminale utente è collegato alla rete X5-robot alla base del robot e il client DHCP è attivato.

Accesso

Dopo aver inserito l'URL <https://robot.franka.de> appare il login all'interfaccia utente.

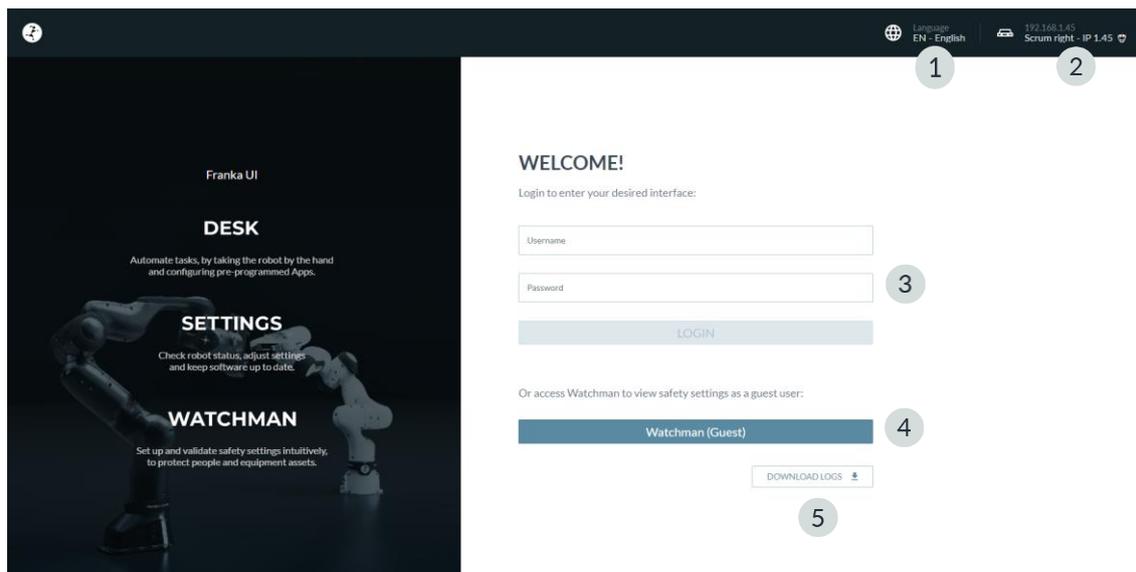


Fig..1312 : Login Franka Interfaccia utente

1	Selezione della lingua	4	Guardiano
2	Stato della rete	5	Scaricare i file di log
3	Accesso		

1 Selezione della lingua

Fare clic per selezionare le lingue disponibili per l'interfaccia utente.

2 Stato della rete

Visualizzazione dell'indirizzo IP attuale del robot e del nome registrato del robot in Franka World.

Facendo clic si apre un menu con la seguente selezione:

- Collegamento a Franka World, con indicazione se il robot è collegato a Franka World (punto verde o rosso).
- Pulsante Spegnimento, per spegnere il robot.
- Pulsante Manuali, facendo clic su di esso si apre una pagina di download del Controllo con la possibilità di aprire il manuale utente in tutte le lingue disponibili.

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3



Fig. .1313 : Scarica il manuale d'uso

3 Accesso

Campo di immissione per il login; dopo che l'utente ha effettuato il login, appare la vista DESK.

4 Watchman

Accesso diretto all'interfaccia utente di Watchman in modalità di visualizzazione.

5 Scarica registro

Pulsante per scaricare i file di log del robot.

Scrivania

Panoramica

Desk è l'interfaccia utente di Franka UI per la programmazione, la configurazione e il funzionamento del robot. Per aprire Desk, inserire il seguente URL nel browser: <https://robot.franka.de> e accedere.

In Desk è possibile creare attività. I compiti sono sequenze cronologiche di applicazioni. Le applicazioni, a loro volta, sono gli elementi costitutivi di un compito e delineano le abilità di base di Franka Research 3, ad esempio "Afferrare", "Mettere giù" o "Premere un pulsante".

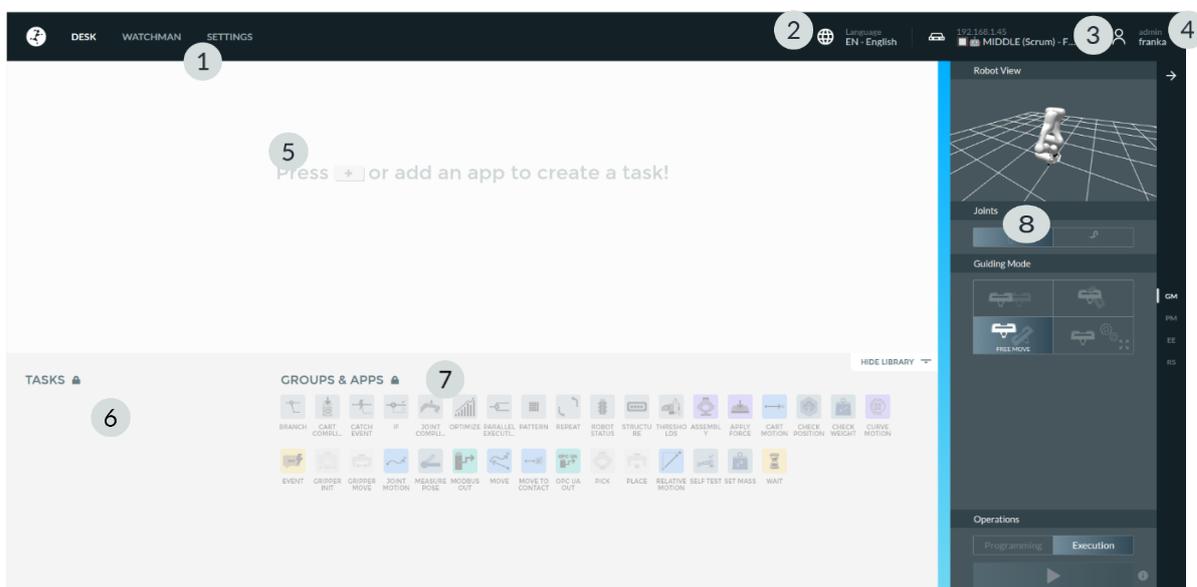


Fig. .1314 : Scrivania

1	Navigazione rapida	5	Cronologia
2	Selezione della lingua	6	Compiti
3	Menu di sistema	7	Gruppi e applicazioni
4	Menu utente	8	Barra laterale

1 Navigazione rapida

Per passare rapidamente tra le visualizzazioni di Desk, Watchman e Impostazioni.

2 Selezione della lingua

Fare clic per selezionare le lingue disponibili per l'interfaccia utente.

3 Menu Sistema

Visualizzazione dell'indirizzo IP attuale del robot e del nome registrato del robot in Franka World.

Facendo clic si apre il menu di sistema con la seguente selezione:

- Collegamento a Franka World; con indicazione se il robot è collegato a Franka World (punto verde o rosso).
- Pulsante Riavvia; per riavviare il robot.
- Pulsante Spegnimento; per spegnere il robot.
- Pulsante Attiva FCI.
- Pulsante Manuali; facendo clic su di esso si apre una pagina di download del Controllo con la possibilità di aprire il manuale utente in tutte le lingue disponibili.

4 Menu Utente

Le informazioni di accesso visualizzano l'utente attualmente collegato e il suo ruolo. Facendo clic su questo pulsante si apre il menu Utente con la seguente selezione:

- Rilascio del controllo; consegna del controllo del robot.
- Log Out; Logout dell'utente corrente dall'interfaccia utente.

5 Linea temporale

Disporre le applicazioni nella timeline per programmare l'attività. La timeline rappresenta la sequenza cronologica di un compito.

6 Compiti

Tutti i compiti configurati del robot sono elencati nell'area "Compiti". Qui è possibile accedere ai compiti esistenti e gestirli. È inoltre possibile creare, scaricare, clonare, rinominare o eliminare i compiti. È possibile importare un'attività trascinando e rilasciando un file di attività scaricato dal robot corrente o da un altro robot nell'area Attività.

I compiti di una vecchia generazione di sistemi robotici di Franka Robotics non sono supportati da Franka Research 3.

AVVISO

Assicurarsi di eseguire sempre il backup dei log di sistema, dei log di sicurezza e delle attività create.

7 Applicazioni

Tutte le applicazioni installate da Franka World possono essere visualizzate qui. Le applicazioni di questa sezione della Scrivania possono essere utilizzate direttamente nella sezione Attività. Trascinare e rilasciare le app desiderate nella timeline per utilizzarle e configurarle.

8 Barra laterale

La barra laterale consente all'utente di controllare il robot selezionando la modalità pilota (PM), selezionando la modalità guida (GM), bloccando/sbloccando le articolazioni o attivando e disattivando l'end effector (EE). Visualizza lo stato del robot e i messaggi importanti (RS).

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

1. **Modalità di guida:**
 - *Traslazione*
 - *Rotazione*
 - *Libero*
 - *Definito dall'utente*
2. **Giunti di bloccaggio:**
 - *Blocco*
 - *Sbloccare*

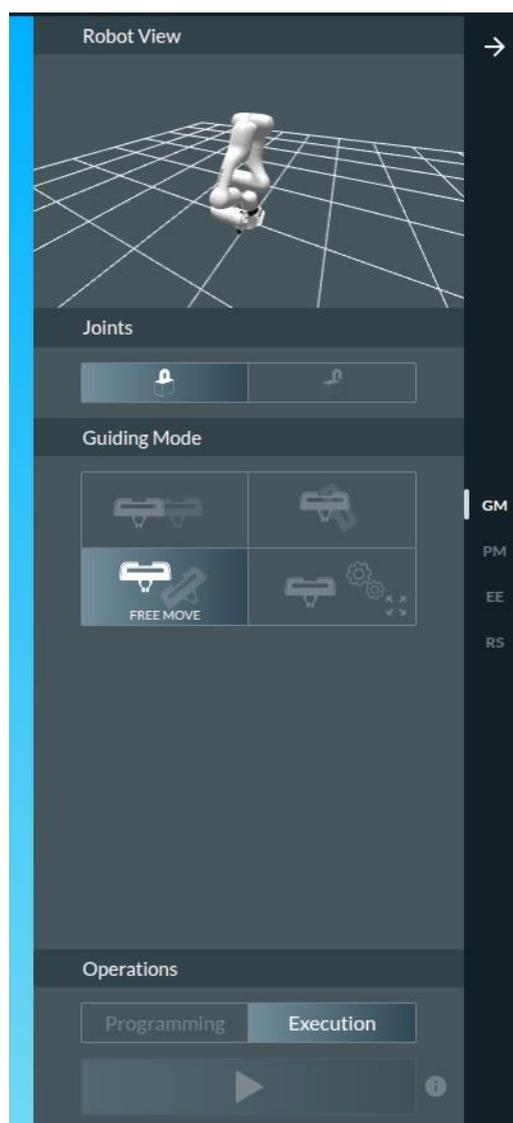


Fig. .1315 : Barra laterale della scrivania (GM)

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

1. Modalità pilota:

Commutazione tra controllo della scrivania e controllo dell'effettore finale.

2. Giunti di blocco:

- Blocco
- Sbloccare

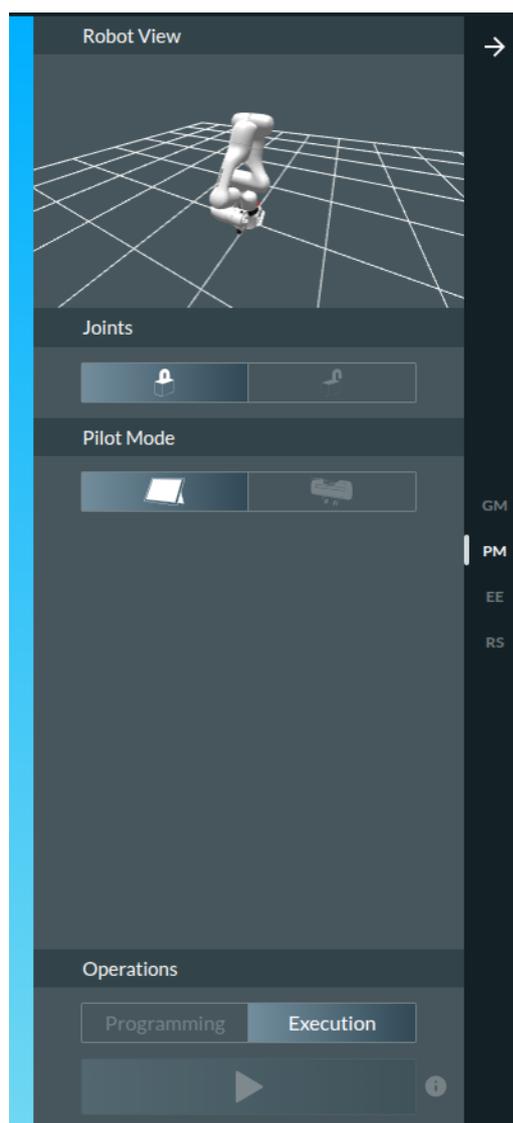


Fig.13 .16: Barra laterale del tavolo (PM)

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

1. **Giunti di bloccaggio:**
 - Blocco
 - Sbloccare
2. **Attivazione dell'effettore finale:**
 - Accendere
 - Spegnerne
3. **Barra di stato**

Visualizzazione colorata dello stato del robot, vedere la tabella dei colori nel capitolo 11.1 "Accensione".

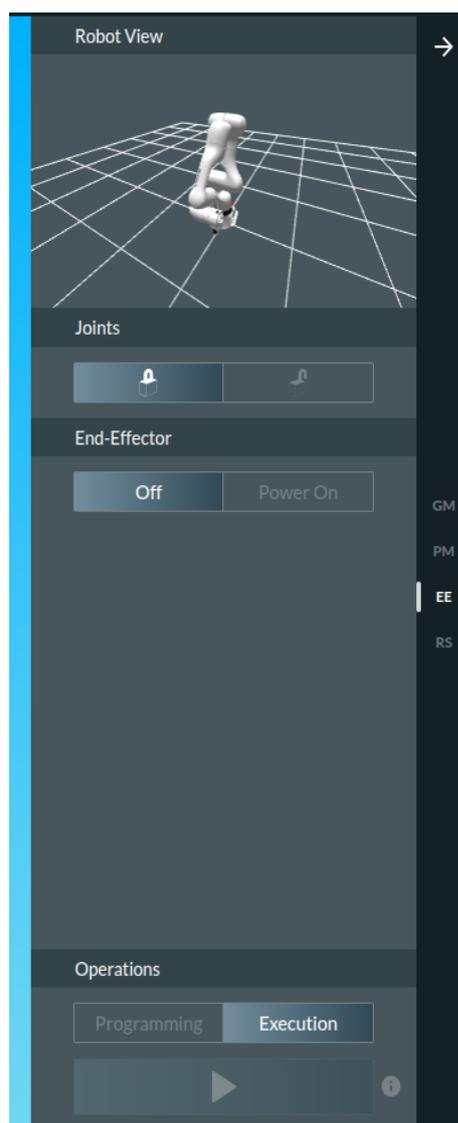


Fig.13 .17: Barra laterale della scrivania (EE)

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

1. **Attivazione dell'Effettore finale:**
 - Accendere
 - Spegner
2. **Indicazione di stato Robot**
 - Stato e messaggi
3. **Barra di stato**

Visualizzazione colorata dello stato del robot, vedere la tabella dei colori nel capitolo 11.1 "Accensione".

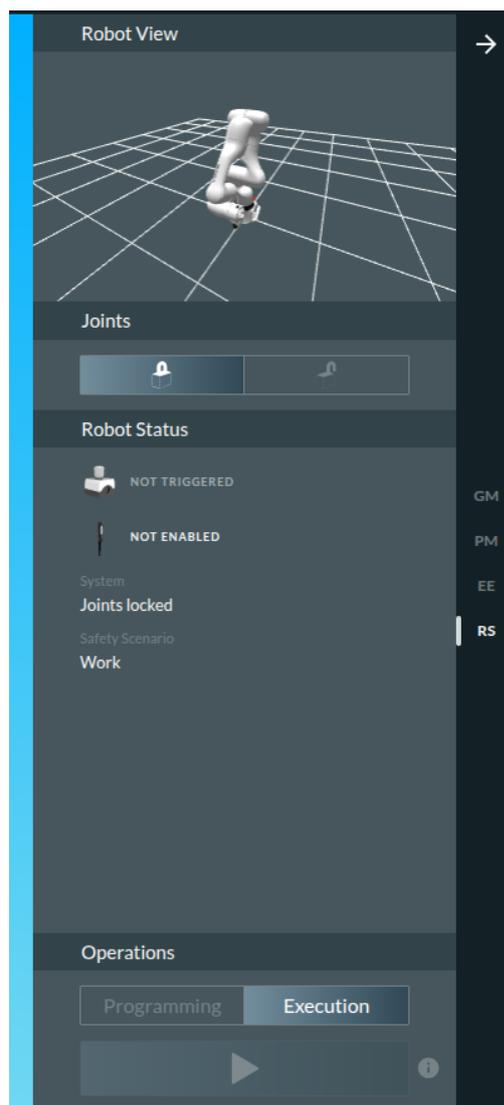


Fig.13 .18: Barra laterale della scrivania (RS)

Watchman

Con l'applicazione web Watchman, solo un utente "Operatore di sicurezza" può modificare, convalidare e integrare le impostazioni di sicurezza. Tuttavia, qualsiasi utente è autorizzato a visualizzare le impostazioni di sicurezza correnti in Watchman.

Per visualizzare le impostazioni di sicurezza correnti in Watchman, fare clic su "WATCHMAN" nella barra dei menu superiore o accedere a <https://robot.franka.de/watchman> nel browser.

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

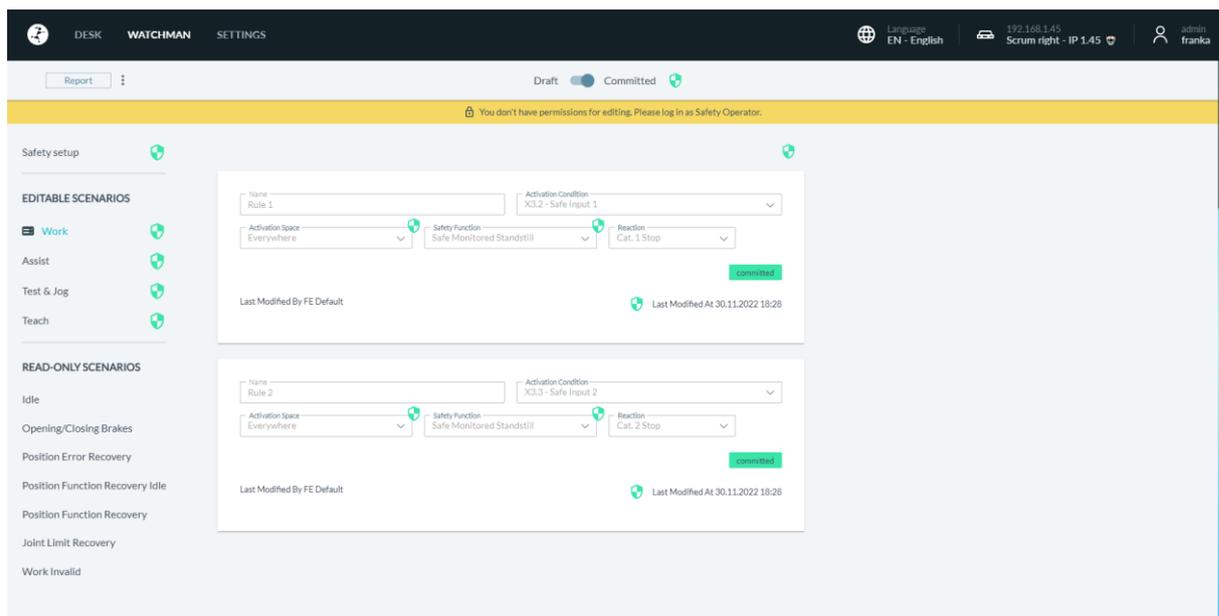


Fig. .1316 : Watchman

La descrizione dettagliata dell'interfaccia e la procedura di configurazione delle impostazioni di sicurezza del robot sono riportate nel capitolo **Error! Reference source not found.**

Interfaccia delle impostazioni

L'interfaccia Impostazioni mette a disposizione degli amministratori diverse funzioni per la configurazione del robot.

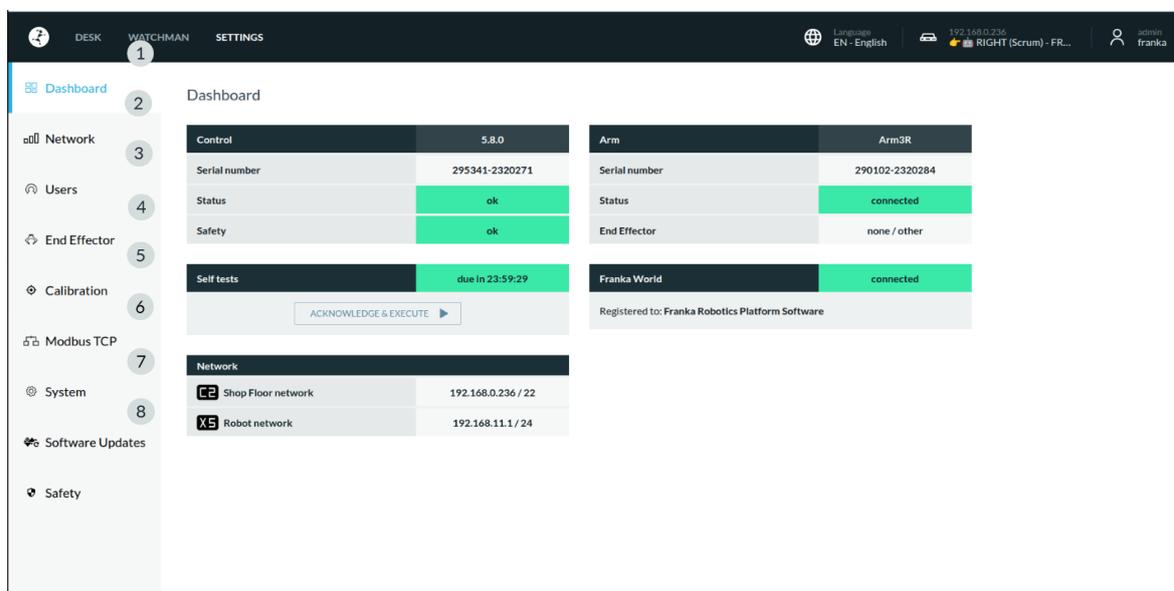


Fig. .1317 : Menu Impostazioni

1	Panoramica del sistema	5	Impostazioni Modbus TCP
2	Impostazioni di rete	6	Impostazioni di sistema
3	Gestione degli utenti	7	Sincronizzazione del mondo Franka
4	Configurazione dell'End Effector	8	Sicurezza

- 1 Panoramica dello stato del sistema**
 - Informazioni di sistema sul comando
 - Informazioni di sistema sul braccio
 - Informazioni di rete delle reti collegate
- 2 Gestione delle configurazioni di rete**
 - Configurazione dell'indirizzo della rete del robot X5
 - Configurazione della rete aziendale C2
- 3 Gestione degli utenti**
 - Creazione, modifica e rimozione di utenti
- 4 Configurazione degli end effector**
 - Attivazione dell'alimentazione dell'effettore finale
 - Selezione dell'end effector
 - Configurazione dei parametri dell'end effector
- 5 Configurazione Modbus**
 - Scarica il manuale Modbus
 - Attivazione della funzione Modbus
 - Caricare e scaricare la configurazione Modbus
- 6 Impostazioni del sistema**
 - Download dei log di sistema
 - Ripristino delle impostazioni di fabbrica
 - Passaggio alla posa del pacco
- 7 Sincronizzazione del mondo Franka**
 - Installazione di applicazioni e funzioni
 - Aggiornamenti software con Franka World
- 8 Impostazioni di sicurezza**
 - Download dei registri di sicurezza
 - Configurazione del ritardo per l'avvio del movimento
 - Configurazione del timeout forzato del token SPoC

13.6.1 Applicazioni

Le applicazioni incorporano l'intera complessità del sistema Franka Research 3 e rappresentano blocchi modulari di un processo come la presa, l'inserimento e l'avvitamento. Utilizzando Desk, le App possono essere organizzate per creare interi Task in pochissimo tempo. I task creati possono essere rapidamente adattati, riutilizzati o distribuiti su più robot, riducendo notevolmente i costi di configurazione. Le singole App e i Task possono essere parametrizzati insegnando a Franka Research 3 pose per dimostrazione o aggiungendo parametri rilevanti per il contesto come velocità, durata, forze e azioni di attivazione.



Visitate il nostro Store su <https://franka.world> per sfogliare il nostro portafoglio di applicazioni e soluzioni in continua crescita.

13.6.2 Creazione di un compito

ATTENZIONE

Rischio di lesioni durante la guida

Rischio di lacerazione della pelle o di perforazione durante la guida.

- Non tenere bordi taglienti nell'area di lavoro massima.
- Non tenere oggetti appuntiti nell'area di lavoro massima.
- Per ulteriori informazioni, leggere il capitolo0 "Consigli pratici per l'uso e il posizionamento di Franka Research 3".

AVISO

Prima di eseguire qualsiasi operazione con Franka Research 3, leggere il capitolo11 "FUNZIONAMENTO".

Procedura

1. Per creare e selezionare un nuovo Task, fare clic sul simbolo "+" in Tasks e assegnare un nome.

Viene creata una nuova attività con una timeline vuota.

2. Trascinare e rilasciare le rispettive applicazioni da Applicazioni a Timeline per programmare una singola attività.
In alternativa, fare doppio clic sulle rispettive applicazioni per aggiungerle alla timeline.
3. Disporre le applicazioni nella sequenza desiderata trascinandole e rilasciandole.
Le attività programmate vengono eseguite da sinistra a destra.
4. Per rimuovere le applicazioni da un'attività, trascinare e rilasciare le rispettive applicazioni dalla timeline alle applicazioni.

In alternativa, fare clic con il tasto destro del mouse sull'applicazione per aprire un menu a discesa dal quale è possibile attivare, disattivare o eliminare le singole applicazioni.
5. Per modificare le impostazioni a livello di attività, ad esempio la velocità di esecuzione, fare clic sul nome dell'attività nella Timeline.

13.6.3 Impostazioni dell'attività

Procedura

1. Fare clic sul nome dell'attività nell'angolo superiore sinistro della Scrivania.
2. Impostare i parametri di velocità del robot, conformità/rigidità e soglie di sensibilità.

AVVISO

La navigazione e la parametrizzazione possono essere effettuate anche tramite i pulsanti del Pilota.

13.6.4 Parametrizzazione delle applicazioni

ATTENZIONE

Caduta di oggetti dagli attuatori durante l'installazione iniziale

Gli oggetti che cadono dalla pinza possono causare lesioni a mani, dita, piedi e dita dei piedi.

- Indossare sempre i dispositivi di protezione individuale (ad es. scarpe di sicurezza).
- Utilizzare il tipo di pinze più adatto per evitare la caduta degli oggetti.
- Considerare la forma, la consistenza e il peso degli oggetti afferrati nella valutazione dei rischi secondo la norma 10218-2. L'utilizzo di oggetti leggeri e/o rotondi può ridurre notevolmente i rischi.
- Non mettere le mani tra gli oggetti afferrati e gli oggetti solidi (ad esempio, il tavolo).
- Non caricare l'end effector prima dell'avvio, in quanto potrebbe verificarsi un "homing" dopo ogni sblocco dei freni all'accensione.

Dopo che l'amministratore ha creato un'attività e aggiunto almeno un'applicazione, è possibile configurare i parametri dell'applicazione.

Condizione preliminare

- È stata creata e selezionata un'attività da visualizzare nella Timeline.
- È stata aggiunta un'applicazione all'attività.

Procedura

1. Per aprire un'applicazione nell'attività creata, fare clic su di essa.
Viene visualizzato un menu contestuale corrispondente per impostare i parametri.
2. Seguire le istruzioni del menu contestuale dell'applicazione per apprendere o parametrizzare le pose.
3. Guidare il robot a mano nella posa desiderata.
4. Premere il pulsante Teach sul Pilot-Disc per confermare la posa.

Per ulteriori informazioni sul Pilot-Disc e sui suoi pulsanti, vedere il capitolo 6.1 "Il braccio".

Per ulteriori informazioni sulla guida, vedere la sezione Configurazione della guida nel capitolo "Insegnamento di un compito". **Error! Reference source not found.**

I menu contestuali delle applicazioni variano e contengono uno o più passaggi per l'immissione di parametri, ad esempio per l'insegnamento delle pose o per l'immissione della velocità di esecuzione.

Solo le applicazioni attivate vengono eseguite e devono essere apprese.

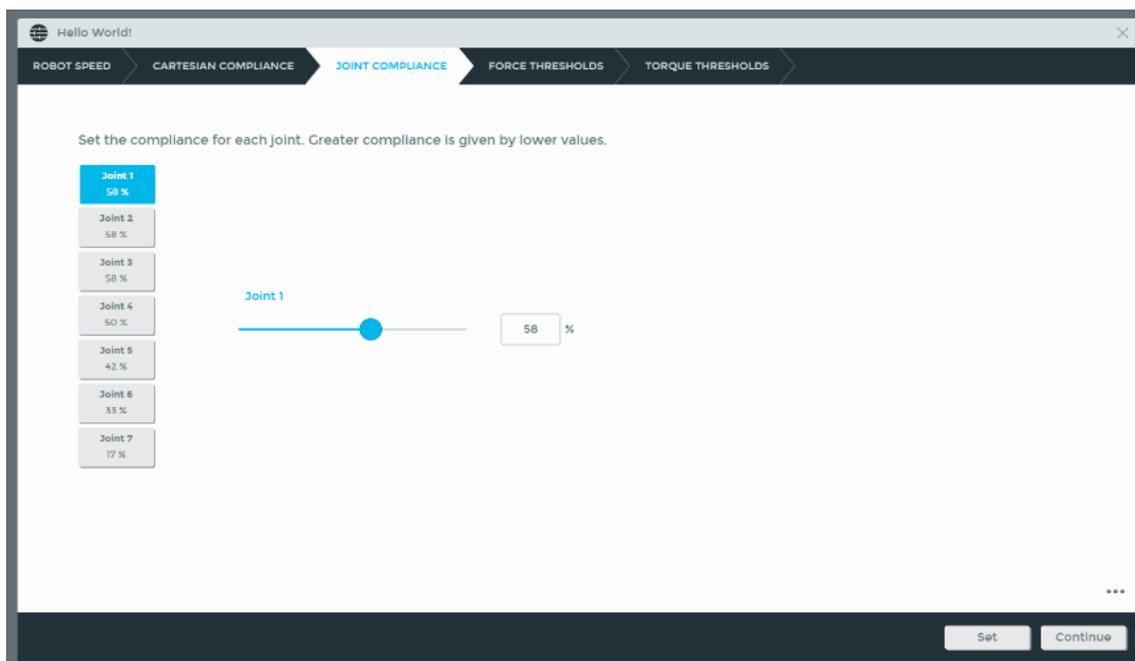


Fig. .1318 : Parametrizzazione delle applicazioni

AVVISO

Il Pilota (pulsanti) può essere utilizzato anche per la navigazione e la parametrizzazione.

13.6.5 Insegnamento delle pose**⚠ ATTENZIONE****Movimento imprevisto del braccio**

Valori errati di massa e baricentro possono provocare lesioni, come lo schiacciamento.

- Controllare la massa e il baricentro di ogni effettore finale e degli oggetti da esso afferrati.
- Se necessario, correggere i valori.

Condizione preliminare

All'attività è stata aggiunta un'applicazione con parametri di posa.

Procedura

1. Aprire l'applicazione facendo clic su di essa.

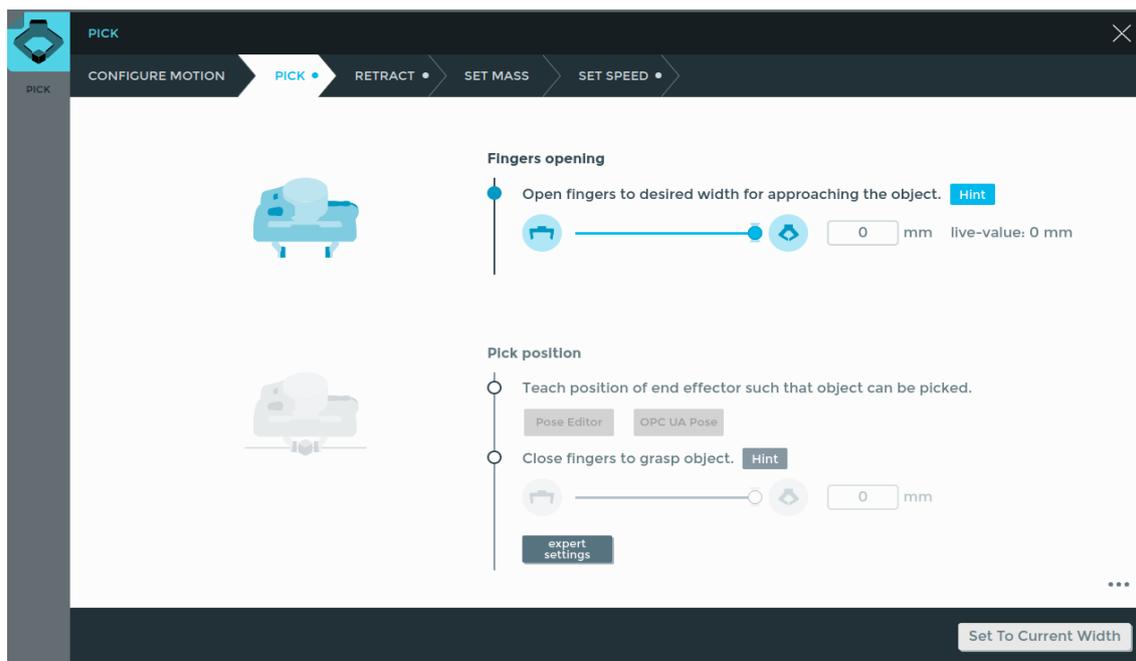


Fig. .1319 : Interfaccia dell'App

2. Fare clic sul passo necessario nell'App

Guidare il braccio come descritto nel capitolo 13.6.8 "Guida".

3. Interrompere la guida del braccio.
4. Rilasciare i pulsanti quando si raggiunge la posa corretta.
5. Confermare la posa premendo il pulsante Teach.

L'insegnamento di una posa nell'App è ora completato.

13.6.6 Regolazione fine della posa

Procedura

1. Fare clic sull'App in cui si desidera regolare la posa.
Viene visualizzato il menu contestuale.
2. Fare clic con il tasto destro del mouse sulla posa che si desidera regolare nel menu contestuale.
3. Regolare la posa cartesiana dell'end effector in senso traslazionale e/o rotatorio con i tasti più/meno (2) in singoli passi. Una volta regolata la posa, è possibile spostare il braccio nella posa riadattata tramite il pulsante "HOLD TO MOVE" (3).

Il pulsante "TAKE LIVE POSE" (4) può essere utilizzato per adottare la posa precedentemente raggiunta dalla guida manuale, mentre il pulsante "TAKE STORED POSE" (5) può essere utilizzato per adottare la posa attualmente memorizzata nel Control come configurazione corrente.

4. Per salvare la posa, fare clic su "SAVE" (1).

La posa viene regolata.

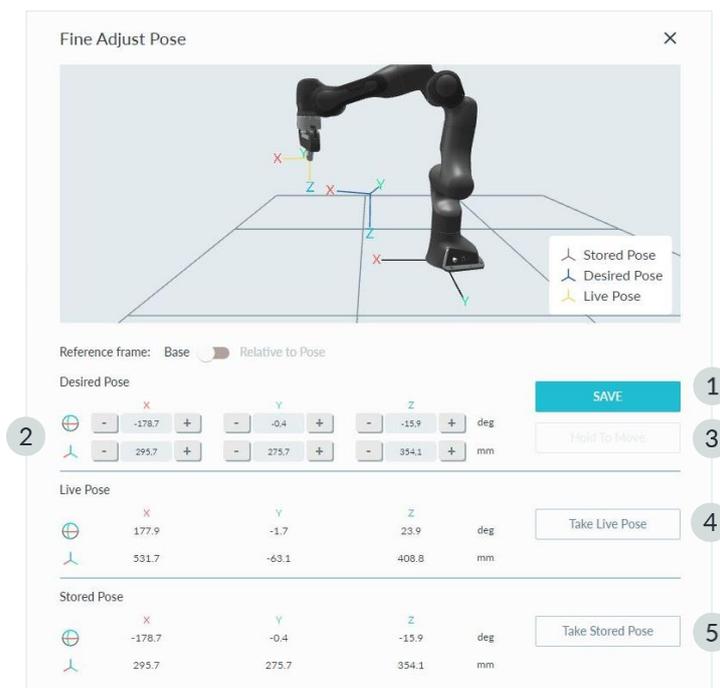


Fig. .1320 : Regolazione fine della posa

13.6.7 Configurazioni di guida

Nella modalità di guida, il movimento del braccio segue la configurazione di guida corrispondente, visualizzata nella barra laterale. La configurazione di guida può essere modificata premendo il pulsante della modalità di guida sulla parte superiore dell'impugnatura del pilota. La configurazione desiderata può essere selezionata anche dalla barra laterale. È possibile selezionare le seguenti configurazioni:

- **Traslazione**
Il braccio può essere spostato solo per modificare la posizione cartesiana dell'effettore finale. L'orientamento rimane quello precedente all'entrata in modalità di guida.
- **Rotazione**
Il braccio può essere spostato solo per modificare l'orientamento cartesiano dell'effettore finale. La sua posizione rimane quella che aveva prima di entrare in modalità di guida. Il sistema di coordinate di riferimento per questa rotazione è il sistema di coordinate predefinito dell'effettore finale.
- **Libero**
Il braccio può essere mosso liberamente. È possibile muovere tutte e sette le articolazioni.
- **Utente**
L'utente può definire il comportamento di guida per ogni asse di traslazione e rotazione cartesiana. Il gomito può essere mobile o fisso.

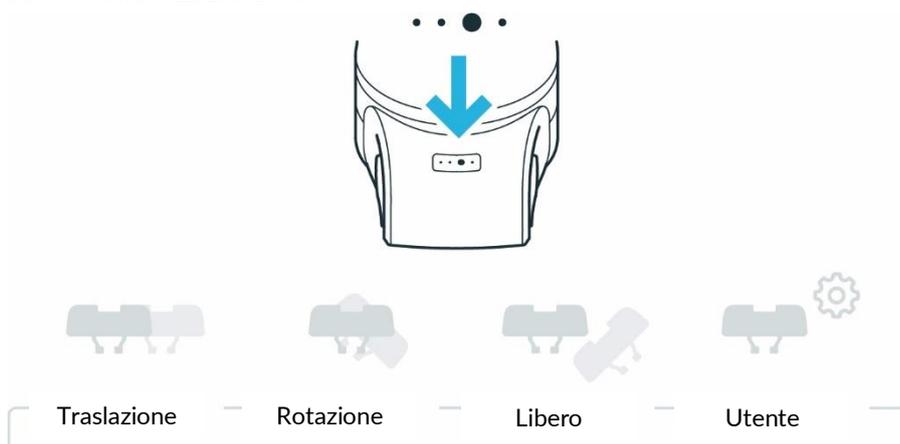


Fig. .1321 : Panoramica della commutazione tra le modalità di conduzione della mano



Fig. .1322 : Illustrazione della guida manuale

Se è selezionata la "Modalità utente", l'utente può selezionare i vincoli per la guida:

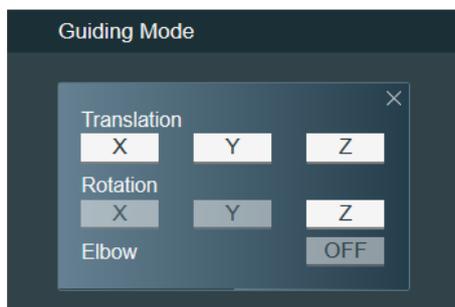


Fig. .1323 : Impostazioni, se è selezionata la "Modalità utente".

Componenti di guida necessari

Per guidare il braccio, utilizzare il Pilota.

AVVISO

Per guidare il Braccio, utilizzare il Pilota.

AVVISO

La velocità di movimento in modalità Teach o Hand Guiding è preimpostata. Nelle impostazioni di Watchman, la velocità può essere ridotta in base alla valutazione del rischio del braccio nell'ambito della sua applicazione.

ISTRUZIONI DI SICUREZZA

Condizioni preliminari

1. Il Controllo deve essere acceso e avviato.
2. Tutti i dispositivi esterni collegati a X3 devono potersi muovere.
3. L'arresto di emergenza deve essere rilasciato.

Procedura

- Lasciare l'area di lavoro massima e assicurarsi che non vi siano altre persone all'interno dell'area di lavoro massima.
- Sulla Scrivania, fare clic su "Sblocca giunti".

Ciascuno dei sette assi compie un piccolo movimento e si sentono sette rumori di scatto.

Il braccio è ora in modalità di inattività o di arresto monitorato.

- Tornare nell'area di lavoro massima per avviare la guida.



Per ulteriori informazioni sul Pilota, consultare il capitolo 6.1 "Il braccio".



Per ulteriori informazioni, consultare il capitolo 0 "

Consigli pratici per l'uso e il posizionamento di Franka Research 3".

13.6.8 Guida

⚠ ATTENZIONE

Movimento inatteso del braccio

Valori errati della massa e del baricentro possono causare lesioni, come lo schiacciamento.

- Controllare la massa e il baricentro di ogni effettore finale e degli oggetti da esso afferrati.
- Se necessario, correggere i valori.

Procedura

1. Premere il pulsante di guida e premere a metà il pulsante di abilitazione .

La guida è ora abilitata.

L'indicatore di stato sulla base del robot diventa bianco.

2. Guidare il braccio a mano.
3. Fermare la guida manuale del braccio.
4. Rilasciare i tasti quando si raggiunge la posa corretta.
5. Confermare la posa premendo il pulsante Teach.

L'insegnamento di una posa nell'applicazione è ora completato.

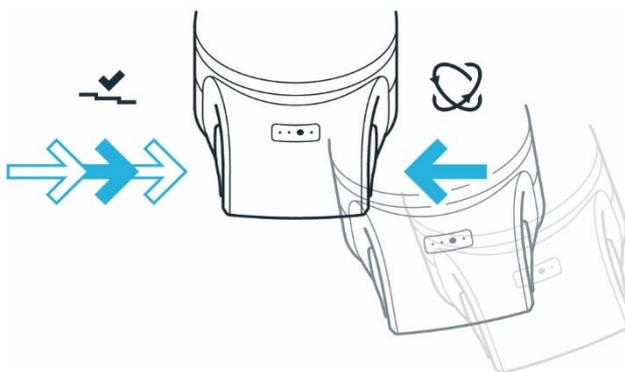


Fig. .1324 : Approvazione della guida a mano

AVVISO

Non utilizzare il pulsante di abilitazione esterno per guidare il robot, in quanto si verificherebbe un errore.

AVVISO

Non guidare il braccio quando è bloccato.

AVVISO

Le vibrazioni trasmesse durante la guida a mano sono inferiori a $2,5 \text{ m/s}^2$. È stata testata secondo i metodi di prova definiti dalla norma DIN EN 1032:2009-02.

13.6.9 Modifica delle impostazioni dell'end effector

Una configurazione corretta è essenziale per il funzionamento del Franka Research 3. Se la configurazione non è corretta, le forze gravitazionali non vengono completamente compensate e il braccio controlla i valori di destinazione sbagliati.

Procedura

1. Accedere all'interfaccia utente di Franka.
2. Fare clic su Impostazioni.
3. Selezionare il sottomenu End Effector.
Si apre la maschera di immissione.
4. Inserire i rispettivi dati tecnici, ad esempio la massa o la matrice di inerzia della massa.

In caso di configurazione errata, potrebbero verificarsi i seguenti comportamenti:

- Il braccio può tirare in determinate direzioni in modalità di guida.
- Il controllo in modalità operativa può essere influenzato in modo da ridurre la sensibilità prevista del braccio per il rilevamento delle collisioni.
- Il comportamento dell'inseguimento potrebbe essere influenzato.

Non appena l'attività è stata appresa e le impostazioni corrette dell'effettore finale sono state impostate, passare a Test & Jog per testare l'attività a una velocità di esecuzione ragionevole. Assicurarsi che non vi siano collisioni e che tutto funzioni bene, pur potendosi fermare in qualsiasi momento rilasciando il dispositivo di abilitazione esterno.

13.6.10 Test e Jog

AVVISO

Prima di eseguire qualsiasi operazione con Franka Research 3, leggere il capitolo 11 "FUNZIONAMENTO".

Avvio del movimento

Un conto alla rovescia opzionale per l'esecuzione di un'attività può essere configurato e modificato in Impostazioni.

Quando si avvia un'attività in modalità Test & Jog o Lavoro, il conto alla rovescia viene visualizzato prima dell'esecuzione dell'attività. Durante il conto alla rovescia, i LED sulla base del robot indicano l'avvio dell'attività lampeggiando velocemente in verde.

AVVISO

Dopo un riavvio del sistema, il token di controllo viene resettato.

AVVISO

Regolare il tempo di attesa nelle impostazioni del sistema. Per impostazione predefinita, il tempo di attesa è impostato su 0 secondi.

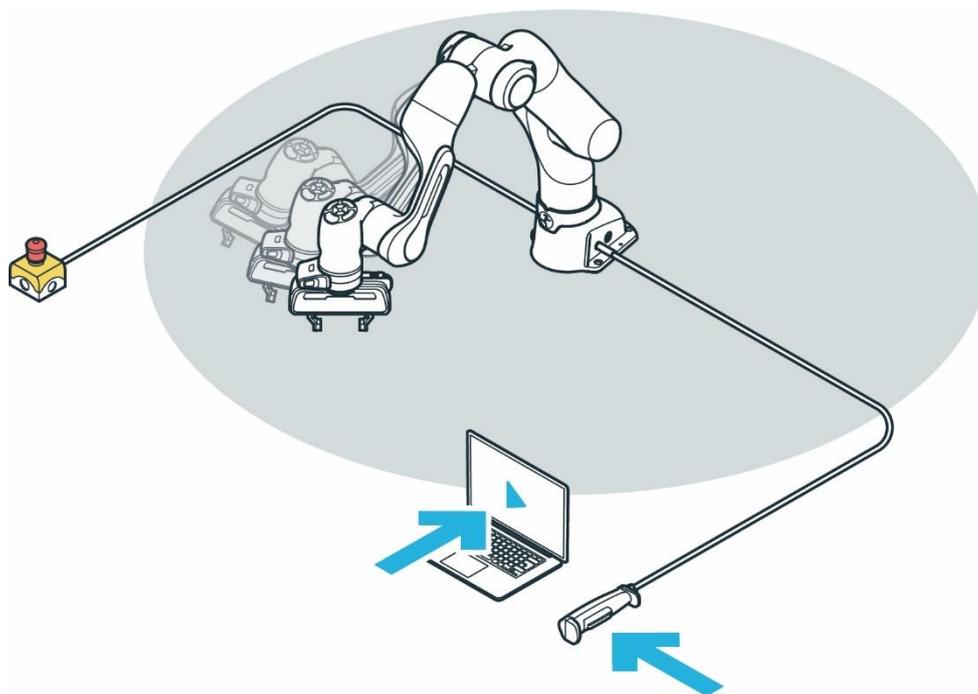


Fig. .1325 : Test & Jog

Test

ISTRUZIONE DI SICUREZZA

Condizione preliminare

- Il robot ha appreso un compito.
- Il dispositivo di abilitazione esterno deve essere collegato a X4.
- L'operatore deve aver lasciato l'area di lavoro massima.
- L'operatore deve verificare che tutte le altre persone abbiano lasciato la zona di sicurezza.
- L'operatore deve prestare la massima attenzione al movimento robotico in corso.

Procedura

Per abilitare il robot, premere il pulsante sul dispositivo di abilitazione esterno. Opzionale: Selezionare una velocità di esecuzione appropriata nella sezione "Funzionamento" della barra laterale. La velocità predefinita è 0,25 m/s

Tenere premuto il pulsante Test&Jog play nella sezione "Funzionamento" della barra laterale.

L'esecuzione dell'attività verrà terminata se si rilascia il pulsante di riproduzione o il dispositivo di abilitazione esterno.

Se è stato configurato un conto alla rovescia per l'esecuzione del task, viene visualizzata anche una finestra di conferma. Durante il conto alla rovescia, l'esecuzione può essere annullata. Le luci del robot lampeggiano rapidamente in verde durante il conto alla rovescia.

Se il robot esegue il compito come previsto, procedere al capitolo 13.4 "Lavoro".

Se è necessario apportare modifiche, tornare al capitolo **Error! Reference source not found.** "Error! Reference source not found."

AVVISO

Il sistema monitora la connessione del comando hold-to-run Franka UI con un timeout massimo di 1 s. Se viene rilevata una perdita di connessione mentre è premuto un comando hold-to-run, il sistema viene arrestato.

13.7 Interfaccia di controllo Franka (FCI)

L'interfaccia di controllo Franka (FCI) consente una connessione bidirezionale rapida e diretta a basso livello con il braccio, la mano Franka e la pompa Cobot. Fornisce lo stato attuale del robot e ne consente il controllo diretto con un PC esterno collegato via Ethernet.

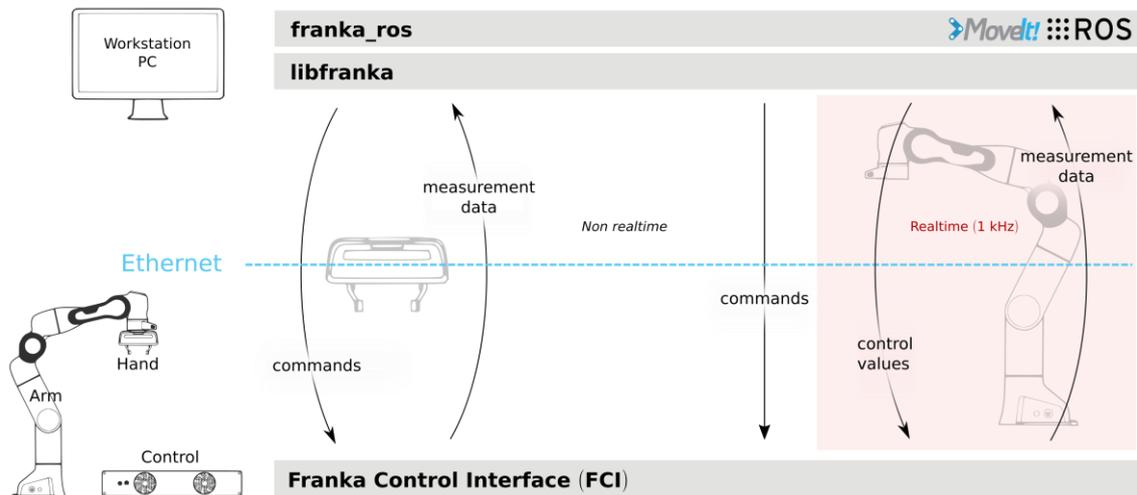


Abb. .131 Panoramica schematica FCI

Utilizzando libfranka, il nostro client FCI C++ open source, è possibile inviare valori di controllo in tempo reale a 1 kHz con 5 interfacce diverse:

- Comandi di coppia a livello di giunto compensati per gravità e attrito.
- Comandi di posizione del giunto
- Comandi di velocità del giunto.
- Comandi di posizione cartesiana.
- Comandi di velocità cartesiana.

Allo stesso tempo, è possibile accedere a misurazioni a 1 kHz di:

- Dati articolari misurati, come la posizione, la velocità e i segnali dei sensori di coppia lato link.
- Stima delle coppie e delle forze applicate dall'esterno.
- Varie informazioni sulle collisioni e sui contatti.

È inoltre possibile accedere alla libreria di modelli di robot che fornisce:

- Cinematica avanzata di tutti i giunti del robot.
- Matrice jacobiana di tutti i giunti del robot.
- Dinamica: matrice d'inerzia, vettore Coriolis e centrifugo e vettore gravità.

Inoltre, franka_ros e franka_ros2 collegano i robot di ricerca di Franka Robotics con l'intero ecosistema ROS e ROS2. Integra libfranka in [ROS Control](#). Inoltre, include i modelli [URDF](#) e le maglie 3D dettagliate dei nostri robot e dei nostri end effector, che consentono la visualizzazione (ad esempio, RViz) e le simulazioni cinematiche. [L'integrazione di MoveIt!](#) L'integrazione di [MoveIt!MoveIt!](#) / [MoveIt!2](#) semplifica il movimento del robot e il controllo della pinza; gli esempi forniti in [/ MoveIt!2](#) mostrano come controllare il robot utilizzando ROS.

ATTENZIONE

Si noti che il controllo del robot tramite FCI non è possibile quando le funzioni SLP-C, SLS-C o SLP-J sono attive. Ciò influisce sulle funzioni di sicurezza che comprendono il monitoraggio della posizione spaziale (Area interna/esterna) e il monitoraggio della velocità cartesiana (velocità massima). Se queste funzioni sono utilizzate come regole in Watchman, il controllo tramite FCI non è possibile.

AVVISO

I dati vengono inviati in rete con una frequenza di 1 kHz. Pertanto, è necessaria una buona connessione di rete!

AVVISO

Quando l'FCI è attivo, si ha il controllo completo ed esclusivo del braccio e della mano di Franka. Ciò significa che il controllo del braccio non può essere effettuato contemporaneamente tramite App e FCI!

13.7.1 Principio di funzionamento dell'interfaccia FCI

Il controllo del robot tramite l'interfaccia FCI può essere realizzato utilizzando libfranka in ambiente C++. A questo scopo si raccomanda una buona conoscenza dell'ambiente Linux e della programmazione C++. In alternativa, il robot può essere controllato tramite l'interfaccia FCI da ROS, ROS 2.

La sezione seguente descrive la procedura di base per la programmazione con l'aiuto di libfranka in ambiente C++.

Eseguibili

Tramite la libfranka descritta in precedenza nel capitolo 13.7 "Interfaccia di controllo Franka (FCI)" è possibile creare file eseguibili (executables).

Nella sottocartella "examples" di libfranka sono elencati esempi di eseguibili. È possibile utilizzarli come base per iniziare facilmente e creare da essi copie personalizzate in base alle proprie esigenze.

Di seguito è riportato il codice sorgente dell'esempio "generate_joint_position_motion.cpp" di libfranka per spiegare la struttura di uno script.

```
// Copyright (c) 2017 Franka Robotics GmbH
// L'uso di questo codice sorgente è regolato dalla licenza Apache-2.0, vedi LICENZA
#include <cmath>
#include <iostream>

#include <franka/exception.h>
#include <franka/robot.h>
#include "esempi_comuni.h"
/**
 * @esempio generate_joint_position_motion.cpp
 * Un esempio che mostra come generare un movimento di posizione articolare.
 *
 * @avvertenza Prima di eseguire questo esempio, assicurarsi che ci sia abbastanza spazio davanti al
 * robot.
 */
```

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

```
int main(int argc, char** argv) {
    if (argc != 2) {
        std::cerr << "Uso: " << argv[0] << " <robot-hostname>" << std::endl;
        return -1;
    }
    try {
        franka::Robot robot(argv[1]);
        setDefaultBehavior(robot);

        // Per prima cosa spostate il robot in una configurazione di giunti adeguata
        std::array<double, 7> q_goal = {{0, -M_PI_4, 0, -3 * M_PI_4, 0, M_PI_2, M_PI_4}};
        MotionGenerator motion_generator(0,5, q_goal);
        std::cout << "ATTENZIONE: questo esempio farà muovere il robot! "
            << "Assicuratevi di avere a portata di mano il pulsante di arresto dell'utente!" <<
            std::endl
            << "Premere Invio per continuare..." << std::endl;
        std::cin.ignore();
        robot.control(motion_generator);
        std::cout << "Finito il passaggio alla configurazione iniziale dei giunti." << std::endl;
        // Impostare parametri aggiuntivi sempre prima del ciclo di controllo, MAI nel ciclo di
        // controllo!
        // Impostare il comportamento in caso di collisione.
        robot.setCollisionBehavior(
            {{20.0, 20.0, 18.0, 18.0, 16.0, 14.0, 12.0}}, {{20.0, 20.0, 18.0, 18.0, 16.0, 14.0, 12.0}},
            {{20.0, 20.0, 18.0, 18.0, 16.0, 14.0, 12.0}}, {{20.0, 20.0, 18.0, 18.0, 16.0, 14.0, 12.0}},
            {{20.0, 20.0, 20.0, 25.0, 25.0, 25.0}}, {{20.0, 20.0, 20.0, 25.0, 25.0, 25.0}},
            {{20.0, 20.0, 20.0, 25.0, 25.0, 25.0}}, {{20.0, 20.0, 20.0, 25.0, 25.0, 25.0}});
        std::array<doppio, 7> posizione_iniziale;
        double time = 0.0;
        robot.control([&posizione_iniziale, &tempo](const franka::RobotState& robot_state,
            franka::Duration period) -> franka::JointPositions {
            time += period.toSec();
            if (time == 0.0) {
                initial_position = robot_state.q_d;
            }
            double delta_angle = M_PI / 8.0 * (1 - std::cos(M_PI / 2.5 * time));

            franka::JointPositions output = {{posizione_iniziale[0], posizione_iniziale[1],
                posizione_iniziale[2], posizione_iniziale[3] + delta_angolo,
                posizione_iniziale[4] + delta_angolo, posizione_iniziale[5],
                posizione_iniziale[6] + delta_angolo}};

            se (tempo >= 5,0) {
                std::cout << std::endl << "Movimento finito, chiusura dell'esempio" << std::endl;
                return franka::MotionFinished(output);
            }
            return output;
        });
    } catch (const franka::Exception& e) {
        std::cout << e.what() << std::endl;
        return -1;
    }
    return 0;
}
```

In C++ i testi vengono esclusi tramite la stringa di caratteri `///
informazione del programmatore sulla struttura del programma.`

Il comando di inclusione `#include <path-spec>` all'inizio dello script istruisce il processore a includere il contenuto della specifica di percorso nel punto in cui viene visualizzata la dichiarazione `-`. Ad esempio, si può usare per accedere alle funzioni predefinite di `libfranka`.

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

La riga "int main(int argc, char** argv) {}" contiene i parametri della riga di comando all'interno delle parentesi singole. All'interno delle parentesi graffe si trova la funzione principale dello script. La funzione principale è terminata da una parentesi graffa di chiusura.

Nella funzione principale possono essere eseguiti vari comandi o chiamate le sottofunzioni incluse.

Come già detto, il controllo del robot richiede una profonda conoscenza della programmazione in C++.

AVVISO

Per intercettare l'avvio immediato del movimento del robot, Franka Robotics consiglia di creare una procedura di interrogazione all'inizio di uno script, che eseguirà il programma solo dopo una conferma attiva. Tali query si trovano anche negli script di esempio in libfranka.

Creare o modificare gli eseguibili

Se si desidera creare i propri eseguibili, si consiglia di creare il proprio progetto. Per farlo, creare la cartella del progetto. In questa cartella si deve creare un "CMakeLists.txt". Questo file deve essere strutturato secondo il seguente schema.

```
progetto(hello_world)
find_package(Franka REQUIRED)
add_executable(hello_world hello_world.cpp)
target_link_libraries(hello_world Franka::Franka)
```

Conservare i file di codice sorgente per gli eseguibili (xxxxx.cpp) nella cartella del progetto. Aggiungete i codici sorgente al file "CMakeLists.txt".

Ora creare una cartella di build nel progetto. Da questa cartella, eseguire il seguente comando:

```
cmake ...
```

La build verrà creata in base al file CMakeLists.txt.

Quindi, per compilare, eseguire il seguente comando dalla cartella di build:

```
make
```

Il progetto è stato compilato con successo.

Esecuzione di eseguibili

Per eseguire gli eseguibili, è necessario eseguirli dalla build creata per il progetto.

Un eseguibile viene eseguito aprendo un terminale nella cartella di build del progetto in cui è memorizzato ed eseguendo il seguente comando:

```
./nome eseguibile <ip roboter>
```

Inserire il nome dell'eseguibile e l'indirizzo IP del robot.

Lo script verrà ora eseguito.

ATTENZIONE

L'esecuzione di un eseguibile può avviare direttamente i movimenti del robot e quindi provocare lesioni.

Prima di avviare un eseguibile, accertarsi che non vi siano persone nella zona di pericolo del robot!

Per interrompere/annullare l'esecuzione di un eseguibile, è possibile premere la combinazione di tasti <CTRL>+<C>.

13.8 Risoluzione dei problemi

13.8.1 Uso generale

Errori recuperabili

Per un elenco degli errori di sicurezza recuperabili, vedere il capitolo 4.11 "Funzionalità di sicurezza".

Errore	Soluzione
L'indicatore Franka Research 3 è acceso in bianco	È possibile che uno dei due pulsanti del Pilot-Grip non sia stato premuto correttamente. Rilasciare entrambi i pulsanti e premere a metà il pulsante di abilitazione e contemporaneamente premere nuovamente il pulsante di guida . Assicurarsi di non premere completamente il pulsante di abilitazione, altrimenti il movimento del braccio si arresta.
L'indicatore Franka Research 3 diventa rosa	Il sistema sta ricevendo segnali di abilitazione contrastanti. Chiudere tutti gli ingressi prima di muovere nuovamente il robot. Gli ingressi aperti X3.1 (arresto di emergenza) e X4 (dispositivo di abilitazione esterno) sono evidenziati in rosa nel Desk.
L'indicatore Franka Research 3 è acceso o lampeggia in giallo	Il sistema ha identificato un'avvertenza nel sistema. Il sistema può funzionare con l'avviso attivo o meno, a seconda del tipo di avviso.
L'indicatore Franka Research 3 lampeggia in rosso	Si è verificato un errore di applicazione o una violazione della sicurezza. L'errore o la violazione devono essere risolti prima che il sistema di chiusura a prova di guasto possa essere nuovamente sbloccato dal Desk.
L'indicatore Franka Research 3 è acceso in rosso	È presente un problema. Se non è possibile risolvere il problema riavviando il sistema, contattare un partner, un fornitore di servizi o direttamente noi all'indirizzo support@franka.de.

Il braccio tira fortemente in una direzione durante l'insegnamento

Verificare immediatamente le impostazioni dell'end effector e assicurarsi che sia stato selezionato e configurato l'end effector corretto. Assicurarsi che Franka Research 3 sia montato su una superficie piana entro la tolleranza di inclinazione consentita.

Se ci si connette a un end effector di terze parti o personalizzato, assicurarsi di averlo compensato correttamente aggiornando la matrice di trasformazione. Per impostare il punto centrale corretto dell'utensile, regolare il peso, impostare il centro di massa rispetto alla flangia.

AVVISO

Se è stato installato un dispositivo finale di terze parti o personalizzato, verificare quanto segue:

1. Aggiornare la matrice di trasformazione per impostare il punto centrale corretto dell'utensile.
2. Regolare il peso dell'end effector.
3. Impostare il centro di massa rispetto alla flangia.
4. Aggiornare la matrice di inerzia.

Se il problema persiste, contattare il partner di assistenza o l'assistenza clienti all'indirizzo support@franka.de. Non mettere in funzione il sistema finché il problema non è stato risolto.

In caso di cablaggio esterno pesante, non è possibile evitare una deriva, poiché questa non può essere compensata con le impostazioni di Franka Research 3 per tutte le pose.

Forte scatto allo spegnimento

Il ticchettio è dovuto all'attivazione del sistema di bloccaggio a prova di errore ed è normale. I perni sono inseriti nei giunti per bloccarli meccanicamente.

Errore di limite del giunto

In caso di errore di limite del giunto, un giunto del robot è stato spostato al di fuori dell'intervallo di movimento consentito. Viene visualizzato il seguente messaggio di errore:

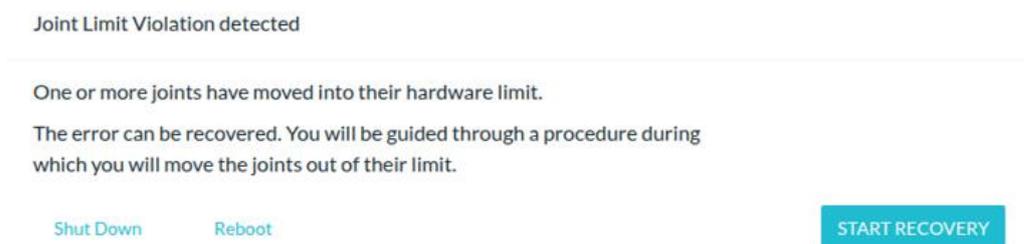


Fig. .1326 : Messaggio "È stato violato un limite di giunzione".

Questo errore può essere corretto solo da un operatore di sicurezza. Il pulsante "AVVIA RECUPERO" appare per gli operatori di sicurezza registrati.

Facendo clic su "AVVIA RECUPERO" si avvia la procedura di ripristino dell'errore del giunto. Si apre una finestra di dialogo con la visualizzazione del giunto interessato.

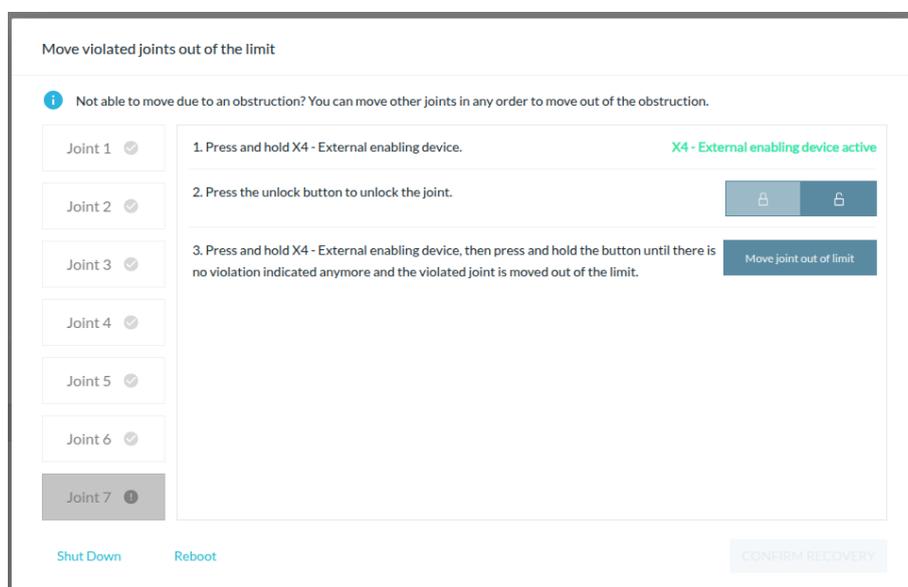


Fig. .1327 : Messaggio con visualizzazione del giunto difettoso

Attivare ora il dispositivo di abilitazione esterno e fare clic su "Sposta il giunto fuori limite". Tenere premuti entrambi finché non appare il seguente messaggio:

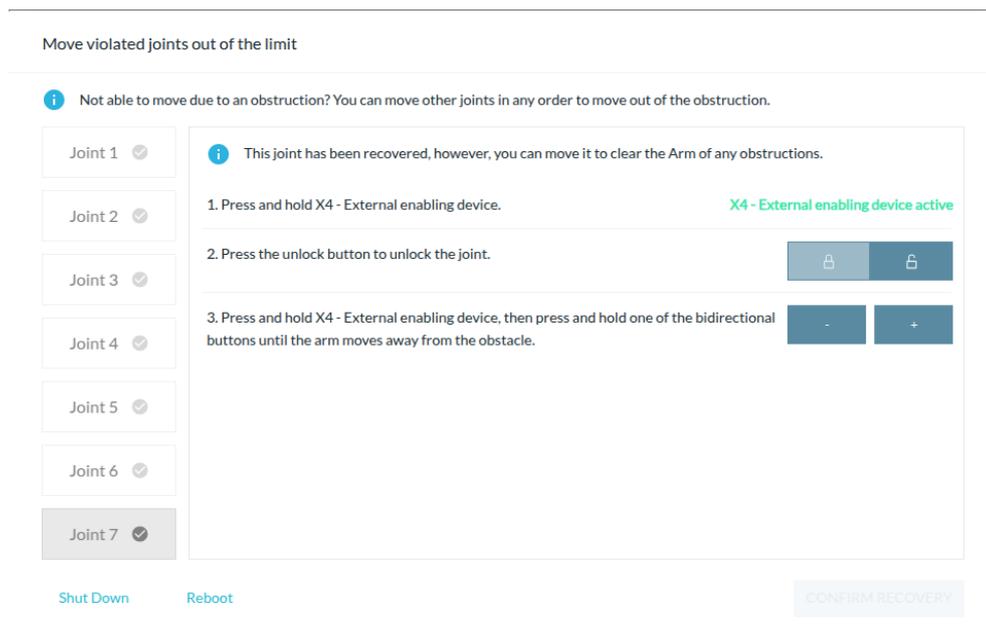


Fig. .1328 : Conferma che il giunto è rientrato nel limite

Il giunto è ora di nuovo all'interno del limite di movimento. Cliccare ora su "CONFIRM" e completare così il ripristino.

Errore di posizione del giunto

In presenza di un errore di posizione del giunto, i dati di posizione di un giunto sono andati persi nel sistema di controllo. Ciò può essere causato, ad esempio, da un'interruzione di corrente con i freni aperti. Per eliminare questo errore, è necessaria una procedura che consenta di ripristinare l'assegnazione della posizione o la calibrazione del giunto. Questo errore è segnalato dal seguente messaggio in Desk.

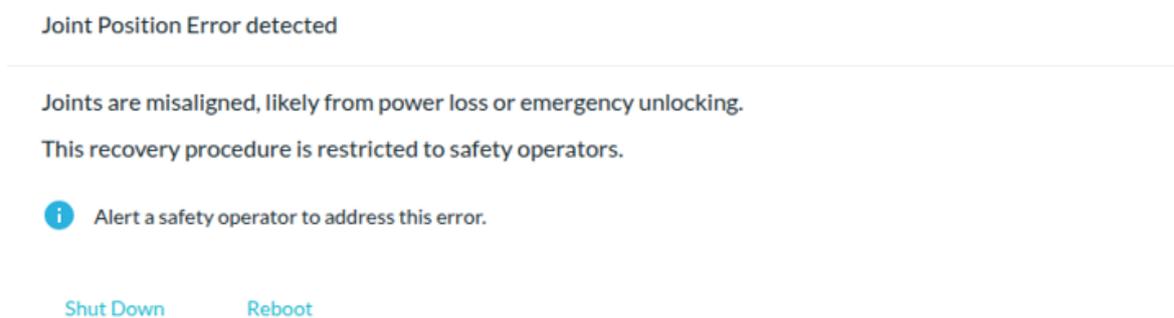


Fig. .1329 : Messaggio "Rilevato errore di posizione del giunto"

Questo errore può essere corretto solo da un operatore di sicurezza. Il pulsante "START RECOVERY" appare per gli utenti di sicurezza che hanno effettuato il login.

Dopo aver fatto clic su "AVVIA RECUPERO", si apre un messaggio in cui vengono visualizzati i giunti guasti.

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

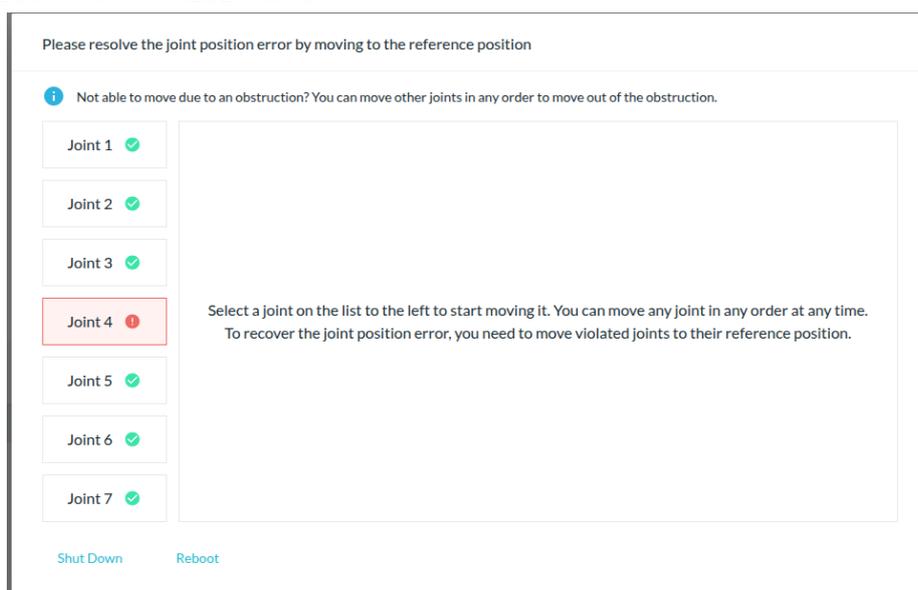


Fig. .1330 : Messaggio con visualizzazione dei giunti guasti su

Fare clic su un qualsiasi giunto segnalato come fallito. Viene visualizzata la vista per il ripristino del giunto.

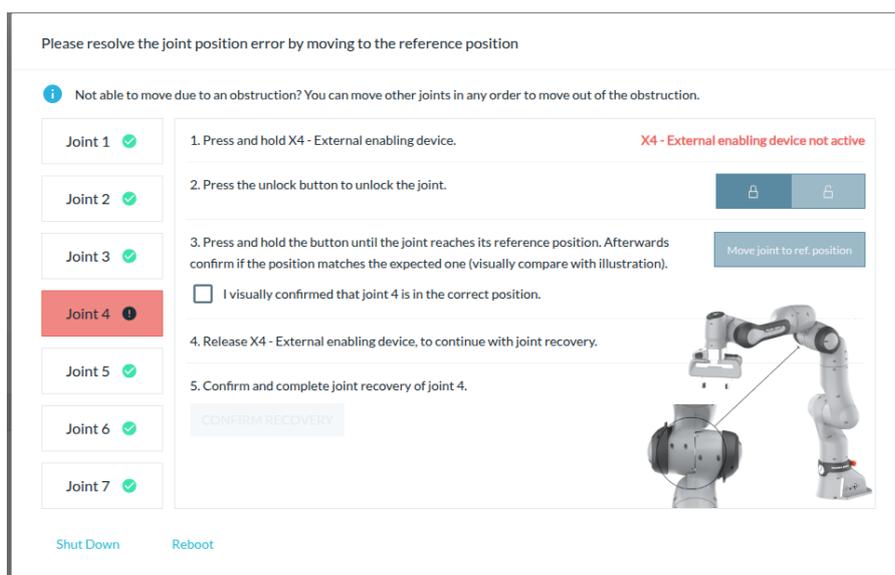


Fig. .1331 : Ripristino del giunto bloccato

Attivare ora il dispositivo di abilitazione esterno e tenerlo premuto fino al completamento del recupero del giunto. Fare clic sull'icona di sblocco del giunto.

AVVISO

Quando si aziona il dispositivo di abilitazione esterno, assicurarsi di trovarsi all'esterno dell'area pericolosa per controllare l'esecuzione del recupero da una distanza di sicurezza.

Ora il robot sta sbloccando il giunto.

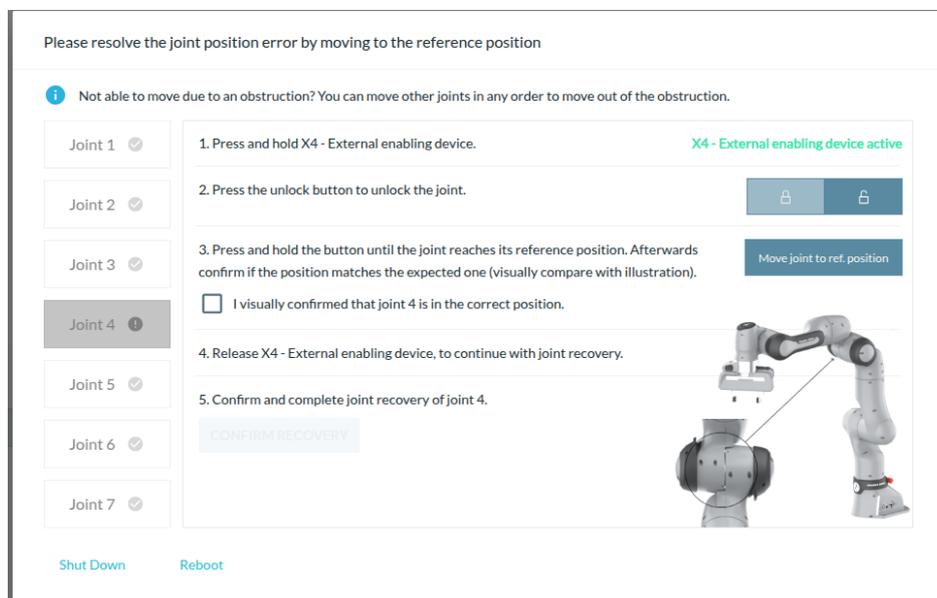


Fig. .1332 : Recupero del giunto pronto per il movimento

Fare quindi clic sul pulsante "Move Joint To Ref." e tenerlo premuto finché non si raggiunge la posizione di riferimento sul robot. In alternativa, è possibile utilizzare i tasti "+" / "-" per spostare il robot.

Quando il giunto ha raggiunto la posizione corretta, appare il seguente messaggio:

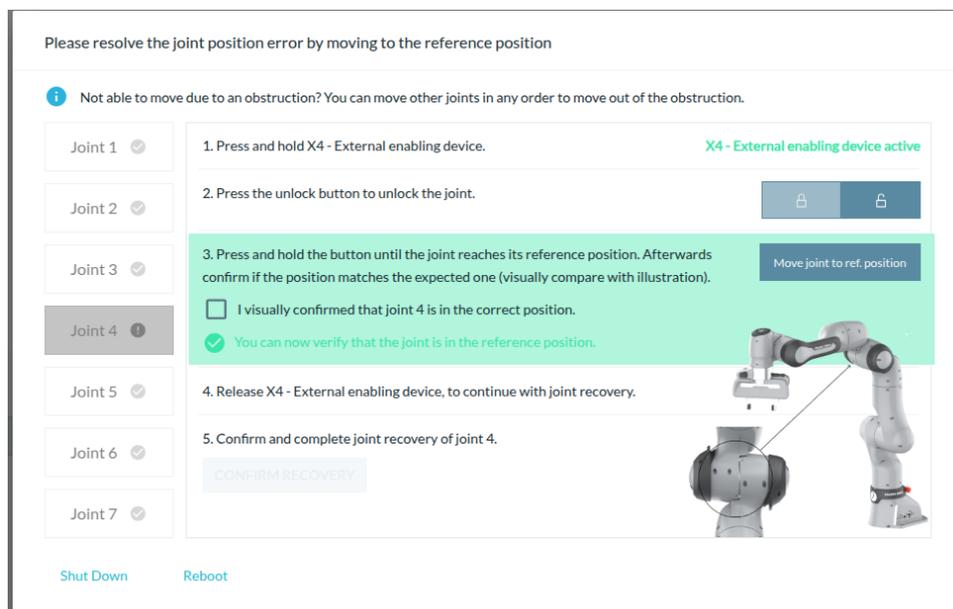


Fig. .1333 : Posizione di conformazione raggiunta

Controllare visivamente se il giunto interessato si è spostato nella posizione di riferimento. In caso contrario, cioè se un giunto non si è spostato nella posizione di riferimento corretta, contattare l'assistenza.

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

Quando la posizione del giunto è nella posizione di riferimento, è possibile rilasciare nuovamente il dispositivo di abilitazione esterno. A questo punto, selezionare la casella per confermare la corretta posizione di riferimento del giunto e fare clic sul pulsante "CONFERMA". Ora la posizione del giunto è nuovamente referenziata.

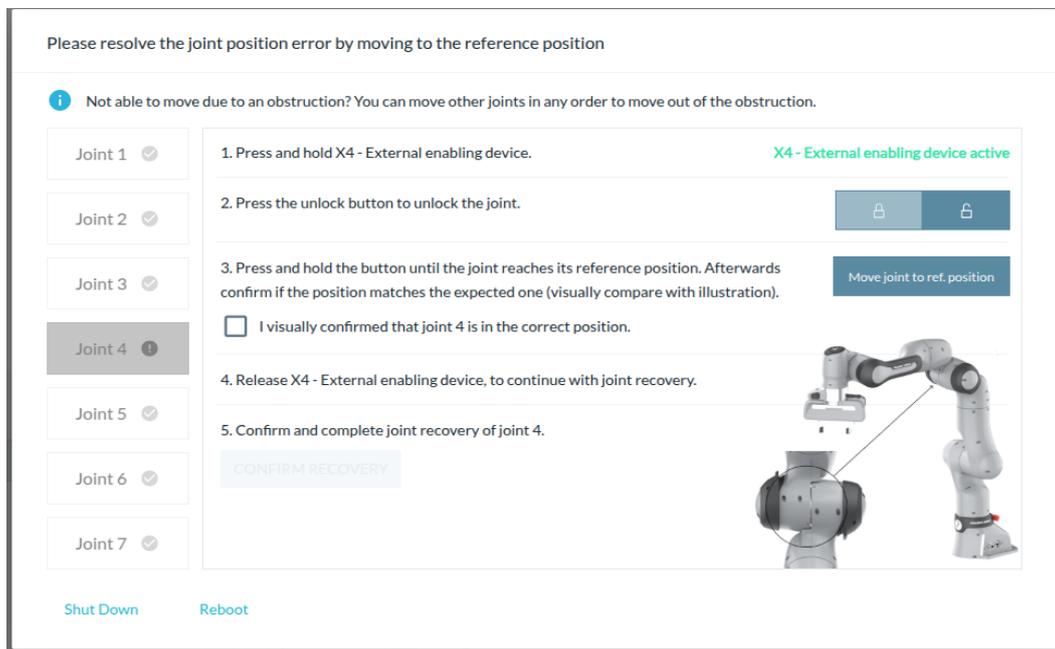


Fig. .1334 : Recupero del giunto confermato

Eeguire ora la procedura descritta per tutti gli altri giunti che sono ancora indicati come falliti.

Se non si tengono premuti i pulsanti per spostarsi, appare il seguente messaggio:

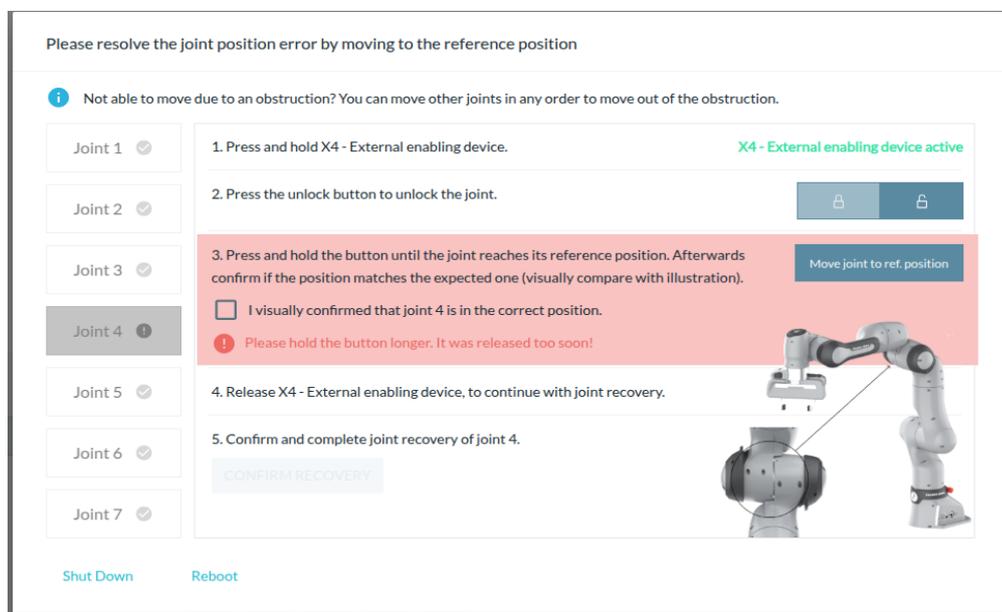


Fig. .1335 : Me ssaggio Pulsante non tenuto

Se si termina la procedura prima di raggiungere la posizione di riferimento, appare il seguente messaggio:

LAVORARE CON FRANKA RESEARCH 3

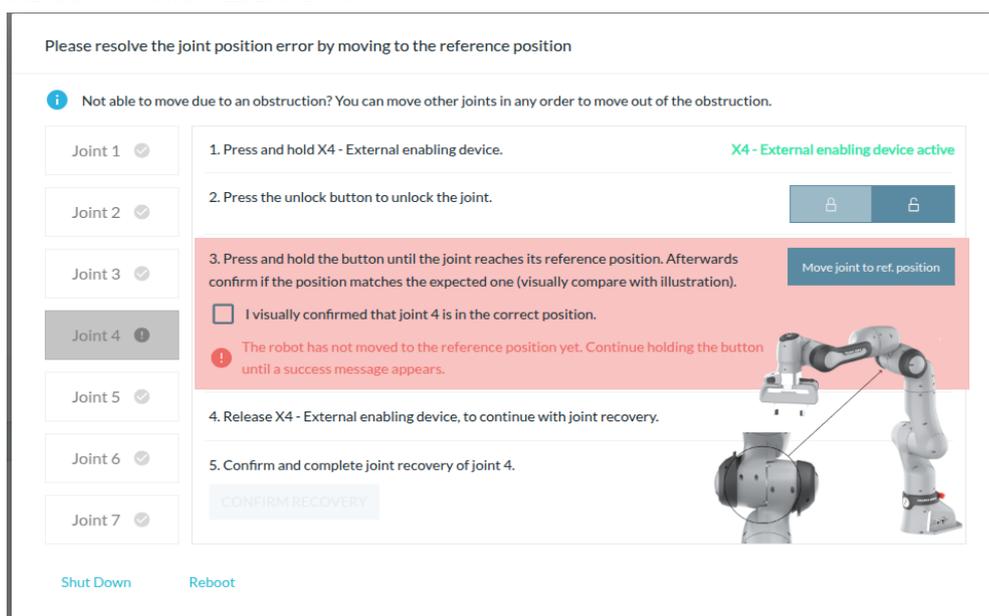


Fig. .1336 : Messaggio se non si raggiunge la posizione di riferimento

Se non è possibile spostarsi su una posizione del giunto perché non è raggiungibile a causa di un contorno che interferisce, è possibile spostare prima altri giunti del robot, come richiesto, utilizzando i tasti "+/-" e consentendo così di raggiungere le posizioni di riferimento del giunto da referenziare.

Quando tutti i giunti segnalati in modo errato sono stati referenziati, il ripristino della posizione di riferimento del robot è completo. Confermare il ripristino facendo clic su "CONFERMA".

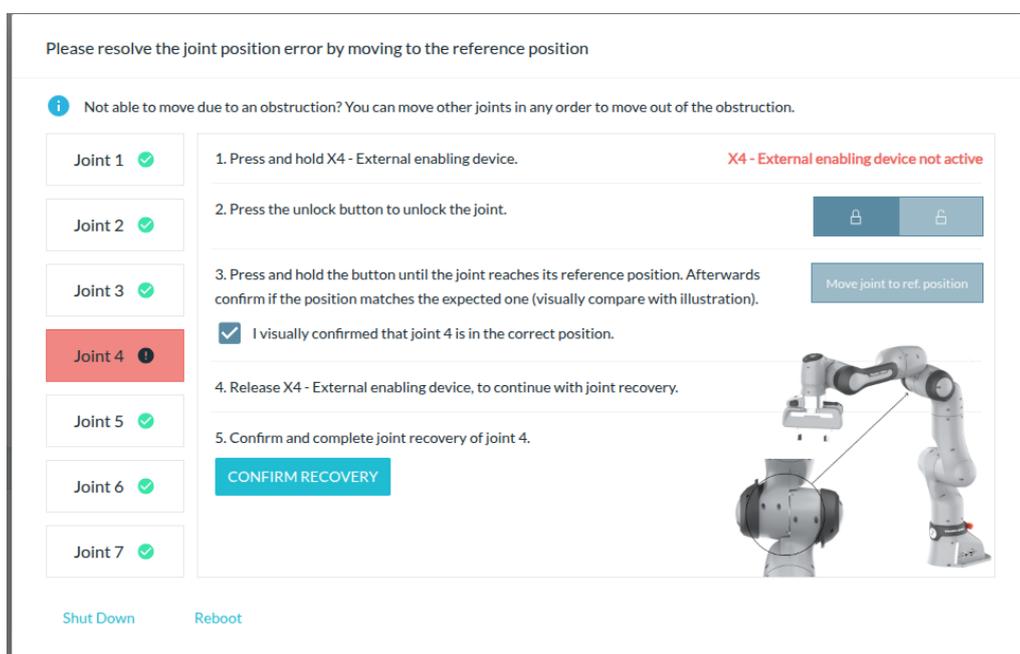


Fig. .1337 : Conferma del ripristino completo

Il robot può ora essere utilizzato di nuovo.

AVVISO

Dopo il ripristino degli errori di posizione dei giunti, il sistema non può garantire che le pose precedentemente apprese siano ancora approciate correttamente. Pertanto, controllare le pose dei compiti prima di avviarli in Esecuzione.

Se il ripristino non può essere completato con successo, è possibile che l'hardware del robot sia stato danneggiato o che vi sia un errore del software. In questo caso, spegnere il sistema, mettere il robot fuori servizio e contattare l'assistenza.

Sblocco dei giunti non riuscito

Se il processo di sblocco dei giunti non riesce, procedere come segue:

1. Spegnere il robot, scollegarlo dalla fonte di alimentazione e rimuovere il cavo di collegamento tra il braccio e il controllo. Per informazioni su come spegnere Franka Research 3 in modo sicuro, vedere la sezione Scollegamento di Franka Research 3 dall'alimentazione nel capitolo 11.7 "Spegnimento e riavvio di ".
2. Controllare che i pin non siano danneggiati.
Se non si notano danni, ricollegare il cavo con attenzione ma con fermezza e assicurarsi che sia ben saldo. Accendere il robot e provare a sbloccare i giunti.
3. Se il problema persiste, contattare il partner di assistenza o il supporto clienti all'indirizzo support@franka.de fornendo il numero di serie del braccio e i file di log del robot. I file di log si trovano in Scrivania - Impostazioni - Sistema - Scarica i file di log.

Il robot non termina l'avvio

Procedura

1. Spegnere il Controllo.
2. Scollegare il sistema dalla fonte di alimentazione.
Per informazioni su come spegnere in sicurezza il Franka Research 3, vedere la sezione Scollegamento del Franka Research 3 dall'alimentazione nel capitolo 10.3 "Preparazione del sito di installazione".
3. Rimuovere il cavo di collegamento tra il braccio e il controllo.
4. Controllare che i pin non siano danneggiati.
5. Se non si notano danni, ricollegare il cavo con cautela ma con fermezza e assicurarsi che sia ben saldo.
6. Accendere il robot.

Se il problema persiste, contattare il partner di assistenza o support@franka.de fornendo il numero di serie del braccio.

La scrivania visualizza continuamente "Arresto del sistema".

Il sistema è stato spento. Non appena le ventole anteriori del Controllo hanno smesso di girare, il Controllo può essere spento utilizzando l'interruttore sul lato posteriore. Quindi è possibile chiudere la finestra del browser di Desk.

Il robot non si avvia dopo l'accensione del Controllo

Si verifica quando il sistema è stato spento tramite Desk, ma il pulsante di alimentazione del Control non è stato spento. Soluzione: Spegnere il Controllo e attendere 1-2 minuti. Riaccendere. Il Controllo dovrebbe ora avviarsi.

Riavvio dopo un arresto imprevisto

Per il riavvio dopo un arresto imprevisto, consultare il sottocapitolo Riavvio nel capitolo 11.7 "Spegnimento e riavvio di ".

13.8.2 Risoluzione dei problemi durante l'uso di FCI

Per gli errori relativi all'uso di FCI, consultare la documentazione online di FCI all'indirizzo <https://franka.world/>.

Qui troverete informazioni dettagliate e aggiornate su come risolvere i vari scenari di errore che possono verificarsi.

14 GESTIONE DELLA RICERCA FRANKA 3

14.1 Franka World



Franka World è una piattaforma online che collega clienti, partner e sviluppatori di software e hardware, la cui attività ruota attorno ai prodotti e ai servizi di Franka Robotics. Franka World fornisce strumenti per la gestione di Franka Research 3, l'accesso a un negozio online che presenta un portafoglio di prodotti software e hardware in continua crescita e la possibilità di entrare a far parte di una comunità attiva e appassionata.

Visitate il sito <https://franka.world/> per usufruire di tutti i vantaggi.



Accedere al Manuale d'uso di Franka World per avere una panoramica di tutte le funzionalità di Franka World e di come trarne vantaggio: <https://download.franka.de/franka-world-manual/>

14.2 Gestione delle applicazioni e delle funzionalità

Le applicazioni e le funzioni acquistate tramite il Franka World Store sono accessibili e installabili sul robot tramite la scheda "Franka World" nell'interfaccia delle impostazioni. Quando il robot è online, la sincronizzazione tra il robot e l'account Franka World è semplice e veloce. Tuttavia, l'operatore può anche eseguire la sincronizzazione manualmente sulla stessa interfaccia, se il robot è offline. A seconda che il robot sia online o offline, la visualizzazione si adatta automaticamente.

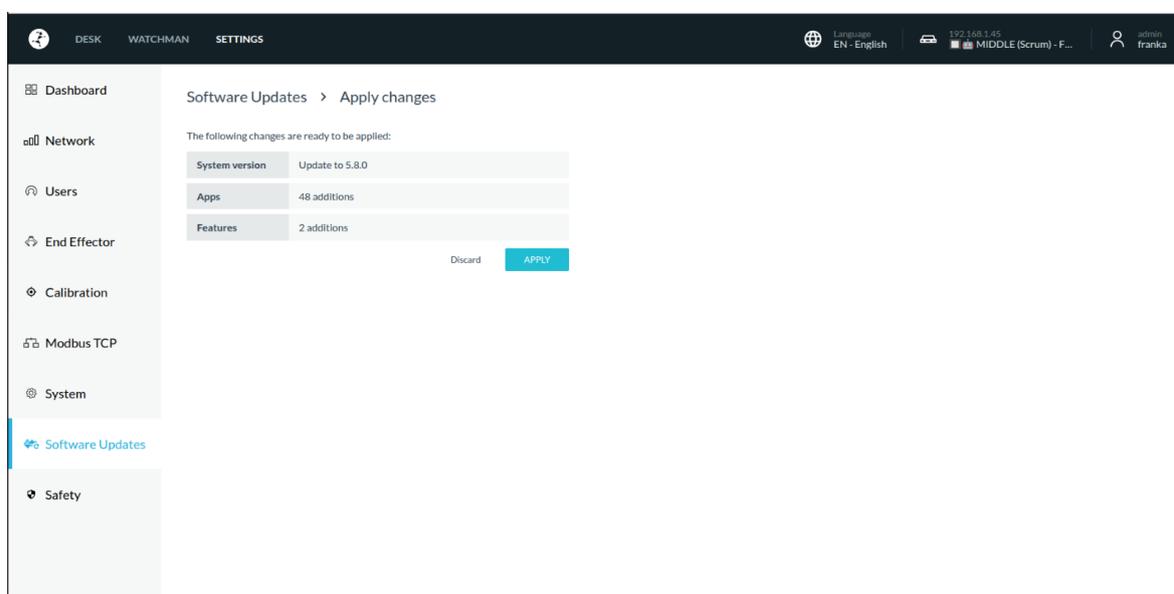


Fig. .141 : Gestione delle applicazioni e delle funzioni tramite Franka World

AVVISO

Se necessario, il sistema operativo si aggiorna quando è necessario installare nuove applicazioni o funzioni da Franka World.

Registrazione del robot

Condizione preliminare

- Il robot deve essere online.
- È necessario aver effettuato l'accesso a Franka World.

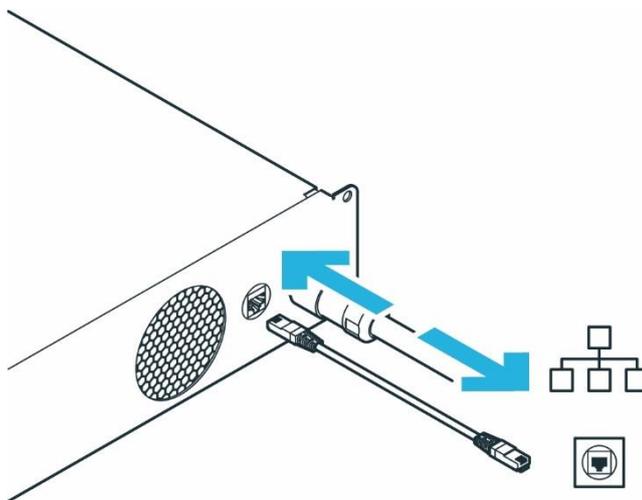


Fig. .142 : Connessione di rete del controllo

Procedura

1. Andare su Impostazioni.
2. Fare clic su REGISTRAZIONE DISPOSITIVO.

Si verrà reindirizzati a un altro sito che riporta il numero di serie del robot e un'altra prova di proprietà.

3. Se necessario, inserire l'e-mail e la password e accedere.

Verrete reindirizzati a un altro sito.

4. Scegliere un account per la registrazione del robot.
5. Fare clic su REGISTRAZIONE.

Il robot è ora registrato.

6. Passare a Gestione.
7. Per vedere tutti i robot registrati, fare clic su Dispositivi.

14.3 Hub

Hub è la sezione centrale di conoscenza del mondo Franka. Permette di accedere alla documentazione, alle esercitazioni, ai codici e agli aggiornamenti sul nostro robot Franka Robotics e sulle sue interfacce. Ulteriori informazioni su <https://franka.world/>.

14.4 Aggiornamenti

Aggiornamenti del software

Gli aggiornamenti del sistema operativo possono essere scaricati comodamente dalla scheda "Franka World" nella vista Impostazioni. A tal fine, il robot deve avere accesso online a Franka World.

Il Control controlla regolarmente la disponibilità di aggiornamenti del sistema operativo e li visualizza nella scheda "Franka World" dell'interfaccia Impostazioni.

Se il robot non ha accesso online a Franka World, è possibile avviare un aggiornamento anche manualmente (sincronizzazione offline).

AVVISO

Se necessario, il sistema operativo si aggiorna quando è necessario installare nuove applicazioni o funzioni da Franka World.

Sincronizzazione online

1. La pagina degli aggiornamenti software indica che è disponibile un aggiornamento.

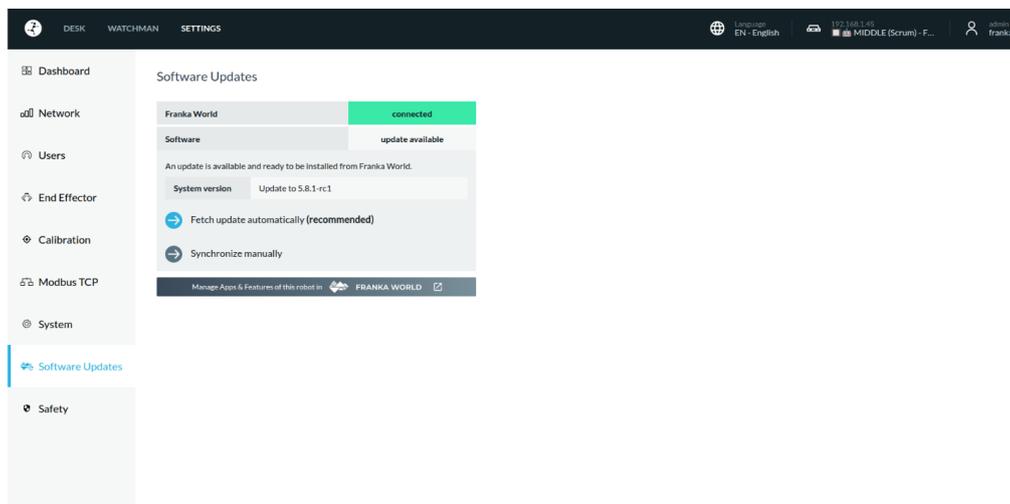


Figura 14.3: Aggiornamenti software

2. Premere "recupera automaticamente l'aggiornamento (consigliato)" per scaricare le modifiche.

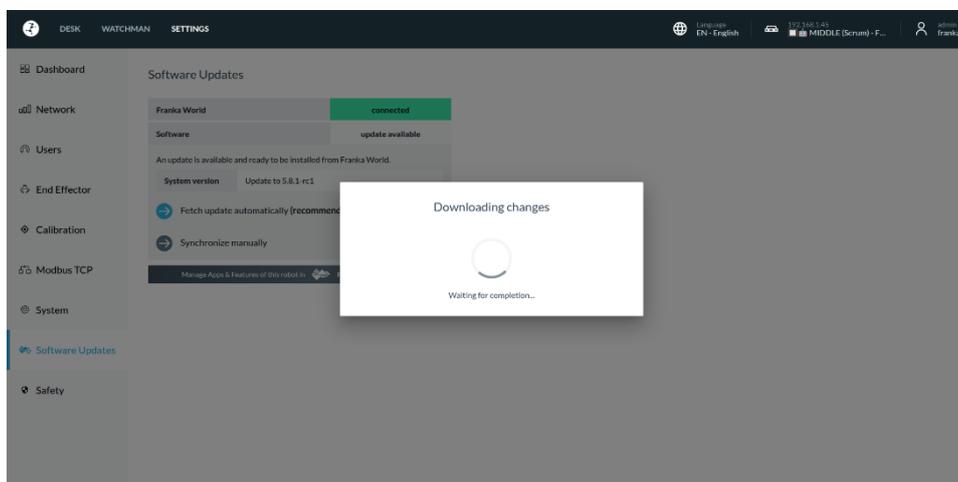


Fig. 14.4: Recupero automatico dell'aggiornamento (consigliato)

GESTIONE DELLA RICERCA FRANKA 3

- Il pulsante "APPLICA" diventa disponibile dopo il download delle modifiche.

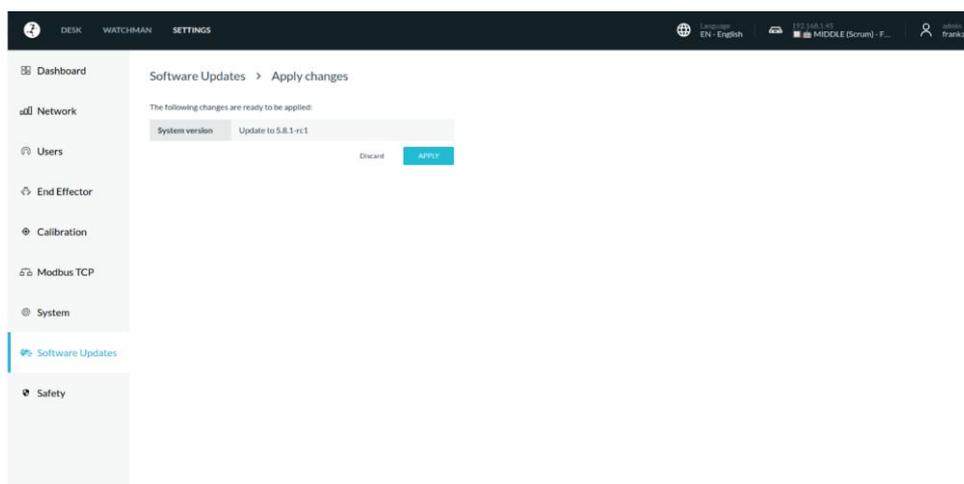


Figura 14.5: pulsante Applica

- Viene visualizzata una finestra di conferma per applicare le modifiche.

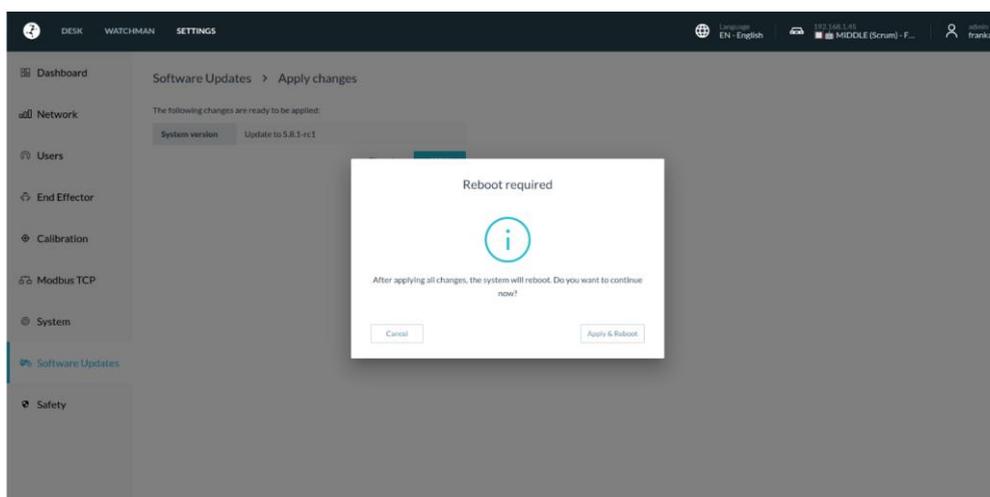


Fig. 14.6: Applica e riavvia

- Il sistema inizia ad applicare le modifiche.

GESTIONE DELLA RICERCA FRANKA 3

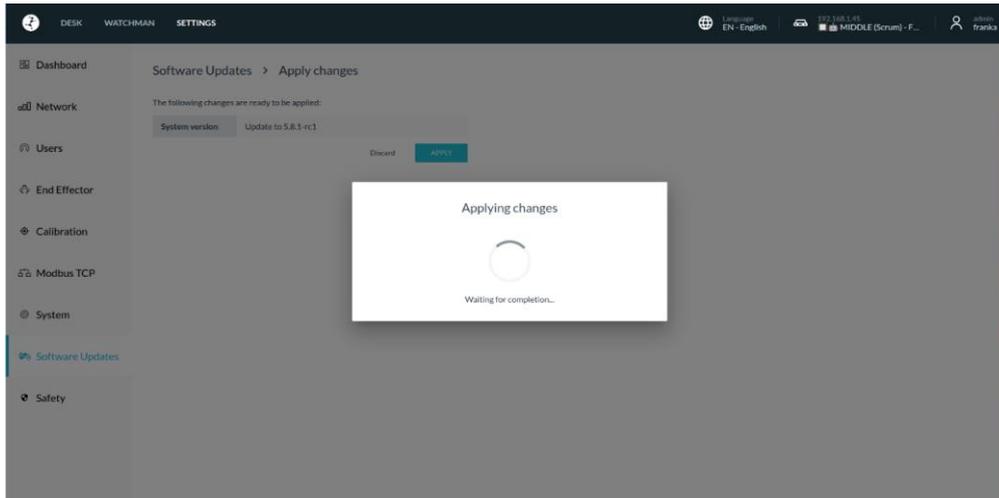


Fig. 14.7: Applicazione delle modifiche

6. Dopo l'applicazione delle modifiche, il sistema visualizza "Applying Changes and Reboot".

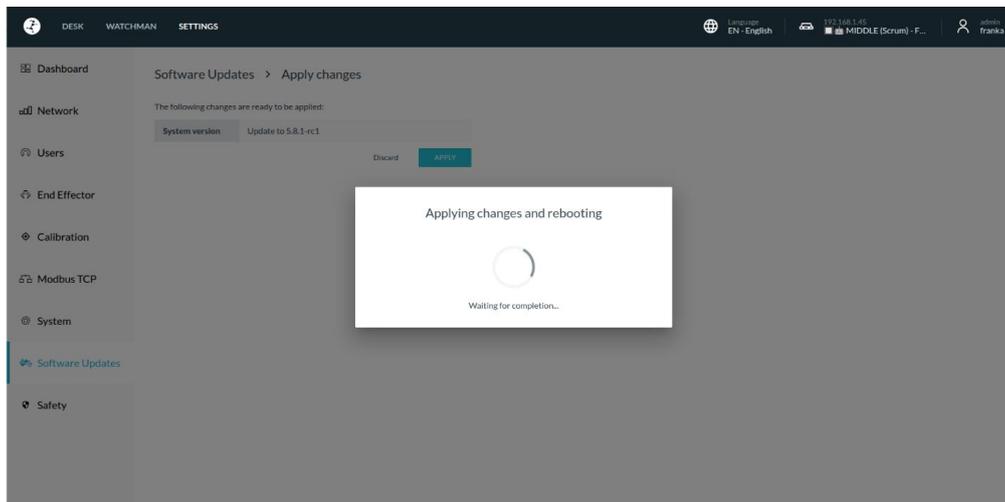


Fig. 14.8: Applicazione delle modifiche e riavvio

7. L'applicazione delle modifiche è terminata.

GESTIONE DELLA RICERCA FRANKA 3

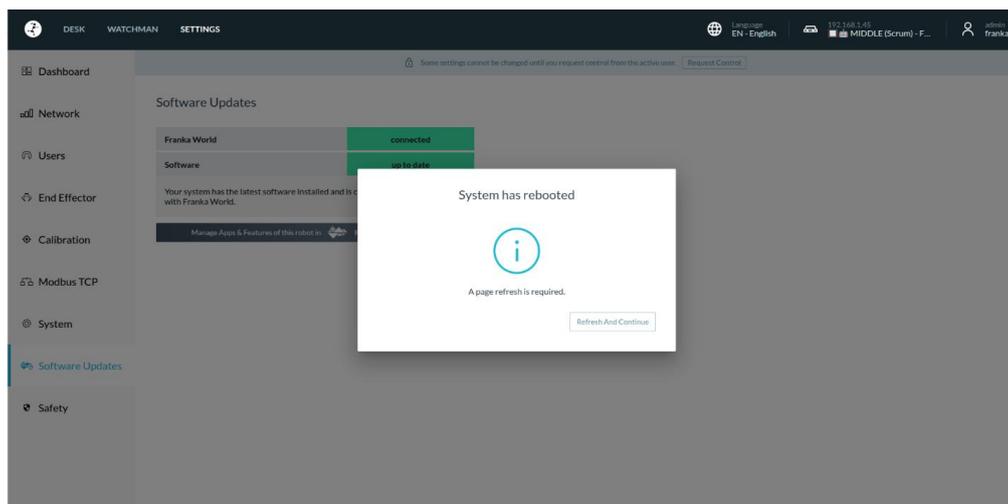


Fig. 14.9: Riavvio

Sincronizzazione offline

Dopo aver premuto "Sincronizza manualmente", vengono mostrate le istruzioni per sincronizzare il sistema.

1. Premere "Avanti" per procedere.

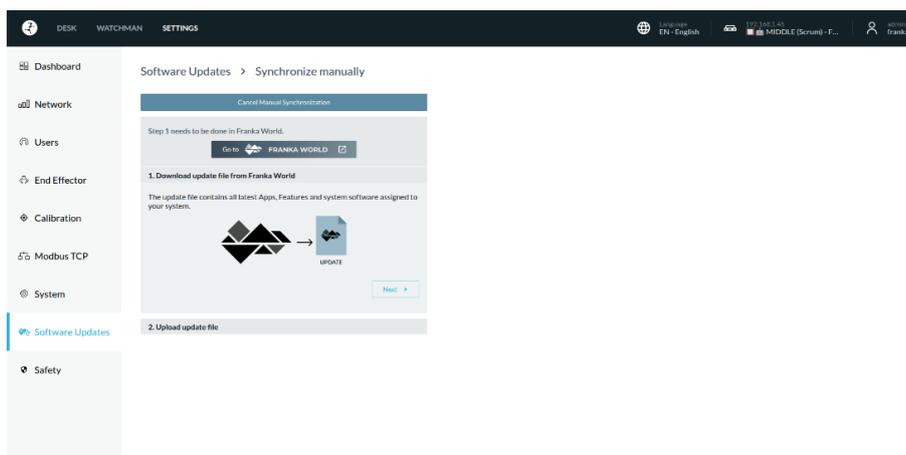


Fig. 14.10: Sincronizzazione manuale

2. Caricare il file di aggiornamento.

GESTIONE DELLA RICERCA FRANKA 3

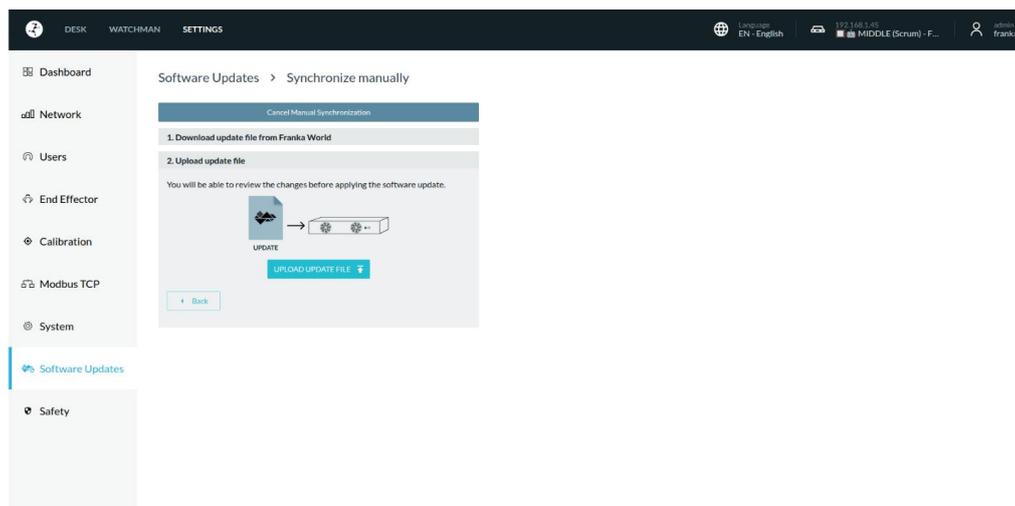


Fig. 14.11: Caricamento del file di aggiornamento

3. Caricamento del file di aggiornamento.

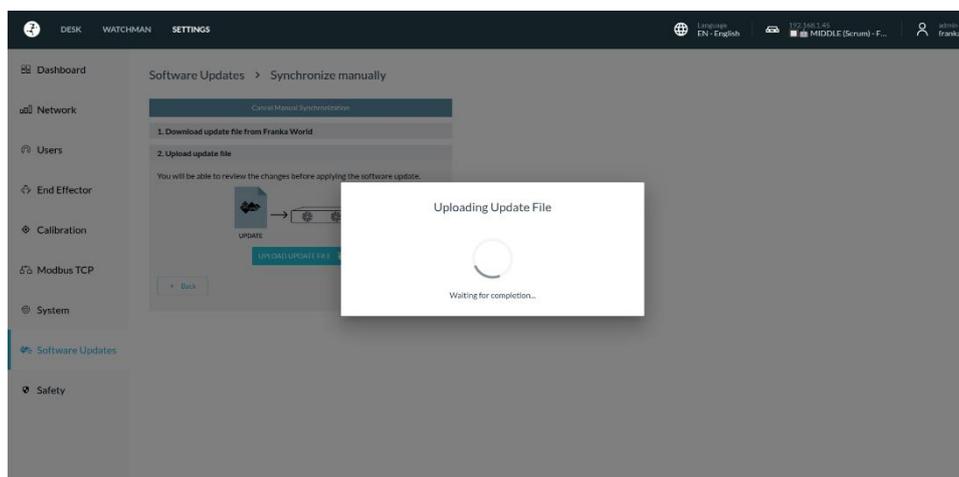


Fig. 14.12: Caricamento del file di aggiornamento

4. Il caricamento del file di aggiornamento è riuscito.

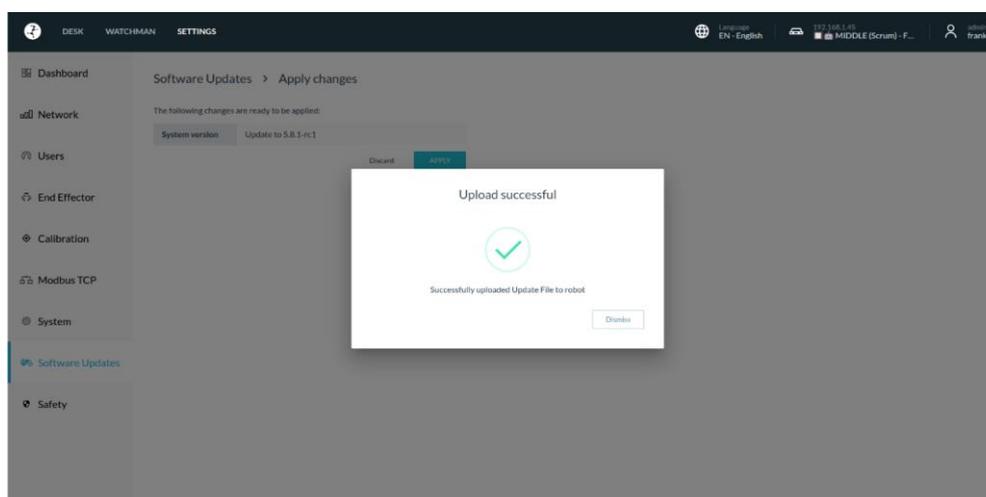


Fig. 14.13: Disconnessione

5. Seguire la stessa procedura del processo online a partire dal pulsante "APPLICA" disponibile dopo il download delle modifiche.

14.5 Backup

Un backup del Controllo consiste in diverse categorie di dati rilevanti del Controllo. Di solito si tratta di:

- Configurazione di sicurezza del sistema,
- Impostazioni di rete,
- Configurazione ModBus,
- Configurazione dell'effettore finale,
- configurazione dell'utente,
- attività create.

Con il firmware attualmente disponibile o con le versioni precedenti del Controllo, il backup del sistema deve essere eseguito manualmente in cinque singole fasi. Queste fasi sono:

- ✓ Salvataggio della configurazione di sicurezza
- ✓ Salvataggio delle impostazioni di rete
- ✓ Salvataggio della configurazione ModBus
- ✓ Salvataggio della configurazione dell'effettore finale
- ✓ Salvataggio delle attività create

Attualmente non è possibile eseguire un backup dell'amministrazione degli utenti. Si consiglia di salvare gli utenti creati e le loro autorizzazioni configurate come screenshot e di salvarli in un file con i dati di backup rimanenti. Con il firmware attuale, il ripristino dell'amministrazione degli utenti può essere effettuato solo ricreando gli utenti.

Creare una directory di backup per i file di backup su un supporto di memoria adeguato collegato al dispositivo di interfaccia utente. Di seguito sono illustrati i passaggi necessari per creare i dati di backup.

14.5.1 Configurazione di sicurezza

La configurazione di sicurezza non può essere salvata come file di backup nel firmware attuale. Per eseguire un backup della configurazione creata, è necessario aprire il rapporto in Watchman e salvarlo come PDF nella directory di backup. A tal fine, procedere come segue:

- ✓ Selezionare Watchman nel menu Desk
- ✓ Fare clic su "Report" nell'angolo superiore sinistro dell'interfaccia utente di Watchman.
- ✓ Salvare il rapporto in formato PDF e inserirlo nella directory di backup.

Ci sono altri due parametri della configurazione di sicurezza da salvare al di fuori dell'interfaccia di Watchman. Per farlo, procedere come segue:

- ✓ Selezionare "Impostazioni" nel menu DESK
- ✓ Aprire la scheda "Sicurezza".
- ✓ Fare uno screenshot di questa vista e salvarlo nella directory di backup.

I parametri rilevanti di questa sezione sono:

- Tempo di attesa dell'esecuzione del lavoro
- Timeout forza token

In caso di ripristino, i parametri e le regole devono essere inseriti e convalidati manualmente in Watchman o nella scheda "Impostazioni/Sicurezza".

14.5.2 Impostazioni di rete

Per salvare le impostazioni di rete, procedere come segue:

- ✓ Aprire le "Impostazioni" sulla Scrivania
- ✓ Selezionare la scheda "RETE"
- ✓ Fare uno screenshot di questa vista e salvarlo nella directory di backup creata.

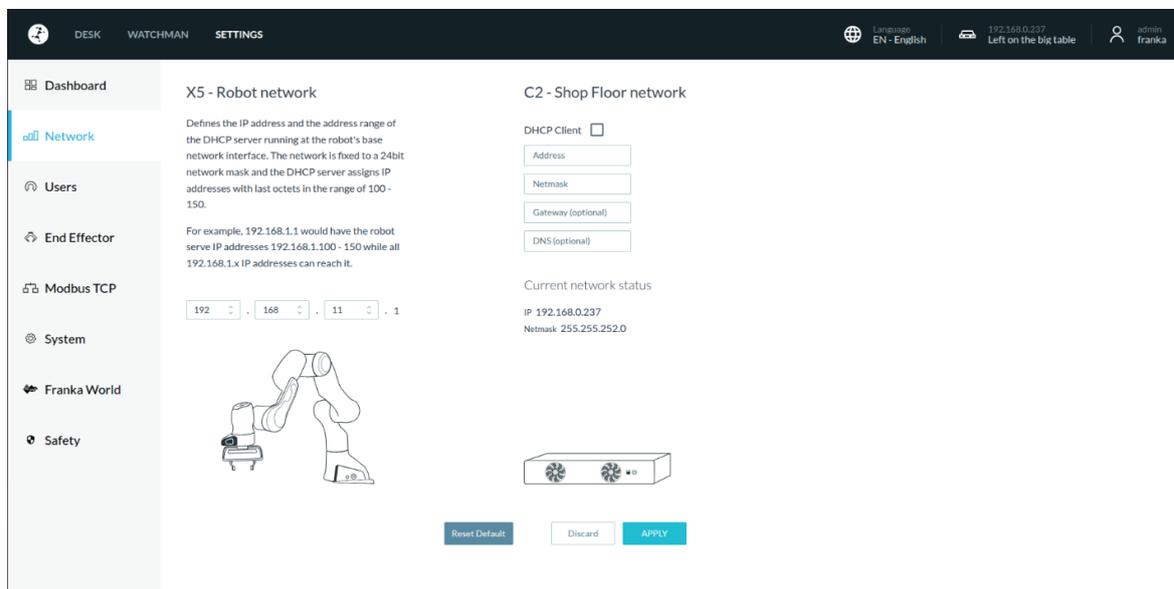


Fig.14 .14: Impostazioni di rete

In caso di necessità di ripristino della configurazione, i parametri elencati nella schermata devono essere inseriti manualmente.

14.5.3 Configurazione Modbus

Per salvare la configurazione Modbus, procedere come segue:

- ✓ Aprire le "Impostazioni" su Desk
- ✓ Selezionare la scheda "MODBUS TCP"
- ✓ Facendo clic su "DOWNLOAD" si salva la configurazione Modbus con il seguente nome sul dispositivo di interfaccia utente collegato: "*modbus.json*"

Salvare il file scaricato nella directory di backup precedentemente creata.

Con il pulsante "UPLOAD" è possibile ripristinare un file di backup della configurazione Modbus nel sistema.

14.5.4 Configurazione dell'effettore finale

Per salvare la configurazione dell'End Effector, procedere come segue:

- ✓ Aprire le "Impostazioni" sulla Scrivania
- ✓ Selezionare la scheda "END_EFFECTOR".
- ✓ Cliccare sul simbolo di modifica accanto a "Dati meccanici".
- ✓ Cliccando su "DOWNLOAD" si salva la configurazione Modbus con il seguente nome sull'apparecchio di interfaccia utente collegato: "*endeffector-config.json*".

Salvare il file scaricato nella directory di backup precedentemente creata.

Con il pulsante "UPLOAD" è possibile ripristinare un file di backup della configurazione dell'End effector nel sistema.

14.5.5 Salvataggio dei task creati

Le attività create possono essere scaricate singolarmente nella vista "DESK".

Per scaricare un'attività, procedere come segue:

- ✓ Aprire le "Impostazioni" su Desk
- ✓ Selezionare le attività desiderate
- ✓ Facendo clic sul simbolo del download si avvia il processo di scaricamento.

Salvare tutte le attività scaricate nella directory di backup.

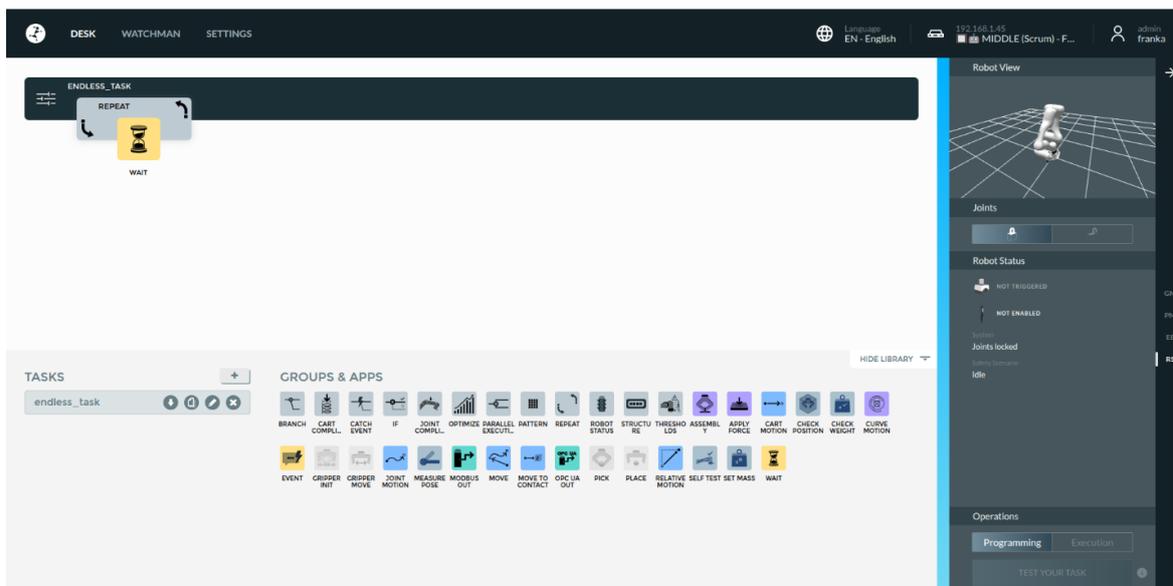


Fig.14 .15: Salvare le attività

Per ripristinare un'attività, spostare il file dell'attività scaricata dalla directory dei file trascinandolo nell'elenco delle attività di DESK.

15 MANUTENZIONE E SMALTIMENTO

15.1 Manutenzione

Il braccio e il controllo del Franka Research 3 sono progettati per un funzionamento senza manutenzione di circa 20.000 ore in condizioni operative normali. Le condizioni operative normali utilizzate come base sono state ricavate da varie applicazioni rappresentative del sistema robotico e verificate mediante analisi e test. Se un'applicazione del cliente si discosta notevolmente da queste condizioni operative di base, la durata può essere prolungata o ridotta in determinate circostanze.

Se il sistema si avvicina a questa durata operativa, si consiglia di contattare il supporto di Franka Robotics (support@franke.de). La valutazione dei dati di log del sistema da parte del team di assistenza indicherà le azioni necessarie.

AVVISO

Se durante un'ispezione visiva vengono rilevati danni alla struttura del robot, il robot deve essere messo fuori servizio indipendentemente dalla durata di funzionamento attuale.

AVVISO

- Attivare il sistema di arresto di emergenza durante l'avvio ogni 12 mesi.
- Ricollegare il sistema di arresto di emergenza durante l'avvio ogni 12 mesi.
- Controllare il funzionamento di tutte le installazioni di sicurezza, ad esempio il sistema di arresto di emergenza, ogni 12 mesi.
- Verificare eventuali misure di sicurezza aggiuntive adottate per garantire un funzionamento sicuro.

15.2 Pulizia

⚠ PERICOLO

Rischio di scosse elettriche

L'uso improprio di detergenti liquidi e il non corretto scollegamento dei dispositivi dall'alimentazione possono causare incidenti mortali.

- Non pulire i dispositivi che non sono stati scollegati in modo sicuro dall'alimentazione.
- Non utilizzare detergenti liquidi per la pulizia dei dispositivi.

Durante la pulizia è necessario tenere presente i seguenti punti:

- La pulizia può essere effettuata solo da personale qualificato.
- La pulizia è consentita solo quando il Franka Research 3 è fermo e scollegato dall'alimentazione.
- Lo spegnimento e la disconnessione del dispositivo devono essere eseguiti esclusivamente da personale qualificato.
- Non utilizzare liquidi per la pulizia del dispositivo.
- Non utilizzare prodotti chimici per la pulizia.
- I componenti possono essere puliti solo con un panno asciutto.
- L'umidità non deve penetrare nel dispositivo.

MANUTENZIONE E SMALTIMENTO

- Non applicare grande forza al braccio. Le parti da pulire devono essere sostenute manualmente per non sovraccaricare e danneggiare il braccio.

AVVISO

Danni materiali ai dispositivi

- Non utilizzare detergenti liquidi per la pulizia dei dispositivi.

15.3 Smaltimento

Smaltimento

Lo smaltimento del Franka Research 3 deve avvenire nel rispetto delle leggi, degli standard e delle normative specifiche del paese.

Batteria

Il Control contiene una batteria a bottone. La batteria a bottone deve essere smaltita separatamente in conformità alle leggi, agli standard e alle normative specifiche del paese.

Per rimuovere la batteria, aprire il Controllo.

AVVISO

L'apertura del Controllo è consentita solo per rimuovere la batteria a bottone al momento dello smaltimento.

Restituzione dei rifiuti di imballaggio

Contattare Franka Robotics per restituire gli imballaggi usati.

16 SERVIZIO E SUPPORTO

AVVISO

Se avete acquistato il vostro Franka Research 3 presso uno dei nostri partner commerciali o se avete collaborato con un fornitore di servizi, contattatelo prima. I nostri partner possono consolidare le informazioni e contattare Franka Robotics per la risoluzione dei problemi e l'assistenza.

Visitate il sito www.franka.world per materiale supplementare e ulteriori informazioni sul nostro robot.

Per qualsiasi altra richiesta di assistenza e supporto, si prega di contattarci all'indirizzo [.support@franka.de](mailto:support@franka.de). Verrà emesso un ticket relativo alla richiesta nel nostro centro di assistenza e supporto e i nostri esperti risponderanno il prima possibile.

Quando si contatta il nostro servizio di assistenza, si prega di avere a disposizione le seguenti informazioni:

- ✓ N. cliente
- ✓ Numero di serie del comando
- ✓ Numero di serie del braccio
- ✓ File di registro del sistema

16.1 Sistema di salvataggio

Nel caso in cui il Controllo non si avvii o non sia possibile effettuare il login dell'amministratore, nel Controllo è implementato un sistema di salvataggio.

Il sistema di salvataggio supporta solo le funzioni di base per l'accesso al Controllo. Queste funzioni possono essere

- il recupero dei registri di sistema per un'ulteriore analisi degli errori con il cliente,
- il recupero della configurazione dell'impostazione di rete del sistema di soccorso,
- la reinstallazione della versione del sistema tramite sincronizzazione con Franka World,
- il ripristino delle impostazioni di fabbrica del sistema principale.

I movimenti del robot o altre interazioni con il braccio o l'effettore finale non sono supportati.

Per accedere all'interfaccia utente del sistema Rescue, collegare un dispositivo operatore con accesso a un browser alla porta X5 della base del braccio tramite un cavo Ethernet.

Per avviare manualmente il Controllo nel Sistema di Salvataggio, procedere come segue:

- ✓ Spegnerne il Controllo, attendere lo spegnimento delle ventole, quindi spegnere l'interruttore principale.
- ✓ Attendere circa 10 secondi prima di riavviare il Controllo accendendo l'interruttore principale.
- ✓ Attendere almeno 20 secondi, ma meno di 40 secondi.
- ✓ Spegnerne il Controllo con l'interruttore principale.
- ✓ Attendere 10 sec.
- ✓ Riavviare il Controllo accendendo l'interruttore principale.

Il Controllo dovrebbe ora avviarsi nel sistema di salvataggio. Dopo aver richiamato l'interfaccia web robot.franka.de sul dispositivo utente collegato, nel browser viene visualizzata la seguente interfaccia utente.

SERVIZIO E SUPPORTO

The screenshot shows the 'Rescue System' interface. At the top, a yellow banner contains a warning: 'You are currently in the Rescue System. The robot is not operational and only a subset of settings will be available.' The left sidebar includes 'Dashboard', 'Network', 'System', 'Franka World', and 'Safety'. The main content area is titled 'Rescue System' and contains the following text:

The control encountered a problem when booting its system image. Instead, the Rescue System of the control has been booted. You can now try the following steps:

- Reboot the system (if possible, the normal system image will be booted)
- Update your system to a working system image using the Rescue System
- Download system logs and contact support if the above steps fail

Below this is the 'System Information' section, which includes two tables:

System Version	5.7.0+rescue
----------------	--------------

Network	
C2 Shop Floor network	192.168.0.236 / 22
X5 Robot network	192.168.11.1 / 24

Fig. .161 : Sistema di salvataggio

Rete

Il sistema di soccorso cerca di utilizzare le impostazioni di rete memorizzate del sistema principale. Se ciò non riesce, vengono utilizzate le impostazioni predefinite.

In questa pagina è possibile regolare temporaneamente le impostazioni di rete del Controllo. Le impostazioni sono valide solo temporaneamente all'interno del Rescue System e non vengono adottate nel sistema principale dopo un riavvio.

The screenshot shows the 'X5 - Robot network' configuration page. At the top, a yellow banner contains the same warning as in Fig. .161. The left sidebar is identical. The main content area is titled 'X5 - Robot network' and contains the following text:

Defines the IP address and the address range of the DHCP server running at the robot's base network interface. The network is fixed to a 24bit network mask and the DHCP server assigns IP addresses with last octets in the range of 100 - 150. For example, 192.168.1.1 would have the robot serve IP addresses 192.168.1.100 - 150 while all 192.168.1.x IP addresses can reach it.

Below the text is an IP address input field showing '192 . 168 . 11 . 1'. There are also icons for a robot arm and a network switch. At the bottom, there are three buttons: 'Reset Default', 'Discard', and 'APPLY'. To the right, there is a section for 'C2 - Shop Floor network' with a 'DHCP Client' checkbox checked and a yellow warning box: 'Network configuration changes made in the Rescue System are transient and will be lost upon reboot.' Below this is the 'Current network status' section, which states 'Current network status not available.'

Fig. .162 : Rete

Sistema

In questa pagina è possibile avviare il download del file di log o il reset di fabbrica.

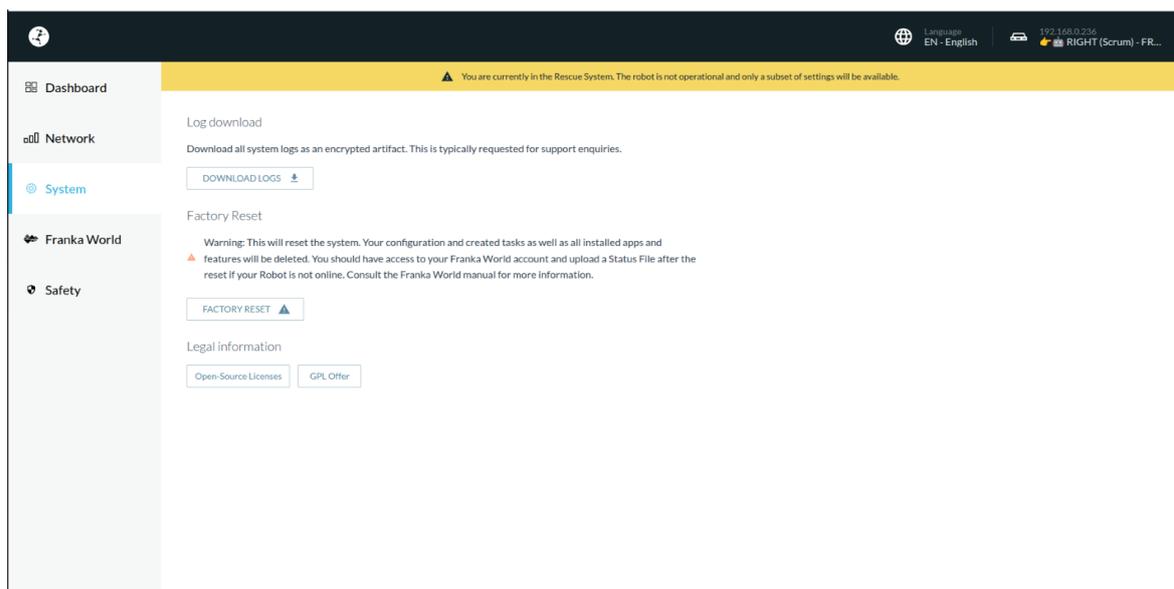


Fig. .163 : Download del registro e reset di fabbrica

- **Download dei registri**

Quando si scaricano i registri, il Rescue System raccoglie i file di registro del sistema principale. Se il file system del sistema principale è danneggiato, questa operazione potrebbe non riuscire.

- **Reset di fabbrica**

La funzione di reset di fabbrica ripristina il sistema principale. Tutte le configurazioni e le attività create, nonché tutte le applicazioni e le funzioni installate vengono cancellate. Non ha alcun effetto sul Rescue System stesso. Dopo il reset, il sistema deve essere riavviato dall'utente.

Mondo Franka

Questa funzione consente di reinstallare o aggiornare il software di sistema del sistema principale. L'installazione di applicazioni e funzioni non è possibile nel Rescue System.

Per garantire un'installazione priva di errori del software di sistema, durante questo tipo di installazione tutte le applicazioni e le funzioni vengono eliminate.

Dopo l'installazione e l'avvio del sistema principale, tutte le applicazioni e le funzioni possono essere reinstallate nel sistema principale tramite la pagina Franka World. Tuttavia, le attività create in precedenza possono essere ripristinate solo se sono state salvate o salvate separatamente.

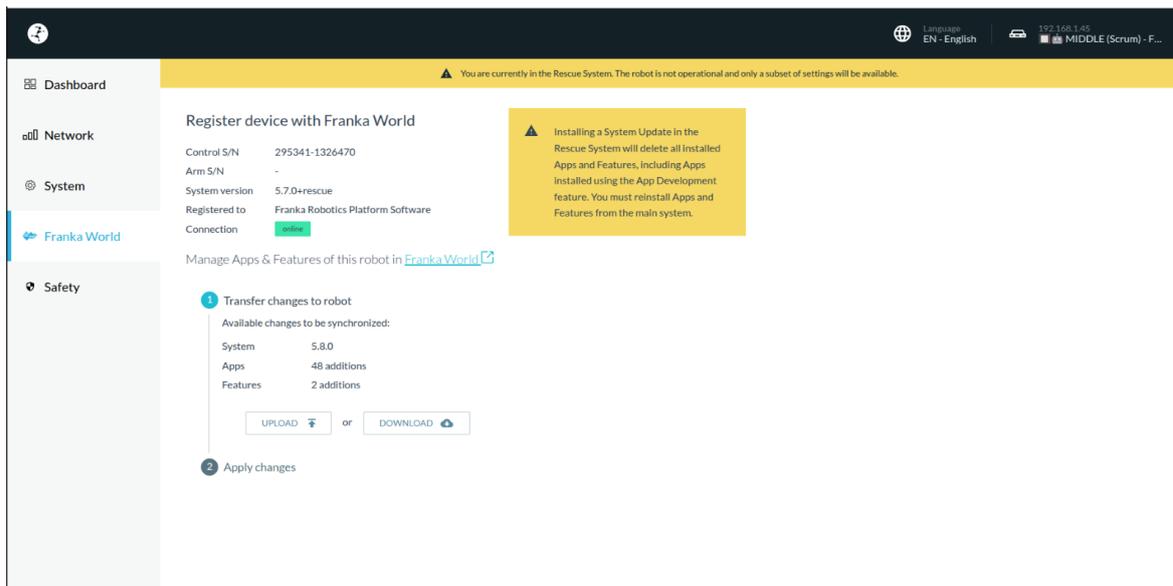


Figura 16.4: Mondo Franka

Uscita dal sistema di salvataggio

Per uscire dal sistema di salvataggio, il Controllo deve essere riavviato. Il Controllo si riavvia quindi nel sistema normale.

16.2 Download del registro

Il sistema FR3 raccoglie informazioni durante il suo funzionamento e le trasmette all'utente attraverso specifici file di registro. Attualmente esistono quattro diversi file di registro in cui vengono raccolte e fornite queste informazioni.

16.2.1 File di registro disponibili e modalità di download

I quattro diversi file di log comprendono:

File di registro	Descrizione	Specifico per
Pacchetto log del sistema	Contiene tutti i file di log specifici del sistema, leggibili solo dai dipendenti di Franka Robotics. Questi registri sono utilizzati per la risoluzione dei problemi del sistema. Si raccomanda di includere i log di sistema quando si crea un ticket di assistenza.	Dipendenti di Franka Robotics
Registro di sicurezza	Contiene tutti gli eventi relativi alla sicurezza del sistema. Questo registro è leggibile dall'uomo e non verrà mai cancellato, nemmeno durante un reset di fabbrica.	Dipendenti, integratori e utenti finali di Franka Robotics
Dati di log ciclici	Contiene i dati raccolti mentre il robot è attivo, come forze e velocità.	Utenti finali e dipendenti Franka Robotics
Dati di log degli eventi	Contiene tutti i dati basati su eventi, compresi i riavvii e gli aggiornamenti del sistema.	Utenti finali

16.2.2 Download dei dati di log

I dati di registro possono essere scaricati in Impostazioni per ciascun file di registro.

- **Pacchetto registro di sistema, registro ciclico e registro eventi:** Possono essere scaricati in Impostazioni -> Sistema.

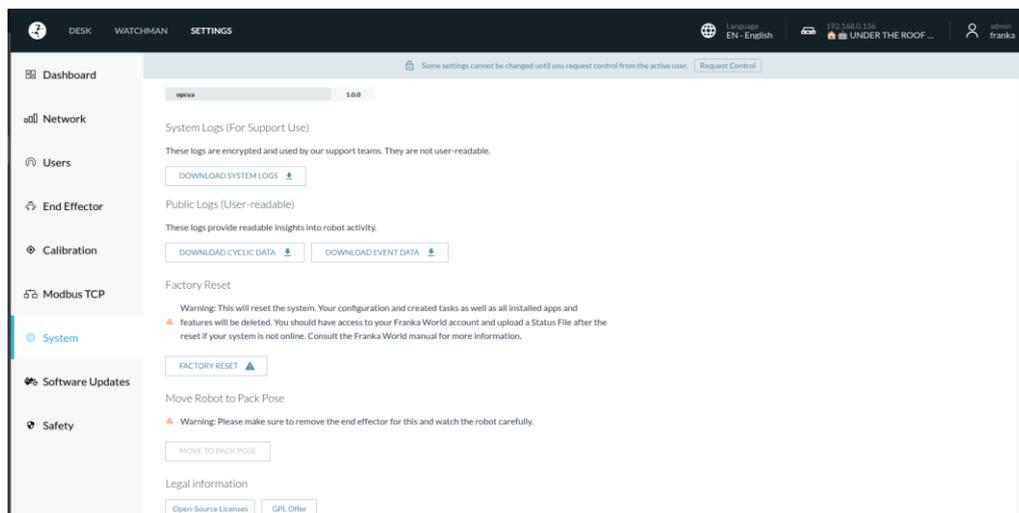


Fig.16.5: Sistema

- **Registro di sicurezza:** Può essere scaricato in Impostazioni -> Sicurezza.

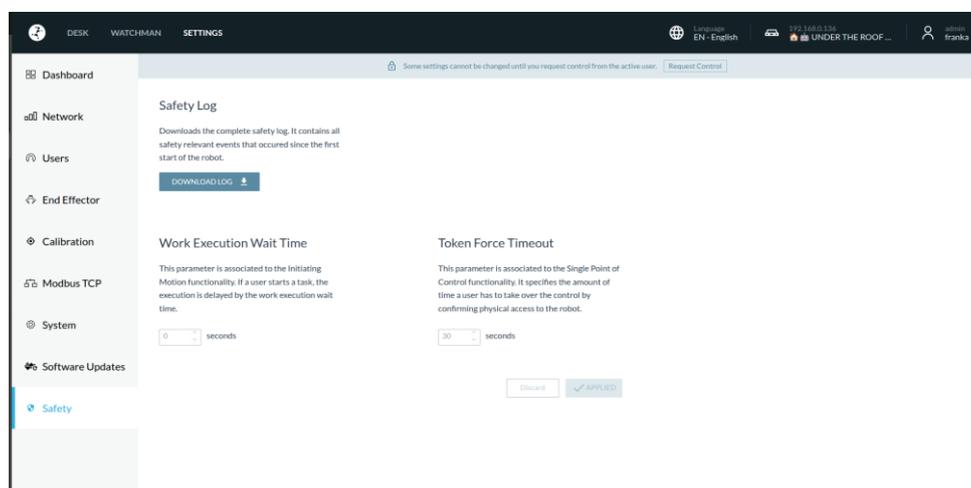


Fig.16.6: Sicurezza

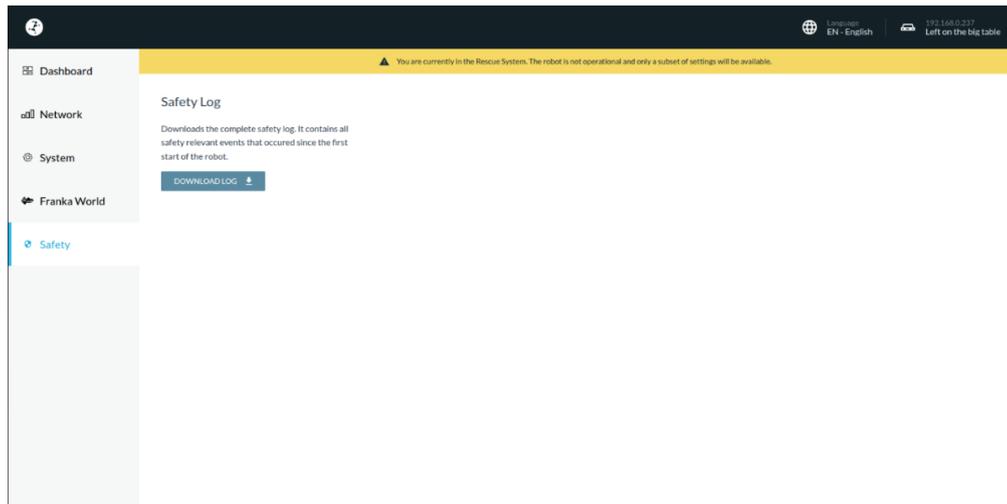


Fig.16 .7: Download

- **API Desk:** Tutti i file di registro sono disponibili anche tramite Desk API.

16.3 Calibrazione della coppia

L'FR3 è dotato di sensori di coppia su ogni articolazione. Sforzi fuori limite esercitati sul braccio, come urti o sovraccarichi, possono deteriorare le prestazioni del sistema nelle aree di guida della mano o di applicazione della forza e possono richiedere una nuova calibrazione dei sensori di coppia.

La calibrazione dei sensori di coppia in Impostazioni consente a un utente con il ruolo di amministratore di ricalibrare i sensori per poter utilizzare nuovamente il robot senza doverlo rispedito a Franka Robotics GmbH.

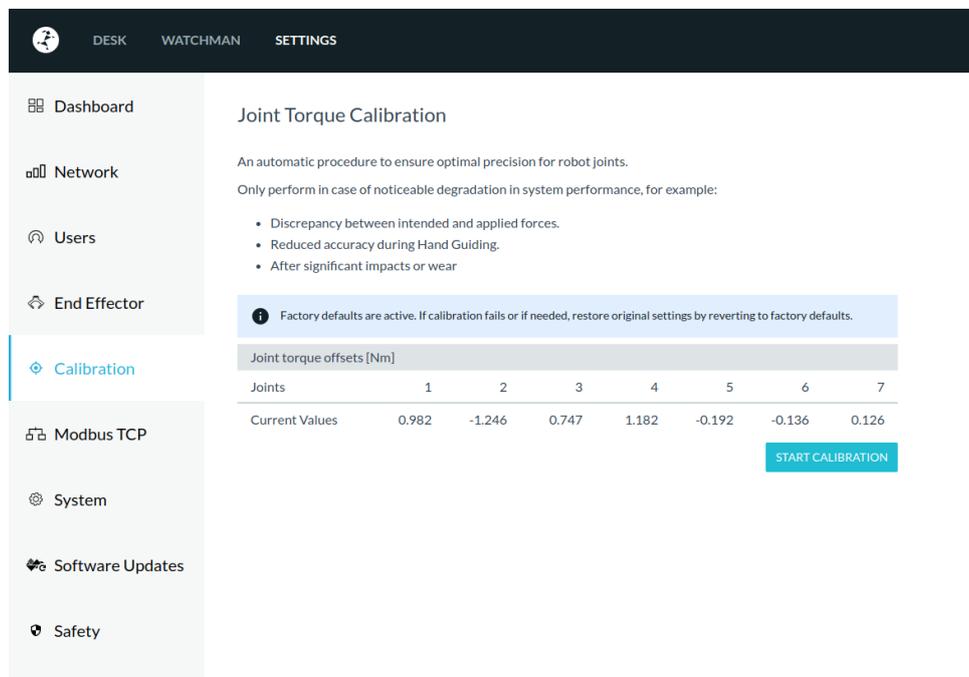


Fig.16 .8: Calibrazione

16.3.1 Quando calibrare i sensori di coppia

I sensori di coppia devono essere calibrati in uno dei seguenti casi:

- Quando la guida manuale del braccio del robot è sbilanciata, perché uno dei giunti spinge o tira.
- Quando l'applicazione della forza fa scattare la violazione della soglia di forza o di coppia.
- Quando il servizio di assistenza clienti vi dà istruzioni in tal senso.

16.3.2 Come calibrare i sensori di coppia

I sensori di coppia possono essere calibrati in Impostazioni. La routine di calibrazione dei sensori di coppia vi guiderà attraverso i seguenti passaggi:

AVVISO

I sensori di coppia devono essere calibrati solo con il braccio del robot montato su una superficie piana orizzontale fissa. Qualsiasi superficie non piana o vibrazione durante la calibrazione influenzerà significativamente i risultati.

1. Preparazione del braccio robotico

- a. L'utente deve verificare che l'area di lavoro sia priva di ostacoli e possa muoversi liberamente. La routine di calibrazione del sensore di coppia muoverà il robot nell'intero spazio di lavoro.
- b. L'utente deve verificare che il braccio del robot sia montato in posizione verticale e in piano.

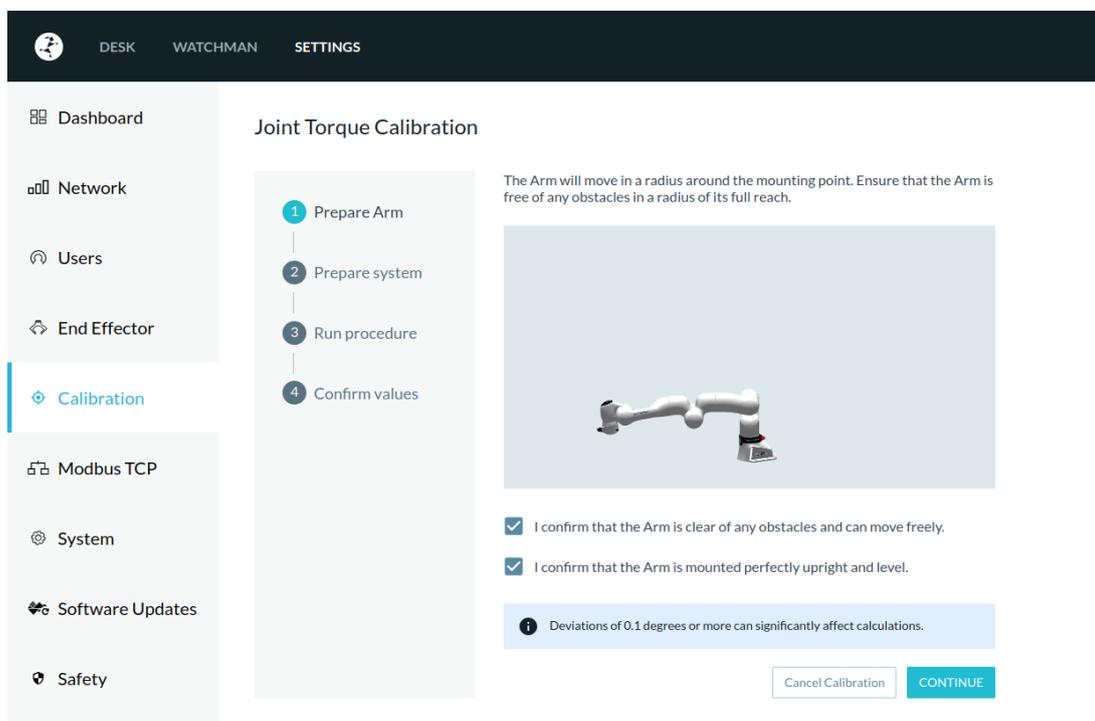


Fig.16 .9: Preparazione del braccio

2. Preparazione del sistema

L'utente deve essere connesso con il ruolo di amministratore e avere il controllo del braccio robotico.

- a. I giunti devono essere sbloccati.
- b. La modalità operativa deve essere "Esecuzione".
- c. È necessario impostare il profilo dell'end effector "no end-effector".
- d. L'utente deve confermare che il braccio robotico non è dotato di alcun effettore finale.
- e. L'esecuzione deve essere pronta. Il sistema controlla internamente che:
 - i. Il braccio robotico non sia in modalità di funzionamento collaborativo.
 - ii. Non sia in esecuzione alcun compito.
 - iii. La configurazione del sistema in Watchman viene convalidata.

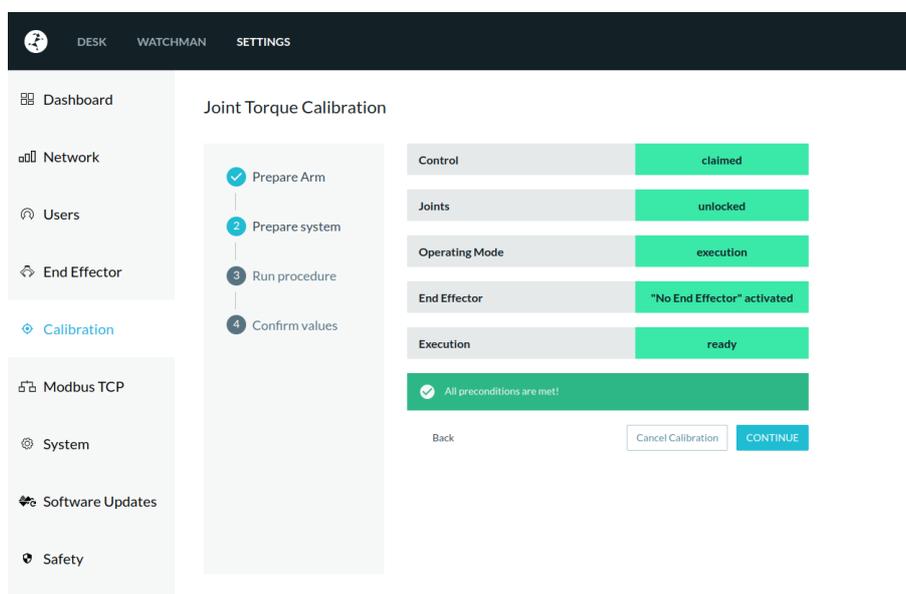


Fig.16 .10: Preparazione del sistema

3. Calibrazione

Viene eseguita la calibrazione dei sensori di coppia. Questa operazione può richiedere fino a cinque minuti. Il robot si sposterà in determinate posizioni durante la misurazione delle coppie interne.

AVVISO

I sensori di coppia devono essere calibrati solo con il braccio del robot montato su una superficie piana orizzontale fissa. Qualsiasi superficie non piana o vibrazione durante la calibrazione influenzerà significativamente i risultati.

AVVERTENZA

Durante la calibrazione, non avvicinarsi al braccio robotico. Non provocare vibrazioni sulla superficie di montaggio. Non ostruire il percorso del braccio.

- Non provocare vibrazioni della superficie di montaggio.
- Non ostruire il percorso del braccio.
- Il LED di stato può diventare giallo mentre il braccio robotico si muove in modo singolare. Si

tratta di un comportamento previsto e non è necessaria alcuna azione da parte dell'utente.

AVVISO

Il braccio robotico potrebbe sembrare non muoversi, ma confermare sempre nella pagina di calibrazione se è sicuro avvicinarsi al braccio prima di farlo.

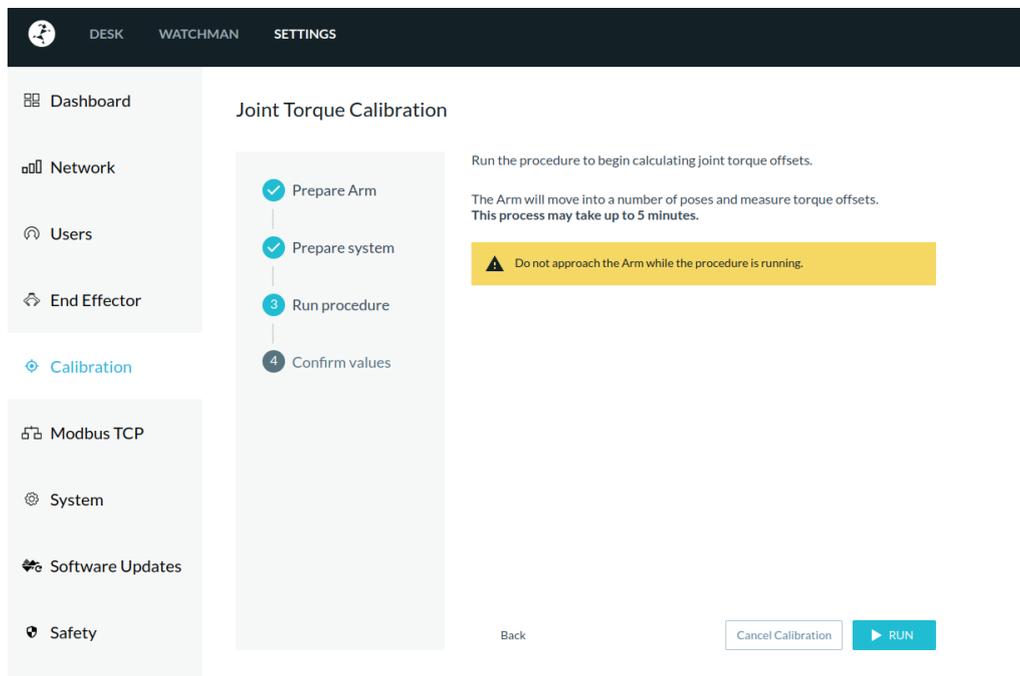


Fig.16 .11: Procedura di esecuzione

4. Conferma dei valori

I valori vengono presentati all'utente.

- a. L'utente può applicare i valori al sistema.
 - i. Se i valori vengono applicati, il braccio robotico si riavvia.
- b. L'utente può interrompere la procedura, i valori non verranno salvati e sarà possibile avviare una nuova calibrazione.

DESK WATCHMAN SETTINGS

Dashboard

Network

Users

End Effector

Calibration

Modbus TCP

System

Software Updates

Safety

Joint Torque Calibration

Prepare Arm

Prepare system

Run procedure

4 Confirm values

New joint torque offsets calculated. You have the option to review calculated values before calibrating the torque sensors.

Calibration should lead to improvements in hand-guiding and force application. If performance deteriorates, try again or contact support.

Joint torque offsets [Nm]							
Joints	1	2	3	4	5	6	7
New Values	0.944	-1.335	0.702	1.071	-0.139	-0.14	0.115
Difference	0.038	0.09	0.045	0.111	-0.053	0.004	0.011

Discard CALIBRATE TORQUE SENSORS

Fig.16 .12: Conferma dei valori

16.3.3 Ripristino delle impostazioni di fabbrica

Dopo l'esecuzione di una taratura di offset di coppia, la pagina Impostazioni consente all'utente con ruolo di amministratore di ripristinare gli offset di coppia ai valori di fabbrica.

DESK WATCHMAN SETTINGS

Dashboard

Network

Users

End Effector

Calibration

Modbus TCP

System

Software Updates

Safety

Joint Torque Calibration

An automatic procedure to ensure optimal precision for robot joints.

Only perform in case of noticeable degradation in system performance, for example:

- Discrepancy between intended and applied forces.
- Reduced accuracy during Hand Guiding.
- After significant impacts or wear

Joint torque offsets [Nm]							
Joints	1	2	3	4	5	6	7
Current Values	0.944	-1.335	0.702	1.071	-0.139	-0.14	0.115
Factory defaults	0.982	-1.246	0.747	1.182	-0.192	-0.136	0.126

Revert To Factory Defaults START CALIBRATION

Fig.16 .13: Compensazioni di coppia del giunto

16.3.4 Gestione degli errori

Se i problemi con il braccio robotico persistono dopo la calibrazione, contattare l'assistenza clienti. Potrebbero verificarsi casi, soprattutto in caso di collisioni, che vanno oltre le possibilità della calibrazione della coppia.

16.4 Sostituzione dell'hardware

In caso di danni all'unità di controllo o al braccio, potrebbe essere necessario sostituire il rispettivo componente difettoso.

16.4.1 Sostituzione del Controllo

In caso di guasto dell'unità di controllo, si devono considerare due situazioni.

1. Il Controllo può ancora essere avviato e può collegarsi a Franka World.
2. Il Controllo non può più essere avviato e/o sincronizzato con Franka World.

Nella situazione in cui il Controllo si avvia ancora e può connettersi a Franka World, tutte le funzioni e le applicazioni installate possono essere staccate dal Controllo difettoso tramite Franka World e rese disponibili in Franka World per essere trasferite al nuovo Controllo. Per fare ciò, seguire i passaggi seguenti:

1. Eseguire un backup del Controllo come descritto nel capitolo 14.5 "BACKUP".
2. Richiamare Franka World tramite l'URL <https://franka.world>.
3. Passare alla visualizzazione "MANAGE" nella barra dei menu. Qui sono elencate tutte le unità di controllo registrate a voi o alla vostra azienda.
4. Selezionate l'unità di controllo che vi interessa. Vengono visualizzate tutte le informazioni di sistema del robot e le funzioni installate sul Controllo.

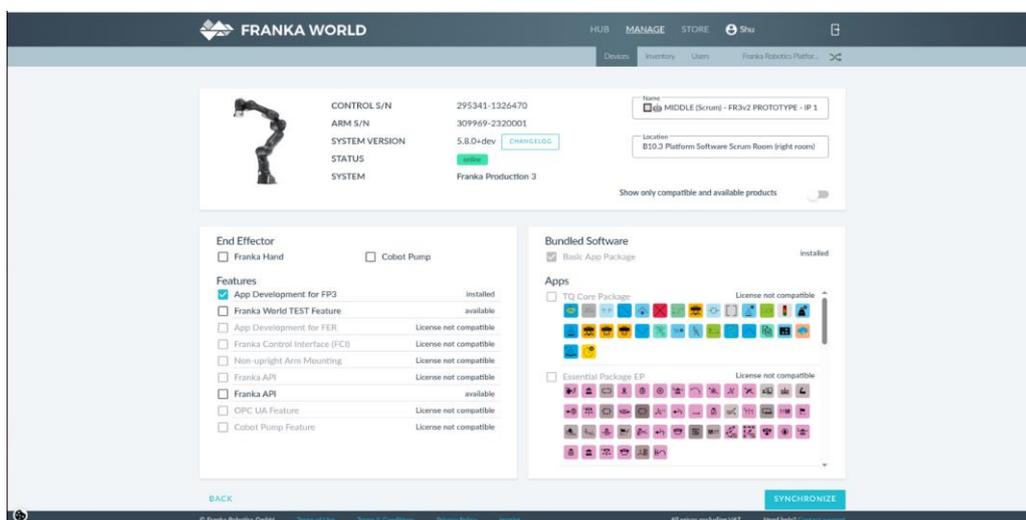


Fig.16 .14: Vista dettagliata del dispositivo

5. Rimuovendo i segni di spunta blu, le rispettive funzioni sono contrassegnate per il distacco dal Controllo. Prima di rimuovere tutti i segni di spunta blu, fare uno screenshot o AVVISARE quali funzioni sono state installate sul Controllo.
6. Dopo aver rimosso i segni di spunta blu, appare il pulsante "Sincronizzato" con un segno di spunta blu. Facendo clic su di esso si avvia il distacco dal Controllo e lo si esegue con la successiva sincronizzazione del Controllo.

SERVIZIO E SUPPORTO

7. Richiamare ora l'URL <https://franka.robot.de> nel browser e selezionare "Impostazioni" nel menu Desk.
8. Aprire la vista Franka World. A questo punto si vedrà che è necessario apportare delle modifiche al robot. Fare clic su "Download" per scaricare le modifiche. È anche possibile importare manualmente il file di aggiornamento nel sistema.

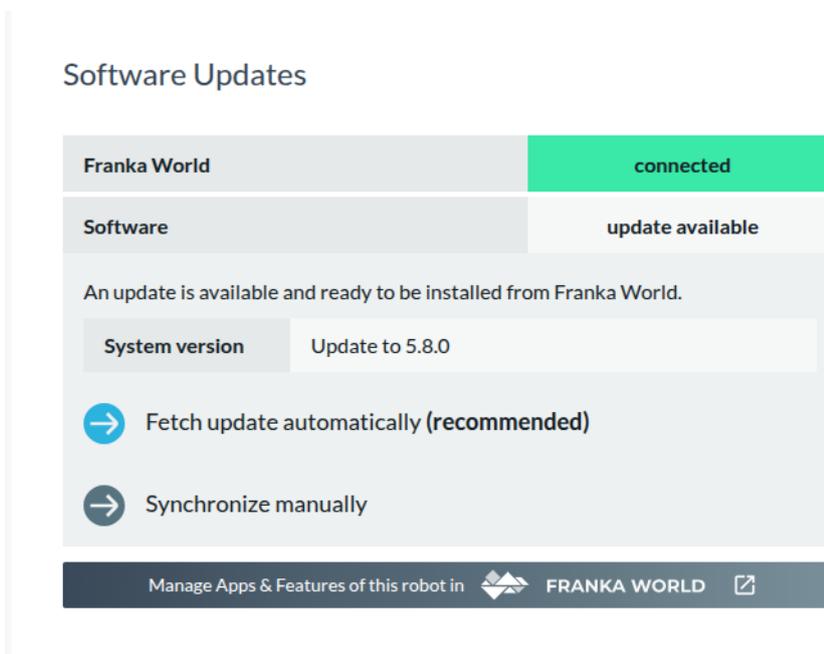


Fig.16 .15: prompt di Sync-

9. Dopo la lettura dei dati di aggiornamento, appaiono i pulsanti "DISCARD" e "APPLY". Per applicare, fare clic su "APPLICA".
10. A seconda della modifica, il sistema potrebbe riavviarsi. Al termine, nella vista appare "Tutto aggiornato".

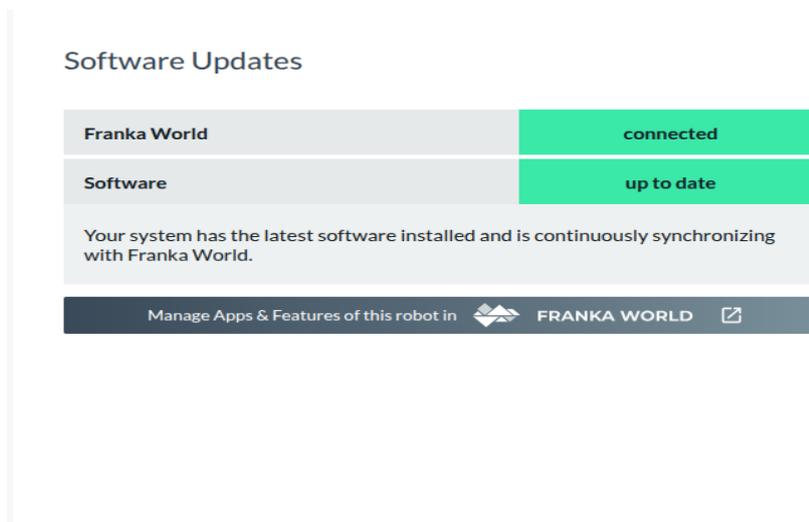


Fig.16 .16: Tutto aggiornato

Le licenze delle funzioni e delle applicazioni sono ora staccate dal vecchio Control e sono disponibili per il collegamento in Franka World.

11. Ora sostituite il vecchio Controllo con quello nuovo. Per farlo, seguite la procedura descritta nella sezione 16.2.1 "Sostituzione del Controllo".

SERVIZIO E SUPPORTO

12. Accendere il nuovo Controllo e aprire l'interfaccia Desk tramite l'URL <https://franka.robot.de> dopo aver avviato il sistema.
13. Passare alla vista "Impostazioni/Franka World" ed eseguire la registrazione facendo clic sul pulsante "REGISTRA". Una volta completata la registrazione, è possibile configurare il Controllo in Franka World.

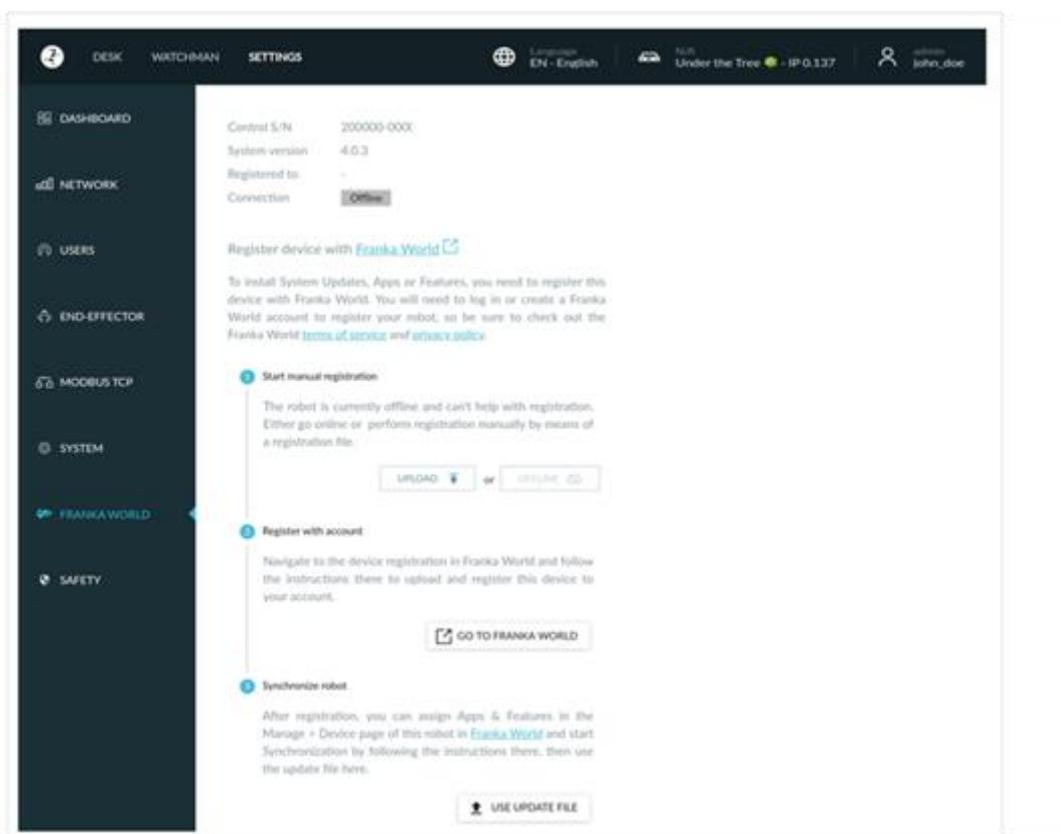


Fig.16 .17: Registrazione del Controllo

14. Aprire l'URL: <https://franka.world> nel browser e accedere.
15. Passare alla visualizzazione MANAGE e verificare se il nuovo Controllo è visualizzato.
16. Selezionare il nuovo Controllo e aprire la vista facendo clic su di esso.
17. A questo punto vedrete i dati del nuovo Controllo e tutte le funzioni disponibili nel vostro account.
18. In base alla schermata o ai vostri AVVISI del vecchio Controllo, compilate tutti i campi di informazione e selezionate le funzioni impostando il rispettivo segno di spunta.
19. Fare clic sul pulsante "SINCRONIZZATO" per applicare i dati.
20. Passare ora alla vista Desk del robot nel browser inserendo l'URL <https://franka.robot.de> e richiamare la vista "Impostazioni/Franka World".
21. Ora vengono visualizzate le modifiche attivate in Franka World. Cliccare su "DOWNLOAD".
22. Dopo che tutti i dati sono stati scaricati, è possibile accettare il trasferimento facendo clic su "APPLICA". Il Controllo installa ora tutte le modifiche ed esegue un riavvio, se necessario.
23. Per ripristinare il Controllo allo stato del vecchio Controllo, ripristinare il sistema dai dati di backup del vecchio Controllo. Procedere come descritto nel capitolo 14.5 "BACKUP".

Nel caso in cui il Controllo non possa più essere avviato e quindi la sincronizzazione con Franka World non sia più possibile, le licenze del vecchio Controllo devono essere staccate dal Controllo difettoso dal supporto di Franka Robotics GmbH.

SERVIZIO E SUPPORTO

A tal fine, inviare un'e-mail con le seguenti informazioni all'assistenza all'indirizzo: support@franka.de:

- Nome dell'account (Franka World)
- Numero di conto (Franka World)
- Numero di serie del Controllo difettoso
- Numero di serie del nuovo Controllo (opzionale)
- Tipo di piattaforma (FP3/FR3)

Dopo che le licenze sono state rilasciate dall'Assistenza, saranno nuovamente disponibili in Franka World per il collegamento a un nuovo Controllo.

Collegare ora il nuovo Controllo al braccio e accenderlo. Per trasferire le funzioni e le applicazioni, procedere come descritto nei passaggi da 13 a 22. Se si dispone ancora di un aggiornamento del vecchio Controllo, è possibile importare i dati nel nuovo Controllo seguendo la procedura descritta nel capitolo 14.4 "Aggiornamenti".

Sostituzione meccanica del Controllo

Per sostituire meccanicamente il Controllo, procedere come segue:

- ✓ Eseguire un backup, se il Controllo difettoso lo consente ancora.
- ✓ Spegnerne il robot.
- ✓ Spegnerne il Controllo dall'interruttore principale
- ✓ Scollegare il Controllo dalla rete di alimentazione.
- ✓ Scollegare il collegamento a spina C1 (cavo di collegamento al robot) e il collegamento di rete C2 sul Controllo.
- ✓ Sostituire il Controllo difettoso con il Controllo di ricambio. Rispettare le condizioni ambientali richieste per il Controllo (vedere il capitolo 10 "Montaggio e installazione").
- ✓ Collegare il cavo di collegamento del robot al connettore C1 del Controllo.
- ✓ Stabilire la connessione di rete C2
- ✓ Collegare il Controllo alla rete elettrica
- ✓ Collegare il dispositivo operativo al connettore X5 della base del robot con un cavo Ethernet.
- ✓ Accendere il Controllo con l'interruttore principale

17 APPENDICE

17.1 Tempi e distanze di arresto

Il diagramma seguente mostra i tempi e le distanze di arresto degli assi da 1 a 4 secondo i requisiti della norma EN ISO 10218-1.

La tabella seguente illustra le posizioni dei giunti per i diversi stati di estensione del sistema. Franka Research 3.

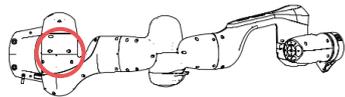
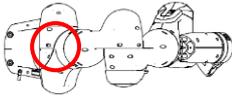
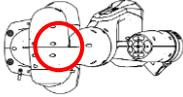
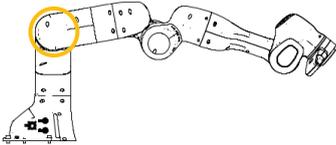
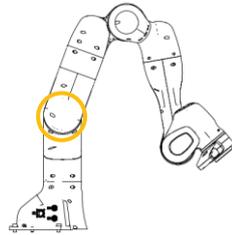
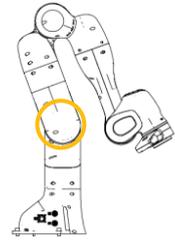
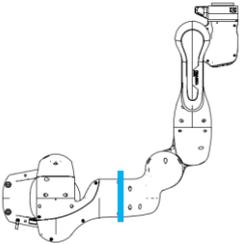
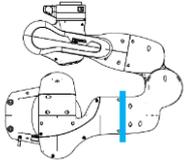
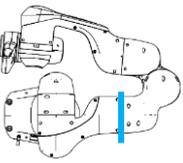
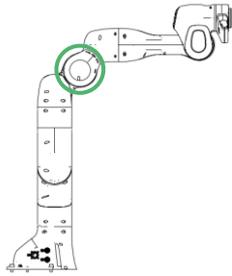
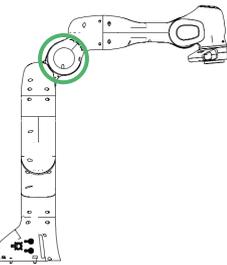
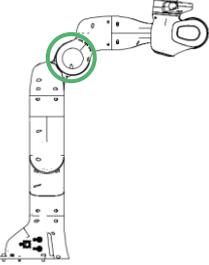
	Estensione 100%	Estensione 66%	Estensione 33%
Giunto 1			
Giunto 2			
Giunto 3			
Giunto 4			

Fig. .171 : illustrazione degli stati di estensione

17.2 Categoria di arresto 1

La tabella seguente riepiloga i valori massimi degli assi 1-4 per la categoria di arresto 1.

Giunto	distanza massima di arresto [rad]	tempo di arresto massimo [s]
1	0,803	0,735
2	0,798	0,682
3	0,684	0,534
4	0,455	0,418

17.2.1 Giunto 1



Fig. .172 : Distanza; arresto Cat 1; giunto 1, 33%.

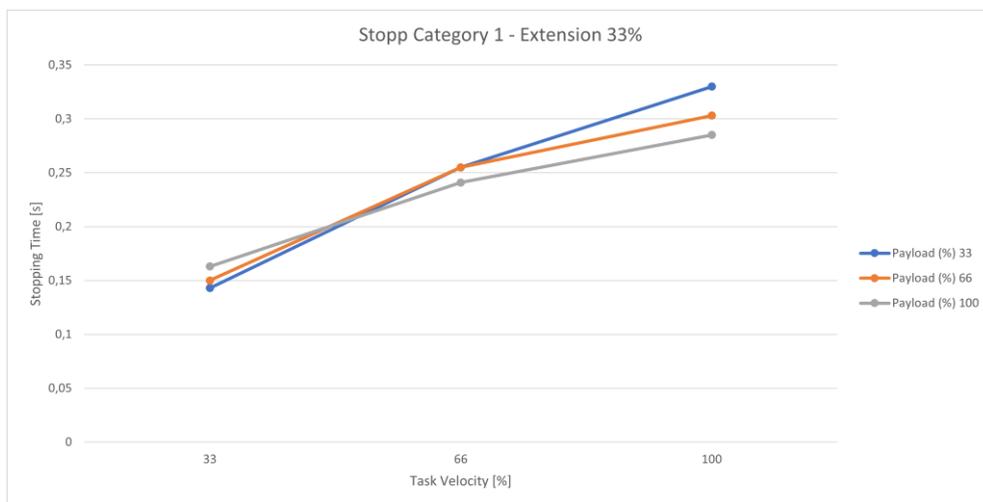


Fig. .173 : Tempo; Arresto Cat 1; Giunto 1 33%.

APPENDICE

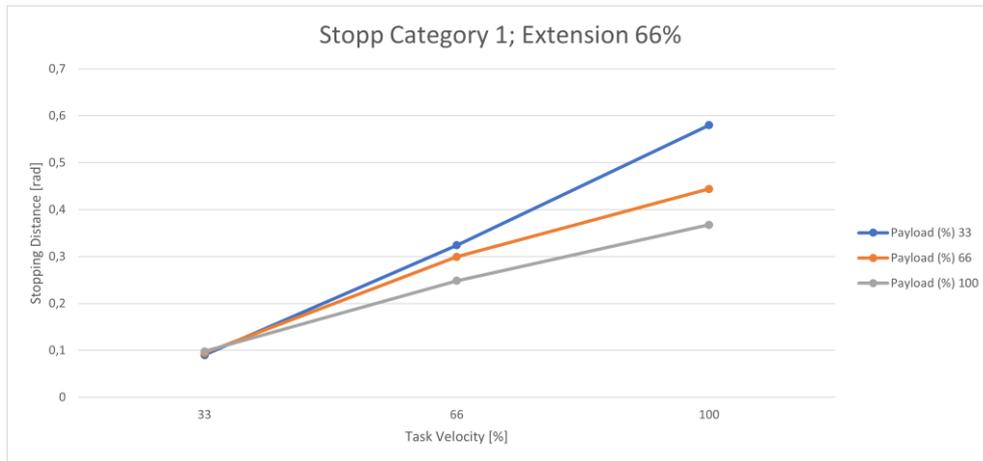


Fig. .174 : Distanza; arresto cat. 1; giunto 1 66%.

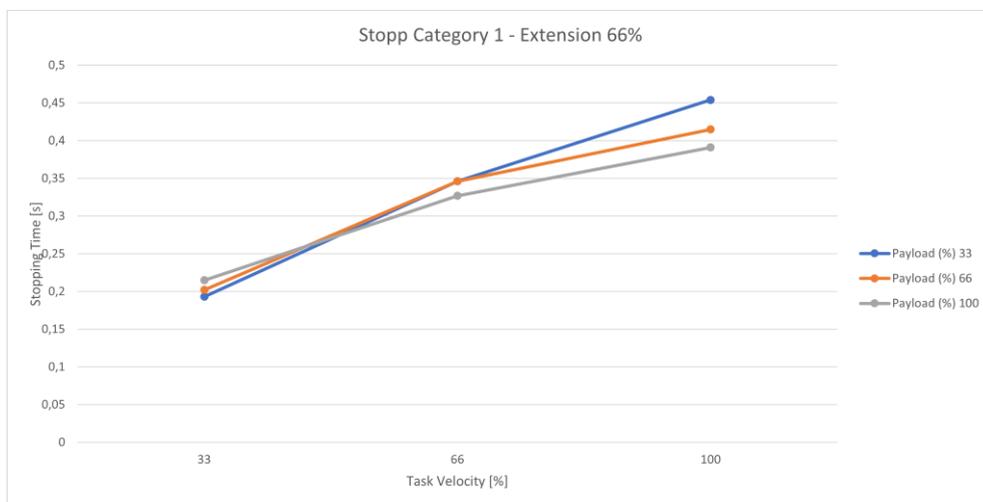


Fig. .175 : Tempo; Arresto Cat 1; Giunto 1 66%

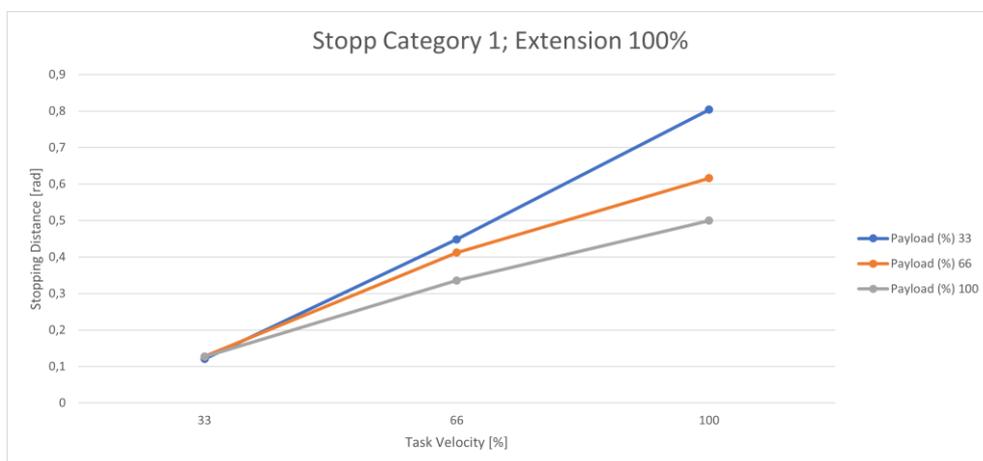


Fig. .176 : Distanza; arresto cat. 1; giunto 1 100%.

APPENDICE

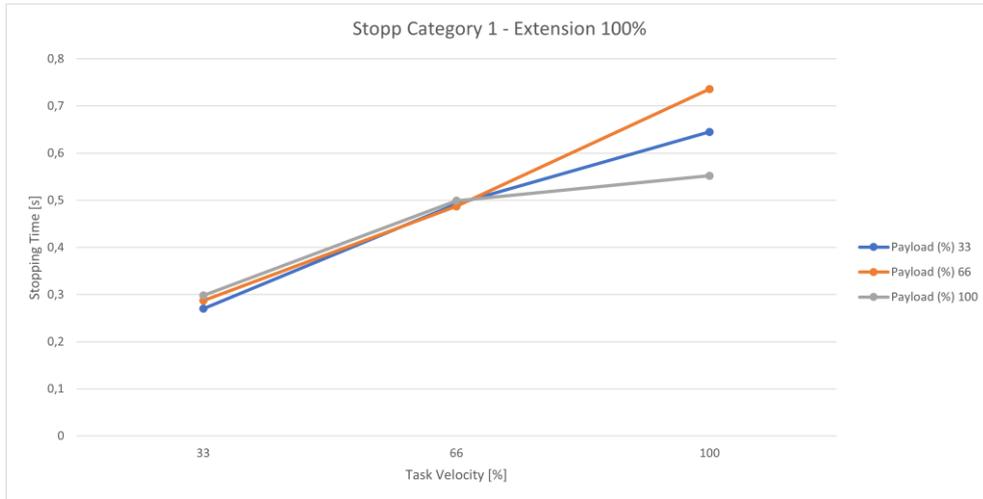


Fig. .177 : Tempo; Arresto Cat 1; Giunto 1 100%

17.2.2 Giunto 2

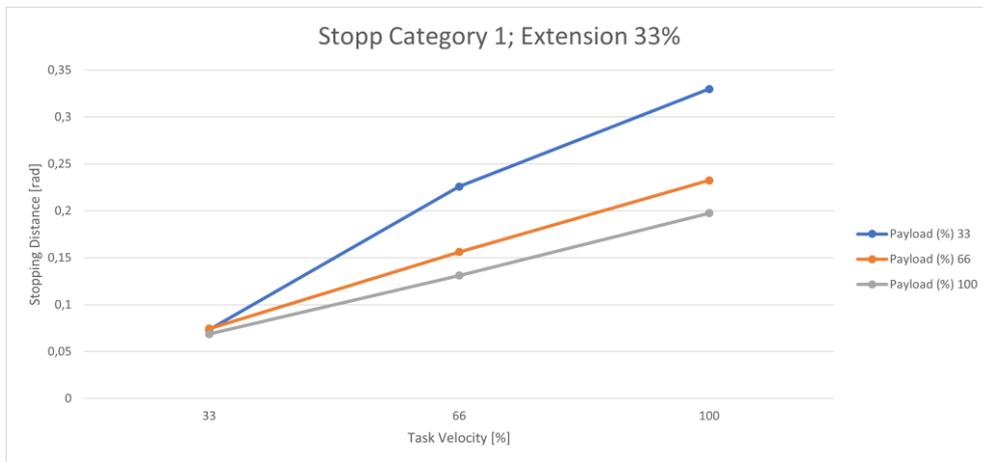


Fig. .178 : Distanza; arresto gatto 1; giunto 2 33%.

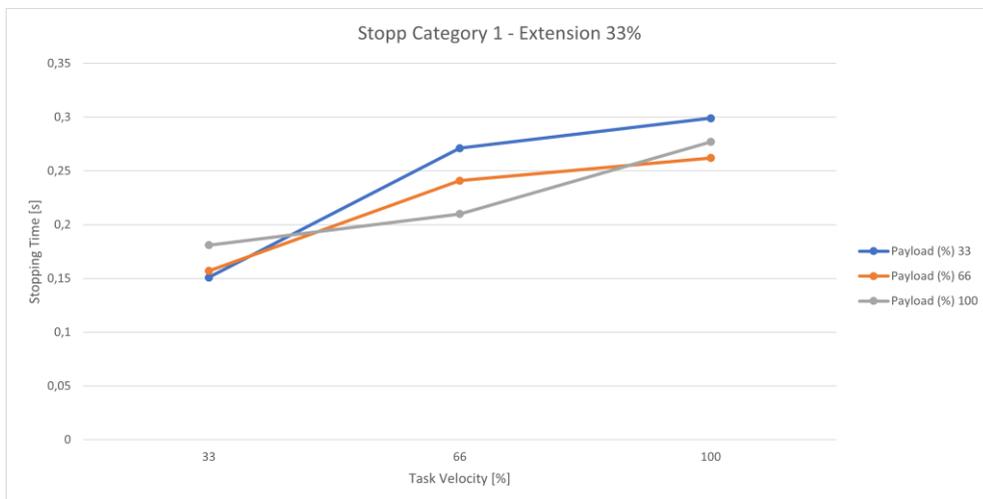


Fig. .179 : Tempo; arresto Cat 1; giunto 2 33%.

APPENDICE

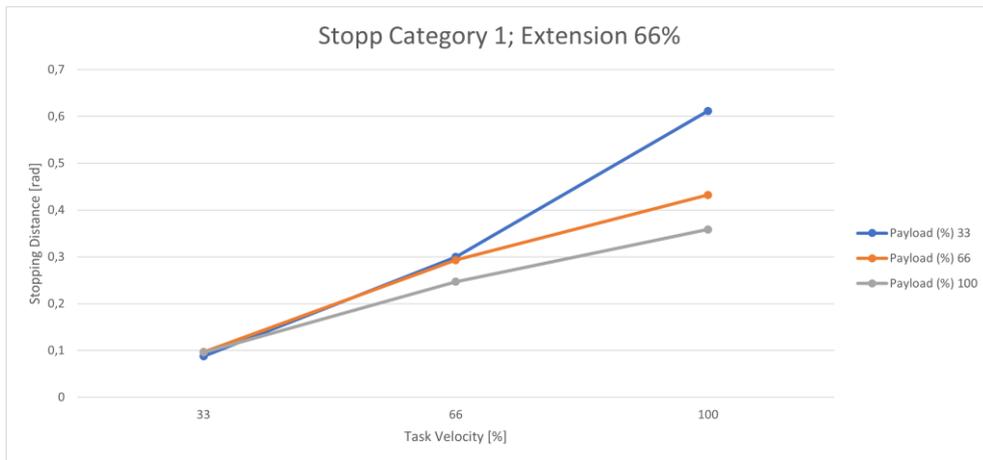


Fig. .1710 : Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 2 66%.

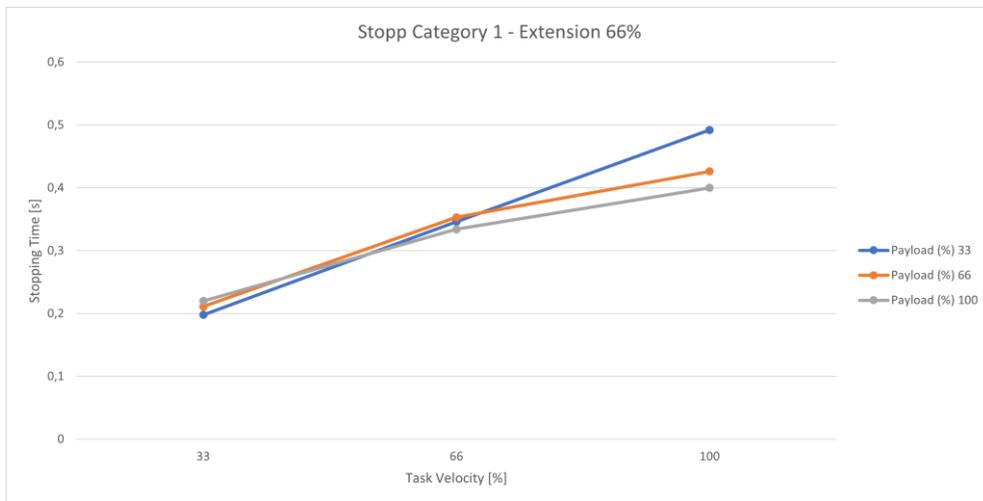


Fig. .1711 : Tempo; Arresto Cat 1; Giunto 2 66%



Fig. .1712 : Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 2 100%.

APPENDICE

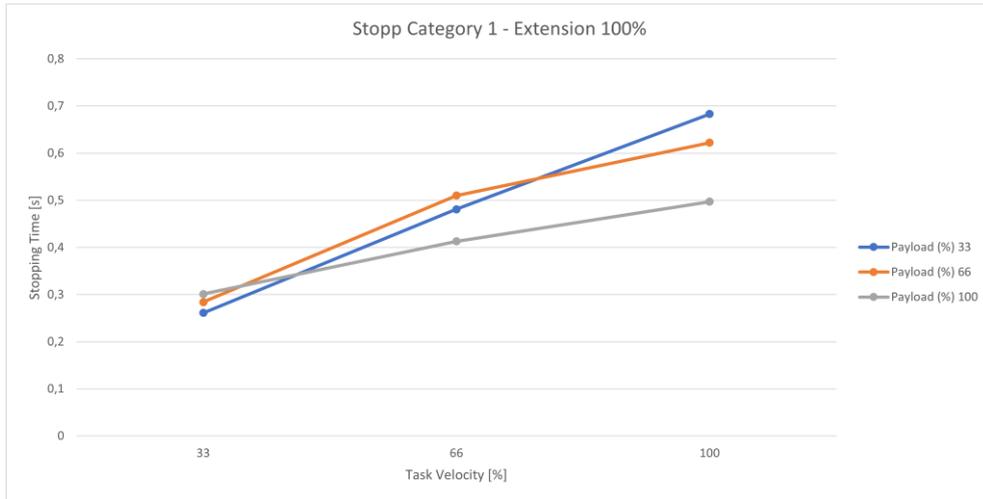


Fig. .1713 : Tempo; arresto cat. 1; giunto 2 100%

17.2.3 Giunto 3

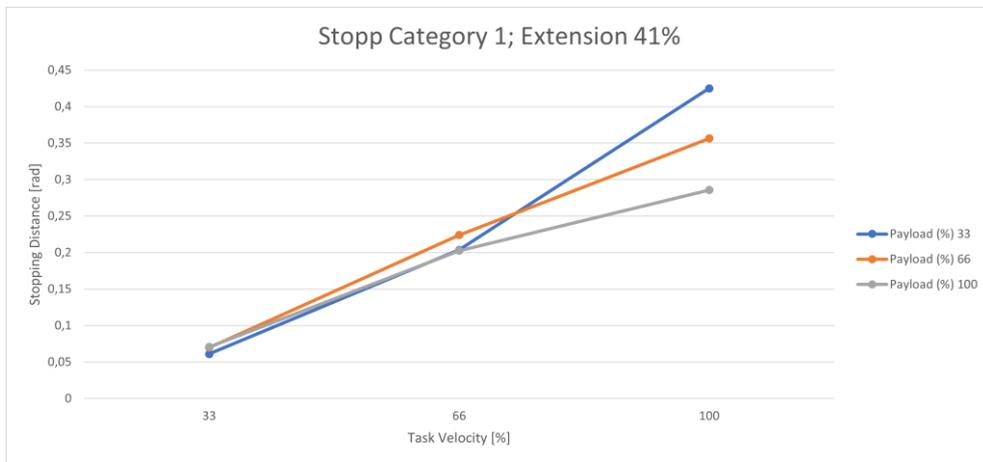


Fig. .1714 : Distanza; arresto gatto 1; giunto 3 33%.

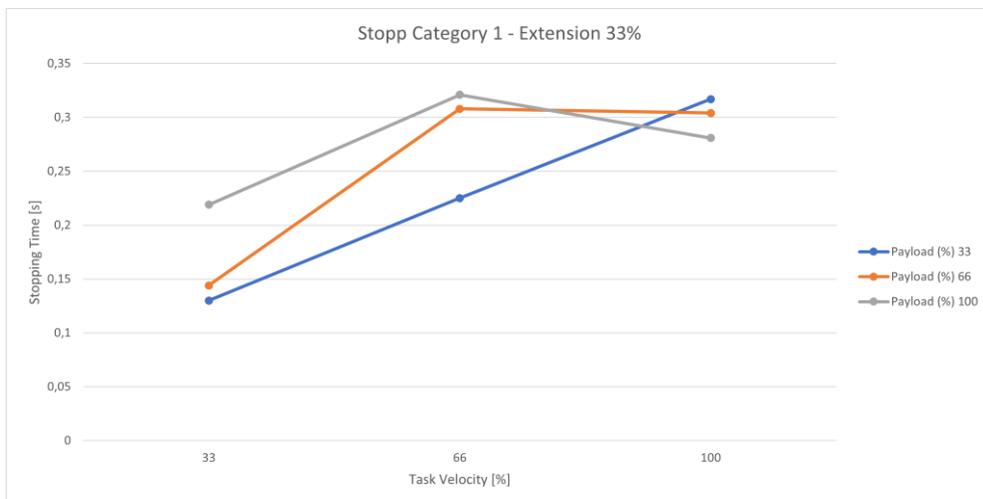


Fig. .1715 : Tempo; Arresto cat. 1; Giunto 3 33%

APPENDICE

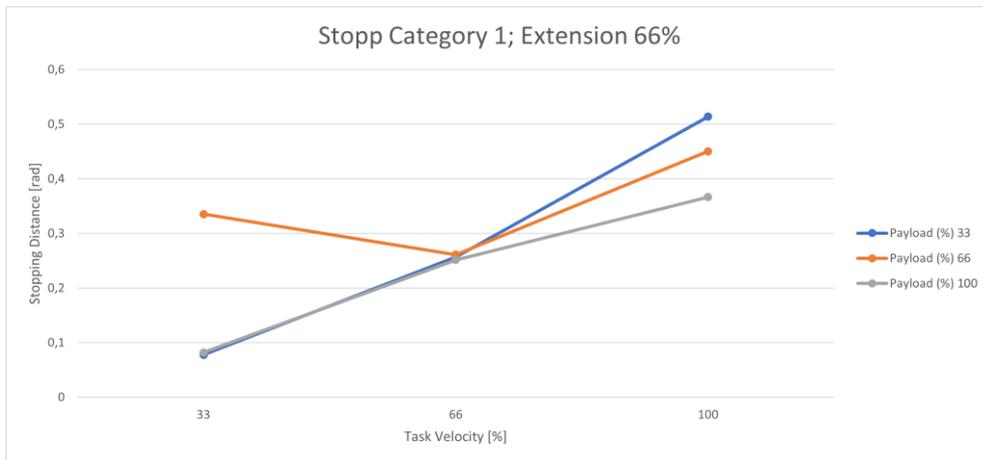


Fig. .1716 : Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 3 66%.

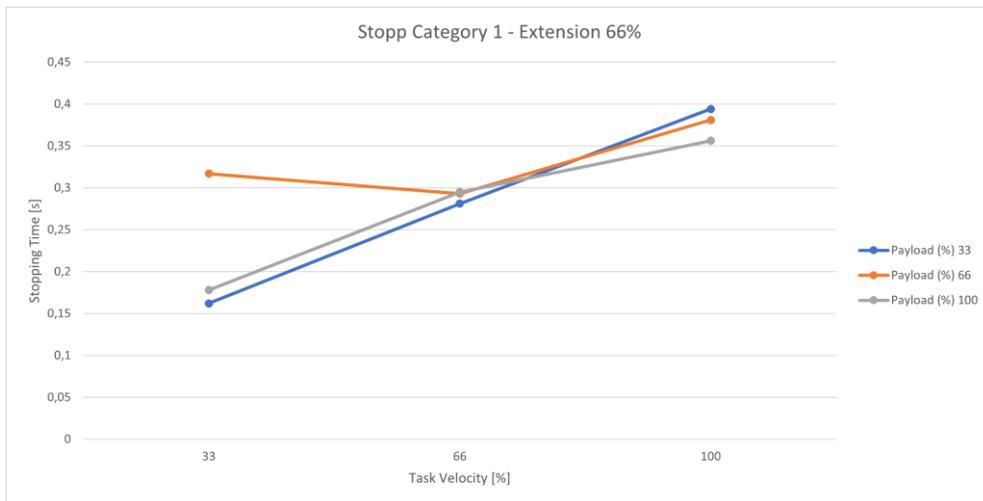


Fig. .1717 : Tempo; Arresto cat. 1; Giunto 3 66%



Fig. .1718 : Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 3 100%

APPENDICE

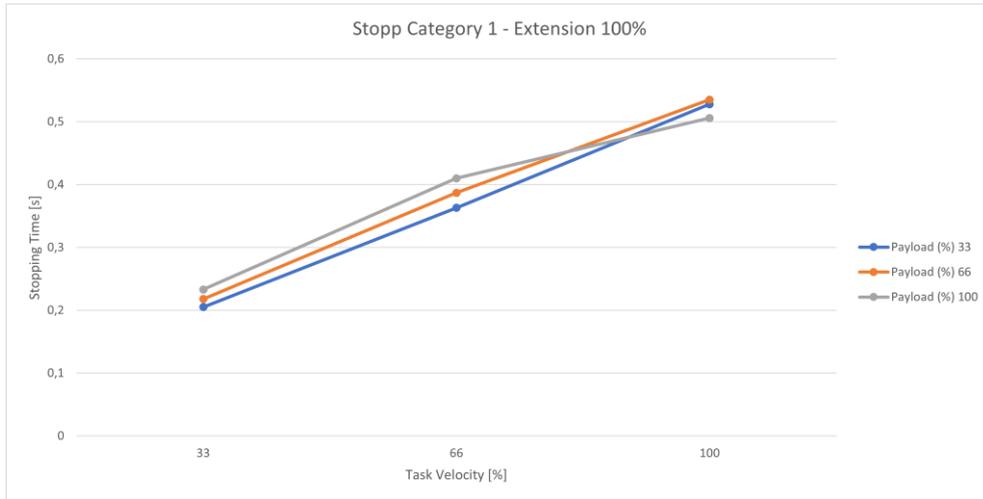


Fig. .1719 : Tempo; Arresto Cat 1; Giunto 3 100%

17.2.4 Giunto 4

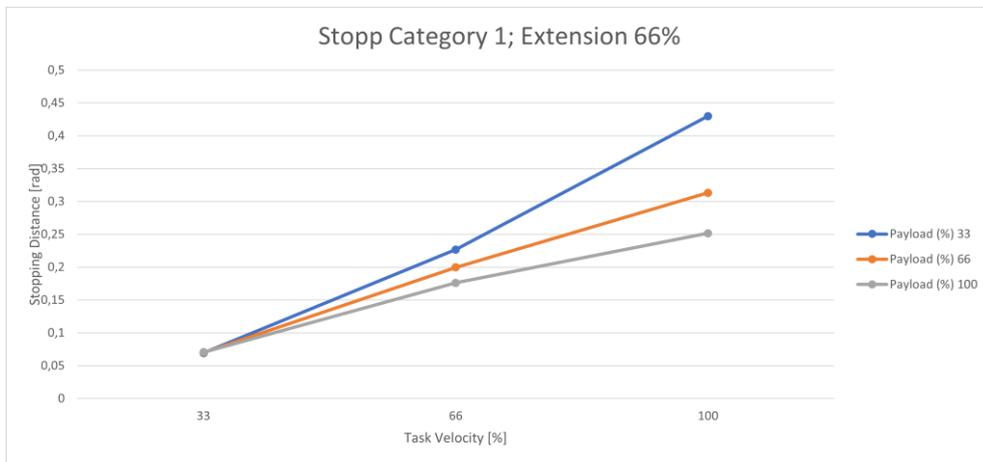


Fig. .1720 : Distanza; arresto cat. 1; giunto 4 66%.

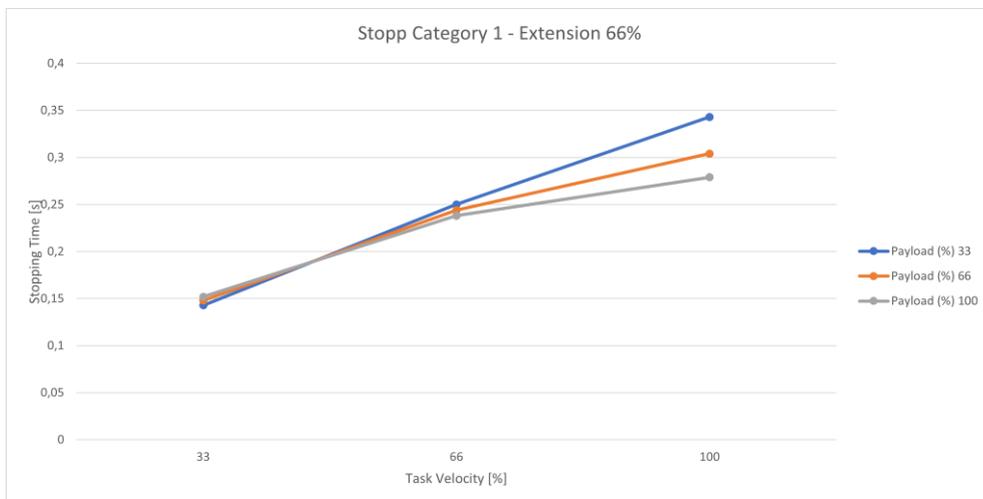


Fig. .1721 : Tempo; Arresto Cat 1; Giunto 4 66%

APPENDICE

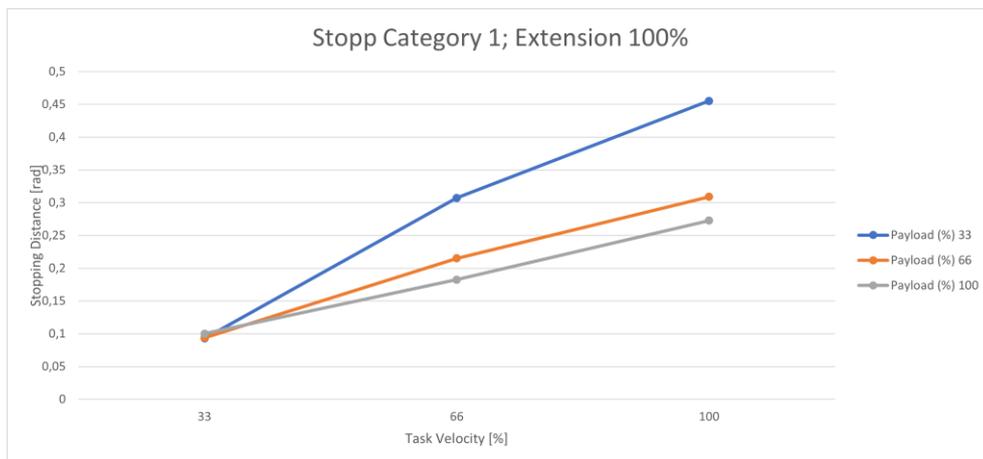


Fig. .1722 : Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 4 100%.

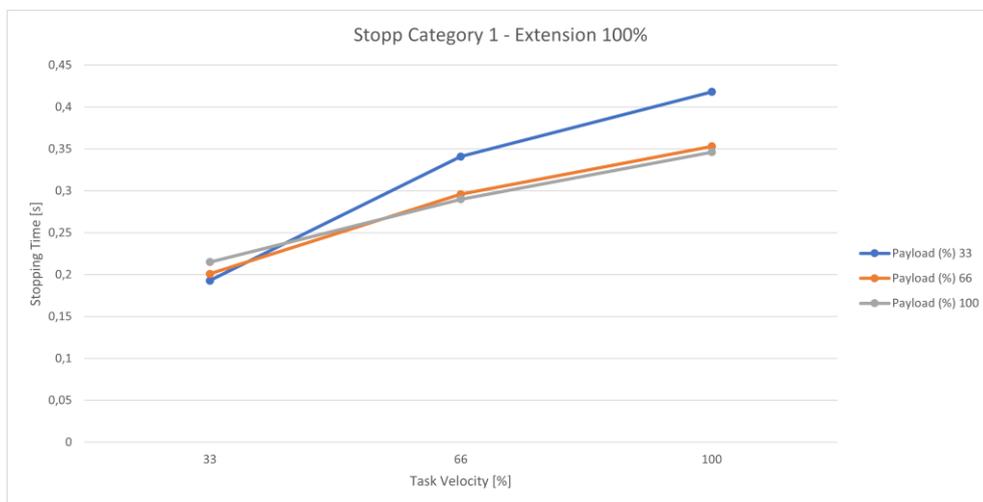


Fig. .1723 : Tempo; Arresto cat. 1; Giunto 4 100%

17.3 Categoria di arresto 2

La tabella seguente riepiloga i valori massimi degli assi 1-4 per la categoria di arresto 2.

Giunto	distanza massima di arresto [rad]	tempo massimo di arresto [s]
1	0,806	0,743
2	0,805	0,684
3	0,695	0,542
4	0,455	0,417

17.3.1 Giunto 1

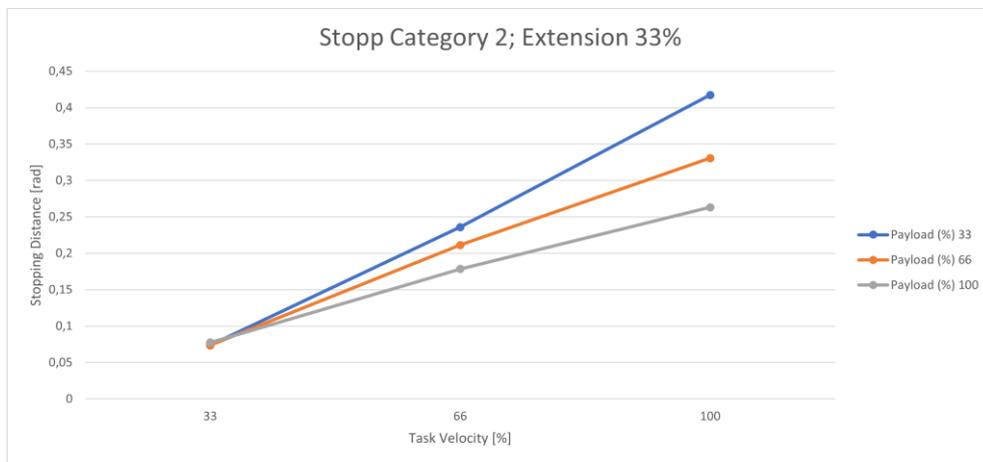


Fig. .1724 : Distanza; arresto Cat 2; giunto 1 33%.

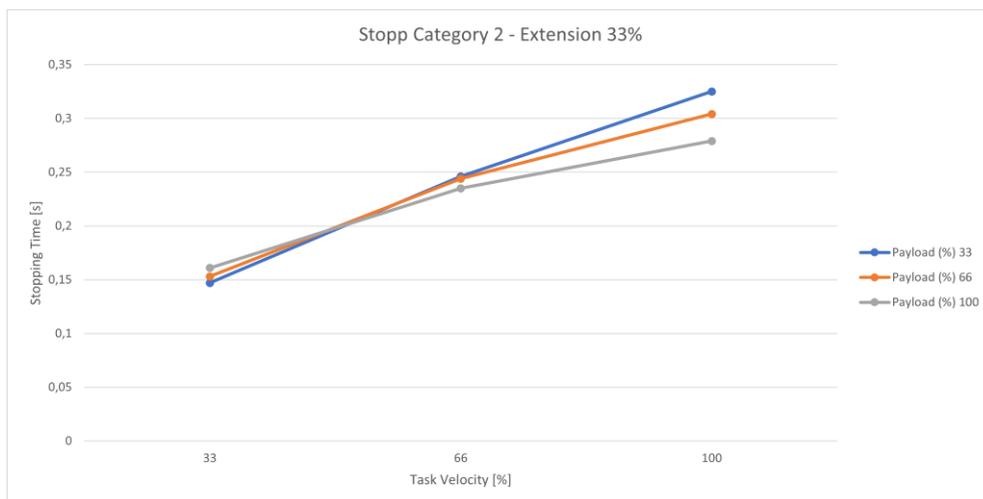


Fig. .1725 : Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 1 33%.

APPENDICE



Fig. .1726 : Distanza; arresto cat. 2; giunto 1 66%.

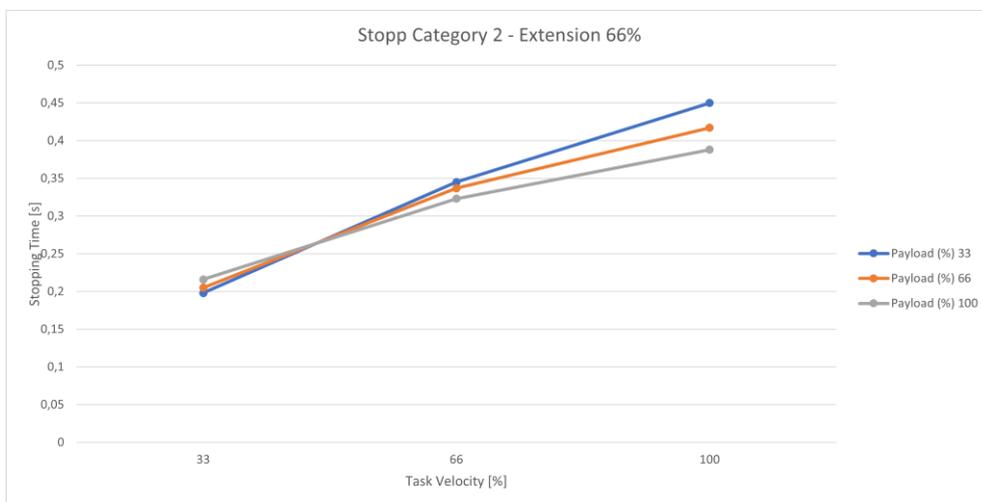


Fig. .1727 : Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 1 66%



Fig. .1728 : Distanza; arresto cat. 2; giunto 1 100%.

APPENDICE

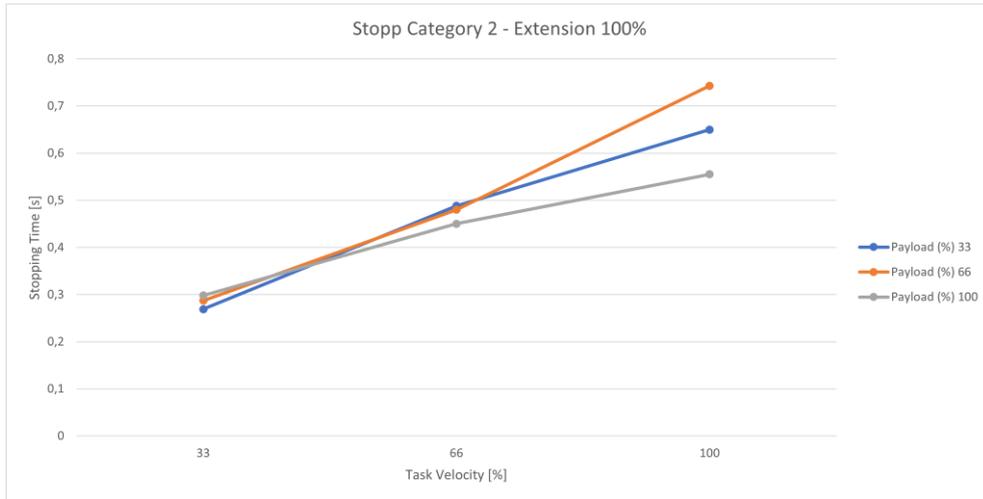


Fig. .1729 : Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 1 100%

17.3.2 Giunto 2

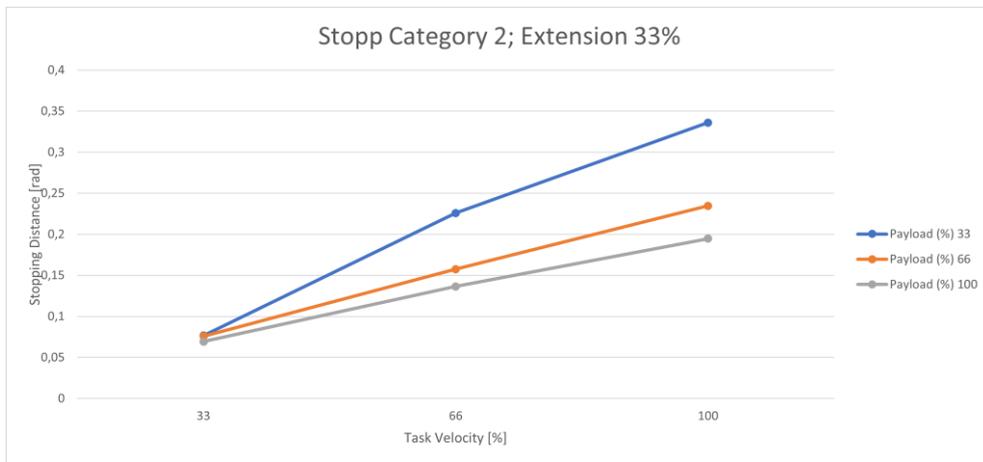


Fig. .1730 : Distanza; arresto cat. 2; giunto 2 33%.

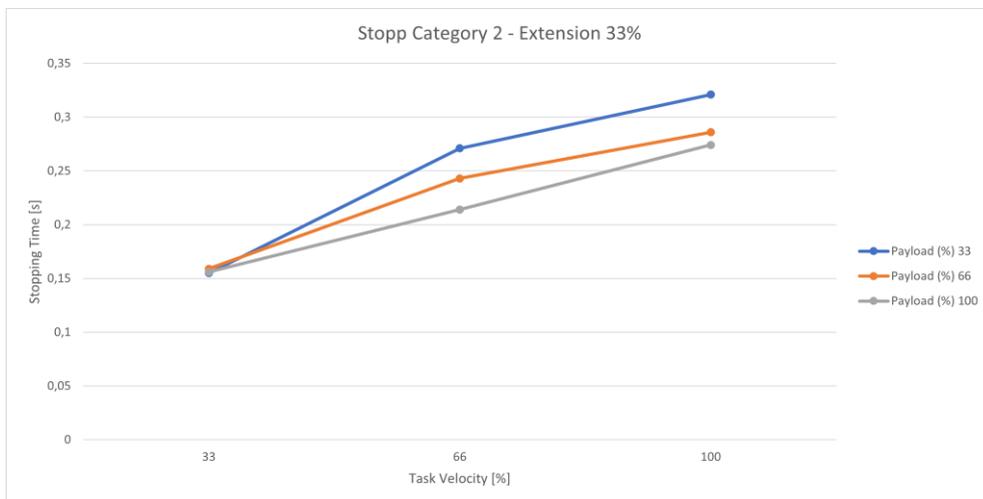


Fig. .1731 : Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 2 33%

APPENDICE

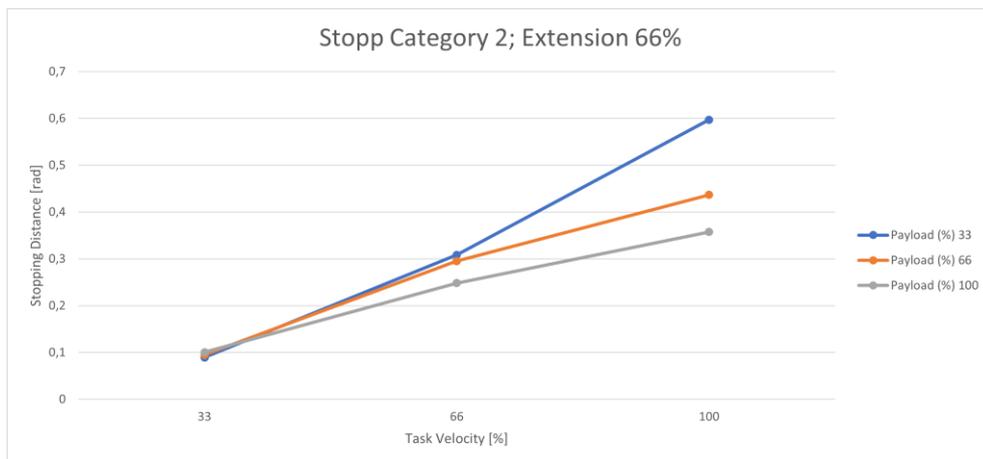


Fig. .1732 : Distanza; Arresto Cat 2; Giunto 2 66%

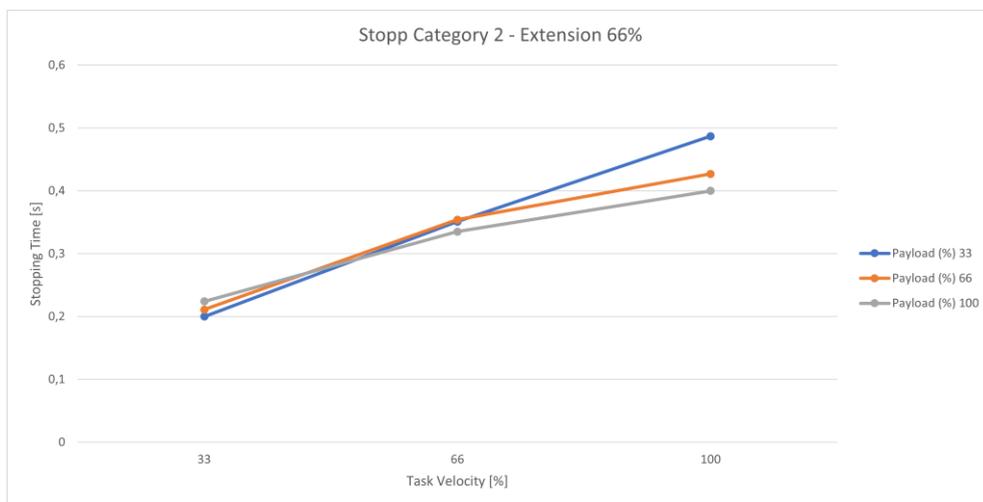


Fig. .1733 : Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 2 66%

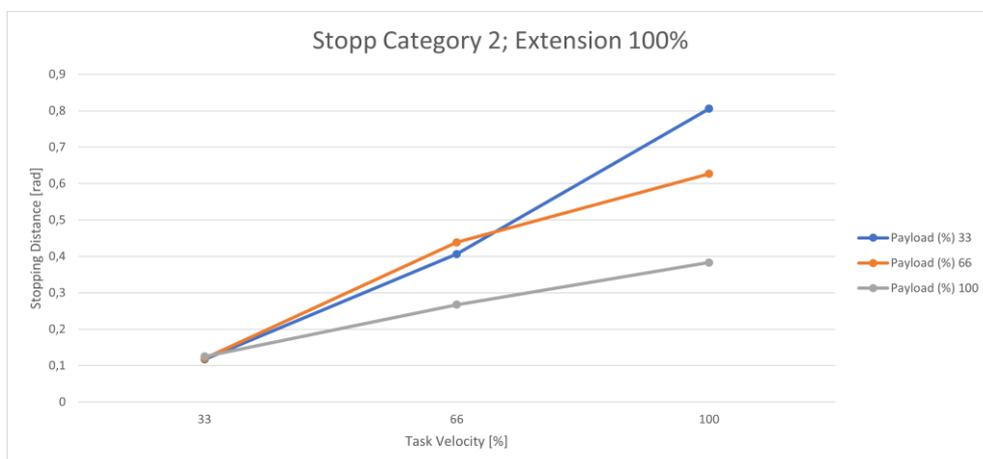


Fig. .1734 : Distanza; Arresto Cat 2; Giunto 2 100%.

APPENDICE

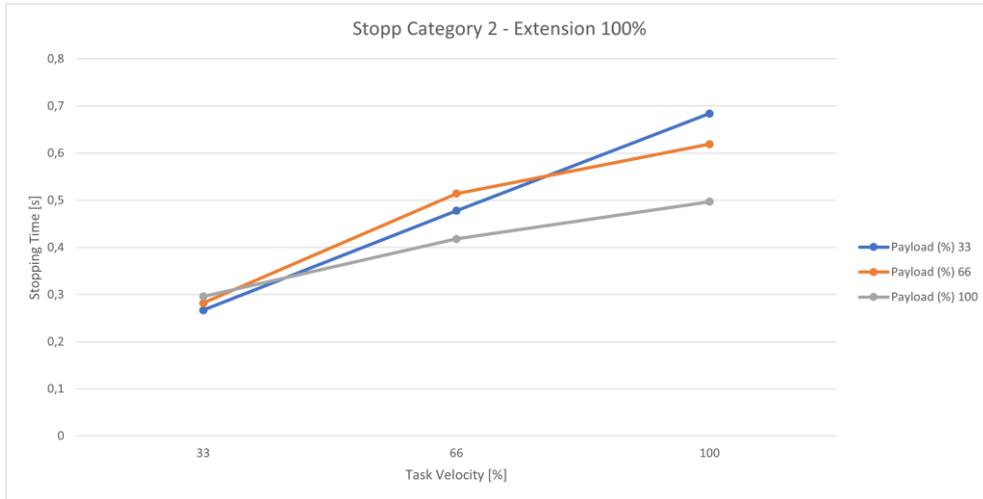


Fig. .1735 : Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 2 100%

17.3.3 Giunto 3

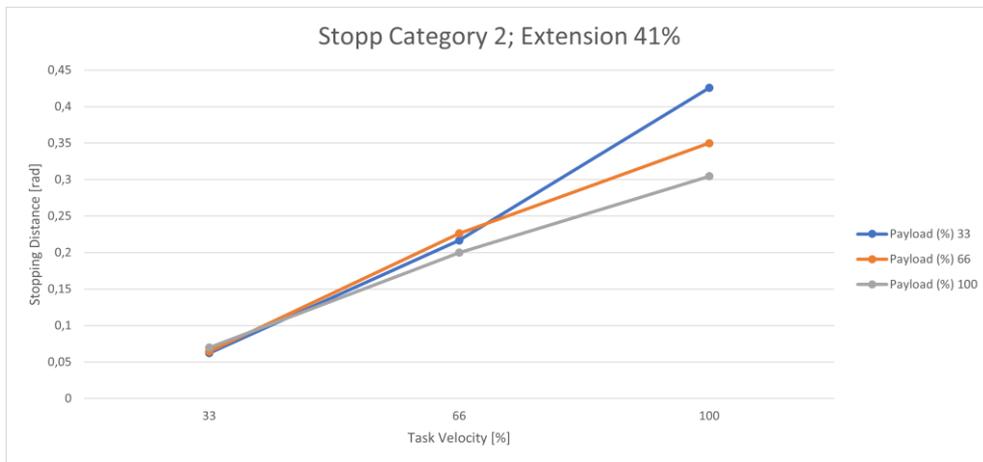


Fig. .1736 : Distanza; arresto cat. 2; giunto 3 41%.

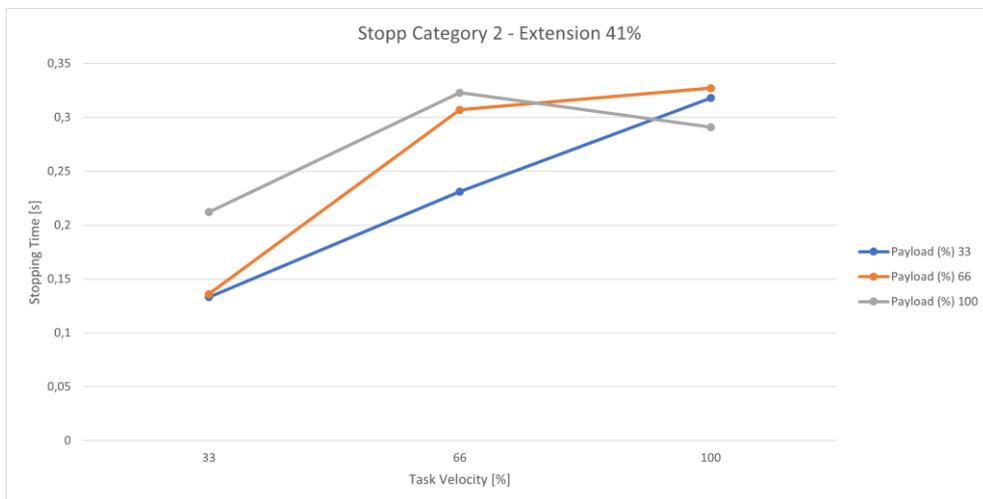


Fig. .1737 : Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 3 41%

APPENDICE

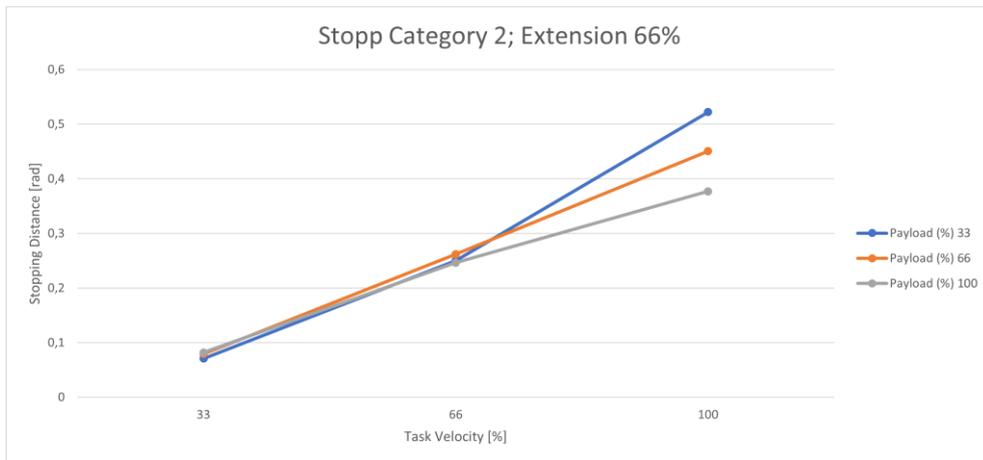


Fig. .1738 : Distanza; Arresto Cat 2; Giunto 3 66%.

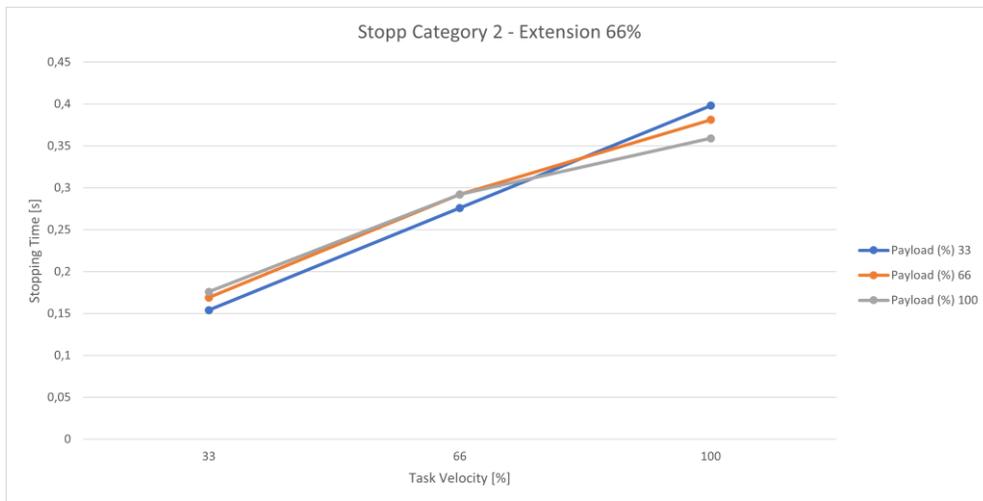


Fig. .1739 : Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 3 66%



Fig. .1740 : Distanza; Arresto Cat 2; Giunto 3 100%

APPENDICE

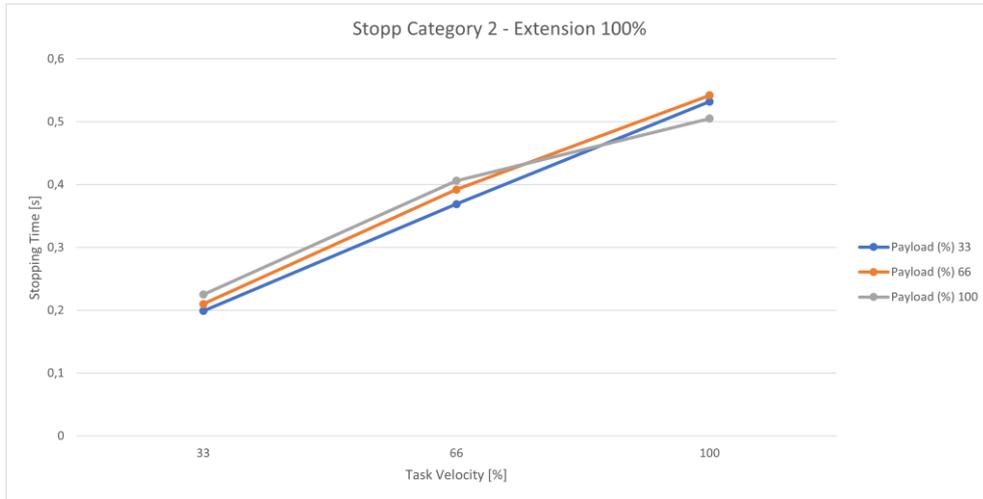


Fig. .1741 : Tempo; Arresto Cat 2; Giunto 3 100%

17.3.4 Giunto 4

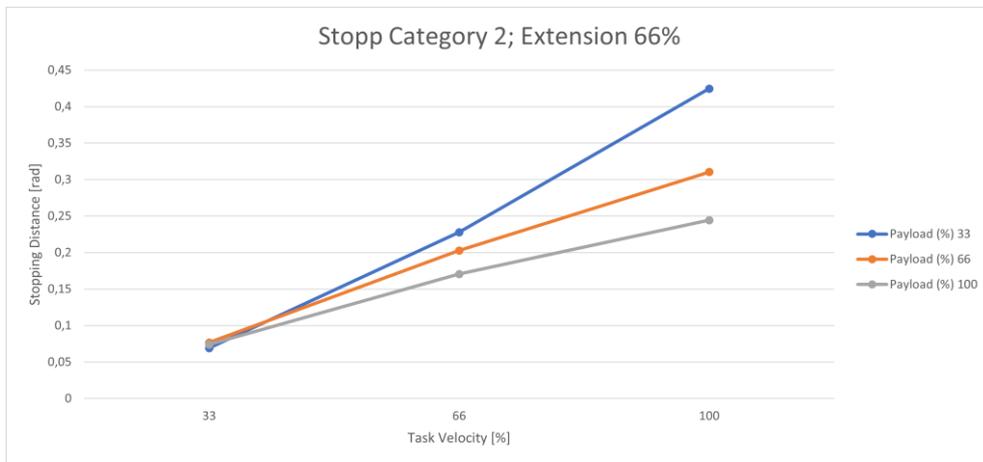


Fig. .1742 : Distanza; arresto cat. 2; giunto 4 66%.

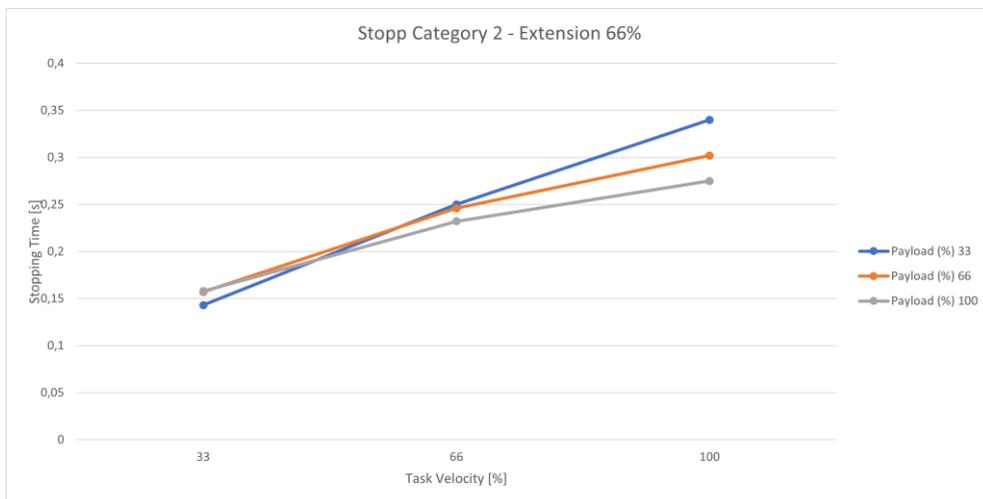


Fig. .1743 : Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 4 66%

APPENDICE



Fig. .1744 : Distanza; Arresto cat. 2; Giunto 4 100%.

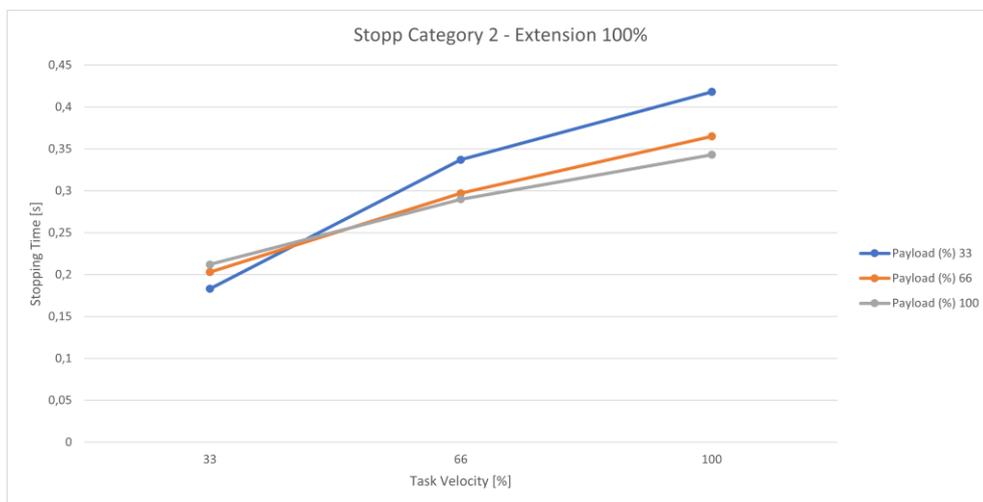


Fig. .1745 : Zeit; Arresto cat. 2; Giunto 4 100%

17.4 Tempi di risposta

Ingresso	Tempo di reazione motore	Tempo di reazione Safe Output grip
Ingresso utente	42 ms	48 ms
Violazione della funzione di sicurezza	36 ms	42 ms
	42 ms	48 ms
Reazione centrale - errore di articolazione	42 ms	48 ms
Reazione centrale - errore subordinato	10 ms	-
Reazione locale - errore congiunto	10 ms	-
Reazione locale - errore subordinato	30 ms	36 ms
Reazione - Errore del controllo master		

17.5 Precisione della posizione di sicurezza

Se si utilizza una funzione di sicurezza basata sulla misurazione della posizione di sicurezza, è necessario tenere conto di una precisione limitata.

I principali fattori che vi contribuiscono includono, ma non solo, l'elasticità strutturale, le tolleranze meccaniche, le tolleranze di montaggio, l'elaborazione del segnale e l'accuratezza del sensore.

L'effetto sull'accuratezza di questi fattori è fortemente influenzato da forze esterne, carico utile, stato dinamico come la velocità e la configurazione cinematica (posa).

L'accuratezza della posizione di sicurezza deve essere considerata durante la parametrizzazione delle funzioni di sicurezza da utilizzare in un'applicazione. L'entità del margine da utilizzare dipende in larga misura dai fattori sopra citati e deve quindi essere valutata e convalidata individualmente.

18 GLOSSARIO

Denominazione	Descrizione
Amministratore	<p>L'amministratore è una persona autorizzata dal responsabile ad accedere al sistema robotico e a utilizzare l'interfaccia utente Desk come segue:</p> <p>L'amministratore imposta e modifica ruoli, diritti di accesso e password.</p> <p>L'amministratore imposta e modifica i parametri non legati alla sicurezza del sistema (ad esempio, quando modifica le impostazioni dell'end effector).</p> <p>L'amministratore programma e insegna il sistema robotico.</p>
App	Le app sono programmi robotici modulari, ognuno dei quali rappresenta una fase parziale di un'attività robotica. Possono essere acquistate nel Franka Store e parametrizzate in Desk per formare interi compiti di automazione.
Braccio	Arm è un braccio robotico tattile con sette assi. Fa parte di Franka Research 3.
Gli assi	Il braccio è composto da sette assi consecutivi. Il movimento viene creato sugli assi.
Cartesiano	Lo spazio cartesiano è lo spazio tridimensionale in cui tutti gli assi (X, Y e Z) sono perpendicolari.
Arresto di categoria 0	L'arresto di categoria 0 è l'interruzione immediata dell'alimentazione degli attuatori della macchina (secondo la norma EN 60204:2019).
Arresto di categoria 1	L'arresto di categoria 1 è un arresto controllato con alimentazione disponibile agli attuatori della macchina per raggiungere l'arresto e quindi la rimozione dell'alimentazione una volta raggiunto l'arresto (secondo la norma EN 60204:2019).
Arresto di categoria 2	Un arresto di categoria 2 è un arresto controllato con potenza disponibile per gli attuatori della macchina (secondo la norma EN 60204:2019).
Centro di massa (CoM)	Il centro di massa è il centro di gravità di un oggetto. In questo punto entra in gioco la forza gravitazionale.
Spazio di collaborazione	Spazio accessibile sia all'operatore che al robot durante l'esecuzione dei compiti.
Cavo di collegamento	Il cavo di collegamento collega il braccio con il controllo.
Controllo	Il Controllo è l'unità di controllo principale e fa parte di Franka Research 3. L'unità di controllo principale consente di monitorare e controllare la struttura meccanica del robot.
Scrivania	Desk è l'interfaccia di programmazione e utente di Franka Robotics, basata sul web, intuitiva e grafica, per lo scambio di informazioni e l'emissione di comandi. Fa parte dell'interfaccia utente di Franka.
Dispositivo di arresto di emergenza	<p>Il dispositivo di arresto di emergenza deve essere collegato al sistema per arrestare Franka Research 3 ed eseguire un arresto di Cat. 1 in caso di emergenza. In questo modo il Franka Research 3 frenerà alla massima capacità e i bulloni di bloccaggio bloccheranno meccanicamente il braccio.</p> <p>Il dispositivo di arresto di emergenza è collegato al connettore X3 alla base del braccio.</p>

GLOSSARIO

Denominazione	Descrizione
Etichette di sblocco di emergenza	Le etichette di sblocco di emergenza si trovano in tre diverse aree del braccio. Indicano dove utilizzare lo strumento di sblocco di emergenza per spostare manualmente il robot in caso di emergenza.
Sblocco di emergenza	L'uso dello strumento di sblocco di emergenza per sbloccare il sistema di bloccaggio a prova di guasto e spostare manualmente il braccio è chiamato sblocco di emergenza.
Strumento di sblocco di emergenza	Lo strumento di sblocco di emergenza è uno strumento che consente di sbloccare manualmente il sistema di bloccaggio di sicurezza in caso di emergenza. Utilizzando l'attrezzo, il braccio può essere spostato anche in assenza di alimentazione.
Direttiva EMI 2014/30/UE	La direttiva EMI (2014/30/CE), denominata direttiva EMI, regola la compatibilità elettromagnetica dei dispositivi all'interno dello Spazio economico europeo, della Svizzera e della Turchia.
Pulsante di abilitazione	Il pulsante di abilitazione fa parte del Pilot-Grip e del Pilota. Consente di attivare il movimento del braccio.
Dispositivo di abilitazione esterno	Il dispositivo di abilitazione esterno è collegato al connettore X4 nella base del braccio. Premendo a metà il dispositivo di abilitazione esterno, è possibile testare ed eseguire programmi automatici del robot finché il dispositivo rimane premuto a metà.
Sistema di blocco a prova di errore	Il sistema di blocco fail-safe blocca tutti e sette gli assi del braccio. Il braccio mantiene la sua posizione anche quando l'alimentazione è disattivata.
Regola FCC 47 CFR parte 15	FCC è la Commissione Federale per le Comunicazioni. È un'agenzia statunitense indipendente che regola le comunicazioni radio, satellitari e via cavo. Regola le questioni relative alla compatibilità elettromagnetica dei dispositivi.
Franka Robotics GmbH	Franka Robotics GmbH (abbreviato FR) è il nome dell'azienda. Abbiamo sviluppato e ora produciamo Franka Research 3.
Franka Research 3/ Sistema Franka Research 3	I componenti del braccio e del sistema di controllo compongono il Sistema Franka Research 3, chiamato semplicemente Franka Research 3.
Franka Store	Franka Store è il negozio online di Franka Robotics, che offre applicazioni, bundle e hardware per un facile ordine online. Fa parte del mondo Franka: https://franka.world/ .
Franka UI	Franka UI è il framework software per l'interfaccia utente accessibile dal browser web di Franka Research 3. Contiene le funzioni "Desk", "Watch" e "Watch". Contiene "Desk", "Watchman" e l'interfaccia "Impostazioni".
Mondo Franka	Franka World è una piattaforma online che collega clienti, partner e sviluppatori di software e hardware, la cui attività ruota attorno ai prodotti e ai servizi di Franka Robotics. Franka World offre strumenti per la gestione di Franka Research 3, l'accesso a un negozio online con un portafoglio di prodotti software e hardware in continua crescita e la possibilità di entrare a far parte di una comunità attiva e appassionata. Visitate https://franka.world/ per usufruire di tutti i vantaggi.
Guida / Guida a mano	Per guida si intende il movimento del robot tramite interazione aptica, ad esempio per insegnare una nuova posa.
Pulsante di guida	Il pulsante di guida si trova a destra dell'impugnatura del pilota. Il braccio può essere spostato premendo il pulsante di guida e premendo a metà il pulsante di abilitazione.

GLOSSARIO

Denominazione	Descrizione
Modalità di guida	Le modalità di guida facilitano la guida bloccando o sbloccando diverse direzioni o rotazioni nello spazio, ad esempio spostando il braccio in tre direzioni. È possibile passare da una modalità di guida all'altra utilizzando il pulsante della modalità di guida sull'impugnatura del pilota o direttamente dalla scrivania.
Mano/ Mano di Franka	La mano è una pinza elettrica a due dita parallele ed è disponibile come opzione. La mano può essere utilizzata per Franka Production3, Franka Research 3 e per montaggi secondo il design della flangia ISO. La mano è un dispositivo finale. Non fa parte del macchinario certificato.
Integratore	L'integratore è responsabile dell'assemblaggio della quasi-macchina nella macchina finale, combinando il robot con altre attrezzature o un'altra macchina, compresi robot aggiuntivi per formare un sistema di macchine. L'integratore effettua anche le opportune valutazioni dei rischi per identificare i rischi residui ed eliminarli o ridurli al minimo, secondo la norma ISO 12100. L'integratore è responsabile della sicurezza dell'applicazione finale.
Interazione	Franka Research 3 è stato progettato per essere facilmente programmato e utilizzato e per imparare e reimparare rapidamente nuovi compiti. Quando Franka Research 3 è in modalità "arresto monitorato" o viene guidato (modalità didattica), la base di Franka Research 3 è bianca per indicare che il braccio è pronto per l'interazione.
Dispositivo di interfaccia	Il dispositivo di interfaccia, un PC, un tablet o un NOTICEbook disponibile in commercio con un browser web, è collegato alla base del braccio tramite un cavo Ethernet. L'interfaccia utente di Franka è accessibile con un browser web tramite il dispositivo di interfaccia.
Direttiva sulla bassa tensione 2014/35/CE	La Direttiva Bassa Tensione (2014/35/CE), di seguito denominata Direttiva Bassa Tensione (LVD), regola la sicurezza dei dispositivi azionati elettronicamente all'interno dello Spazio Economico Europeo, della Svizzera e della Turchia.
Direttiva Macchine (2006/42/UE)	La Direttiva Macchine (2006/42/EG), di seguito denominata Direttiva Macchine o MD, regola un livello di protezione standardizzato per prevenire gli incidenti per le macchine e le quasi-macchine all'interno dello Spazio Economico Europeo, della Svizzera e della Turchia.
Spazio di lavoro massimo	Spazio che può essere coperto dalle parti mobili del robot più lo spazio che possono coprire l'effettore finale e il pezzo in lavorazione. Per ulteriori informazioni, vedere la sezione Spazio massimo e spazio protetto nel capitolo Installazione corretta
Operatore	Un operatore è autorizzato ad accedere a Franka Research 3 e a utilizzare l'interfaccia utente Desk per utilizzare Franka Research 3 entro i limiti definiti dalla persona responsabile e dall'amministratore. L'operatore è autorizzato ad avviare, monitorare e arrestare il funzionamento previsto di Franka Research 3. All'interno di Desk, il ruolo di "operatore" può essere assegnato agli utenti. Gli operatori hanno un accesso limitato a Desk.
Pilota	Il Pilota è l'interfaccia utente sul braccio per la guida e il funzionamento del braccio e/o della scrivania. Comprende il Pilot-Grip e il Pilot-Disc.
Disco pilota	Il Pilot-Disc fa parte del Pilota e viene utilizzato per interagire con il Braccio e/o il Desk.
Impugnatura del pilota	Il Pilot-Grip fa parte del Pilota e serve per la guida manuale.

GLOSSARIO

Denominazione	Descrizione
Pose	Una posa è una combinazione di posizione e orientamento nello spazio.
Misure di protezione	Le misure di protezione consentono di ridurre i rischi secondo il punto 3.19 della norma ISO 12100. Sono implementate e valutate dalle seguenti persone: Progettista e/o integratore (progettazione intrinsecamente sicura, misure di salvaguardia e misure protettive complementari, informazioni per l'uso). Persona responsabile/Integratore (organizzazione: procedure di lavoro sicure, supervisione, sistemi di autorizzazione al lavoro; fornitura e uso di misure di protezione supplementari; uso di dispositivi di protezione individuale; formazione).
Persona responsabile	Il responsabile è responsabile del rispetto delle norme sulla salute sul lavoro e dell'ordinanza sulla sicurezza operativa. La persona responsabile per Franka Research 3 comprende, a titolo esemplificativo e non esaustivo, l'imprenditore, il direttore dell'istituto, il datore di lavoro o un delegato responsabile dell'uso di Franka Research 3.
Direttiva RoHS 2011/65/UE	La direttiva RoHS (2011/65/UE), di seguito denominata direttiva RoHS, limita l'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche all'interno dello Spazio economico europeo, della Svizzera e della Turchia.
Spazio protetto	La protezione perimetrale definisce lo spazio protetto. Per ulteriori informazioni, vedere la sezione Classificazione degli spazi nel capitolo Installazione corretta
Regole di sicurezza	Una regola di sicurezza è costituita da una funzione di sicurezza parametrizzata, da condizioni di attivazione opzionali e da una reazione da eseguire quando la funzione di sicurezza viene violata.
Scenari di sicurezza	Un insieme di regole di sicurezza definite in Watchman che coprono una specifica situazione di rischio, ad esempio lo scenario "Test & Jog" che comprende tutte le regole per la modalità Test & Jog.
Configurazione di sicurezza	Definizione di impostazioni generali rilevanti per la sicurezza, come il comportamento sicuro degli ingressi o un modello di collisione dell'end effector.
SEEPO	Funzione di sicurezza "Spegnimento sicuro dell'end effector". Per i dettagli si veda il capitolo Funzionalità di sicurezza.
Interfaccia impostazioni	L'interfaccia delle impostazioni è un'interfaccia utente accessibile tramite browser web per impostare parametri non legati alla sicurezza di Franka Research 3, ad esempio impostazioni di rete, ruoli utente o password. Fa parte del framework software Franka UI.
Punto di controllo singolo (SPoC)	Il Single Point of Control (SPoC) è una funzionalità che consente a un solo utente alla volta di attivare azioni critiche, come la modifica delle impostazioni di sistema e delle attività o l'attivazione di azioni attive del robot, come lo sblocco dei giunti e l'esecuzione di attività.
SLD	Funzione di sicurezza "Distanza limitata di sicurezza". Per i dettagli, vedere il capitolo Funzionalità di sicurezza.
SLP-C	Funzione di sicurezza "Posizione cartesiana limitata in modo sicuro". Per i dettagli, vedere il capitolo Funzionalità di sicurezza.
SLP-J	Funzione di sicurezza "Angolo di articolazione limitato in modo sicuro". Per i dettagli, vedere il capitolo Funzionalità di sicurezza.

GLOSSARIO

Denominazione	Descrizione
SLS-C	Funzione di sicurezza "Velocità cartesiana limitata in modo sicuro". Per i dettagli, vedere il capitolo Funzionalità di sicurezza.
SLS-J	Funzione di sicurezza "Velocità del giunto limitata in modo sicuro". Per i dettagli, vedere il capitolo Funzionalità di sicurezza.
SMSS	Funzione di sicurezza "Arresto monitorato in sicurezza". Per i dettagli, vedere il capitolo Funzionalità di sicurezza.
Distanza di arresto	La distanza di arresto è la distanza percorsa dal braccio dopo la ricezione di una richiesta di arresto fino all'arresto completo.
Tempo di arresto	Il tempo di arresto è il tempo che trascorre dopo la ricezione della richiesta di arresto, ad esempio da parte del dispositivo di emergenza, fino all'arresto completo del braccio.
Attività	Un'attività in Desk rappresenta un'intera routine di automazione. Un'attività è composta da una o più applicazioni.
Insegnamento	L'apprendimento descrive il processo di parametrizzazione di un'attività e delle applicazioni contenute, guidando manualmente il robot o l'effettore finale. Ciò include, tra l'altro, l'insegnamento delle "pose" guidando il robot verso tali pose.
Errore di tracciamento	Il movimento effettivo del braccio segue il movimento target con una piccola deviazione, il cosiddetto errore di inseguimento.
Watchman	Watchman è un'interfaccia utente accessibile tramite browser web per impostare e convalidare visivamente i parametri di sicurezza di Franka Research 3, ad esempio la velocità monitorata in base alla sicurezza o gli spazi monitorati in base alla sicurezza. Fa parte dell'interfaccia utente di Franka.
Browser web	Un'applicazione software in esecuzione su un dispositivo di interfaccia, che funge da connessione all'interfaccia utente di Franka. Un browser web fornisce l'ambiente per Desk, Watchman e l'interfaccia delle impostazioni. Gli esempi sono i seguenti: Chrome, Edge e Firefox.

19 INDICE

Inoltre Apparecchiatura	48	Franka.....	8, 200
Amministratore.....	38	Interfaccia di controllo Franka	110, 155, 156
Applicazioni	98, 145, 146, 166	FCI.....	110, 155, 156
Braccio.....	13, 17, 40, 48, 56, 66	Negozio Franka	200
Spostamento manuale del braccio	24	Franka UI	8, 21, 27, 139
Disimballaggio dell'apparecchiatura.....	57	Mondo Franka	144, 166, 176
Assi.....	126	Gestione delle applicazioni e degli aggiornamenti	166
Backup.....	169	Aggiornamenti.....	168
Configurazione dell'effettore finale	170	Gelenk-Referenz-Posizione delle armi	84
Configurazione Modbus.....	170	Glossario	199
Impostazione della rete	170	Guida	
Configurazione della sicurezza.....	169	Guida / guida a mano.....	28
Salvataggio dei task creati.....	171	Pulsante di guida.....	43, 130, 159
Cartesiano.....	30	Modalità di guida	149
Spazio cartesiano	126	Pulsante della modalità di guida	43
Centro di massa (CoM).....	19, 133, 159	Mano	41, 46, 49
Certificati	11	Manipolazione	54, 55, 87
Pulizia	172	Inattivo	27, 28, 130
Spazio di collaborazione	132	Installazione	18, 47, 49, 56
Cavo di collegamento.....	57, 76	Preparazione del sito di installazione.....	65
Controllo.....	14, 18, 39, 48, 56, 67	Cablaggio e installazione elettrica	71
Scrivania.....	41, 77, 140	Integratore.....	20, 37
Smaltimento	12, 172, 173	Uso previsto	17
Emergenza.....	15, 18	Interazione.....	41, 92
Dispositivo di arresto di emergenza.....	15	Dispositivo di interfaccia.....	39, 49, 96
Installazione dell'arresto di emergenza.....	23	Etichettatura sull'apparecchiatura.....	13
Etichetta di sblocco di emergenza.....	13	Etichetta della terra funzionale.....	14
Sblocco di emergenza	13	Etichetta della posizione di presa	14
Strumento di sblocco di emergenza.....	24	Scaricamento del registro	176
Direttiva EMI 2014/30/UE.....	200	Accesso	139
Pulsante di abilitazione	28, 94, 152, 159	Direttiva Bassa Tensione 2014/35/CE	201
Effettore finale.....	46, 80, 87, 144, 159	Direttiva macchine 2006/42/CE	17
Dispositivo di abilitazione esterno.....	15, 48, 73, 94	Manutenzione.....	172
reset di fabbrica.....	38	Spazio massimo	54, 61, 81, 90
Reset di fabbrica	176	Uso improprio.....	17, 20
Sistema di blocco a prova di errore	24, 133, 159	Modalità di funzionamento.....	130
Regola FCC 47 CFR parte 15.....	200	Operatore	26, 27, 30, 37
Bus di campo.....	129, 130		

INDICE	
Pilota.....	40, 41
Disco pilota	41
Pilota-impugnatura.....	41
Modalità pilota.....	41
Porte.....	72
C2.....	74
X1.....	44
X2.....	72
X3.....	73
X4.....	73
X5.....	74
X6.....	74
La posa	126
Consigli pratici per l'uso e il posizionamento	82, 151
Misure di protezione	18
Persona responsabile	8, 36, 37
Riavvio.....	110
Direttiva RoHS 2011/65/UE.....	11
Ruoli e persone	
Amministratore.....	38
Persona responsabile.....	36
Ruoli e persone.....	36
Ruoli e persone	
Persona responsabile	36
Ruoli e persone	
Integratore	37
Ruoli e persone	
Operatore.....	37
Ruoli e persone	
Amministratore.....	37
Ruoli e persone	
Operatore della sicurezza.....	38
Ruoli e persone	
Assegnazione dei ruoli utente	38
Sicurezza.....	16
Installazione di periferiche di sicurezza.....	23
Ingressi sicuri	29
Uscite sicure.....	31
Spazio protetto.....	61
Concetto di sicurezza.....	26
Funzionalità di sicurezza.....	29
Regole di sicurezza	26
Registro di sicurezza.....	177
SEEPO	30
Autotest.....	93
Assistenza e supporto	159, 174
Scambio di hardware.....	177
Impostazioni.....	143
Punto singolo di controllo (SpOC).....	127
Punto singolo di controllo (SPoC).....	21, 127
Sito di installazione	62, 64
SLD.....	31
SLP-J.....	31
SLS-C.....	30
SLS-J.....	31
SMSS	30
Software-Einrichtung.....	96
Distanza di arresto.....	24
Funzioni di arresto	31
Arresto di categoria 0	31
Arresto di categoria 1	31
Arresto di categoria 2	31
Tempo di arresto.....	24
Tempo e distanze di arresto	181, 198
Spegnimento.....	110, 164, 165
Accensione.....	90
Compito	94, 100, 126, 146
Insegnamento	91, 131, 133, 145, 146, 154, 159
Insegnamento di un compito.....	91, 131, 145, 146, 154
Specifiche tecniche.....	50
Errore di tracciamento	153
Trasporto	54, 56, 87, 90
Reimballaggio del braccio.....	87
Disimballaggio	58
Risoluzione dei problemi	159
Interfaccia utente.....	37, 41, 96, 102
Watchman.....	26, 112, 143
Creazione e modifica di regole.....	119
Creazione di sfere per la modellazione dell'involucro di un End Effector	117
Modifica della configurazione di sicurezza.....	114

INDICE

Configurazione dell'effettore finale	116	Configurazione di sicurezza.....	116
Impostazioni generali di sicurezza.....	116	Struttura di una regola.....	119
Configurazione dell'ingresso sicuro.....	116	Convalida.....	122
Configurazione di sicurezza	112		

20 TABELLA DELLE FIGURE

Fig. 3.1: Etichetta del tipo	13	Fig. 10.2: Imballaggio.....	62
Fig. 3.2: Etichetta di sblocco di emergenza.....	13	Fig. 10.3: Disimballaggio del cartone principale ..	63
Fig. 3.3: Etichetta della superficie calda	14	Fig. 10.4: Rimozione dei singoli cartoni.....	63
Fig. 3.4: Etichetta della terra funzionale.....	14	Fig. 10.5: Cartoni interni.....	63
Fig. 3.5: Etichetta della posizione di sollevamento	14	Fig. 10.6: Apertura della scatola dal braccio.....	64
Fig. 3.6: Etichetta di controllo del tipo.....	14	Fig. 10.7: Disimballaggio del braccio.....	64
Fig. 3.7: Targhetta di identificazione del dispositivo esterno	15	Fig. 10.8: Sollevamento del braccio.....	65
Fig. 3.8: Targhetta del dispositivo di arresto di emergenza	15	Fig. 10.9: Aprire la scatola del comando	66
Fig. 4.1: Collegamento dispositivo di arresto di emergenza	24	Fig. 10.10: Rimozione dell'imballaggio.....	66
Fig. 4.2: Sblocco di emergenza	26	Fig. 10.11: Sollevamento del comando.....	66
Fig. 4.3: Allontanamento manuale.....	27	Fig. 10.12: Classificazione degli spazi	67
Fig. 4.4: Stati durante il funzionamento normale	29	Fig. 10.13: Preparazione della piastra di base.....	72
Fig. 6.1: Panoramica dell'apparecchiatura.....	43	Fig. 10.14: Dima di foratura.....	73
Fig. 6.2: Panoramica del braccio	44	Fig. 10.15: Montaggio del braccio	76
Fig. 6.3: Pilota	45	Fig. 10.16: Schema di collegamento generale.....	78
Fig. 6.4: Stato di commutazione Pulsante di abilitazione.....	46	Fig. 10.17: Interfaccia X2	79
Fig. 6.5: Pulsante di abilitazione.....	46	Fig. 10.18: X3 - Ingressi sicuri	79
Fig. 6.6: Pulsante modalità guida	47	Fig. 10.19: Interfaccia X6	80
Fig. 6.7: Pulsante modalità di guida.....	47	Fig. 10.20: Collegamento della terra funzionale..	81
Fig. 6.8: Pulsante di guida.....	47	Fig. 10.21: Collegamento del cavo di collegamento al braccio.....	82
Fig. 6.9: Pulsante di guida.....	48	Fig. 10.22: Collegamento del cavo di collegamento al comando	83
Fig. 6.10: Porte di connessione alla base del robot	48	Fig. 10.23: Collegamento del dispositivo di etichettatura esterno.....	83
Fig. 6.11: Flangia dell'effettore finale	50	Fig. 10.24: Collegamento del dispositivo di comando	84
Fig. 6.12: Dimensioni e porte di connessione del comando	50	Fig. 10.25: Collegamento del dispositivo di protezione (qui dispositivo di comando dell'arresto di emergenza).....	86
Fig. 6.13	51	Fig. 10.26: Punti di misurazione ESD.....	89
Fig. 7.1: Volume di fornitura del braccio	52	Fig. 10.27: Progettazione dell'area di lavoro	90
Fig. 7.2: Volume di fornitura Controllo.....	52	Fig. 10.28: Posizione di riferimento del braccio... 90	
Fig. 7.3: Campo di applicazione dei dispositivi di erogazione.....	52	Fig. 10.29: Distanza dal braccio che urta la testa 91	
Fig. 7.4: Volume di fornitura Cavo di collegamento	53	Fig. 10.30: Distanza dal braccio che urta la testa 91	
Fig. 9.1: Posizioni di sollevamento.....	59	Fig. 10.31: Distanza dal braccio che stringe la mano	91
Fig. 10.1: Panoramica delle interfacce.....	61	Fig. 10.32: Equipaggiamento protettivo non indossare gioielli.....	92
		Fig. 10.33: Imballaggio del braccio	100

TABELLA DELLE FIGURE

Fig. 10.34: Chiusura della scatola	101	Fig. 13.5: Panoramica delle modalità operative .	153
Fig. 11.1: Accensione del comando.....	102	Fig. 13.6: Procedura	154
Fig. 11.2: Luci di stato blu sul braccio	103	Fig. 13.7: Operazione di assistenza	155
Fig. 11.3: Selezione della lingua Configurazione iniziale.....	112	Fig. 13.8: Assegnazione area	158
Fig. 11.4: Configurazione iniziale della rete.....	112	Fig. 13.9: Funzionamento del lavoro.....	158
Fig. 11.5: Registrazione del mondo Franka.....	113	Fig. 13.10: Indicazione della modalità di assistenza	160
Fig. 11.6: Creazione dell'amministratore.....	114	Fig. 13.11: Condizioni per l'abilitazione del movimento in modalità Assistenza.....	160
Fig. 11.7: Impostazioni dell'effettore finale	114	Fig. 13.12: Accesso all'interfaccia utente Franka	162
Fig. 11.8 Connessione di rete per l'uso di FCI....	116	Fig. 13.13: Download del manuale utente.....	163
Fig. 11.9 Impostazioni di rete	117	Fig. 13.14: Scrivania.....	163
Fig. 11.10 Ubuntu - Configurazione Ethernet....	118	Fig. 13.15: Barra laterale della scrivania.....	Error! Bookmark not defined.
Fig. 11.11 Ubuntu - impostazione di un IP statico	118	Fig. 13.16: Guardiano.....	169
Fig. 11.12 Interfaccia TUI.....	121	Fig. 13.17: Menu Impostazioni.....	169
Fig. 12.1: Watchman	127	Fig. 13.18: Parametrizzazione dell'app	173
Fig. 12.2: Regole convalidate.....	131	Fig. 13.19: Interfaccia dell'app	174
Fig. 12.3: Passaggio alla modalità "Bozza.....	131	Fig. 13.20: Regolazione fine della posa	175
Fig. 12.4: Modalità bozza.....	131	Fig. 13.21: Panoramica della commutazione delle modalità di guida manuale.....	176
Fig. 12.5: Marcatori di convalida.....	132	Fig. 13.22: Illustrazione della guida manuale.....	176
Fig. 12.6: Configurazione dell'effettore finale....	138	Fig. 13.23: Impostazioni, se è selezionata la "Modalità utente".....	176
Fig. 12.7: Configurazione delle sfere.....	139	Fig. 13.24: Approvazione della guida manuale ..	178
Fig. 12.8: Esempio di sfere per la mano di Franka	140	Fig. 13.25: Test & Jog.....	180
Fig. 12.9 Esempio di configurazione delle sfere Mano di Franka con bastone	140	Fig. 13.26: Messaggio "È stato violato un limite di articolazione".	186
Fig. 12.10: Modifica delle regole.....	141	Fig. 13.27: Messaggio con visualizzazione del giunto difettoso.....	186
Fig. 12.11: strutturazione di una regola.....	141	Fig. 13.28: Conferma che il giunto è rientrato nel limite	187
Fig. 12.12: Configurazione dello "Spazio di attivazione".....	143	Fig. 13.29: Messaggio "Rilevato errore di posizione del giunto".	187
Fig. 12.13: monitoraggio.....	143	Fig. 13.30: Messaggio con visualizzazione dei giunti guasti	188
Fig. 12.14: Creazione di un'area cuboide.....	144	Fig. 13.31: Recupero del giunto bloccato	188
Fig. 12.15: Impostazione della velocità.....	144	Fig. 13.32: Recupero del giunto pronto per il movimento	189
Fig. 12.16: Struttura di convalida.....	145	Fig. 13.33: Posizione di conformazione raggiunta	189
Fig. 12.17: Convalida.....	145	Fig. 13.34: Recupero dell'articolazione confermato	190
Fig. 12.18: Convalida delle regole.....	146	Fig. 13.35: Messaggio Pulsante non trattenuto.	190
Fig. 12.19: Convalida del guardiano.....	147		
Fig. 12.20 Rapporto di sicurezza.....	147		
Fig. 13.1: Richiesta di controllo	151		
Fig. 13.2: Gestione utenti in attesa di approvazione	151		
Fig. 13.3: Richiesta dell'utente	151		
Fig. 13.4: Controllo dell'applicazione	152		

TABELLA DELLE FIGURE

Fig. 13.36: Messaggio se la posizione di riferimento non viene raggiunta	191	Fig. 17.22: Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 4 100%	230
Fig. 13.37: Conferma del recupero completo	191	Fig. 17.23: Tempo; Arresto cat. 1; Giunto 4 100%	230
Fig. 14.1: Gestione delle applicazioni e delle funzioni tramite Franka World.....	194	Fig. 17.24: Distanza; Arresto Cat 2; Giunto 1 33%	231
Fig. 14.2: Connessione di rete del comando	195	Fig. 17.25: Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 1 33%	231
Fig. 16.1: Sistema di salvataggio	208	Fig. 17.26: Distanza; Arresto cat. 2; Giunto 1 66%	232
Fig. 16.2: Rete.....	208	Fig. 17.27: Tempo; Arresto Gatto 2; Giunto 1 66%	232
Fig. 16.3: Download del registro e reset di fabbrica	209	Fig. 17.28: Distanza; arresto gatto 2; giunto 1 100%	232
Fig. 17.1: Illustrazione degli stati di estensione .	222	Fig. 17.29: Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 1 100%	233
Fig. 17.2: Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 1, 33 223		Fig. 17.30: Distanza; Arresto cat. 2; Giunto 2 33%	233
Fig. 17.3: Tempo; Arresto Cat 1; Giunto 1 33% 223		Fig. 17.31: Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 2 33%	233
Fig. 17.4: Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 1 66%	224	Fig. 17.32: Distanza; Arresto cat. 2; Giunto 2 66%	234
Fig. 17.5: Tempo; Arresto cat. 1; Giunto 1 66% 224		Fig. 17.33: Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 2 66%	234
Fig. 17.6: Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 1 100%	224	Fig. 17.34: Distanza; Arresto Cat 2; Giunto 2 100%	234
Fig. 17.7: Tempo; Arresto cat. 1; Giunto 1 100%	225	Fig. 17.35: Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 2 100%	235
Fig. 17.8: Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 2 33%	225	Fig. 17.36: Distanza; Arresto cat. 2; Giunto 3 41%	235
Fig. 17.9: Tempo; Arresto Cat 1; Giunto 2 33%.225		Fig. 17.37: Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 3 41%	235
Fig. 17.10: Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 2 66%	226	Fig. 17.38: Distanza; Arresto cat. 2; Giunto 3 66%	236
Fig. 17.11: Tempo; Arresto Cat 1; Giunto 2 66%	226	Fig. 17.39: Tempo; Arresto Cat 2; Giunto 3 66%	236
Fig. 17.12: Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 2 100%	226	Fig. 17.40: Distanza; Arresto Cat 2; Giunto 3 100%	236
Fig. 17.13: Tempo; Arresto cat. 1; Giunto 2 100%	227	Fig. 17.41: Tempo; Arresto cat. 2; Giunto 3 100%	237
Fig. 17.14: Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 3 33%	227	Fig. 17.42: Distanza; Arresto Cat 2; Giunto 4 66%	237
Fig. 17.15: Tempo; Arresto Cat 1; Giunto 3 33 .227		Fig. 17.43: Tempo; Arresto Cat 2; Giunto 4 66%	237
Fig. 17.16: Distanza; Arresto cat. 1; Giunto 3 66%	228	Fig. 17.44: Distanza; Arresto Cat 2; Giunto 4 100%	238
Fig. 17.17: Tempo; Arresto Cat 1; Giunto 3 66%	228	Fig. 17.45: Zeit; Arresto Cat 2; Giunto 4 100% .238	
Fig. 17.18: Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 3 100%	228		
Fig. 17.19: Tempo; Arresto cat. 1; Giunto 3 100%	229		
Fig. 17.20: Distanza; Arresto Cat 1; Giunto 4 66%	229		
Fig. 17.21: Tempo; Arresto cat. 1; Giunto 4 66%	229		

TABELLA DELLE FIGURE

Franka Robotics GmbH
Frei-Otto-Strasse 20
80797 Monaco di Baviera
Germania

Error! Use the Home tab to apply Überschrift 1;PM Überschrift 1 to the text that you want to appear here.

Error! Use the Home tab to apply Überschrift 1;PM Überschrift 1 to the text that you want to appear here.

Error! Use the Home tab to apply Überschrift 1;PM Überschrift 1 to the text that you want to appear here.