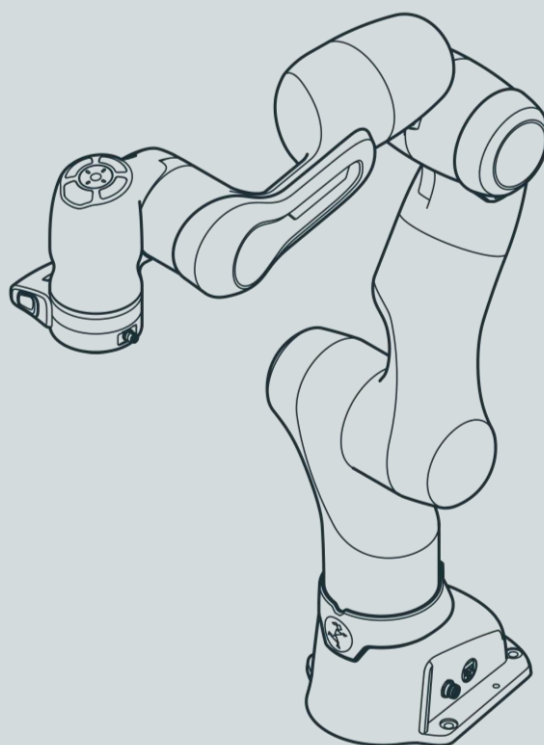




FRANKA RESEARCH 3

Příručka k produktu

PŘEKLAD Z ORIGINÁLNÍHO MANUÁLU K PRODUKTU

© Copyright 2025
Franka Robotics GmbH
Frei-Otto-Straße 20
80797 Mnichov
Německo

Tento dokument a jeho výňatky mohou být reprodukovány nebo zpřístupněny třetím osobám pouze s výslovným souhlasem společnosti Franka Robotics GmbH.

Tato příručka k produktu Franka Research 3 je určena k poskytnutí komplexního návodu pro Franka Research 3 i Franka Production 3.

Obsah tohoto dokumentu byl pečlivě zkontrolován z hlediska shody s popisovaným hardwarem a softwarem. Nesrovnalosti však nelze zcela vyloučit, a proto nepřebíráme odpovědnost za úplnou shodu.

V zájmu našich zákazníků si vyhrazujeme právo kdykoli a bez předchozího upozornění provádět vylepšení a opravy hardwaru, softwaru a dokumentace.

Na adrese documentation@franka.de jsme vždy vděční za vaši zpětnou vazbu.

Dokumentace v angličtině je PŮVODNÍ DOKUMENTACE. Ostatní jazyky jsou překlady originálního dokumentu.

Doplňujícími dokumenty k této příručce k produktu jsou:

- Datový list Franka Research 3 (číslo dokumentu: R02212)
- Stručný návod k instalaci FR3 (číslo dokumentu: R02040)

Název dokumentu: Příručka k výrobku Franka Research 3

Číslo dokumentu: R02210

Verze vydání: Dokument č: 1.5.1 (červen 2025), platná pro Franka Research 3 s verzí systému 5.8.0

Protokol o změnách:

Verze vydání	Datum vydání	Změny
1.0	Březen. 2024	První vydání značky Franka Robotics
1.1	Září 2024	Úpravy pro verzi systému 5.4.0
1.1.1	Prosinec 2024	Opravené bezpečnostní funkce
1.2	Březen 2025	Úpravy pro verzi systému 5.5.0 Nová funkce Import/Export v konfiguraci Safety
1.3	Duben 2025	Úpravy pro verzi systému 5.6.0 Aktualizované obrazy provozního režimu Execution
1.4	Květen 2025	Úpravy pro verzi systému 5.7.0 Aktualizované obrazy uživatelského rozhraní síťových nastavení a záchranného systému
1.5	Květen 2025	Úpravy pro verzi systému 5.8.0 Nové funkce Stažení protokolu a kalibrace točivého momentu
1.5.1	Červen 2025	Aktualizovali jsme naši organizaci GitHub



Příručku a další podpurné materiály v angličtině a dalších jazycích získáte na adrese www.franka.de/documents.

OBSAH

1	O SPOLEČNOSTI FRANKA ROBOTICS	7
2	PRÁVA NA UŽÍVÁNÍ A VLASTNICKÁ PRÁVA.....	8
2.1	Obecné.....	8
2.2	Identifikace.....	8
3	PROHLÁŠENÍ O ZAČLENĚNÍ A CERTIFIKÁTY.....	9
3.1	Prohlášení o začlenění	9
3.2	Certifikáty.....	11
3.3	Další prohlášení.....	11
3.3.1	RoHS / REACH / WEEE / směrnice o bateriích	11
3.3.2	Čína RoHS 2.....	12
3.4	Označení na zařízení	13
4	SAFETY	16
4.1	Bezpečnostní pokyny a obecné údaje	16
4.2	Upozornění na odpovědnost.....	17
4.3	Zamýšlené použití.....	17
4.4	Nesprávné použití.....	17
4.5	Obecná možná nebezpečí a bezpečnostní opatření při práci s roboty	18
4.6	Možná nebezpečí a bezpečnostní opatření související s aplikací	20
4.7	Instalace bezpečnostních periferií.....	23
4.8	Systém uzamykání s ochranou proti selhání	24
4.9	Ruční pohyb ramene	24
4.10	Bezpečnostní koncepce.....	27
4.11	Bezpečnostní funkce.....	30
4.12	Další informace pro plánování a počáteční instalaci robotického systému	33
5	ROLE A PERSONÁL	37
5.1	Personál	37
5.2	Uživatelské role.....	38
6	PŘEHLED ZAŘÍZENÍ	40
6.1	Rameno	41
6.2	Ovládání.....	47
7	ROZSAH DODÁVKY A DALŠÍ VYBAVENÍ	49
7.1	Součástí balení je	49
7.2	Není součástí balení	50
7.3	Dostupné náhradní díly a příslušenství	50
8	TECHNICKÉ SPECIFIKACE	51
9	PŘEPRAVA A MANIPULACE	55
9.1	Okolní podmínky při dodávce a přepravě.....	56
10	MONTÁŽ A INSTALACE.....	57
10.1	Vybalení zařízení.....	58

10.2	Správná instalace Místo.....	62
10.2.1	Maximálně a bezpečně zajištěný prostor.....	62
10.2.2	Okolní podmínky: Arm.....	63
10.2.3	Okolní podmínky: Ovládání.....	64
10.3	Příprava místa instalace.....	66
10.3.1	Rameno.....	66
10.3.2	Ovládání.....	67
10.4	Montáž ramene	68
10.5	Umístění ovládacího prvku	70
10.6	Zapojení a elektrická instalace	71
10.6.1	Schéma připojení	72
10.6.2	Rozhraní.....	72
10.6.3	Připojení funkční země.....	75
10.6.4	Zapojení.....	76
10.7	Montáž koncového efektoru s.....	80
10.8	Praktické tipy pro použití a umístění z Franka Research 3.....	82
10.8.1	Spotřeba energie.....	82
10.8.2	Limity ESD.....	83
10.8.3	Konstrukce pracovního prostoru.....	83
10.8.4	Osobní bezpečnost a ergonomie.....	84
10.9	Přebalování ramene.....	87
11	OPATŘENÍ	95
11.1	Zapnutí.....	95
11.2	Systém LED indikátorů robota.....	96
11.3	Bezpečnostně relevantní testy Franka Research 3.....	100
11.3.1	Autotest robotického systému.	100
11.3.2	Pravidelné testování bezpečnostních funkcí.....	102
11.3.3	Testování nouzového zastavení	102
11.4	Počáteční konfigurace	104
11.4.1	Připojení zařízení uživatelského rozhraní.....	104
11.4.2	Počáteční konfigurace "První spuštění"	104
11.5	Nastavení řídicího rozhraní Franka (FCI).....	109
11.5.1	Konfigurace sítě pro ovládání prostřednictvím FCI.....	109
11.5.2	Nastavení systému libfranka na pracovní stanici se systémem Linux.....	111
11.5.3	Ověření komunikace	116
11.6	Typické použití	118
11.7	Vypnutí a restartování.....	118
12	BEZPEČNOSTNÍ KONFIGURACE / HLÍDAČ	120
12.1	Watchman.....	120
12.2	Přehled.....	120
12.3	Úprava bezpečnostní konfigurace.....	122

12.4	Import/export bezpečnostních nastavení.....	124
12.4.1	Postup importu	126
12.4.2	Postup exportu.....	128
12.5	Bezpečnostní nastavení.....	129
12.5.1	Obecná bezpečnostní nastavení.....	129
12.5.2	Konfigurace bezpečného vstupu.....	130
12.5.3	Konfigurace koncového efektoru.....	130
12.5.4	Vytvoření sfér pro modelování obálky koncového efektoru	130
12.6	Vytváření a úprava pravidel.....	133
12.6.1	Struktura pravidla	133
12.7	Platí ate	137
13	PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3	140
13.1	Základy robotiky	140
13.2	Jeden bod ovládání.....	141
13.3	Provozní režimy.....	144
13.3.1	Programování	145
13.3.2	Provádění	146
13.3.3	Přehled stavových indikátorů.....	147
13.3.4	Přehled provozních režimů krok za krokem a odpovídající stavové indikátory	147
13.4	Práce.....	149
13.5	Asistent.....	151
13.6	Uživatelské rozhraní Franka	153
13.6.1	Aplikace	162
13.6.2	Naučte úkol.....	162
13.6.3	Vytvoření úlohy.....	162
13.6.4	Nastavení úlohy	163
13.6.5	Parametrizace aplikací	163
13.6.6	Výuka póz.....	164
13.6.7	Jemné nastavení pózy.....	165
13.6.8	Konfigurace vedení	166
13.6.9	Průvodce	169
13.6.10	Úprava nastavení koncového efektoru	170
13.6.11	Test & Jog	170
13.7	Franka Control Interface (FCI)	172
13.7.1	Princip práce s rozhraním FCI	173
13.8	Řešení problémů	176
13.8.1	Obecné použití.....	176
13.8.2	Řešení problémů při používání FCI	184
14	SPRÁVA FRANKA RESEARCH 3.....	185
14.1	Franka World.....	185
14.2	Správa aplikací a Funkce	185

14.3	Rozbočovač.....	186
14.4	Aktualizace.....	187
14.5	Zálohování.....	192
14.5.1	Bezpečnostní konfigurace.....	192
14.5.2	Nastavení sítě.....	193
14.5.3	Konfigurace sběrnice Modbus.....	193
14.5.4	Konfigurace koncových efektorů.....	193
14.5.5	Uložení vytvořených úloh.....	194
15	ÚDRŽBA A LIKVIDACE.....	195
15.1	Údržba.....	195
15.2	Čištění.....	195
15.3	Likvidace.....	196
16	SERVIS A PODPORA.....	197
16.1	Záchranný systém.....	197
16.2	Stažení protokolu.....	200
16.2.1	Dostupné soubory protokolů a způsob jejich stahování.....	200
16.2.2	Stahování dat protokolu.....	201
16.3	Kalibrace točivého momentu.....	202
16.3.1	Kdy kalibrovat snímače krouticího momentu.....	203
16.3.2	Jak kalibrovat snímače točivého momentu.....	203
16.3.3	Obnovení výchozích hodnot z výroby.....	206
16.3.4	Řešení chyb.....	207
16.4	Výměna hardwaru.....	207
16.4.1	Výměna řídicí jednotky.....	207
17	DODATEK.....	211
17.1	Zastavovací časy a vzdálenosti.....	211
17.2	Zastavení Kategorie 1.....	212
17.2.1	Společný 1.....	212
17.2.2	Kloub 2.....	214
17.2.3	Kloub 3.....	216
17.2.4	Kloub 4.....	218
17.3	Zastávka kategorie 2.....	220
17.3.1	Společný 1.....	220
17.3.2	Kloub 2.....	222
17.3.3	Kloub 3.....	224
17.3.4	Kloub 4.....	226
17.4	Doba odezvy.....	228
17.5	Přesnost bezpečné polohy.....	228
18	SLOVNÍČEK.....	229
19	INDEX.....	234
20	TABULKA ČÍSEL.....	237

1 O SPOLEČNOSTI FRANKA ROBOTICS



FRANKA ROBOTICS

Umožnění průmyslové automatizace

Společnost Franka byla založena v roce 2016 a je platformovou společností v oblasti robotiky se sídlem v Mnichově a výrobními závody v Bavorsku.

Robotická platforma Franka je hojně využívána ve výzkumu i mimo něj, a to díky svému jedinečnému ovládacímu rozhraní, technologii připomínající lidský smysl pro dotyk a velké komunitě výzkumníků a disruptorů v oblasti robotiky a umělé inteligence.

Od listopadu 2023 je společnost Franka Robotics součástí společnosti Agile Robots AG, která představuje silnou alianci odborníků v oboru. Společně usilujeme o pokrok v oblasti inovací ve výzkumu a průmyslové automatizaci utvářející budoucnost robotiky.

Navrženo, vyvinuto, vyrobeno a servisováno v Německu.

Představujeme Franka World - digitální robotickou platformu

Po novém vymezení robotiky a vytvoření komunity jsme spustili novou digitální robotickou platformu, která propojuje digitální svět s fyzickým světem.

Franka World umožňuje komunitní interakci mezi výzkumníky, partnery, zákazníky, vývojáři, dodavateli a roboty. Všichni uživatelé navíc mohou snadno získat integrovaný přístup k produktům a službám a spravovat celý svůj robotický park nezávisle na své fyzické poloze. Franka World také umožňuje snadné nasazení a aktualizaci robotů.

Usilujeme o svět, ve kterém může každý používat robota, a toho můžeme dosáhnout propojením světa. Vážíme si naší komunity odborníků na robotiku, akademiků a nadšenců, od kterých se učíme každý den.

Sami jsme členy této komunity, a proto se zavazujeme, že se budeme navzájem podporovat a společně se nám bude dařit. Franka Robotics - certifikovaná robotická platforma s hmatovou inteligencí.

2 PRÁVA NA UŽÍVÁNÍ A VLASTNICKÁ PRÁVA

2.1 Obecné

Chráněné ochranné známky

Tato příručka k výrobku odkazuje na chráněné ochranné známky, které nejsou výslovně označeny v pokračujícím textu. Absence takového označení nemusí znamenat, že příslušný název výrobku je prost práv třetích stran. Následující ochranné známky jsou chráněné ochranné známky:

Franka a Franka Robotics jsou registrované ochranné známky.

Microsoft je registrovaná ochranná známka a Windows je označení společnosti Microsoft Corporation ve Spojených státech a dalších zemích.

GOOGLE, Mozilla, Firefox, CHROME, ITEM jsou registrované ochranné známky.

Práva k ochranným známkám

Odpovědné osobě nejsou udělena žádná práva ani nároky na ochrannou známku, logo nebo obchodní názvy společnosti Franka Robotics.

Použití kódu s otevřeným zdrojovým kódem

Úplný seznam všech open-source licencí, které Franka Research 3 používá, je k dispozici v nabídce Nastavení uživatelského rozhraní Franka .

2.2 Identifikace

Odstranění identifikace

Oznámení o autorských právech, sériová čísla a jakékoli jiné označení, které identifikuje produkt nebo provozní software, nesmí být odstraněno nebo upraveno.

3 PROHLÁŠENÍ O ZAČLENĚNÍ A CERTIFIKÁTY

3.1 Prohlášení o začlenění

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

Machinery safety

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

PROHLÁŠENÍ O ZAČLENĚNÍ A CERTIFIKÁTY

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

EMC

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

Certifikáty TÜV SÜD RAIL a TÜV SÜD PS naleznete pod následujícím odkazem:

www.franka.de/documents

3.3 Další prohlášení

3.3.1 RoHS / REACH / WEEE / směrnice o bateriích

Další informace
Stav: V roce 2015 bylo na základě žádosti o povolení k provozu na území České republiky vydáno povolení k provozu na území České republiky: 01.04.2022 Franka Research 3
Omezení nebezpečných látek (RoHS): Součásti <i>Control a Arm</i> nespádají do působnosti směrnice EU 2011/65/EU o omezení nebezpečných látek, ale přesto splňují požadavky na omezené látky a maximální hodnoty koncentrací, které jsou povoleny v homogenních materiálech: • Olovo (0,1 %) • Rtuť (0,1 %) • kadmium (0,01 %) • šestimocný chrom (0,1 %) • Polybromované bifenyly (PBB) (0,1 %) • Polybromované difenylethery (PBDE) (0,1 %) Platí také následující výjimky: 6a: Olovo jako legující prvek v oceli pro obrábění a v pozinkované oceli obsahující do 0,35 % hmotnostních olova. 6b: Olovo jako legující prvek v hliníku obsahujícím do 0,4 % hmotnostních olova. 6c: Slitina mědi obsahující až 4 % hmotnostní olova 7a: Olovo v pájkách s vysokou teplotou tání (tj. slitiny na bázi olova obsahující 85 % hmotnostních nebo více olova). 7c-I: Elektrické a elektronické součástky obsahující olovo ve skle nebo keramice jiné než dielektrická keramika v kondenzátorech, např. piezoelektronických zařízeních, nebo ve směsi se skleněnou nebo keramickou maticí.
REACH: <i>Společnost FRANKA ROBOTICS GmbH</i> je "následným uživatelem" ve smyslu nařízení REACH. Naše výrobky jsou výhradně nechemické výrobky (průmyslové předměty). Kromě toho se za běžných podmínek použití a podmínek, které lze rozumně předvídat, neuvolňují žádné látky (článek 7, REACH). Potvrzujeme, že naše výrobky neobsahují více než 0,1 procenta hmotnosti žádné z látek uvedených na zveřejněném seznamu agentury ECHA (SVHC), pokud se na ně nevztahují výjimky z RoHS (viz výše). Rozšíření zveřejněná kandidátským seznamem ECHA jsou přiřazena k našim výrobkům, a pokud je známo, že některá z těchto nově přidávaných látek je obsažena v našich výrobcích, budeme vás o tom neprodleně informovat. Toto potvrzení bylo vytvořeno na základě aktuálně dostupných informací od našich dodavatelů.
Směrnice o odpadních elektrických a elektronických zařízeních: Součásti <i>Control a Arm</i> nepodléhají směrnici 2002/96/ES o sběru, recyklaci a využití elektrozařízení.

PROHLÁŠENÍ O ZAČLENĚNÍ A CERTIFIKÁTY

Směrnice o bateriích:

Výrobek Control obsahuje baterii BIOS.

Likvidace baterií:

Směrnice 2006/66/ES o bateriích ukládá povinnost vracet dobíjecí a nedobíjecí baterie; nelikvidujte je společně se spotřebitelským odpadem. Likvidujte je v souladu se zákonnými nařízeními a odevzdejte je k recyklaci. Baterie budou recyklovány.

Značky pod přeškrtnutým odpadkovým košem označují látky olovo (Pb), kadmium (Cd) nebo rtuť (Hg).



3.3.2 Čína RoHS 2



Název dílu 部件名称	Toxické a nebezpečné látky a prvky / 有毒和有害的物质和元素					
	Olovo 铅 (Pb)	Rtuť 汞 (Hg)	Kadmium 镉 (Cd)	Šestimocný chrom 六价铬 (Cr(VI))	Polybromovan é bifenyl 多溴联苯 (PBB)	Polybromované difenylethery 多溴二苯醚 (PBDE)
Kontrola 控制器	X	O	O	O	O	O
Rameno FP3 臂架 FP3	X	O	O	O	O	O
Připojovací kabel robota 连接线 2,5 m / 5 m / 10 m	O	O	O	O	O	O
Zařízení pro nouzové zastavení 紧急停止装置	O	O	O	O	O	O
Externí povolovací zařízení 外部支持设备	O	O	O	O	O	O

Tato tabulka je zpracována v souladu s ustanoveními normy SJ/T 11364-2006.
 本表根据SJ/T 11364-2006的规定编制。

O: Označuje, že uvedená nebezpečná látka obsažená ve všech homogenních materiálech pro tuto část je pod limitním požadavkem GB/T 26572-2011.
 O: 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: označuje, že uvedená nebezpečná látka obsažená alespoň v jednom z homogenních materiálů použitých pro tuto část překračuje limitní požadavkem 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。

(Podniky mohou v této kolonce dále uvést technické vysvětlení pro označení "X" na základě svých skutečných okolností)
 (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 Označení na zařízení

Rameno

Štítek typu



Obr. .31 : typový štítek

Štítek pro nouzové odemknutí

Tři štítky nouzového odemknutí na rameni ukazují na místa zasunutí, do kterých je třeba zasunout nástroj pro nouzové odemknutí, aby bylo možné v případě nouze ručně odemknout bezpečnostní uzamykací systém.



Obr. .32 : Štítek nouzového odblokování

VAROVÁNÍ

Pád těžkého ramene při použití nástroje pro nouzové odblokování

Nebezpečí zachycení ramenem při odblokování kloubů.

- Před a během odemykání rameno podepřete.
- Nevkládejte hlavu ani jiné části těla mezi články Ramena nebo pod ně.
- Neumisťujte části těla (zejména ruce, prsty) mezi články Ramena, koncový efektor nebo stacionární předměty.
- Nepoužívejte nástroj pro nouzové odblokování, pokud je rameno napájeno.
- Používejte pouze dodaný nástroj pro nouzové odblokování.
- Nástroj pro nouzové odblokování skladujte v blízkosti ramene.

PROHLÁŠENÍ O ZAČLENĚNÍ A CERTIFIKÁTY

Štítek s horkými povrchy



Obr. .33 : Štítek horkých povrchů

VAROVÁNÍ

Horké povrchy a vedení

Při okolních teplotách nad 30 °C může být povrch robota příliš horký na dotek. Proto není při teplotách nad 30 °C povoleno používat funkci Assist v režimu Execution.

Funkční zemní štítek

Štítek funkčního uzemnění ukazuje na místo, kde lze k rameni připojit funkční uzemnění.



Obr. .34 : Štítek funkčního uzemnění

Štítek polohy zvedání

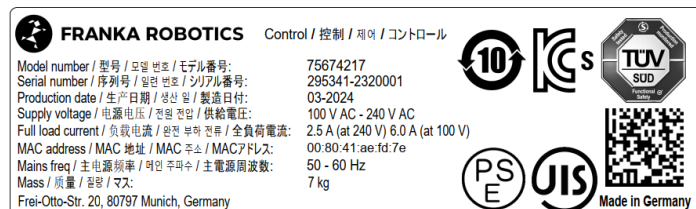
Štítek polohy zvedání označuje místa, ve kterých lze rameno zvedat.



Obr. .35 : Štítek polohy zvedání

Ovládání

Štítek typu



Obr. .36 : Ovládání typových štítků

PROHLÁŠENÍ O ZAČLENĚNÍ A CERTIFIKÁTY

Externí povolovací zařízení

Typový štítek



Obr. .37 : Typový štítek externího zařízení

Zařízení pro nouzové zastavení

Typový štítek



Obr. .38 : Typový štítek zařízení pro nouzové zastavení

4 SAFETY

4.1 Bezpečnostní pokyny a obecné údaje

Výstražná upozornění

Před instalací, uvedením do provozu a provozem zařízení si pečlivě přečtete tento návod a veškerou další dokumentaci. Vezměte na vědomí bezpečnostní pokyny i obecné údaje.

Výstražná upozornění jsou umístěna následovně:



UPOZORNĚNÍ

Typ nebezpečí
Možné následky nebezpečí
Úhybné/vyhýbací manévry, které je třeba provést

V této příručce jsou použita následující výstražná upozornění:



NEBEZPEČÍ

NEBEZPEČÍ označuje nebezpečnou situaci, která, pokud se jí nevyhnete, může mít za následek smrt nebo vážné zranění.



VAROVÁNÍ

VAROVÁNÍ označuje nebezpečnou situaci, která může mít za následek smrt nebo vážné zranění, pokud se jí nevyhnete.



UPOZORNĚNÍ

UPOZORNĚNÍ označuje nebezpečnou situaci, která by mohla vést k lehkému nebo středně těžkému zranění, pokud se jí nevyhnete.

UPOZORNĚNÍ

UPOZORNĚNÍ označuje informace, které jsou považovány za důležité, ale netýkají se nebezpečí.

BEZPEČNOSTNÍ POKYNY

BEZPEČNOSTNÍ INSTRUKCE označují procesy, které je třeba přísně dodržovat.

Označení



Označuje, kde lze získat další informace.

4.2 Upozornění na odpovědnost

Franka Research 3 byla vyvinuta v souladu s příslušnými normami kvality. V průběhu vývoje bylo provedeno posouzení nebezpečí a rizik podle normy EN ISO 12100, které je základem pro Franka Research 3 a tuto příručku.

Rameno je vybaveno přírubou koncového efektoru ISO podle normy DIN ISO 9409-1-A50.

Tento dokument obsahuje montážní návod pro Franka Research 3 jako částečně zkompleťovaný stroj. Obsahuje popis podmínek, které musí být splněny, aby správné zabudování do konečného strojního zařízení neohrozilo bezpečnost a zdraví (např. příloha I směrnice o strojních zařízeních 2006/42/ES).

4.3 Zamýšlené použití

Franka Research 3 je určena výhradně pro použití ve výzkumu a vývoji v akademickém a průmyslovém prostředí. Systém smí být používán pouze v řádném technickém stavu, k určenému účelu a v rámci technických specifikací a provozních podmínek, s vědomím bezpečnosti a možných nebezpečí.

Tento systém Franka Research 3 je určen výhradně k použití, které je popsáno v tomto návodu.

Normální a rozšířené pracovní podmínky, za kterých by měl robot pracovat, jsou uvedeny v kapitole 8 "TECHNICKÉ SPECIFIKACE" a v kapitole 10.2 "Správná instalace Místo".

4.4 Nesprávné použití

NEBEZPEČÍ

Nesprávné použití přístroje Franka Research 3

Nebezpečí ohrožení života a riziko zranění, jakož i riziko poškození, poškození robota a dalších hmotných statků.

- Franka Research 3 používejte pouze v bezvadném technickém stavu.
- Franka Research 3 používejte pouze v okolních a provozních podmínkách popsaných v tomto dokumentu.

Nesprávným používáním robota Franka Research 3 zaniká záruka a odpovědnost výrobce. Jakékoli použití odlišné od určeného použití je považováno za nesprávné použití a není přípustné.

Za nesprávné použití se považuje jakékoli použití, které se odchyluje od varování, upozornění a pokynů uvedených v této příručce a v příručce Začínáme, zejména, nikoli však výlučně, následující použití:

- Přeprava osob nebo zvířat
- Přeprava bez obalové pózy a originálního balení
- Použití jako horolezecká pomůcka
- Opírání o rameno
- Použití v oblastech s nebezpečím výbuchu
- Použití pod zemí
- Použití pro manipulaci s radioaktivními předměty
- Použití ve venkovním prostředí
- Použití jako zdravotnický prostředek
- Použití jako služební paže, např. pro péči o seniory

SAFETY

- Použití v blízkosti dětí
- Manipulace s kapalinami
- Použití v jiné než svislé montážní poloze
- Použití mimo stanovené provozní meze

Úpravy Franka Research 3, které společnost Franka Robotics výslovně nepovoluje, nejsou povoleny a povedou ke ztrátě záruky a nárokům z odpovědnosti. Mezi nepovolené úpravy patří mimo jiné následující:

- Jakékoli úpravy mechanické konstrukce
- Lakování
- Obalování robotické konstrukce, pokud se nepoužívá zařízení s certifikací FE.

Společnost Franka Robotics povoluje pouze následující úpravy Franka Research 3:

- Instalace externího systému vedení kabelů (může mít vliv na pohyb a chování systému při řízení)
- Montáž zařízení na přírubu
- Zakrytí otvorů pro šrouby

Je zakázáno otevírat rameno a skříň ovládání a další zařízení.

Robot smí být používán pouze na místech, kde je zajištěn dostatečný prostor a bezpečné používání.

Společnost Franka Robotics neručí za škody způsobené namontovaným zařízením nebo škody způsobené nesprávným používáním.

4.5 Obecná možná nebezpečí a bezpečnostní opatření při práci s roboty

Shrnutí možných nebezpečí

Rozsáhlý, ale nikoliv konečný seznam nebezpečí, která obecně může představovat robotický systém, naleznete podle normy EN ISO 10218-1:2011 PŘÍLOHA A.

Zvláštní pozornost je zde věnována následujícím nebezpečím, která může představovat Franka Research 3:

NEBEZPEČÍ

Nebezpečí elektrického proudu nebo požáru a nebezpečné výpary

Oheň a výpary mohou způsobit dýchací potíže, podráždění očí, poškození plic, otravu a mohou vést k úmrtí.

- Nepoužívejte přístroj Franka Research 3 mimo jeho uvedené specifikace.

NEBEZPEČÍ

Poškozené vodiče nebo nevhodná elektrická instalace

Nebezpečí poranění osob elektrickým proudem, jakož i materiální škody.

- Přístroj Franka Research 3 používejte pouze v bezvadném technickém stavu.
- Systém nouzového zastavení instalujte pouze s kvalifikovaným personálem.
- Zkontrolujte kabely a elektrickou instalaci.

SAFETY

NEBEZPEČÍ

Nebezpečí doutnajícího požáru

Příliš mnoho zařízení připojených k napájecímu systému může vést k přetížení elektrické instalace a může mít za následek doutnající požáry, které mohou způsobit smrt nebo vážné poškození osob.

- Připojte zařízení Franka Research 3 odpovídajícím způsobem, aby nedošlo k přetížení elektrické instalace.
- Nainstalujte odpovídajícím způsobem zařízení na ochranu proti přetížení.

VAROVÁNÍ

Předměty padající z koncových efektorů v důsledku přerušení napájení.

Předměty padající z chapadla mohou vést k poranění rukou, prstů, chodidel a prstů.

- Vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. bezpečnostní obuv).
- Používejte vhodný typ chapadel, abyste zabránili pádu předmětů.

VAROVÁNÍ

Pády a neočekávané pohyby robota, zejména v oblastech ohrožených zemětřesením.

Nebezpečí vážných poranění, jako je rozdrčení, potrhání kůže a propíchnutí.

- Plošinu vyrovnejte.
- Rameno instalujte pouze na rovné, nepohyblivé a stabilní plošiny. Zrychlení a vibrace nejsou přípustné.
- Rameno neinstalujte na visící, nakloněné nebo nerovné plošiny.
- Plošinu vyrovnejte do svislé polohy.
- Zajistěte správně položené a těsné šroubové spojení.
- Po 100 hodinách provozu dotáhněte šrouby správným utahovacím momentem.
- Pokud je zařízení provozováno v oblasti ohrožené zemětřesením, zohledněte příslušné posouzení nebezpečí a rizik.

VAROVÁNÍ

Nebezpečné a nekontrolované pohyby ramene

Nebezpečí vážného poranění, například rozdrčení, roztržení kůže a propíchnutí od ramene a koncových efektorů.

- Ujistěte se, že koncový efektor a/nebo hmotnost uchopeného objektu a hmotnostní střed (CoM) jsou správně parametrizovány.
- Během provozu se nepřibližujte k pracovnímu prostoru.



UPOZORNĚNÍ

Poškozené kabely, zástrčky, mechanická skříň nebo únik oleje.

Kontakt s unikajícím olejem může způsobit podráždění očí nebo pokožky.

SAFETY

Rizika spojená s elektrickým proudem mohou vést k těžkým zraněním.

- Přístroj Franka Research 3 používejte pouze v bezvadném technickém stavu.
- Poškozené kabely, zástrčky a mechanické pouzdro nepoužívejte k provozu. V případě pochybností kontaktujte společnost Franka Robotics.

Zdravý stav

POZOR

Prosakující mazivo nebo olej dutinami konstrukčních prvků robota.

Podráždění kůže a očí.

- Zastavte provoz stroje.
- Kontaktujte výrobce.
- Používejte rukavice.
- Při zasažení očí nebo kůže vyhledejte lékařskou pomoc.

Poruchy

UPOZORNĚNÍ

O případných poruchách bude provozovatel informován prostřednictvím aplikace Desk. Poruchy je třeba před pokračováním v provozu odstranit.

- Při odstraňování případných poruch postupujte podle pokynů v uživatelském rozhraní Franka. Může být nutný restart systému.

Přetížení kloubů

UPOZORNĚNÍ

Offline přetížení všech kloubů robota může vést k jeho materiálnímu poškození.

- Provedte posouzení rizik s ohledem na předvídatelné nesprávné použití .
- Dodržujte varování systému, abyste v případě potřeby vyřadili robota z provozu.

4.6 Možná nebezpečí a bezpečnostní opatření související s aplikací

Při plánování a navrhování aplikace a provádění posouzení nebezpečí a rizik pro dokončené stroje je třeba vzít v úvahu následující možné aspekty související s bezpečností. Integrátor je povinen provést analýzu rizik.

Funkce a vlastnosti různých úrovní bezpečnosti

Franka Research 3 nabízí funkce a vlastnosti různých úrovní bezpečnosti. Všechny bezpečnostní funkce a jim odpovídající bezpečnostní stupně jsou popsány v části Bezpečnostní funkce v kapitole 4.11 "Bezpečnostní funkce". Všechny ostatní funkce popsané v této kapitole nejsou klasifikovány jako bezpečnostní stupně podle norem EN ISO 13849-1 nebo EN 62061. Na dostupnost těchto funkcí se proto nesmíte spoléhat.

UPOZORŇUJEME, že integrátor je povinen provést analýzu rizik.

SAFETY

Neočekávaný pohyb



UPOZORNĚNÍ

Neočekávaný pohyb ramene

Použití různých aplikací, manipulovaných koncových efektorů a okolních předmětů může způsobit rozdrčení mezi segmenty ramene a náraz a kolizi.

- Ujistěte se, že koncový efektor a/nebo hmotnost objektu a střed hmotnosti (CoM) jsou správně parametrizovány.
- Během provozu se nepřibližujte k maximálnímu pracovnímu prostoru.

Zachycení uvnitř dokončeného stroje



VAROVÁNÍ

Nebezpečí zachycení částí těla nebo osoby

Nebezpečí vážného poranění, například rozdrčení, roztržení kůže a propíchnutí od ramene a koncových efektorů.

- Nevkládejte části těla mezi segmenty Ramena.
- V případě akutního smrtelného nebezpečí:
 1. Stisknutím zařízení nouzového zastavení zastavte provoz robota.
 2. Ručně vytáhněte nebo vytlačte Rameno z nebezpečné polohy.

Další informace naleznete v části Nouzové odblokování v kapitole 4.9 "Ruční pohyb ramene".

Zapojení koncových efektorů

UPOZORNĚNÍ

Pokud se s přístrojem Franka Research 3 používá koncový efektor, snižuje se maximální připojitelné užitečné zatížení o hmotnost koncového efektoru a jeho vnější kabeláže.

UPOZORNĚNÍ

Externí kabeláž zvyšuje zatížení a krouticí momenty ramene, což může ovlivnit výkonnost ovládání zařízení Franka Research 3.

Iniciace pohybu externě zapojených koncových efektorů, přidružených zařízení.

UPOZORNĚNÍ

Vzhledem k různým konfiguracím, nainstalovaným aplikacím a službám může Franka Research 3 vysílat protokoly do případně připojených strojů (vč. spouštění pohybu), externě zapojených koncových efektorů a dalších přidružených zařízení. Uvědomte si prosím možná související rizika spojená s používáním externích zařízení.

Další informace naleznete v části Zahájení pohybu v kapitole 13.6.11 "Test & Jog".

SAFETY

Jeden bod ovládání

Franka Research 3 lze ovládat prostřednictvím jediného připojení Franka UI nebo polní sběrnice. Mechanismus Single Point of Control (SPoC) zajišťují ovládání pouze jedním zdrojem. SPoC se vztahuje i na polní sběrnice. Další informace o SPoC naleznete v kapitole 13.2 "Jeden bod ovládání".



UPOZORNĚNÍ

Neočekávaný pohyb ramene

Nebezpečí vážného poranění, například rozdrčení, roztržení kůže a propíchnutí od Ramena a koncových efektorů.

- Ujistěte se, že koncový efektor a/nebo hmotnost objektu a střed hmotnosti (CoM) jsou správně parametrizovány.
- Během provozu se nepřibližujte k pracovnímu prostoru.
- V případě akutního smrtelného nebezpečí:
 1. Stiskněte zařízení nouzového zastavení, abyste zastavili provoz robota.
 2. Ručně vytáhněte nebo vytlačte rameno z nebezpečné polohy.
- V případě nebezpečí, které neohrožuje život:
 1. V případě ohrožení života použijte nouzový odblokovací nástroj a přesuňte rameno.

Povrchová teplota ramene (od základny po osu 7, kromě příruby)



VAROVÁNÍ

Horké povrchy

Dlouhodobá manipulace s kovovými nebo plastovými segmenty ramene po intenzivním provedení úkolu může způsobit tepelné popáleniny.

- Nedotýkejte se segmentů ramene déle než 60 sekund po zastavení přístroje Franka Research 3 po intenzivním provedení úlohy při maximálním užitečném zatížení a prodloužené teplotě.



VAROVÁNÍ

Horké povrchy a vedení

Při okolních teplotách nad 30 °C může být povrch robota příliš horký na to, abyste se ho mohli dotknout. Proto není při teplotách nad 30 °C povoleno používat funkci Assist v režimu Execution.

Účinky závisí na úkolu a prostředí.

Požadované bezpečnostní pokyny závisí na posouzení rizik (s ohledem na horké povrchy).

BEZPEČNOSTNÍ POKYNY

Při prodloužených teplotách okolí mezi 25 °C a 45 °C (po intenzivním provádění úlohy a po nastavení Franka Research 3 do stavu "monitorované zastavení") musí integrátor zavést opatření a vyhodnotit rizika při delším dotyku ramene (< 60 s), aniž by došlo k tepelnému popálení (EN ISO 13732-1:2006). Opatření zahrnují mimo jiné následující:

- Doba ochlazení robota.

SAFETY

- Vypnutí robota na určitou dobu.
- Upozornění obsluhy.
- Označení míst, která jsou s největší pravděpodobností horká.
- Zákaz přístupu k robotu.

BEZPEČNOSTNÍ POKYNY

Integrátor musí provést opatření pro dotyk povrchů ramene, koncového efektoru a příruby koncového efektoru s ohledem na možné zahřátí, které může vést k tepelným popáleninám (EN ISO 13732-1:2006). Opatření zahrnují mimo jiné následující:

- Doba ochlazování robota.
- Vypnutí robota na určitou dobu.
- Upozornění obsluhy.
- Označení míst, která jsou s největší pravděpodobností horká.
- Zákaz přístupu k robotu.

4.7 Instalace bezpečnostních periférií

Instalace nouzového zastavení

Zařízení nouzového zastavení je třeba instalovat podle obecně platných a uznávaných technických norem, např. evropských norem EN 60204 a souvisejících.

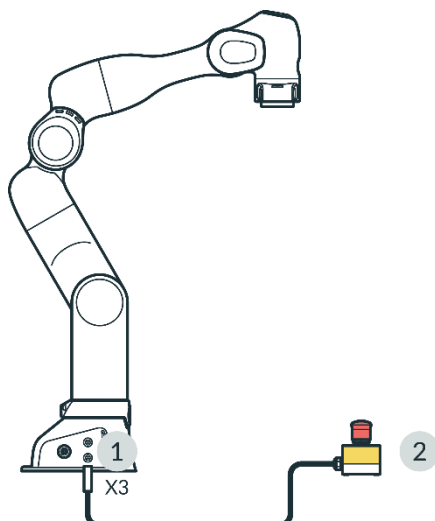
Zařízení nouzového zastavení dodávané společností Franka Robotics je třeba připojit k portu X3.1. K portu X3 mohou být připojena i jiná zařízení než zařízení nouzového zastavení dodané společností Franka Robotics.

Zařízení připojená k signálu nouzového zastavení musí odpovídat normě EN 60947-5-5 nebo EN 62061.

Odpojená zařízení, která již neplní bezpečnostní funkci, ukládejte mimo zařízení, aby nedošlo k jejich chybné aktivaci.

UPOZORNĚNÍ

Připojené zařízení nouzového zastavení umístěte tak, aby bylo v případě nouze vždy dosažitelné, ale aby bylo možné zabránit jeho náhodnému použití.



Obr. .41 : Připojení zařízení nouzového zastavení

1	X3 - konektor bezpečných vstupů	2	Zařízení nouzového zastavení
---	---------------------------------	---	------------------------------

Doba zastavení a vzdálenost

Doba zastavení (tj. doba, která uplyne mezi požadavkem na nouzové zastavení a úplným zastavením ramene) a vzdálenost zastavení (tj. vzdálenost, kterou rameno urazí po aktivaci nouzového zastavení do úplného zastavení) byly měřeny podle normy EN ISO 10218-1, příloha B. Dobu zastavení a vzdálenost naleznete v příloze tohoto dokumentu.

4.8 Systém uzamykání s ochranou proti selhání

Systém uzamykání s ochranou proti selhání

Když je rameno odpojeno od napájení, blokovací šrouby automaticky zablokují všech sedm kloubů. Blokovací šrouby mechanicky blokuji jakýkoli pohyb týkající se kloubů, takže rameno zůstane v poloze, i když není napájeno.

Vzhledem k technologii těchto zajišťovacích šroubů nelze při odpojení napájení zachovat přesnou polohu. Zajišťovací šrouby se uzamknou se slyšitelným cvaknutím a rameno se sníží o několik centimetrů. Zejména v kloubech, které jsou vzhledem ke svému nastavení a poloze obzvláště ovlivňovány gravitací.

Odblokování bezpečnostního blokovacího systému

Jakmile se bezpečnostní blokovací systém odemkne, každá osa se mírně pohne.

4.9 Ruční pohyb ramene

Pohyb ramene bez elektrického napájení



UPOZORNĚNÍ

Přesouvání ramene

Nebezpečí vážného poranění, například rozdrčení, natržení kůže a propíchnutí.

- Vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. ochranné brýle).
- Integrátor musí provést analýzu rizik pro všechny připojené koncové efekty.
- Během provozu nestůjte v maximálním pracovním prostoru.

UPOZORNĚNÍ

Integrátor musí posoudit riziko, že dojde k zachycení osoby.

Pokud dojde k zachycení osoby ramenem, postupujte podle jedné ze tří níže uvedených možností uvolnění, abyste ji osvobodili i po odpojení napájení.

- Pomocí nástroje pro nouzové odblokování u příslušných otvorů kloubu, který má být odblokován, robota odemkněte a pohybujte s ním ručně.
- Odšroubujte základnu ramene z jeho montážního místa.
- Ramenem pohybujte ručně.

V případě neakutního nebezpečí a zaseknutí Ramena použijte Nástroj pro nouzové odblokování.

SAFETY

VAROVÁNÍ

Pád těžkého ramene při použití nástroje pro nouzové odblokování

Nebezpečí zachycení ramenem při odblokování kloubů.

- Před a během odemykání rameno podepřete.
- Nevkládejte hlavu ani jiné části těla mezi články Ramena nebo pod ně.
- Neumísťujte části těla (zejména ruce, prsty) mezi články Ramena, koncový efektor nebo stacionární předměty.
- Nepoužívejte nástroj pro nouzové odblokování, pokud je rameno napájeno.
- Používejte pouze dodaný nástroj pro nouzové odblokování.
- Nástroj pro nouzové odblokování skladujte v blízkosti ramene.

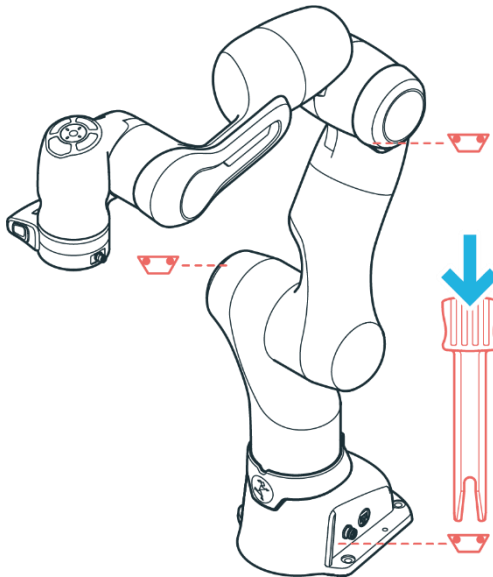
Akce: Nouzové odblokování

BEZPEČNOSTNÍ POKYNY

1. Stisknutím Zařízení pro nouzové odblokování zastavte provoz robota.
2. Vezměte odblokovací nástroj ze základny pilota.
3. Podržte segmenty ramene.
4. Zasuňte odblokovací nástroj do příslušných lichoběžníkových otvorů a postupně odemkněte jeden nebo více kloubů.

Otvory jsou označeny štítkem "Nouzové odblokování".

Segmentem ramene lze nyní ručně pohybovat.



Obr. .42 : Nouzové odblokování

UPOZORNĚNÍ

Uvědomte si, že jakmile je vložen odblokovací nástroj, může segment Ramena směrem k zápěstí Ramena gravitačně spadnout.

SAFETY

UPOZORNĚNÍ

- Integrátor musí zajistit, aby byl odblokovací nástroj uložen v držáku na základně robota.
- Odemykácí nástroj nevyjímajte, pokud se nejedná o nouzovou situaci.
- Odemykácí nástroj musí být vždy v dosahu.
- Používejte pouze originální odblokovací nástroj.
- Odemykácí nástroj používejte pouze v případě nouze.

Akce: Odemkněte odemykácí zařízení: Ruční odsunutí



Obr. .43 : Ruční odtlačení

BEZPEČNOSTNÍ POKYNY

V případě akutního smrtelného nebezpečí:

1. Stisknutím zařízení nouzového zastavení zastavte provoz robota.
2. Ručně vytáhněte nebo vytlačte rameno z nebezpečné polohy.
3. Zajistěte rameno robota proti pádu.

UPOZORNĚNÍ

Ruční tahání nebo tlačení ramene vede k jeho poškození, protože klouby jsou přetíženy.

- Rameno by mělo být ručně vytahováno nebo odsouváno pouze v situacích, které jsou kritické z hlediska bezpečnosti.

4.10 Bezpečnostní koncepce

Koncepce bezpečnosti systému Franka Research 3 poskytuje jednoduchý přístup k zajištění bezpečnosti robotického systému v rámci jeho cílové aplikace. Systém poskytuje soubor bezpečnostních funkcí, které jsou v souladu s normou EN ISO 13849-1. Další informace o bezpečnostních funkcích naleznete v kapitole 4.11 "Bezpečnostní funkce".

Pomocí nástroje Franka UI Watchman může bezpečnostní operátor používat tyto bezpečnostní funkce v takzvaných bezpečnostních pravidlech a scénářích k pokrytí rizik identifikovaných v analýze rizik provedené pro robotickou buňku a aplikaci.

Konfigurace bezpečnostního systému prostřednictvím nástroje Watchman je rozdělena do dvou částí:

- V nastavení bezpečnosti se konfiguruje obecná nastavení důležitá pro bezpečnost (např. definování chování bezpečných vstupů).
- Bezpečnostní scénáře umožňují pokrýt různé situace vhodnými bezpečnostními opatřeními.

Každý bezpečnostní scénář může definovat jedno nebo více bezpečnostních pravidel pro pokrytí určité situace/stavu, ve kterém se robot může nacházet.

SAFETY

Každé bezpečnostní pravidlo se skládá z bezpečnostní funkce, volitelných podmínek (definujících, kdy je pravidlo aktivní) a reakce spuštěné při porušení bezpečnostní funkce.

Pomocí bezpečnostního nastavení a bezpečnostních scénářů může operátor nastavit bezpečnostní systém podle potřeb zjištěných analýzou rizik. Franka Research 3 se dodává s předdefinovanou a předem ověřenou sadou scénářů. Pokud jsou vhodné k pokrytí potřeb odhalených analýzou rizik, lze toto nastavení použít out-of-the-box.

Pokud jsou požadována specifická bezpečnostní pravidla a scénáře, může bezpečnostní operátor předdefinované scénáře a pravidla upravit pomocí nástroje Watchman. Některé bezpečnostní scénáře jsou určeny pouze pro čtení nebo obsahují pevně stanovená pravidla, aby byla zajištěna minimální sada bezpečnostních opatření běžných pro většinu aplikací. Obecně jsou tyto předvolby definovány normou ISO 10218-1.

Bezpečnostní operátor musí všechna vlastní bezpečnostní nastavení a scénáře před jejich potvrzením a aktivací na robotu ověřit.

Předdefinované bezpečnostní scénáře pokrývají možné provozní stavy systému.

UPOZORNĚNÍ

Během obnovy porušených bezpečnostních funkcí se systém přepne na předdefinovaný scénář obnovy, aby zajistil bezpečnou obnovu. Původní scénář (např. Práce), ve kterém došlo k porušení, jeho pravidla a zejména porušená bezpečnostní funkce nejsou během obnovy aktivní. Jakmile je zotavení dokončeno, systém se přepne zpět do původního scénáře. Integrátor musí při provádění posouzení nebezpečí a rizik specifických pro aplikaci pro dokončené strojní zařízení vzít v úvahu předdefinované scénáře obnovy.

Scénáře pro stavy v režimu programování

Nečinnost (pouze pro čtení)

- Uživatel může být v blízkosti robota, ale neinteraguje s ním. Robot je v bezpečně sledovaném klidovém stavu.
- Jedná se o výchozí stav v režimu Programování, pokud není aktivní žádný jiný režim nebo pokud jsou přítomny konfliktní vstupy.

Učení (nastavitelné)

- Uživatel může robota vést rukou.
- Bezpečný aktivizační signál: Stisknutí aktivizačního tlačítka umístěného na rukojeti Pilot-Grip.
- Bezpečnostní obsluha může přizpůsobit předdefinovaný limit rychlosti.

Test & Jog (přizpůsobitelné)

- Uživatel sleduje a ověřuje provádění vytvořené úlohy a palců robota prostřednictvím uživatelského rozhraní Franka .
- Signál bezpečné aktivace: Externí aktivizační zařízení (X4).
- Bezpečnostní operátor si může předdefinovaný limit rychlosti přizpůsobit.

Otevírání/zavírání brzd (pouze pro čtení)

- Aktivní při otevření nebo zavření brzd.
- Prodloužení pohybu a rychlost jsou bezpečně omezeny.

Scénáře pro stavy v režimu provádění

Práce (přizpůsobitelné)

- Robot pracuje samostatně provedením úkolu.

SAFETY

- Tento scénář je předem naplněn pravidly aktivujícími bezpečnostní funkci bezpečně monitorovaného zastavení (SMSS), která zastaví robota, když jsou otevřeny vstupy X3.2 nebo X3.3. Je třeba nastavit pravidlo pro spuštění funkce "Bezpečně monitorovaný klidový režim" v rámci "Práce", aby bylo možné přepnout do režimu "Asistent".
- Bezpečnostní operátor může v rámci tohoto scénáře upravit všechna pravidla.

Assist (přizpůsobitelné)

- Společná operace "ruční vedení" definovaná normou ISO 10218-1 v režimu provádění.
- Signál bezpečné aktivace: Stisknutí aktivizačního tlačítka umístěného na rukojeti Pilot-Grip, když je robot v bezpečně sledovaném klidovém stavu.
- Bezpečnostní operátor může přizpůsobit limit rychlosti pro tento režim a/nebo přidat vlastní pravidla.

Otevírání/zavírání brzd (pouze pro čtení)

- Aktivní, když jsou brzdy otevřeny nebo zavřeny.
- Prodloužení pohybu a rychlost jsou bezpečně omezeny.

Chybové/poruchové stavy

Následující stavy nejsou při běžném provozu robota aktivní. Aktivními se stávají pouze v případě, že dojde k porušení bezpečnostních funkcí v ostatních stavech nebo k chybám důležitým z hlediska bezpečnosti.

Práce neplatná (pouze pro čtení)

Pokud není k dispozici žádný platný bezpečnostní scénář pro pracovní režim, aktivuje se jako záloha scénář "Work invalid", který zabráni pohybu robota.

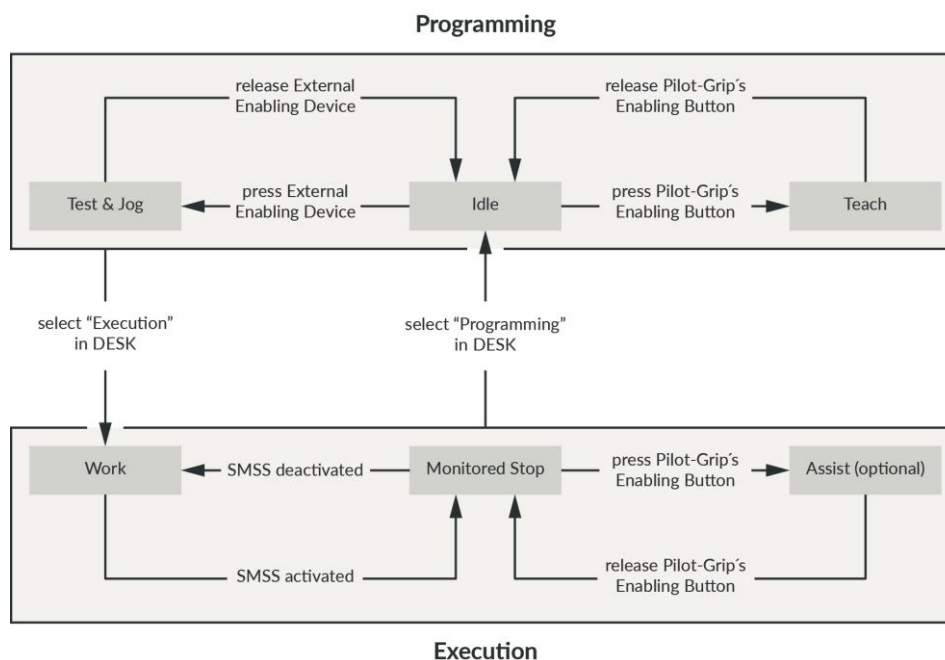
Violation idle (pouze pro čtení)

Tento stav je aktivní poté, co je porušena některá bezpečnostní funkce a byla provedena příslušná reakce.

Zotavení (chyba polohy, porušení kloubního limitu nebo porušení prostoru) (pouze pro čtení)

Tento stav je aktivní, když se robot zotavuje z porušené bezpečnostní funkce nebo chyby.

Signál aktivace bezpečného systému: V závislosti na typu porušení nebo chyby.



Obr. .44 : Stavy během normálního provozu.

4.11 Bezpečnostní funkce

VAROVÁNÍ

Horké povrchy a vedení při obnově

Při okolních teplotách nad 30 °C může být povrch robota příliš horký na dotek. Proto je třeba v případě výskytu porušení bezpečnostní funkce, které vyžaduje vedení rukou během zotavování, dodržovat následující pokyny:

- Zotavování smí provádět pouze personál speciálně vyškolený pro tuto situaci.
- Před obnovou je třeba vyhodnotit povrchové teploty, aby byly v mezích, kterých se lze dotknout. Doba ochlazování závisí na předchozím provozu a okolních teplotách.
- Při tomto postupu se doporučuje používat tepelně odolné ochranné rukavice.

UPOZORNĚNÍ

Franka Research 3 rozlišuje dva druhy bezpečnostních funkcí: kontrolní funkce a funkce zastavení.

Monitorovací funkce zaručují, že nebudou překročeny mezní hodnoty, např. rychlost (SLS-J), poloha (SLP-C)....

Zastavovací funkce se spouštějí při porušení monitorování nebo bezpečnostního vstupu. Povinnosti provozovatele bezpečnostních systémů je při konfiguraci limitů zohlednit časy zastavení a vzdálenosti zastavení.

UPOZORNĚNÍ

Připojení externích zařízení se samostatným napájením může ohrozit bezpečnostní funkci systému, pokud nejsou dodrženy elektrické jmenovité hodnoty.

Kromě toho musí být napětí v připojených zařízeních buď SELV, nebo vhodně odděleno od signálů připojených k systému.

Bezpečné vstupy

Název	Popis	Bezpečnostní hodnota	Reakce na zastavení
X3.1 - Nouzové zastavení	Konektor X3 v základně robota poskytuje jeden bezpečný vstup pro připojení nouzového zastavení.	PL d / Cat.3	Zastavení kategorie 1
X4 - Externí povolení	Konektor X4 v základně robota poskytuje jeden bezpečný vstup určený pro připojení 3polohového externího povolovacího zařízení.	PL d / Cat.3	Uvolněním nebo úplným stisknutím tlačítka Enabling se aktivuje bezpečnostní funkce SMSS. Reakce v případě porušení SMSS závisí na aktivním bezpečnostním scénáři.
Povolovací tlačítko	Třípolohové tlačítko Enabling Button je umístěno v blízkosti příruby na pilotní rukojeti robota.	PL d / Cat.3	Provozní režim "Programování": Zastavení kategorie 1 (viz předdefinovaný scénář "Idle"). Provozní režim "Provedení": Reakce v závislosti na konfiguraci SMSS ve scénáři "Práce". Během porušení bezpečnostní funkce nebo obnovení chyby vyvolá úplné stisknutí nebo uvolnění povolovacího tlačítka zastavení kategorie 1.
X3.2 - Bezpečný vstup 1 X3.3 - Bezpečný vstup 2	Konektor X3 na základně robota poskytuje dva další bezpečné vstupy. Chování těchto dvou vstupů lze nakonfigurovat v bezpečnostním nastavení.	PL d / Cat.3	Závisí na konfiguraci v bezpečnostních scénářích.

SAFETY

Monitorovací funkce

Název	Zkratka	Popis	Bezpečnostní hodnocení	Obnova v případě porušení UPOZORNĚNÍ: Provozovatel může obnovit všechna porušení.
 Pokud je aktivován SLP-C, nelze robota ovládat pomocí FCI!				
Bezpečně omezená kartézská poloha	SLP-C	Sledování kartézské polohy určitých bodů na rameni. Poloha se kontroluje vůči uživatelem definované kartézské oblasti. Monitorovány jsou následující body: • Příruba • Koleno • Zápěstí • Zákazníkem definované sféry nástroje Monitorování lze nakonfigurovat tak, aby signalizovalo porušení buď tehdy, když se jeden nebo více bodů nachází uvnitř definovaného prostoru, nebo když se jeden nebo více bodů nachází mimo definované meze. Parametrizace: • Model koncového efektoru (až pět sfér) ◦ Poloměr každé sféry ◦ Poloha středu každé koule vzhledem k přírubě Tip: Toto nastavení je obecné a ovlivní všechny bezpečnostní funkce používající tento model nástroje. • Sledovaný kartézský prostor (pole) • Porušení, je-li uvnitř/vně	PL d / kat. 3	Porušené meze polohy nebo orientace se zobrazí v Desce uživatelského rozhraní Franka. • Odblokování brzd robota. • Vyvedte robota mimo kartézský limit polohy. Uživatelské rozhraní Franka zobrazí, zda již nejsou porušeny limity polohy. • Dokončete zotavení stisknutím tlačítka Potvrdit v okně Desk.
 Když je aktivován SLS-C, nelze robota ovládat pomocí FCI!				
Bezpečně omezení kartézské rychlosti	SLS-C	Sledování kartézské rychlosti určitých bodů na konstrukci ramene. Monitorovány jsou následující body: • Příruba • Koleno • Zápěstí • středy zákazníkem definovaných nástrojových sfér Parametrizace: • Limit pro kartézskou rychlost	PL d / kat. 3	Porušení limitu rychlosti se zobrazí v dialogu v uživatelském rozhraní Franka. • Porušení potvrďte stisknutím tlačítka ve vyskakovacím hlášení. Žádný další postup obnovy není nutný.
Bezpečně sledovaný klidový režim	SMSS	Sledování klidového stavu v kartézském prostoru určitých bodů na konstrukci ramene. Monitorovány jsou následující body: • Příruba • Koleno • Zápěstí • středy zákazníkem definovaných nástrojových sfér Uživatel nemůže měnit parametry této bezpečnostní funkce.	PL d / Cat.3	V uživatelském rozhraní Franka se zobrazí dialogové okno porušení. • Potvrďte porušení stisknutím tlačítka . Žádný další postup obnovy není nutný.
Bezpečně vypnutí koncového efektoru	SEEPS	Bezpečně vypněte napájení poskytované koncovému efektoru (48 V napájecí vedení). Chování funkce SEEPS lze nakonfigurovat v bezpečnostním nastavení. Např. lze nakonfigurovat, že SEEPS	PL b / kat. b	Napájení koncového efektoru lze opět zapnout v Nastavení nebo v postranním panelu Desk.

SAFETY

		vypne napájení, když se spustí nouzové zastavení. Parametrizace: • Obecná konfigurace, zda je SEEPO aktivní, nebo ne. • Spouštěče vypnutí SEEPO		
--	--	--	--	--

Interní monitorovací funkce (neparametrizovatelné a konfigurovatelné v bezpečnostních pravidlech)

Název	Zkratka	Popis	Hodnocení bezpečnosti	Reakce	Náprava v případě porušení UPOZORNĚNÍ: Obsluha může obnovit všechna porušení.
 Pokud je aktivována funkce SLP-J, nelze robota ovládat pomocí FCI!					
Bezpečnost omezeno Poloha kloubu	SLP-J	Sledování polohy každého kloubu v kloubním prostoru. Tato bezpečnostní funkce se používá pouze interně k ochraně kloubních limitů ramene, k prevenci samovolných kolizí a lokálního sevření. Není k dispozici v uživatelsky definovaných scénářích. Jedná se o omezující funkci.	PL d / Cat.3	-	Dialog v rámci uživatelského rozhraní Franka informuje uživatele o porušení a umožňuje obnovu. • Kloub, který má být přesunut, odemkněte kliknutím na ikonu odemknutí v dialogu pro obnovu. • Chcete-li povolit obnovení pohybu, stiskněte externí povolovací zařízení. • Pohybuje kloubem stisknutím tlačítek +/- v dialogu pro obnovu. Tip: Klouby v porušeném stavu lze pohybovat pouze směrem od porušeného limitu. Všechny ostatními klouby lze pohybovat oběma směry, aby se robot dostal do vhodnější pozice.
Bezpečnost omezení Rychlost kloubu	SLS-J	Sledování rychlosti jednoho kloubu v kloubním prostoru. Tato interní bezpečnostní funkce se používá např. k zabránění rychlým pohybům při obnově polohy kloubu.	PL d, kat. 3	Kat. 1 Stop	V uživatelském rozhraní Franka se zobrazí dialogové okno pro porušení. 1. Potvrďte porušení stisknutím tlačítka . Žádný další postup obnovy není nutný.
Bezpečnost omezená vzdálenost	SLD	Funkce SLD sleduje, aby se jeden kloub pohyboval v rámci povoleného polohového okna. Tato interní bezpečnostní funkce se používá např. k zabránění nadměrnému pohybu při otevírání brzdy.	PL d, kat. 3	Kat. 1 Stop	V uživatelském rozhraní Franka se zobrazí dialogové okno s bezpečnostní chybou. 1. Chybu potvrďte stisknutím tlačítka . Žádný další postup obnovy není nutný.

Funkce zastavení

Název	Popis	Bezpečnostní hodnocení
Kategorie 0 zastavení	Rameno se okamžitě zastaví odpojením napájení od motorů a použitím brzd.	PL d / kat. 3
Zastavení kategorie 1	Rameno se zastavuje řízeně pomocí běžného ovládání motorů až do zastavení každého kloubu. Brzdy jsou aktivovány a po zastavení je výkon motorů odpojen. Sleduje se zpomalení kartézské rychlosti.	PL d / kat. 3
Zastavení kategorie 2	Rameno se zastavuje řízeně pomocí běžného ovládání motorů až do zastavení každého kloubu. Po zastavení je bezpečně monitorováno zastavení. Sleduje se zpomalení kartézské rychlosti.	PL d / kat. 3

Bezpečné výstupy

Název	Popis	Bezpečnostní hodnocení
Bezpečné vypnutí koncového efektoru	Vypne napájení koncového efektoru (48 V napájecí vedení).	PL b / Cat.b

Další bezpečnostní hodnocení

Třístupňové zapínací tlačítko v blízkosti příruby robota je realizováno v souladu s normami IEC 60204-1:2016 a IEC 60947-5-8:2006.

Třístupňové externí povolovací zařízení dodávané společností Franka Robotics je realizováno v souladu s IEC 60204-1:2016 a IEC 60947-5-8.

Nouzové zastavení poskytované společností Franka Robotics je v souladu s IEC 60204-1:2016 a EN ISO 13850:2015.

Další zotavení související s bezpečností (v případě bezpečnostních chyb)

Obnova po chybě společné polohy

Chyby společné polohy mohou obnovit pouze bezpečnostní operátoři.

Dialogové okno v uživatelském rozhraní Franka informuje uživatele o chybě a umožňuje její obnovení.

Podrobný návod, jak chybu opravit, naleznete v kapitole 13.8 "Řešení problémů".

Obnova chyby bezpečného vstupu

Chyby bezpečných vstupů lze obnovit potvrzením příslušného dialogu v uživatelském rozhraní Franka UI, pokud je potvrzení pro tyto vstupy nakonfigurováno v programu Watchman.

Další bezpečnostní chyby

Ostatní bezpečnostní chyby obvykle nelze obnovit. Pro zotavení z těchto chyb se pokuste restartovat systém. Pokud chyba přetrvává, kontaktujte svého dodavatele nebo společnost Franka Robotics.

Obecné informace pro všechny případy

V případě bezpečnostní chyby robot neumožní pohyb, dokud není provedeno zotavení.

V případě porušení bezpečnosti základna pomalu červeně bliká.

V případě potřeby zobrazí uživatelské rozhraní Franka UI průvodce obnovou, který provede postup obnovy.

Chyby polohy kloubu může obnovit pouze operátor bezpečnosti.

Všechny ostatní obnovy může provádět operátor.

Další opatření pro případné odstranění závad jsou popsána v kapitole 13.8 "Řešení problémů".

4.12 Další informace pro plánování a počáteční instalaci robotického systému

Podle norem EN ISO 10218-2 a EN ISO 8373 se robotickým systémem rozumí robot, který je nastaven jako kompletní systém s periferními zařízeními, jako jsou robotické nástroje, obrobky, dopravní technika a všechna příslušná zařízení a ochranné pomůcky. Vzhledem k pohybu robota a integrovaným aplikacím představuje robotický systém potenciální nebezpečí pro osoby, které se podílejí na činnostech obsluhy, montáže nebo údržby. Úkolem výrobce i montéra robotického systému je analyzovat a vyhodnotit tato nebezpečí a zajistit vhodná ochranná opatření.

Tato specifikace vychází ze zákonů, předpisů a směrnic, které jsou specifické pro danou zemi, a závisí tedy na příslušné lokalitě (místě provozu) robota.

V Evropském hospodářském prostoru (EHP) platí zastřešující předpisy, které mohou být doplněny příslušnou legislativou specifickou pro danou zemi, předpisy specifickými pro dané odvětví a interními podnikovými předpisy.

Při plánování robotického systému je proto nutné se informovat o předpisech v místě instalace a odpovídajícím způsobem je zohlednit.

SAFETY

Typ odvětví může také vést k odlišným specifikacím. Bude například robotický systém používán v průmyslovém výzkumu nebo ve výzkumu?

Jak bylo uvedeno výše, umístění robotického systému určuje, jaká různá pravidla, předpisy a zákony je třeba dodržovat. V Evropském hospodářském prostoru (EHP) platí ve všech zemích směrnice o strojních zařízeních a harmonizované evropské normy. Dále je třeba brát v úvahu místní právní předpisy, jako je zákon o bezpečnosti výrobků, zákon o odpovědnosti za škodu způsobenou vadou výrobku a nařízení o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci v Německu.

Nejdůležitější pravidla a předpisy pro sestavení robotického systému jsou uvedeny níže.

Normy / směrnice	Popis
RL 2006/42/EG	Maschinenrichtlinie des Europäischen Parlaments und des Europäischen Rates
ISO 12100	Bezpečnost strojních zařízení - Obecné zásady pro navrhování - Posuzování a snižování rizika
ISO 10218-2	Roboty a robotická zařízení - Bezpečnostní požadavky na průmyslové roboty - Část 2: Robotické systémy a integrace
ISO/TS 15066	Roboty a robotická zařízení - Kolaborativní roboty
ISO 13854	Bezpečnost strojních zařízení - Minimální mezery zabráňující rozdrcení částí lidského těla
ISO 13855	Bezpečnost strojních zařízení - Umístění ochranných prvků s ohledem na rychlost přiblížení částí lidského těla
ISO 13850	Bezpečnost strojních zařízení - Funkce nouzového zastavení - Zásady pro konstrukci
ISO 11161	Bezpečnost strojních zařízení - Integrované výrobní systémy - Základní požadavky
IEC 60204-1	Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů - Část 1: Obecné požadavky
ISO 13849-1	Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části řídicích systémů - Část 1: Obecné zásady pro navrhování
ISO 13849-2	Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části řídicích systémů - Část 2: Validace
ISO 13482	Roboty a robotická zařízení - Bezpečnostní požadavky na roboty pro osobní péči

V zásadě platí vždy stejný cíl: => snížení rizika zranění osob.

Lze tedy konstatovat, že žádný robotický systém nesmí být provozován bez příslušných ochranných opatření.

Ochrannými opatřeními mohou být např:

- bezpečnostní ochranné zařízení
- ochranné zařízení citlivé na elektrotechniku
- oplocení a/nebo fyzické zábrany
- označené prostory
- Značky
- Tlačítka nouzového zastavení
- Indikační prvky

SAFETY

- Bezpečnostní zařízení řídicího systému
- Vnitřní bezpečnostní funkce robota (viz kapitola 4.11 "Bezpečnostní funkce").

Vzhledem k různým možnostem použití robota nemůže společnost Franka Robotics poskytnout jednotný návod pro určení požadovaných ochranných zařízení při integraci robotického systému. Odpovědnost za bezpečnou realizaci robotického systému nese integrátor / provozovatel.

Velmi dobrý a podrobný průvodce konstrukcí robotických systémů je popsán také na webových stránkách DGUV (německé sociální úrazové pojištění) => [Informace DGUV 209-074](#).

V následujících vysvětlivkách jsou popsána opatření, která jsou nezbytnou součástí plánování robotického systému. Tato opatření je pak třeba doplnit o nezbytné údaje z předpisů a specifikací aplikace.

I. Analýza:

Analýza zahrnuje popis automatizačního řešení a současně zúžení funkce plánovaného systému. Tato část se nazývá zamýšlené použití. Musí být zdokumentováno i nezamýšlené použití, tj. podmínky a činnosti, které se s tímto systémem nesmí provádět. Podrobný popis úkolu je součástí následného posouzení rizik a zjednodušuje stanovení rizik pro příslušná nebezpečí v dalším průběhu plánování.

Vytvoření koncepčního uspořádání usnadňuje přehled o plánovaném systému. Ten by měl zobrazovat všechny komponenty včetně souvisejících periférií.

Dalším krokem je analýza zdrojů potenciálního nebezpečí robotického systému. Do následného hodnocení rizik vnese jasno, pokud je uvedeno, která komponenta představuje jaké nebezpečí. V případě potřeby to také umožňuje seskupit účinky nebezpečí.

Za možné zdroje nebezpečí je třeba považovat všechny součásti robotického systému, které mají být integrovány. Kromě robota sem patří všechny komponenty, které mají být integrovány, jako jsou nástroje, zařízení, dopravníkové systémy, ovládací skříně a ochranná zařízení, ale také nebezpečí, která mohou vzniknout v důsledku vzájemné kombinace komponent.

II. Posouzení rizik:

Posouzení rizik slouží k analýze a vyhodnocení zdrojů nebezpečí a úrovně výsledných rizik zranění osob, jakož i ke stanovení nezbytných opatření ke snížení rizik.

Postup požadovaného posouzení rizik podle směrnice o strojních zařízeních je popsán v normě DIN EN ISO 12100. Existují různé tabulky a nástroje, které umožňují strukturované provedení (viz odkaz nad těmito seznamy). Základní struktura posouzení rizik se skládá z následujících prvků:

- údaje o plánovaném systému (označení stroje, výrobní číslo atd.)
- Limity robotického systému
- Určení požadovaných předpisů a norem
- Uspořádání robotického systému
- Označení zdrojů nebezpečí v uspořádání
- Posouzení zdrojů nebezpečí s ohledem na příslušné činnosti a provozní režimy. K tomuto účelu lze použít různé hodnotící postupy. Postup je podrobně vysvětlen v normě.

Postup pro stanovení opatření ke snížení rizik je rovněž popsán v normě a v pokynech a odkazech na literaturu.

V zásadě platí pro snižování rizik následující prioritizace opatření:

- Předcházení nebezpečí
- Snížení rizika prostřednictvím přirozeně bezpečné konstrukce
- Snížení pomocí mechanických ochranných zařízení
- Snížení pomocí ochranných zařízení souvisejících s ovládáním
- Snížení pomocí organizačních opatření

Při určování opatření by měly být vždy dodrženy specifikace z harmonizovaných norem. Tím se snižuje důkazní břemeno vzhledem k předpokladu shody podle normy.

SAFETY

Uspořádání:

V konečném uspořádání robotického systému by měla být všechna ochranná opatření zakreslena v měřítku. Mělo by být jasné přiřazení k ochranným opatřením identifikovaným v posouzení rizik.

III. Fáze realizace:

Nastavení systému a realizace definovaných ochranných opatření.

IV. Ověřování:

Po nastavení systému včetně všech ochranných opatření je třeba provést ověření ochranných opatření v souladu s příslušnými normami. Například testování ochranných opatření řídicí techniky je v normě 13849-2 označováno jako "ověření funkční bezpečnosti" a požadavky na ověření jsou v ní upraveny.

Tento protokol o ověření je nezbytnou součástí pro přejímku robotického systému.

V. Přejímka:

Konečná přejímka robotického systému zahrnuje podrobný protokol o všech jednotlivých výše uvedených krocích. V průmyslových oblastech použití je distributorem vyžadováno prohlášení o shodě (CE) v souladu se směrnicí o strojních zařízeních. Prohlášení o shodě (CE) je vyžadováno také v případě, že je robotický systém nastaven pro "vlastní použití" ve vnitropodnikovém výzkumu. U robotických systémů ve výzkumu a v laboratoři je rovněž nutné navrhnout provoz robotů tak, aby byl bezpečný pro osoby, a zavést vhodná ochranná opatření. Směrnice o strojních zařízeních definuje robotické systémy pro výzkumné účely jako systémy určené pro konkrétní výzkumný účel a konstruované pouze pro dočasné použití. Rozhodující tedy je, zda má systém dočasné použití (např. jednorázový experiment, který bude následně demontován - bez CE - nebo trvalé použití jako zařízení v laboratoři - vyžadováno CE).

5 ROLE A PERSONÁL

VAROVÁNÍ

Nedostatečně kvalifikovaný personál

Nedostatečně kvalifikovaný personál může způsobit vážná zranění sobě nebo jiným osobám.

- Důkladně si přečtěte příručku a vyřešte případné dotazy.

Všechny osoby, které vstupují do pracovního prostoru robota, musí využít svých znalostí a zkušeností, být si vědomy možných rizik týkajících se robotického systému a chovat se přiměřeně obezřetně.

- Zodpovědná osoba musí uživatele výslovně informovat o omezeních a limitech systému Franka Research 3.

VAROVÁNÍ

Intoxikovaný personál

Intoxikovaný personál může způsobit vážná zranění sobě nebo jiným osobám nebo může způsobit materiální škody na strojích a zařízeních.

- Nepracujte s přístrojem Franka Research 3 pod vlivem drog, alkoholu nebo léků ovlivňujících reakce.

5.1 Personál

Odpovědná osoba

Odpovědná osoba odpovídá za dodržování předpisů o ochraně zdraví při práci a nařízení o bezpečnosti provozu. Odpovědnou osobou za Franka Research 3 může být zejména podnikatel, ředitel ústavu, zaměstnavatel nebo pověřená osoba odpovědná za používání Franka Research 3.

Odpovědná osoba odpovídá za následující:

- Odpovědná osoba musí plnit kontrolní povinnosti.
- Odpovědná osoba musí zajistit, aby všichni zaměstnanci pracující s Franka Research 3 měli pro tuto činnost odpovídající kvalifikaci a byli informováni o možných nebezpečích, která může Franka Research 3 představovat.
- Odpovědná osoba musí v daných intervalech zajišťovat školení a instruktáže k vytváření a upevňování povědomí o rizicích.

Uživatel

Uživatelé systému jsou osoby, které se přímo podílejí na provozu systému. Provoz systému je rozdělen na různé úkoly, které pokrývají různé fáze provozu systému:

- Administrativní úkoly
- úkoly související s bezpečností
- Provoz systému

Podle přidělených úkolů musí mít uživatelé kvalifikované znalosti z předmětné oblasti úkolu, bezpečnostní pokyny a školení o robotickém systému. Požadovaná kvalifikace je popsána níže v popisu uživatelských rolí.

Integrátor

Integrátor je odpovědný za sestavení částečně dokončeného strojního zařízení do konečného strojního zařízení spojením robota s dalším zařízením nebo jiným strojem, včetně dalších robotů, a vytvořením strojního systému.

Integrátor rovněž provádí příslušné posouzení rizik, aby identifikoval zbytková rizika a odstranil je nebo minimalizoval.

Integrátor odpovídá za bezpečnost finální aplikace.

Další informace o tématech souvisejících s odpovědností naleznete v kapitole 4.2 "Upozornění na odpovědnost".

UPOZORNĚNÍ

Robota smí obsluhovat pouze kvalifikovaný nebo dostatečně vyškolený personál, který má odpovídající technické dovednosti. Kvalifikace uvedeného personálu zahrnuje mimo jiné odborné technické vzdělání, vysokoškolské vzdělání technického směru nebo odbornou praxi v oblasti robotiky nebo automatizace.

Společnost Franka Robotics navrhuje školení zaměřené na konkrétní produkt, které provádí společnost Franka Robotics, její partneři a pobočky.

5.2 Uživatelské role

Operátor

Operátor může přistupovat k systému Franka Research 3 a využívat uživatelské rozhraní Franka UI k používání systému Franka Research 3 v rámci limitů definovaných odpovědnou osobou, administrátorem a bezpečnostním operátorem. Operátor může využívat uživatelské rozhraní Franka UI následujícím způsobem:

- Spustit, sledovat a zastavit zamýšlený provoz systému Franka Research 3.
- Stahovat a vybírat úlohy
- Zobrazení úloh a nastavení aplikace
- Zobrazit stav systému (síť, robot, koncový efektor).
- Zobrazit bezpečnostní nastavení
- Zamknout/odemknout klouby
- Spustit/zastavit úlohu
- Vedení (bez možnosti ukládání póz)
- Přepínání režimu Pilot
- Přesun do transportní pozice pro balení
- Stažení souborů protokolu ze systému
- Vypnutí a restart systému

Obsluha má pouze omezený přístup k uživatelskému rozhraní Franka.

Administrátor

Správce má všechna práva, která má operátor. Administrátor je osoba pověřená odpovědnou osobou k nastavení a přístupu k robotickému systému a k využívání uživatelského rozhraní Franka UI následujícím způsobem:

- Správa uživatelů (vytváření, aktualizace a mazání uživatelů; přidělování rolí a úprava hesel).
- Nastavení a změna parametrů systému nesouvisejících s bezpečností (např. změna nastavení koncových efektorů).

ROLE A PERSONÁL

- Programování a výuka robotického systému
- Instalace aktualizací systému, funkcí a aplikací
- Upravovat konfiguraci systému
- Vytvářet, upravovat a nastavovat parametry úloh

Bezpečnostní operátor

Bezpečnostní operátor má stejná práva jako operátor a navíc má právo nastavovat a ověřovat bezpečnostní nastavení. Bezpečnostní operátor může používat rozhraní Franka UI následujícím způsobem:

- Upravovat bezpečnostní konfigurace
- Programovat a učit robotický systém
- Vytvářet, upravovat a nastavovat parametry úloh
- Obnovovat specifické bezpečnostní chyby

UPOZORNĚNÍ

Uživatelské role by měl přebírat pouze kvalifikovaný nebo dostatečně vyškolený personál. Měli by být poučeni o chování v nouzových nebo nestandardních situacích. Odpovědná osoba musí vybrat personál na základě zkušeností, školení nebo podobných stávajících povinností v oblasti robotiky, automatizace, průmyslové bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Přidělování uživatelských rolí

Přiřazení správce

Při prvním přihlášení je vytvoření uživatele administrátora povinné.

1. Zadejte uživatelské jméno.
2. Zadejte heslo.
3. Potvrďte heslo.

Přihlašovací údaje administrátora by měly být bezpečně uloženy. Jediný způsob, jak získat přístup k roli správce bez hesla, je provést obnovení továrního nastavení, které odstraní všechny předchozí informace.

UPOZORNĚNÍ

Vždy používejte bezpečná hesla, abyste zabránili přístupu neoprávněných osob do systému.

Vytváření a úpravy uživatelů

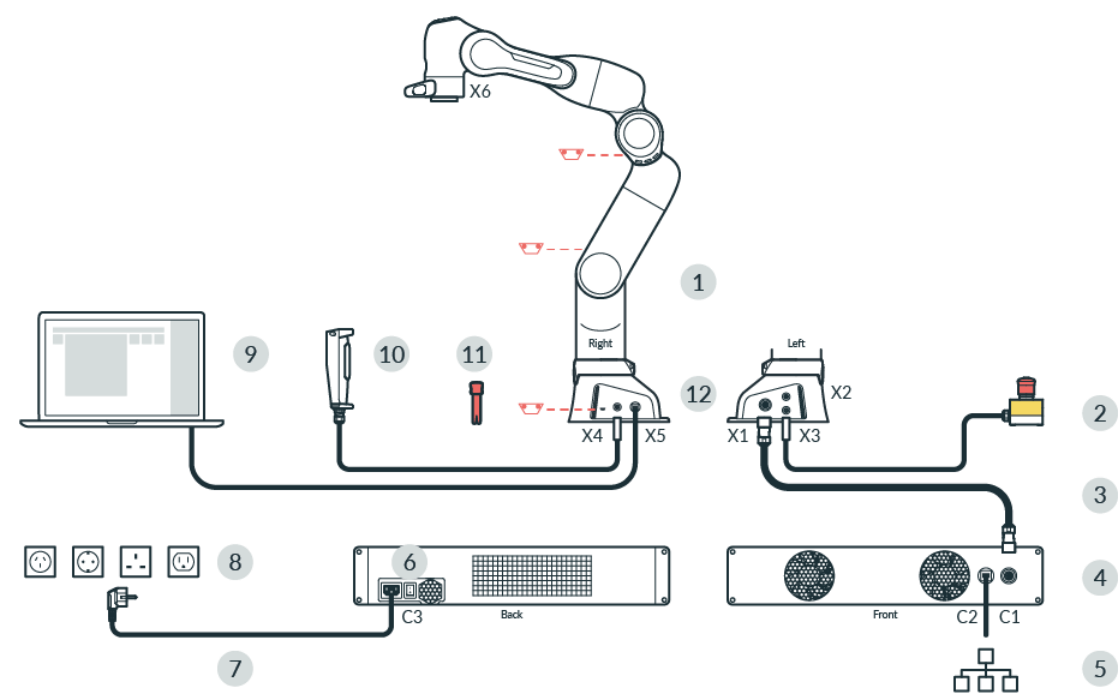
Vždy musí být definován alespoň jeden uživatel s rolí Administrator. To znamená, že posledního správce nelze odstranit. Každému uživateli musí být přiřazena role, přičemž stejnou roli může mít několik uživatelů. Franka Research 3 podporuje výše popsané role.

Postup

1. Přihlaste se do uživatelského rozhraní programu Franka. Informace o uživatelském rozhraní Franka najdete v kapitole 13.6 "Uživatelské rozhraní Franka".
2. Přejděte do části Nastavení.
3. Klikněte na kartu Users (Uživatelé).
4. Přidejte nové uživatele nebo upravte stávající.

6 PŘEHLED ZAŘÍZENÍ

Na následujícím obrázku je znázorněna minimální konfigurace systému a příklad kabeláže.

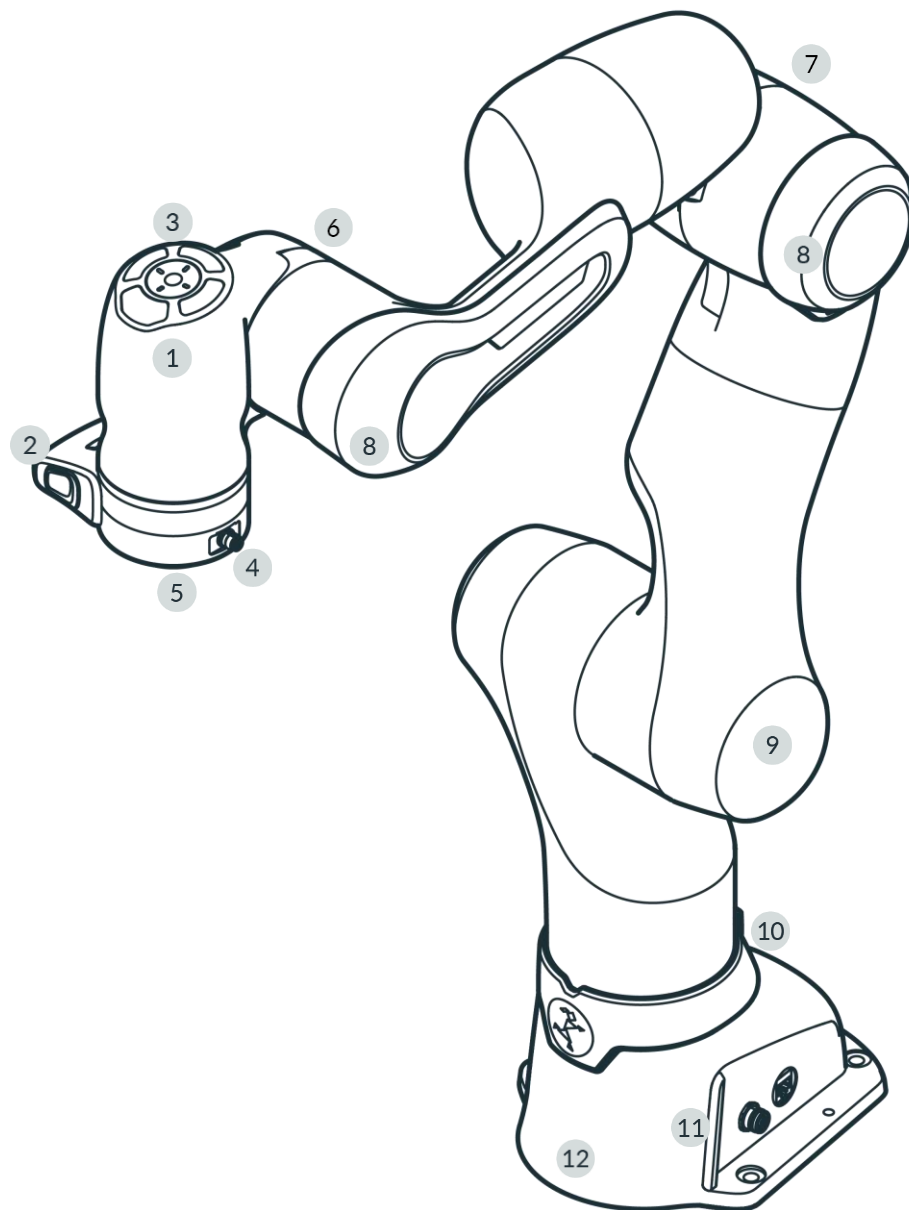


Obr. .61 : Přehled vybavení

1	Rameno	7	Napájecí kabel
2	Zařízení nouzového zastavení	8	Síťová zásuvka
3	Připojovací kabel	9	Zařízení rozhraní (není součástí dodávky) s rozhraním Franka UI
4	Ovládání	10	Externí povolovací zařízení
5	Ethernet (sítě)	11	Nástroj pro nouzové odblokování
6	Vypínač napájení	12	Připojení k funkčnímu uzemnění

6.1 Rameno

Rameno má následující součásti:



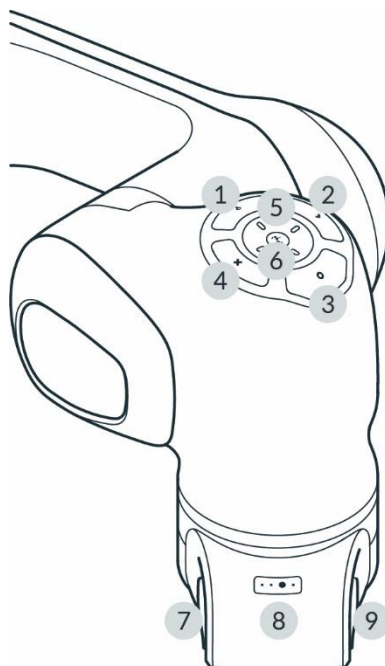
Obr. .62 : Přehled Rameno

1	Pilot	7	Koleno
2	Pilotní rukojeť	8	Měkký chránič
3	Pilot-Disc	9	Rameno
4	X6 - Konektor koncového efektoru	10	Držák pro nouzový odblokovací nástroj
5	Příruba pro koncový efektor	11	Kontrolka stavu
6	Zápěstí	12	Základna

PŘEHLED ZAŘÍZENÍ

Pilot - pohled shora

Části stolu a integrované koncové efekторы lze ovládat přímo z robotického ramene prostřednictvím kotouče Pilot-Disc.



Obr. .63 : Pilot

1	Tlačítko Pilot-Mode	6	Stavová kontrolka
2	Potvrzovací tlačítko	7	Povolovací tlačítko
3	Tlačítko učení	8	Tlačítko naváděcího režimu
4	Tlačítko mazání	9	Tlačítko pro navádění
5	Tlačítka se šípkami		

Pilot

Pilot je uživatelské rozhraní integrované přímo do ramene pro navádění robota a snadnou interakci s koncovými efekторы a stolem. Pilot se skládá z Pilot-Disc (1-6) a Pilot-Grip (7-9).

Další informace o Desk naleznete v části Desk v kapitole 13.2 "Jeden bod ovládání".

Pilot-Disc (1-6)

Pilot-Disc je umístěn na horní části robota Pilot a slouží k interakci se systémem robota. Mezi ovládáním ramene nebo koncového efektoru lze přepínat stisknutím tlačítka Pilot-Mode (1) na disku Pilot-Disc. Jednotlivé aplikace vybírejte, parametrizujte nebo zadávejte pozice ručním navedením Ramena do požadované pozice a stisknutím tlačítka Teach (3).

Pilot-Grip (7-9)

Pilot-Grip je umístěn v blízkosti špičky robota jako součást jeho konstrukce. Rukojeť Pilot-Grip obsahuje tlačítko navádění, tlačítko povolení a tlačítko režimu navádění.

Tlačítko Pilot-Mode (1)

Stisknutím tlačítka Pilot-Mode (1) uživatel přepíná mezi používáním tlačítek se šípkami na disku Pilot-Disc k navigaci po stole nebo k ovládání integrovaných koncových efektorů (např. rukojeti Franka).

PŘEHLED ZAŘÍZENÍ

Potvrzovací tlačítko (2)

Pokud svítí tlačítko Potvrdit, potvrdí se všechny změny provedené v kontextové nabídce a přejde se na další část. Tlačítko Potvrdit uloží všechny provedené volby.

Tlačítko Výuka (3)

Uložte pózu ramene nebo koncového efektoru tak, že přesunete rameno nebo koncový efektor do požadované konfigurace a stisknete tlačítko Teach.

Tlačítko Delete (4)

Pokud svítí, stisknutím tlačítka Delete (Smazat) odstraníte vybranou pózu nebo sekci.

Tlačítka se šipkami (5)

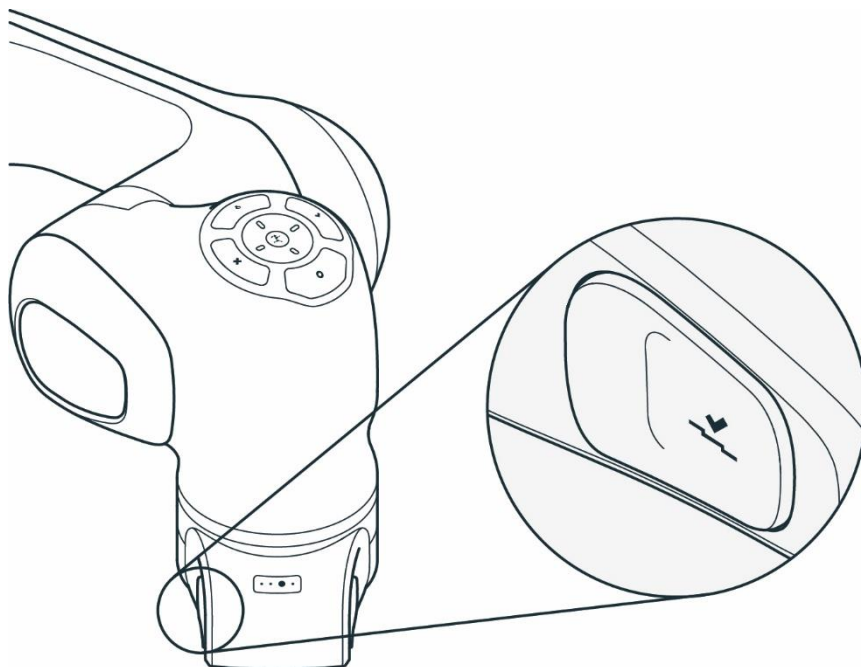
Tlačítka se šipkami mohou v závislosti na režimu Pilot-Mode buď navigovat po pozici Desk, nebo ovládat integrované koncové efekty. V režimu koncových efektorů závisí přiřazení kláves na aktivním koncovém efektoru.

Povolovací tlačítko (7)

Tlačítko Enabling se nachází na levé straně rukojeti Pilot-Grip a po stisknutí do střední polohy umožňuje pohyby robota. Chcete-li robotem pohybovat, stiskněte tlačítko Enabling do poloviny a současně stiskněte tlačítko Guiding. Tlačítko Enabling Button má bezpečnostní třídu podle požadavků normy EN ISO 10218-1. Tři polohy tlačítka Enabling Button robota buď zastaví, znovu aktivují, nebo jím pohybují. Chcete-li robota okamžitě zastavit, uvolněte nebo zcela stiskněte tlačítko Enabling Button. Po zastavení jej nejprve zcela uvolněte a poté jej znovu stiskněte do střední polohy, abyste robota znovu zapnuli.



Obr. .64 : přepínání stavu Tlačítko povolení



Obr. .65 : Tlačítko povolení

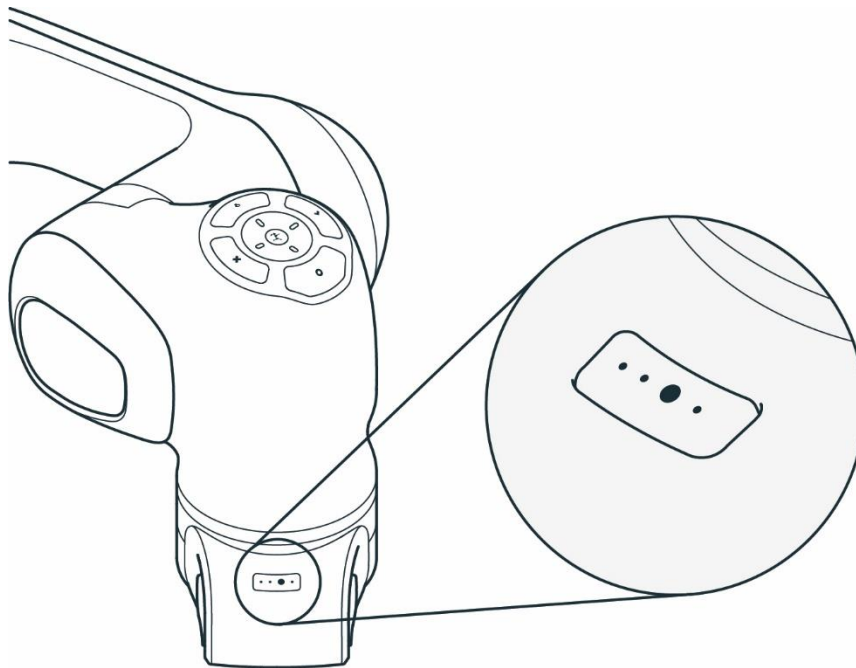
PŘEHLED ZAŘÍZENÍ

Tlačítko vodícího režimu (8)



Obr. .66 : Tlačítko naváděcího režimu

Tlačítko Guiding-Mode se nachází na horní straně rukojeti Pilot-Grip a umožňuje uživateli přepínat mezi různými způsoby navádění stisknutím tlačítka Guiding-Mode. Možné režimy Guiding-Mode jsou pouze translace, pouze rotace, volné pohyby a uživatelem definovaný pohyb.



Obr. .67 : Tlačítko režimu navádění

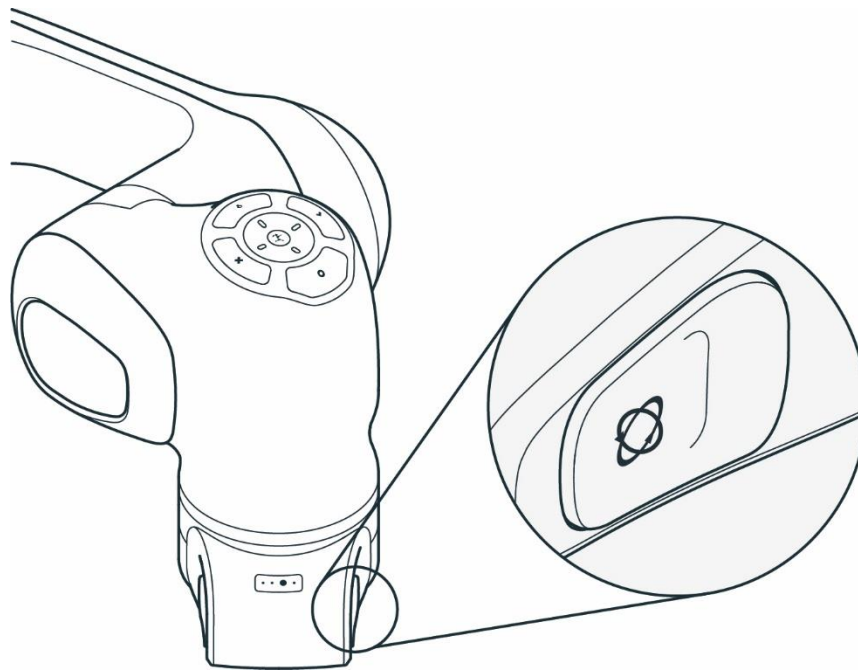
Tlačítko navádění (9)



Obr. .68 : Tlačítko navádění

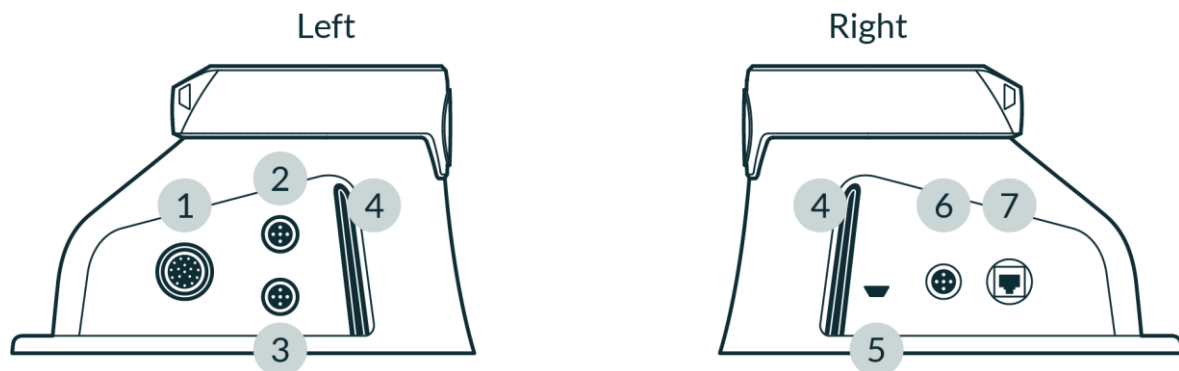
Tlačítko navádění se nachází na pravé straně pilotní rukojeti. Stiskněte tlačítko Guiding a současně do poloviny stiskněte tlačítko Enabling (7), abyste mohli robotem pohybovat.

PŘEHLED ZAŘÍZENÍ



Obr. .69 : Naváděcí tlačítko

Základna ramene



Obr. .610 : Připojovací porty na základně robota

1	X1 - připojení k ovládacímu konektoru	5	Místo pro zasunutí nástroje pro nouzové odblokování
2	X2 - Vyhrazeno	6	X4 - Externí povolovací konektor
3	X3 - Konektor bezpečných vstupů	7	X5 - Konektor sítě robota
4	Stavová kontrolka		

Základna robota má několik portů pro připojení a podporu různých zařízení:

- X1 - připojení k ovládání
- X2 - Digitální vstupy a výstupy
Připojení nese dva nezabezpečené digitální vstupy a výstupy. Vstupy a výstupy a napájení 24 V jsou galvanicky odděleny od systému robota a ostatních rozhraní robota. Funkčnost fyzických portů závisí na konkrétní verzi softwaru.

PŘEHLED ZAŘÍZENÍ

- X3 - Bezpečnostní signály
 - X3.1 - Nouzové zastavení: Stisknutím zařízení nouzového zastavení se spustí příkaz zastavení kategorie 1, který zastaví robota a volitelně přeruší napájení koncového efektoru. Toto chování lze nakonfigurovat v programu Watchman.
 - X3.2, X3.3 - Bezpečné vstupy: Port X3 umožňuje dva další bezpečné vstupy. Jejich chování lze nakonfigurovat v aplikaci Watchman. Další informace o programu Watchman naleznete v části Watchman v kapitole **Error! Reference source not found.**
 - X4 - Externí povolení

Třípolohové externí povolovací zařízení povoluje "Test & Jog", když je systém v režimu programování. Umožňuje pohyb Franka Research 3. Programy lze spouštět prostřednictvím Desk.

- X5 - Síť robotů

Zařízení rozhraní, na kterém běží uživatelské rozhraní Franka založené na prohlížeči, lze připojit k portu Ethernet X5.

UPOZORNĚNÍ

Pro využití konfigurovatelných vstupů Safe (X3.2, X3.3) je třeba sestavit vlastní konektor s příslušnými bezpečnostními signály. Přitom již nelze použít stávající nouzové zastavení. Proto musí být funkce nouzového zastavení integrována pro kanál X3.1 ve vlastním konektoru.

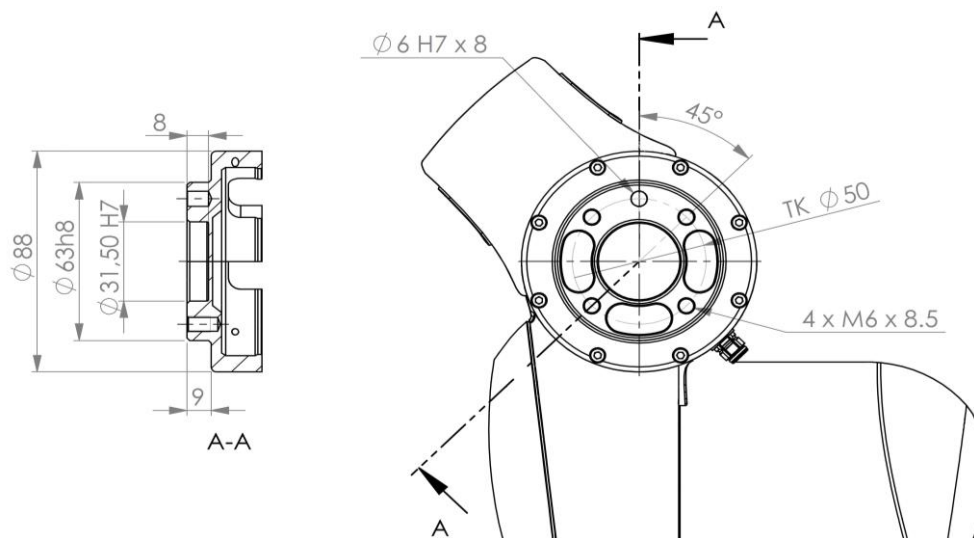
UPOZORNĚNÍ

Ve výchozím nastavení jsou kanály Bezpečný vstup X3.2 a X3.3 přiřazeny bezpečnostní funkci SMSS ve scénáři "Práce" v programu Watchman. Předpokládáme, že k X3.2 a X3.3 nejsou připojena žádná externí bezpečnostní zařízení (k X3.1 je připojeno pouze nouzové zastavení Franka Robotics). Tyto vstupy budou považovány za "aktivované", což znamená, že robotem nebude možné pohybovat pomocí výchozích pravidel scénáře "Práce". V závislosti na analýze rizik a nebezpečí specifické pro danou aplikaci lze výchozí pravidla změnit tak, aby umožňovala pohyb robota bez ohledu na X3.2 a X3.3.

PŘEHLED ZAŘÍZENÍ

Příruba koncového efektoru

Koncové efektor, jako je například Franka Hand, lze připojit přes přírubu koncového efektoru. Příruba koncového efektoru byla vyvinuta v souladu s příslušnými normami kvality DIN ISO 9409-1-A50. Další informace naleznete v kapitole 10.7 "Montáž koncového efektoru s".



Obr. .611 : Příruba koncového efektoru

UPOZORNĚNÍ

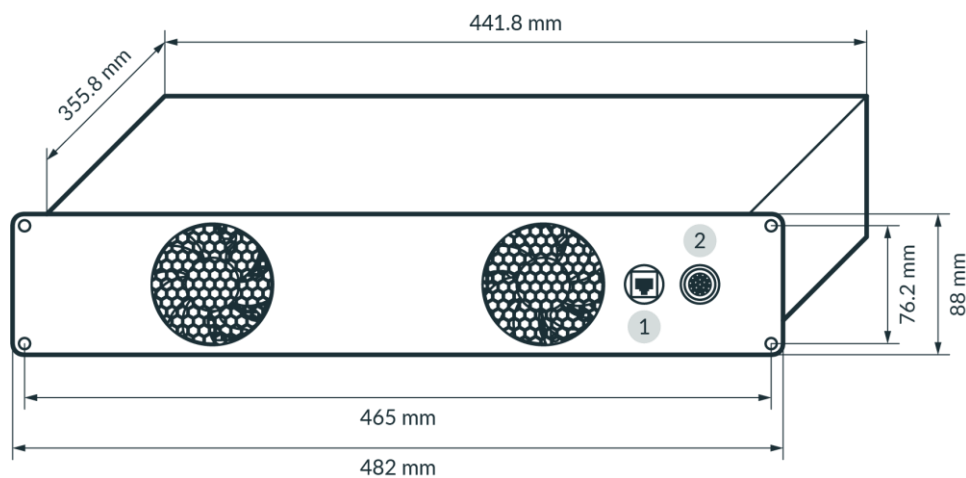
Franka Hand není součástí certifikovaného strojního zařízení.

6.2 Ovládání

UPOZORNĚNÍ

Provoz ruky je povolen pouze s ovládáním dodaným společností Franka Robotics.

Ovládání je hlavní řídicí jednotka a je součástí systému Franka Research 3. Hlavní řídicí jednotka realizuje monitorování a řízení mechanické konstrukce robota.

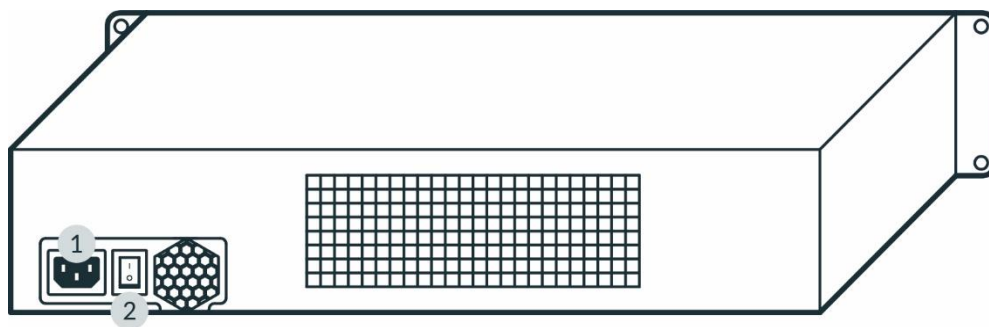


Obr. .612 : Rozměry a připojovací porty ovládání

1 C2 - síťový konektor v dílně

2 C1 - Připojení ke konektoru ramene

PŘEHLED ZAŘÍZENÍ



Obr.6 :13

1	C3 - Konektor napájení	2	Vypínač napájení
---	------------------------	---	------------------

Instalace

Řídicí jednotka se vejde do 19" racku 2RU.

7 ROZSAH DODÁVKY A DALŠÍ VYBAVENÍ

7.1 Součástí balení je

Rameno

- 1x rameno
- 1x nástroj pro nouzové odblokování
- 4x šroub (ISO 4762, M8x20, ST 10.9 A2K)
- 4x podložka (ISO 7089, M8, ST HV300 A2K)
- 1x šroub (ISO 4762, M5x8, ST 8.8 A2K)
- 1x zubová podložka (DIN 6797-A, M5, ST A2K)
- 1x stručný návod k instalaci FR3 (číslo dokumentu: R02040)



Obr. .71 : rozsah dodávky Rameno

Ovládání

- 1x ovládací prvek
- 1x napájecí kabel pro danou zemi



Obr. .72 : rozsah dodávky Ovládání

Zařízení

- 1x externí povolovací zařízení
- 1x zařízení pro nouzové zastavení



Obr. .73 : rozsah dodávky zařízení

ROZSAH DODÁVKY A DALŠÍ VYBAVENÍ

Příslušenství

- 1x propojovací kabel



Obr. .74 : Rozsah dodávky Připojovací kabel

7.2 Není součástí balení

Další příslušenství, např. pumpu cobot, naleznete na [adrese](https://franka.world/) <https://franka.world/>.

Následující vybavení není součástí dodávky:

- Zařízení rozhraní
 - Tablet/NOTICEbook/PC
Zařízení rozhraní by mělo být vybaveno prohlížečem (Chrome, Chromium nebo Firefox), ethernetovým portem a ideálně s dotykovou funkcí.
- Materiál
 - Ethernetový kabel s konektorem RJ 45 pro připojení zařízení rozhraní k rameni.
 - Ethernetový kabel s konektorem RJ 45 pro volitelné připojení řídicí jednotky k podnikové síti nebo pracovní stanici PC.
 - montážní příslušenství (doporučené společností Franka Robotics): 2x 6 mm h8 kolíky pro přesnou montáž ramene, pokud je to vhodné.
 - Základní deska pro montáž ramene (v závislosti na základní desce mohou být zapotřebí různé šrouby a podložky, viz tabulka v kapitole 10.4 "Montáž ramene").
 - Funkční zemnicí kabel s okem
- Nářadí
 - Šestihranný klíč pro montáž ramene na základní desku
 - Šroubovák pro připojení funkčního zemnicího kabelu
 - Vodováha pro zajištění vodorovné instalace ramene
 - Momentové klíče k utažení šroubů s 30 Nm

7.3 Dostupné náhradní díly a příslušenství

Náhradní díly pro Franka Research 3 zahrnují mimo jiné:

- rameno
- ovládání včetně napájecího kabelu pro danou zemi
- Externí povolovací zařízení
- Zařízení pro nouzové zastavení
- Připojovací kabel (2,5 m, 5 m nebo 10 m)
- Nástroj pro nouzové odblokování
- Franka Hand (není součástí certifikovaného strojního zařízení)
- Čerpadlo Cobot (není součástí certifikovaného strojního zařízení)

8 TECHNICKÉ SPECIFIKACE

ARM				
Stupně volnosti	7		Rozhraní	- Ethernet (TCP/IP) pro vizuální intuitivní programování s Desk - Vstupy s bezpečnostními hodnotami pro nouzové zastavení a externí povolovací zařízení 2 konfigurovatelné vstupy s bezpečnostním hodnocením pro bezpečnostní pojistky nebo jiná ochranná zařízení (zařízení OSSD prostřednictvím připojitelného externího převodníku OSSD) - Hardware připravený pro: 2x DI a 2x DO (24V, izolované, charakteristika EN 61131-2 typ 3, vzorkovací frekvence 100 Hz). - Ovládací konektor - Konektor pro koncový efektor
Užitečné zatížení	3 kg			
Maximální dosah	855 mm			
Snímání síly/motoru	Snímač krouticího momentu na straně spoje ve všech 7 osách			
Omezení polohy kloubu	A1, A3	-166° / 166°		
	A2	-105°/105°		
	A4	-176°/-7°		
	A5	-165°/165°		
	A6	25°/265°		
	A7	-175°/175°		
Montážní příruba	DIN ISO 9409-1-A50		Uživatelská rozhraní na Pilotní rukojeť ramene	- Integrovaný vodící spínač s bezpečnostním stupněm povolení - Tlačítko pro navádění - Tlačítko režimu navádění
Montážní poloha	Svisle			
Hmotnost	~17,8 kg			
Stupeň ochrany	IP40		Uživatelská rozhraní na Pilotní disk ramene	- Stavová kontrolka - Volič pilotního režimu - Tlačítka se šípkami, učení, potvrzení, mazání
Teplota okolí	+5 °C až +45 °C			
Vlhkost vzduchu	20-80%, nekondenzující			
OVLÁDÁNÍ			VÝKON	
Velikost ovládání (19")	483 x 355 x 89 mm (D x Š x V)		Pohyb	
Napájecí napětí	100-240 V AC		Limity rychlosti kloubů	A1-A4: 150°/s
Síťová frekvence	50-60 Hz			A5-A7: 301°/s (I) (s) (FCI) (použití) (A6: 239°/s)
Spotřeba energie	~ 80 W		Hranice kartézské rychlosti	do 2 m/s rychlost koncového efektoru
Aktivní korekce účinníku (PFC)	ano		Opakovatelnost polohy ¹	< ±0,1 mm (ISO9283)
Hmotnost	~ 7 kg		Interakce	
Stupeň ochrany	IP20		Vodící síla	~ 2,5 N
Okolní teplota	+5 °C až +45 °C		Nastavitelná translační tuhost	10-3000 N/m
Vlhkost vzduchu	20-80 %, bez kondenzace		Nastavitelná rotační tuhost	1-300 Nm/rad
Permittet montážní orientace	horizontální		Monitorované signály	poloha kloubu, rychlost, točivý moment kartézská poloha, síla

¹ Výše uvedené hodnoty se vztahují k pracovnímu prostoru o rozměrech 0,4 x 0,4 x 0,4 m, přičemž [0,498/0,0/0,226]m je měřeno jako středový bod, osa Z příruby je orientována rovnoběžně se zemskou tíží a koleno směřuje vzhůru (na základě normy ISO 9283, příloha A).

TECHNICKÉ SPECIFIKACE

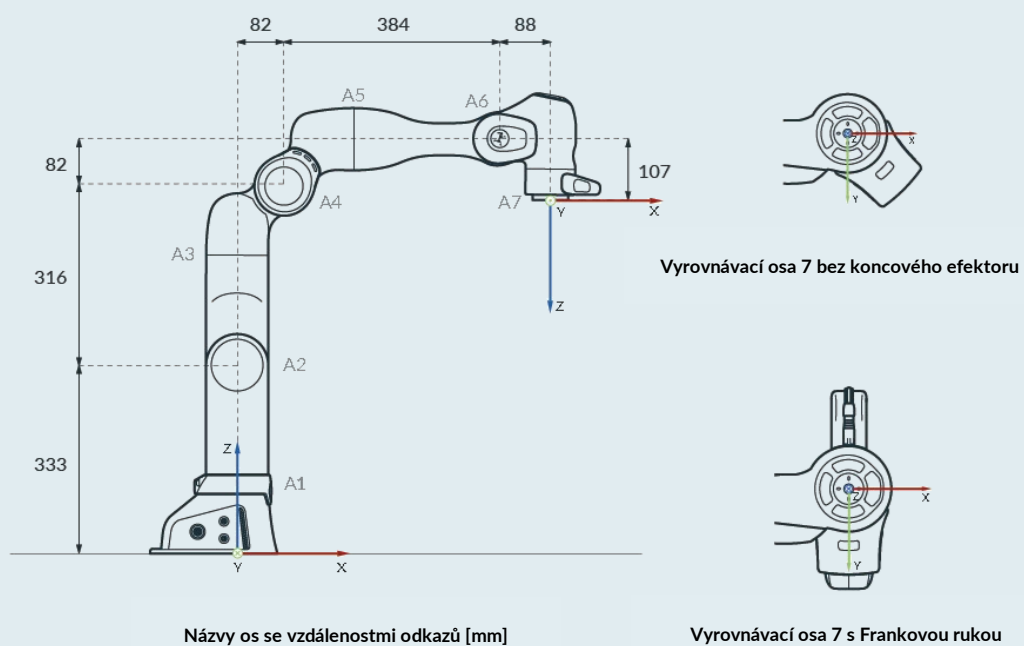
Rozhraní		- Ethernet (TCP/IP) pro připojení k internetu a/nebo k dílně - napájecí konektor IEC 60320C14 (V-Lock) - Konektor ramene	PŘÍSLUŠENSTVÍ	
			Plně integrované koncové efektory	- Dvouprstý chapadlo - Vakuové chapadlo
			Fieldbusses	- Modbus/TCP - OPC UA
EXCLUSIVE				
Výzkumné rozhraní		1kHz Franka Control Interface (FCI)		
SAFETY				
Certifikace				
EN ISO 13849-1:2015 Bezpečnost strojních zařízení - části řídicích systémů související s bezpečností			certifikováno společností TÜV SÜD Product Service	
Režimy spolupráce				
Monitorované zastavení s bezpečnostním stupněm			plně integrováno v PLd / kat. 3	
Ruční vedení			plně integrováno v PLd / Cat. 3	
Kontrola rychlosti a separace podle bezpečnostních norem			realizovatelné v kombinaci s externími ochrannými zařízeními až do úrovně PLd / Cat. 3	
Bezpečnostní parametrizace a validace				
Watchman			uživatelské rozhraní pro nastavení a validaci bezpečnostních parametrů.	
Správa uživatelů			Správa přístupu na základě rolí	
Bezpečnostní funkce				
Nouzové zastavení (x3.1)			PLd / kat. 3	
Externí povolovací zařízení (x4)			PLd / Cat. 3	
Povolovací tlačítko			PLd / Cat. 3	
Dva konfigurovatelné bezpečné vstupy (x3.2 a x3.3)			PLd / Cat. 3	
SLP-C: Bezpečně omezená kartézská poloha			PLd / Cat. 3 UPOZORNĚNÍ: FCI nemůže ovládat robota, pokud je aktivní SLP-C.	
SLS-C: Bezpečně omezená kartézská rychlost			PLd / Cat. 3 UPOZORNĚNÍ: FCI nemůže ovládat robota, když je aktivní SLS-C.	
SLP-J: Bezpečně omezený úhel kloubu			PLd / Cat. 3 UPOZORNĚNÍ: FCI nemůže ovládat robota, pokud je aktivní SLP-J.	
SLS-J: Bezpečně omezená rychlost kloubů			PLd / Cat. 3	
SLD: Bezpečně omezená vzdálenost			PLd / Cat. 3	
SEEPO: Bezpečné vypnutí koncového efektoru			PLb / kat. b	
Zastavovací funkce				
Zastavení kategorie 0			PLd / Cat. 3	
Zastavení kategorie 1			PLd / kat. 3	
Zastávka kategorie 2			PLd / kat. 3	
Nejhorší případ bezpečné kartézské přesnosti polohy pro funkce zastavení			50 mm	
Bezpečnostní hodnoty podle EN ISO 13849-1				
PFH PLd / kat. 3 bezpečnostních funkcí (pravděpodobnost poruch za hodinu)			< 1 x 10 ⁽⁻⁷⁾	

TECHNICKÉ SPECIFIKACE

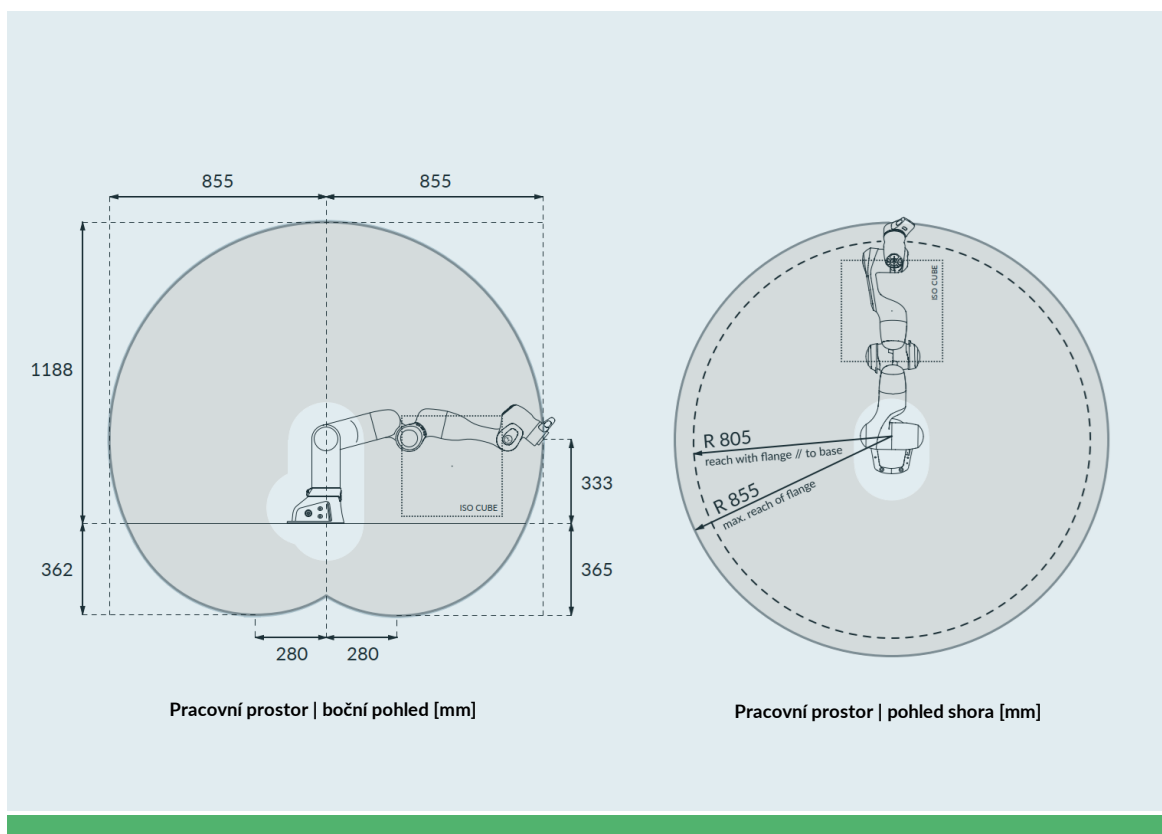
PFH bezpečnostních funkcí PLb / kat. b (pravděpodobnost poruchy za hodinu)

$< 1 \times 10^{-7}$

ROZMĚRY A PRACOVNÍ PROSTOR



TECHNICKÉ SPECIFIKACE



UPOZORNĚNÍ

Pravděpodobnost poruchy za hodinu byla vyhodnocena při teplotě 40 °C. Hodnocení bezpečnosti však platí pro všechny funkce v daném teplotním rozsahu, včetně rozšířeného teplotního rozsahu.

Pokud se pro výpočet používají systémové hodnoty pravděpodobnosti poruchy za hodinu, zohledněte teplotu.

Další informace o pravděpodobnosti poruchy za hodinu získáte od společnosti Franka Robotics na adrese support@franka.de.

9 PŘEPRAVA A MANIPULACE

VAROVÁNÍ

Těžká zařízení

Vzhledem k vlastní hmotnosti a geometrické konstrukci může zvedání a manipulace se zařízením způsobit poranění zad a v případě pádu vážné poranění prstů rukou, nohou a chodidel.

- Při přepravě, montáži nebo demontáži zařízení vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. bezpečnostní obuv).
- Zařízení musí být umístěno na rovném povrchu, aby se zabránilo jeho naklonění nebo sklouznutí.
- Dodržujte firemní předpisy týkající se zvedání břemen a osobních ochranných pomůcek.

VAROVÁNÍ

Poškozené součásti

Elektrická rizika mohou vést k těžkým zraněním.

- Zkontrolujte, zda je obal v dobrém stavu a plní svou ochrannou funkci.
- Zkontrolujte kabely, zástrčky a mechanický kryt, zda nejsou prasklé a porušené izolace.
- Poškozené kabely, zástrčky a mechanické pouzdro nepoužívejte k provozu. V případě pochybností kontaktujte společnost Franka Robotics.

UPOZORNĚNÍ

Materiální poškození ramene a ovládání

Mechanické nárazy mohou způsobit poškození nebo ztrátu kalibrace citlivých elektromechanických součástí ramene a ovládání.

- Vyvarujte se otřesů.
- Zařízení opatrně odložte.
- Zařízení vždy skladujte a přepravujte v původním obalu, a to i při přepravě na krátkou vzdálenost.

UPOZORNĚNÍ

Materiální poškození ramene, koncových efektorů a předmětů v maximálním pracovním prostoru.

Citlivé elektromechanické součásti ramene a koncových efektorů se mohou poškodit, pokud jsou koncové efekторы připojeny k rameni při jeho uvádění do přepravní polohy.

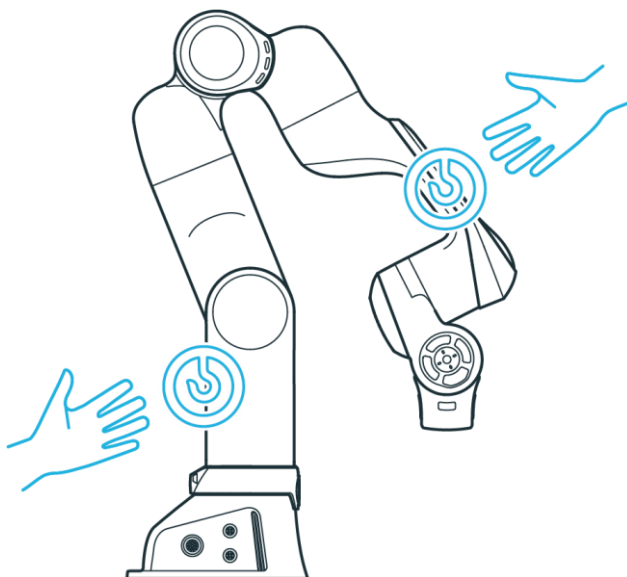
- Před uvedením ramene do přepravní polohy odmontujte všechny koncové efekторы.
- V maximálním pracovním prostoru nenechávejte volné předměty.

9.1 Okolní podmínky při dodávce a přepravě

Systém lze skladovat a přepravovat v teplotním rozmezí -25 °C až +70 °C.

Manipulace a zvedání

Rameno zvedejte vždy v polohách určených pro zvedání (viz graf níže), abyste při manipulaci a zvedání příliš nenamáhali klouby ramene. Rameno se zejména nikdy nesmí přenášet ve vysunuté poloze, kdy každý konec ramene drží jedna osoba.



Obr. .91 : Zvedací polohy

UPOZORNĚNÍ

Poškození materiálu na rameni

Přesouvání ramene silou v uzamčeném stavu vede k momentálnímu sklouznutí vnitřních částí, což způsobí ztrátu kalibrace a poškození ramene.

- S ramenem manipulujte, zvedejte jej a přepravujte pouze v místech uvedených v tomto návodu, aby nedocházelo k nadměrnému namáhání kloubů ramene.
- S ramenem je třeba zacházet šetrně i při nastavování a zapínání a vypínání.

UPOZORNĚNÍ

Na rameno nestoupejte a neopírejte se o něj.

UPOZORNĚNÍ

Dávejte pozor na hmotnost.

Hmotnost ramene je přibližně 17,8 kg.

10 MONTÁŽ A INSTALACE

VAROVÁNÍ

Těžká technika

Vzhledem k vlastní hmotnosti a geometrické konstrukci může zvedání a manipulace se zařízením způsobit poranění zad a v případě pádu vážné poranění prstů rukou, nohou a chodidel.

- Při přepravě, montáži nebo demontáži zařízení vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. bezpečnostní obuv).
- Zařízení vždy zvedejte s pomocí druhé osoby.
- Zařízení musí být umístěno na rovném povrchu, aby se zabránilo jeho naklonění nebo posunutí.
- Dodržujte firemní předpisy o zvedání břemen a osobních ochranných pomůckách.

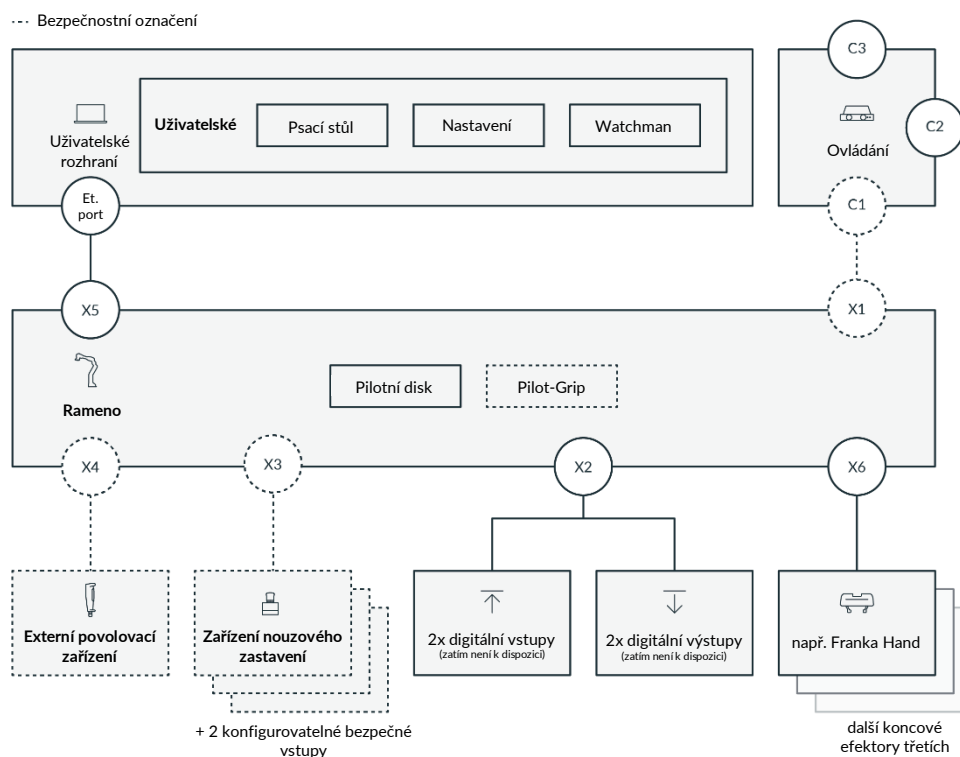
UPOZORNĚNÍ

Před montáží a instalací systému si pečlivě přečtěte kapitulu4 "SAFETY " a kapitulu9 "PŘEPRAVA A MANIPULACE ".

UPOZORNĚNÍ

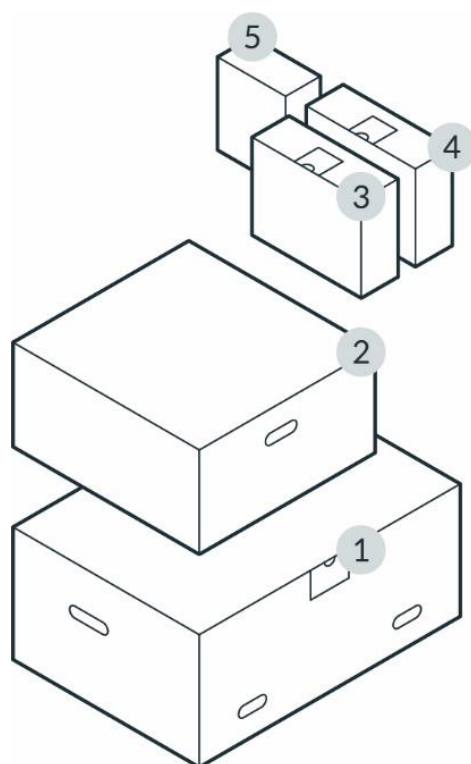
Rameno nestojí stabilně, aniž by bylo přišroubováno k základně.

Přehled rozhraní poskytovaných ovládaním a ramenem



Obr. .101 : Přehled rozhraní

10.1 Vybalení zařízení



Obr. .102 : Balení

1	Rameno	4	Zařízení nouzového zastavení a externí povolovací zařízení
2	Ovládání	5	Volitelné (např. Franka Hand)
3	Přípojovací kabel		

UPOZORNĚNÍ

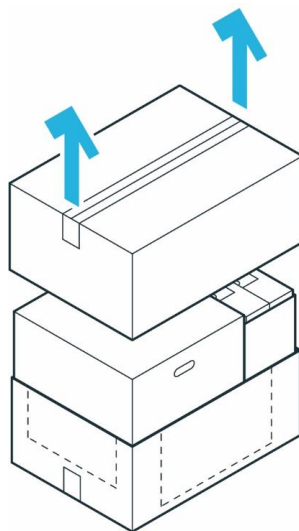
Pro případ přemístění robota si vždy uschovejte originální obal.

MONTÁŽ A INSTALACE

Rozbalování

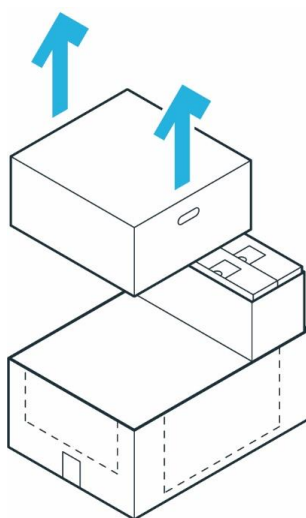
Postup

1. Sundejte horní víko vnější krabice.



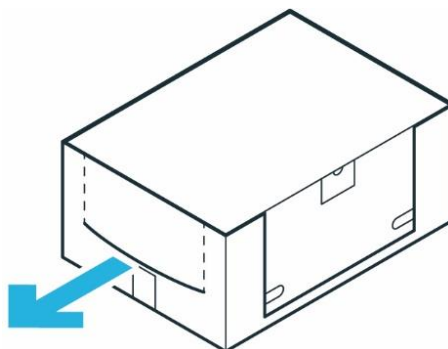
Obr. .103 : Rozbalte hlavní krabici

2. Zvedněte horní vnitřní krabice a odložte je stranou.



Obr. .104 : Vyjmutí jednotlivých kartonů

3. Roztáhněte vnější krabici od sebe, abyste získali přístup ke spodní vnitřní krabici.



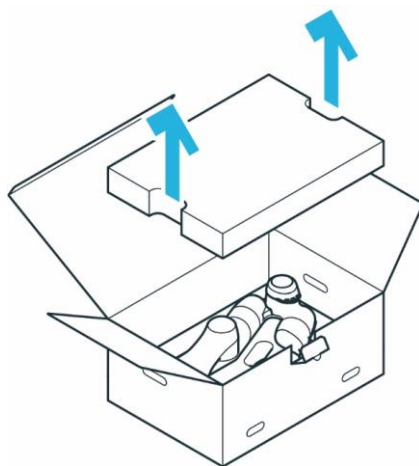
Obr. .105 : Vnitřní kartony

MONTÁŽ A INSTALACE

Vybalování ramene

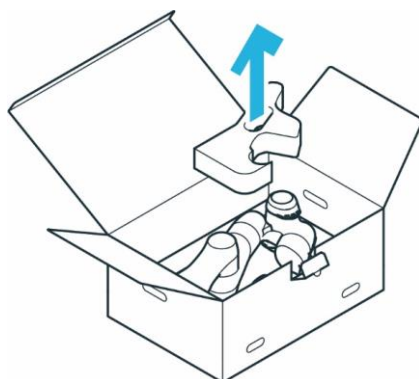
Postup

1. Opatrně otevřete krabici odstraněním těsnících lepicích pásků na horní straně kartonu.
2. Otevřete fóliový potah.
3. Odstraňte vrchní ochrannou vrstvu.



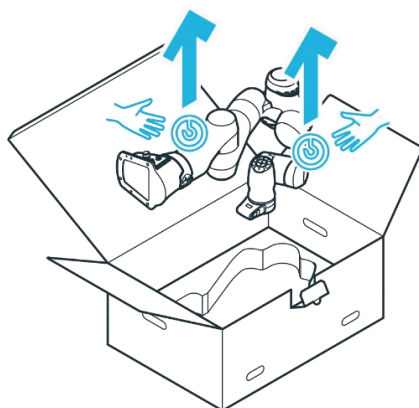
Obr. .106 : Otevření krabice z ramene

4. Odstraňte prostřední ochrannou vrstvu.



Obr. .107 : Vybalte rameno

5. Opatrně uchopte rameno Arm v uvedených místech pro zvedání, vyjměte jej ze spodní ochranné vrstvy a odložte stranou.



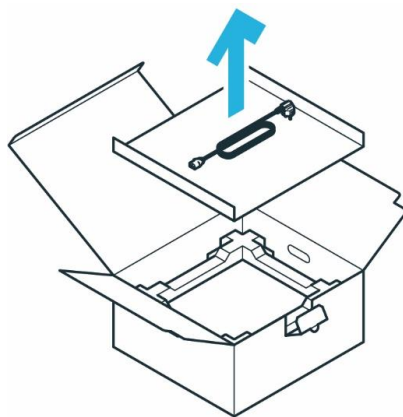
Obr. .108 : Vyjmutí ramene

MONTÁŽ A INSTALACE

Vybalení ovládání

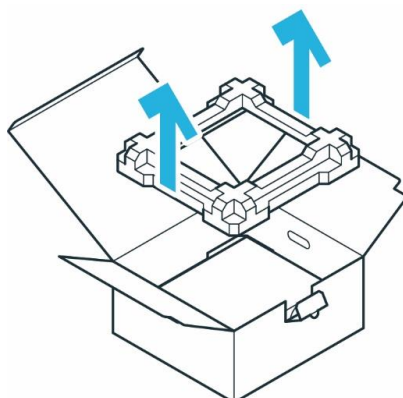
Postup

1. Opatrně otevřete krabici odstraněním těsnících lepicích pásků na horní straně kartonu.
2. Otevřete fóliový potah.
3. Odstraňte napájecí kabel a horní víko.



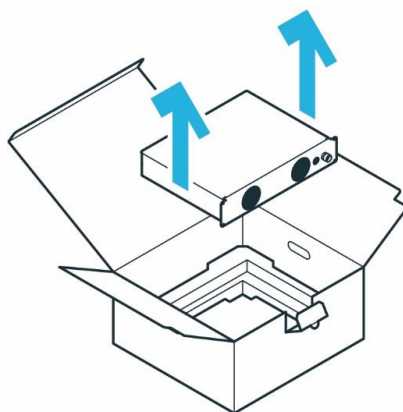
Obr. .109 : Otevření krabice ovládání

4. Odstraňte horní ochrannou vrstvu.



Obr. .1010 : Vyjmutí obalu

5. Uchopte regulátor v uvedených místech pro zvedání, opatrně jej vyjměte ze spodní ochranné vrstvy a odložte stranou.

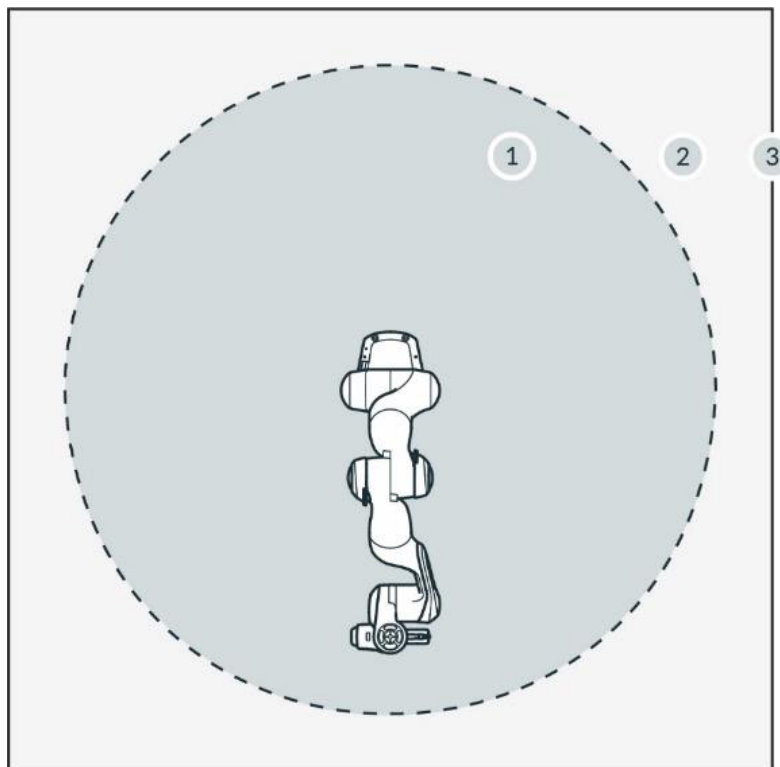


Obr. .1011 : Ovládání výtahu

10.2 Správná instalace Místo

10.2.1 Maximálně a bezpečně zajištěný prostor

Klasifikace prostorů



Obr. .1012 : Klasifikace prostorů

1	Maximální pracovní prostor	3	Zabezpečení obvodu
2	Chráněný prostor		

- **Maximální pracovní prostor**
Prostor, který mohou pohyblivé části robota zamést, plus prostor, který může zamést koncový efektor a obrobek.
- **Chráněný prostor**
Vymezený obvodovým jištěním (viz grafika).

UPOZORNĚNÍ

Využívejte poskytované bezpečnostní funkce ke zmírnění případného rizika náhodné kolize s neočekávaně se pohybujícím ramenem. Kontrolní funkce se spustí pouze při jejich porušení. Integrátor bezpečnosti musí vzít v úvahu dobu zastavení, vzdálenost a tolerance.

UPOZORNĚNÍ

Analýza rizik specifická pro danou aplikaci může v některých aplikacích definovat nebezpečnou zónu větší, než je maximální pracovní prostor.

10.2.2 Okolní podmínky: Arm

Přípustné podmínky v místě instalace

Okolní teplota

- +15 °C až +25 °C (normální)
- +5 °C až +45 °C (rozšířená)
- IP 20
- Běžný provoz (bez odlehčování): +15 °C až +25 °C, 60% nekondenzující vlhkost
- Rozšířený provoz (bez snížení hodnocení bezpečnostního systému, snížení výkonu možné) : +5°C až +45°C, 90% nekondenzující vlhkost vzduchu
- Skladování a přeprava: -10°C až +60°C

Relativní vlhkost vzduchu

- 20 % až 80 %, nekondenzující

Místo instalace

- Vnitřní prostory, v uzavřených budovách
- Nevystaveno přímému slunečnímu záření
- Žádné vibrace, žádné zrychlující se prvky
- Magnetická pole jsou přípustná pouze v uvedeném rozsahu specifikací. Viz kapitola 4.2 "Upozornění na odpovědnost".

Orientace instalace

- Rameno smí být instalováno pouze ve svislé poloze (základna vodorovně se zemským povrchem, žádné zavěšené rameno).

Okolní prostředí

- Vzduch
- Bez hořlavých látek (prach, plyn, kapalina)
- Bez agresivních médií
- Bez korozivních látek
- Bez létajících předmětů
- Bez stříkajících kapalin
- Bez proudů tlakového vzduchu

Stupeň znečištění

- Stupeň 2 (podle EN 60664)
- Dochází pouze k suchému, nevodivému znečištění; příležitostně se může vyskytnout dočasná vodivost způsobená kondenzací vody

Nadmořská výška nastavení

- ≤ 2 000 m nad mořem

Elektromagnetická kompatibilita

- Podmínky prostředí musí odpovídat obecným průmyslovým zařízením podle EN 61000-6-4, protože systém je navržen pro příslušnou toleranci emisí podle EN 61000-6-2.

UPOZORNĚNÍ

Aby nebyla ohrožena bezpečnostní funkce systému, zajistěte stupeň znečištění 2 podle EN 60664.

Dostatečné větrání

UPOZORNĚNÍ

Teplo produkované výkonovými elektronickými součástmi a moduly uvnitř ramene je odváděno přes jeho povrch.

- Rameno instalujte na dostatečně větraném místě.
- Nevystavujte rameno přímému slunečnímu záření.
- Rameno nepřemalovávejte, nepolepujte ani nebalte.

Ergonomické hledisko

UPOZORNĚNÍ

Aby se zabránilo přehřátí, systém přestane pracovat, když překročí rozšířený teplotní rozsah. Uživatel bude informován prostřednictvím uživatelského rozhraní Franka.

Postupujte podle dalších pokynů v uživatelském rozhraní Franka UI.

UPOZORNĚNÍ

Aby se zabránilo přehřátí motorů, systém přestane pracovat, pokud vnitřní čidla zjistí nadměrné teploty ve vinutí. Uživatel bude informován prostřednictvím uživatelského rozhraní Franka.

Postupujte podle dalších pokynů v uživatelském rozhraní Franka.

UPOZORNĚNÍ

Rameno nainstalujte do ergonomické výukové polohy.

10.2.3 Okolní podmínky: Ovládání

Přípustné podmínky v místě instalace

Okolní teplota

- +15 °C až +25 °C (normální)
- +5 °C až +45 °C (rozšířená)

Relativní vlhkost vzduchu

- 20 % až 80 %, nekondenzující

Místo instalace

- Vnitřní prostory, v uzavřených budovách
- Nevystaveno přímému slunečnímu záření
- Bez vibrací
- Magnetická pole jsou přípustná pouze v uvedeném rozsahu specifikací. Viz kapitola 4.2 "Upozornění na odpovědnost"
- Krytí vyžaduje minimální stupeň ochrany odpovídající IP4X nebo IPXXD, pokud je umístěn na místech přístupných všem osobám.

MONTÁŽ A INSTALACE

Orientace instalace

- Zařízení smí být instalováno pouze vodorovně na zemském povrchu.
- Montáž do úhlových držáků, např. pod stoly
- Montáž do rozváděčů (2U, 4HP)

Napájení

- Aby byla zajištěna stabilita a bezpečnost systému, zajistěte stabilní napájení, které udržuje dostatečný výkon pro řízení, aby se při vypnutí napájení kontrolovaně vypnulo.

Okolní prostředí

- Vzduch
- Bez hořlavých látek (prach, plyn, kapalina)
- Bez agresivních médií
- Bez korozivních látek
- Bez létajících předmětů
- Bez stříkajících kapalin
- Bez proudů tlakového vzduchu

Stupeň znečištění

- Stupeň 2 (podle EN 60664)
- Dochází pouze k suchému, nevodivému znečištění; příležitostně se může vyskytnout dočasná vodivost způsobená kondenzací vody

Nadmořská výška nastavení:

- ≤ 2 000 m nad mořem

UPOZORNĚNÍ

Pokud není přístupný všem osobám, je relevantní pouze stupeň znečištění 2, který je třeba zajistit.

UPOZORNĚNÍ

Aby nebyla ohrožena bezpečnostní funkce systému, zajistěte stupeň znečištění 2 podle normy EN 60664. Výše uvedený kryt není vhodný k ochraně před vyššími stupni znečištění. Zde je zapotřebí ještě vyšší IP.

10.3 Příprava místa instalace

Správné místo instalace

Před instalací připravte místo instalace. Viz kapitola 10.2 "Správná instalace Místo".



UPOZORNĚNÍ

Poruchy a neočekávané pohyby v důsledku nesprávné instalace

Nebezpečí vážného poranění, např. rozdrčení prstů, rukou, horní části těla, hlavy.

- Robota zapínejte pouze tehdy, když je rameno správně nainstalováno na plošinu.
- Rameno instalujte pouze na rovné, nepohyblivé a stabilní plošiny. Zrychlení a vibrace vyvolané plošinou nejsou přípustné.
- Rameno neinstalujte zavěšené ani na nakloněné nebo nerovné plošiny.
- Plošinu vyrovnejte a robota instalujte ve vzpřímené poloze.
- Po 100 hodinách provozu utáhněte šrouby správným utahovacím momentem.

10.3.1 Rameno

Derating

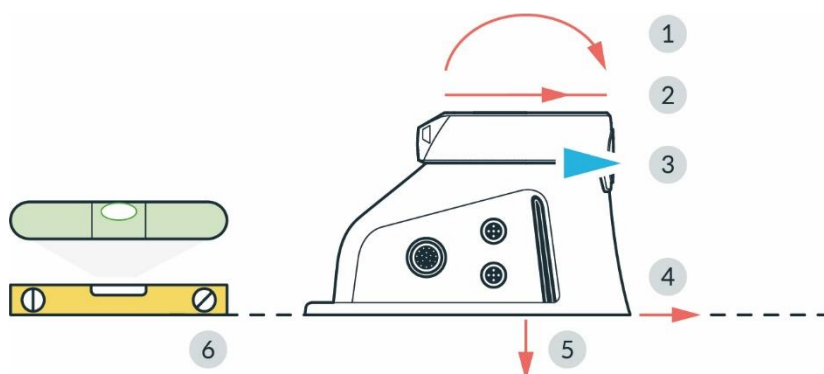
Při provozu systému Franka Research 3 v rozšířeném teplotním rozsahu může být nutné snížit dynamické parametry (zrychlení, maximální rychlost atd.), aby nedošlo k přehřátí systému a jeho součástí. V opačném případě přestane zařízení Franka Research 3 pracovat.

Stabilní platforma

Rameno je vybaveno vysoce citlivou senzorovou technologií a vyladěnými řídicími algoritmy. Řídicí algoritmus vyžaduje instalaci na stabilní, vyrovnanou, nepohyblivou a nevibrující plošinu ve vzpřímené poloze. Maximální povolený úhel náklonu je $0,1^\circ$.

Při statickém a dynamickém provozu musí být z montážní základny vydrženy následující maximální síly:

- naklápěcí moment: 280 Nm
- točivý moment kolem osy: 190 Nm
- síla ve vodorovném směru: 300 N
- vertikální síla: N 300 N: 410 N



Obr. .1013 : Příprava základní desky

MONTÁŽ A INSTALACE

1	Naklápěcí moment	4	Vodorovná síla
2	Točivý moment kolem osy	5	Svislá síla
3	Přední	6	Vyrovnaný povrch

Příprava základní desky

Požadovaný materiál

- Podrobné rozvržení montáže základní desky

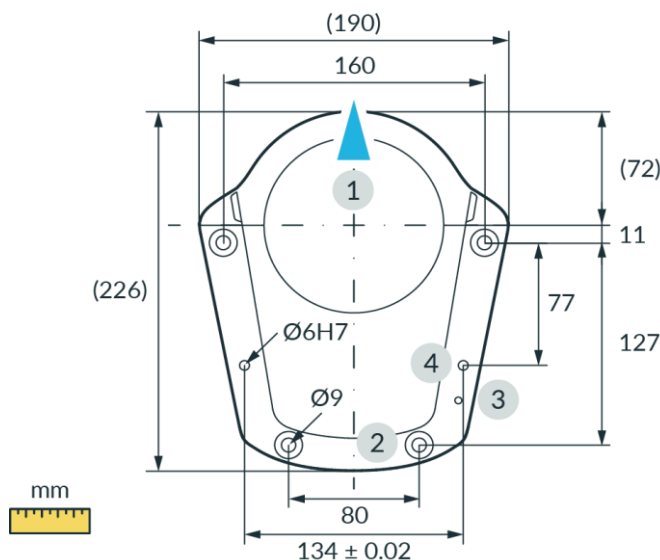
Postup

- Pro umístění otvorů použijte technický výkres.

UPOZORNĚNÍ

Všimněte si polohy ramene na technickém výkresu a podle toho jej vyrovnejte na základní desce.

Rozteč otvorů je navržena tak, aby byla kompatibilní s flexibilními montážními díly podle ITEM. Dva otvory (Ø 6 mm H7) pro hmoždinky v montážní přírubě umožňují přesnou a opakovatelnou montáž ramene pomocí 2 x Ø6 h8 hmoždinek (viz tabulka v kapitole 10.4 "Montáž ramene").



Obr. .1014 : Vrtací šablona

1	Přední strana	3	Závít pro funkční zemnič M5
2	Otvory pro šrouby M8	4	Otvory pro vyrovnávací kolíky Ø6H7

10.3.2 Ovládání

Místo instalace

Umístěte ovládací prvek vodorovně na určené místo.

Alternativní

Instalace do stojanu určeného pro 19palcová zařízení. Další informace naleznete v kapitole 10.2 "Správná instalace Místo".

řešení:

UPOZORNĚNÍ

Připojení k napájení musí být provedeno pomocí vhodného zařízení, např. pomocí dodaného kabelu pro danou zemi.

Ujistěte se, že hlavní přívod a hlavní vypínač jsou snadno přístupné.

Dostatečné větrání

UPOZORNĚNÍ

Teplo produkované výkonovými elektronickými součástmi a moduly uvnitř řídicí jednotky je odváděno vnitřním ventilačním systémem.

- Ovladač nainstalujte na dostatečně větraném místě.
- Nevystavujte řídicí jednotku přímému slunečnímu záření.
- Ovladač umístěte v dostatečné vzdálenosti mezi předními/zadními ventilátory a krycími součástmi (40 mm na obou stranách).
- Dbejte na to, aby ventilátory řídicí jednotky nebyly pokryty nečistotami.

VAROVÁNÍ

Těžká zařízení

Zvedání a manipulace se zařízením může kvůli vlastní hmotnosti a částečně kvůli geometrickému provedení způsobit poranění zad a v případě pádu i vážné poranění prstů rukou, nohou a chodidel.

- Při přepravě, montáži nebo demontáži zařízení vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. bezpečnostní obuv).
- Zařízení musí být umístěno na rovném povrchu, aby se zabránilo jeho naklonění nebo sklouznutí.
- Dodržujte firemní předpisy týkající se zvedání břemen a osobních ochranných pomůcek.

10.4 Montáž ramene

Rameno musí být pevně spojeno se základní deskou pomocí čtyř šroubů vhodné velikosti. K tomuto účelu jsou v základní přírubě ramene k dispozici čtyři otvory o průměru 9 mm.

Ke zvedání ramene používejte pouze určené zvedací body.

Potřebné nástroje a materiál

- Podložky a šrouby závisí na povrchu, na který je robot namontován. Podrobnosti naleznete v níže uvedené tabulce.
- 1x šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem M5x8 (pevnostní třída 8,8 A2K)
- 1x zubová podložka M5 (pevnostní třída A2K)
- Momentové klíče k utažení šroubů s 30 Nm.

MONTÁŽ A INSTALACE

	Robot na hliníkovém stole	Robot na ocelovém stole	Robot na hliníkových profilech ITEM
Šrouby	ISO 4762 - M8x25 - 10.9	ISO 4762 - M8x20 - 10,9 (součástí dodávky)	
Podložky	ISO 7089-8,4-HV300 Podložky (součástí dodávky)		
Minimální délka závitu	16 mm	11 mm	Konstrukční profily řady 8
Utahovací moment	30 Nm		
Ostatní			Používejte pouze matice ITEM 0.0.420.83 Heavy Duty T-Slot M8.

UPOZORNĚNÍ

Poškození materiálu na rameni

Pohyb ramene silou v uzamčeném stavu vede k momentálnímu prokluzu vnitřních částí, což způsobí ztrátu kalibrace a poškození ramene.

- S ramenem manipulujte, zvedejte ho a přepravujte pouze v místech uvedených v tomto návodu, aby nedošlo k nadměrnému namáhání kloubů ramene.
- S ramenem je třeba zacházet šetrně, i když je nastaveno a zapnuto nebo vypnuto.

UPOZORNĚNÍ

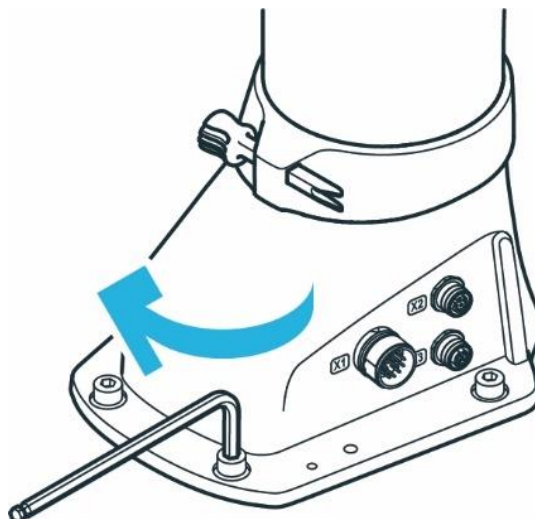
Dbejte na to, aby byly při statickém a dynamickém provozu zachovány maximální síly a točivé momenty. Další informace naleznete v části Stabilní plošina na 10.3 "Příprava místa instalace".

Předběžné podmínky

- K montáži ramene jsou zapotřebí dvě osoby.
- Připravená základní deska. Viz část Příprava základní desky v kapitole 10.3 "Příprava místa instalace".

Postup

1. Zvedněte rameno.
2. Přeneste rameno na určené místo.
3. Vyrovnejte rameno odpovídajícím způsobem do předem připravených otvorů na základní desce.
4. Osoba 1: Držte rameno.
Osoba 2: Pomocí čtyř šroubů jej připevněte k základní desce utahovacím momentem 30 Nm.



Obr. .1015 : Montáž ramene

5. Připojte funkční uzemnění k základně ramene.

Rameno je úspěšně namontováno na základní desku.

UPOZORNĚNÍ

Rameno by nemělo být napájeno, dokud nebude znovu ověřena správná montáž.

10.5 Umístění ovládacího prvku



UPOZORNĚNÍ

Těžká zařízení

Zvedání a manipulace se zařízením může vzhledem k jeho vlastní hmotnosti a částečně i geometrické konstrukci způsobit poranění zad a v případě pádu i vážné poranění prstů rukou, nohou a chodidel.

- Při přepravě, montáži nebo demontáži zařízení vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. bezpečnostní obuv).
- Zařízení Control musí být umístěno na rovném povrchu, aby se zabránilo jeho naklonění nebo sklouznutí.
- Dodržujte firemní předpisy týkající se zvedání břemen a osobních ochranných pomůcek.

UPOZORNĚNÍ

Materiální poškození ramene a ovladače

Pohyb ramene silou v zablokovaném stavu vede k momentálnímu prokluzu vnitřních částí, což způsobí ztrátu kalibrace a poškození ramene.

- Vyvarujte se nárazů.
- Zařízení opatrně odložte.
- Zařízení vždy skladujte a přepravujte v originálním obalu, a to i uvnitř budov.

Postup

1. Osoba 1: Uchopte zařízení Control v uvedených polohách pro zvedání.
2. Osoba 2: Odstraňte z ovladače pěnový obal.
3. Umístěte ovladač ve vodorovné poloze na určené místo a zajistěte řádné větrání.

Alternativní možnost:

Upevněte řídicí jednotku do stojanu určeného pro 19palcové jednotky. Další informace naleznete v kapitole 10.2 "Správná instalace Místo".

10.6 Zapojení a elektrická instalace

Zvukový stav

NEBEZPEČÍ

Poškozené vodiče nebo nevhodná elektrická instalace

Nebezpečí úrazu elektrickým proudem a materiálních škod

- Přístroj Franka Research 3 používejte pouze v dobrém technickém stavu.
- Systém nouzového zastavení a bezpečnostních periférií instalujte pouze s kvalifikovaným personálem.
- Zkontrolujte kabely a elektrickou instalaci.



UPOZORNĚNÍ

Obnažené vodiče a kabely

Obsluha může zakopnout a spadnout kvůli obnaženým drátům a kabelům v maximálním pracovním prostoru. Proto:

- Vždy pokládejte kabely bezpečně.

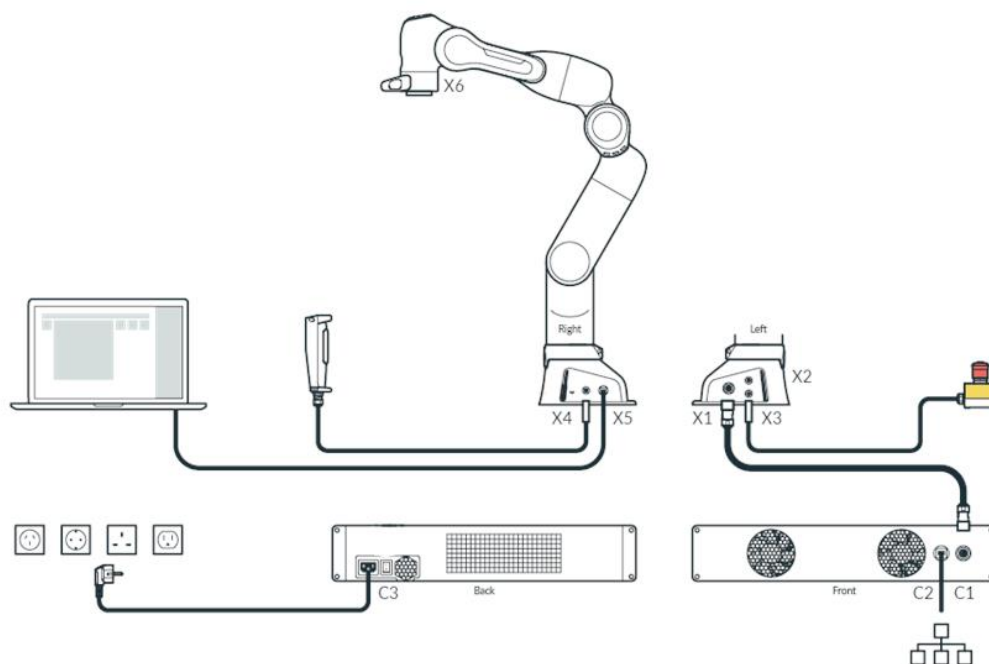
UPOZORNĚNÍ

K systému lze připojit pouze zařízení s galvanickým oddělením do 60 V v portu Ethernet.

UPOZORNĚNÍ

Připojené rameno nevyměňujte ani neodpojujte, pokud je řídicí jednotka zapnutá.

10.6.1 Schéma připojení



Obr. .1016 : Přehledové schéma připojení

10.6.2 Rozhraní

X2 - Digitální IOs

Rozhraní X2 je umístěno na základně robota. Poskytuje hardwarové rozhraní pro nezabezpečené digitální vstupy a výstupy. Toto rozhraní není povoleno ve všech - zejména starších - verzích softwaru.

Vstupy a výstupy a napájení 24 V poskytované na X2 jsou galvanicky odděleny od systému robota a ostatních rozhraní na robotu.

Konektor je osmipinový konektor M12 s kódováním A.

Napájení 24 V je řízeno robotem. Přivádění napájení do těchto pinů není nutné ani přípustné. Maximální celkový výstupní proud pro 24V piny a digitální výstupy je 500 mA.

Vstupní charakteristiky

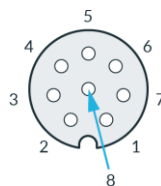
- Vstup 24 V podle IEC 61131-2 typ 3
- Vstupní filtr s dolní propustí 15 kHz
- Vzorkovací frekvence 1 kHz

Výstupní charakteristiky

- Vysoká úroveň výstupu 24 V DC; výstupní proud na výstup max. 250 mA
- Frekvence aktualizace 1 kHz

MONTÁŽ A INSTALACE

pin	signal
1	X2.3
2	+24V
3	X2.4
4	+24V
5	X2.1
6	GND
7	X2.2
8	GND



Obr. .1017 : Rozhraní X2

X3 - Bezpečné vstupy

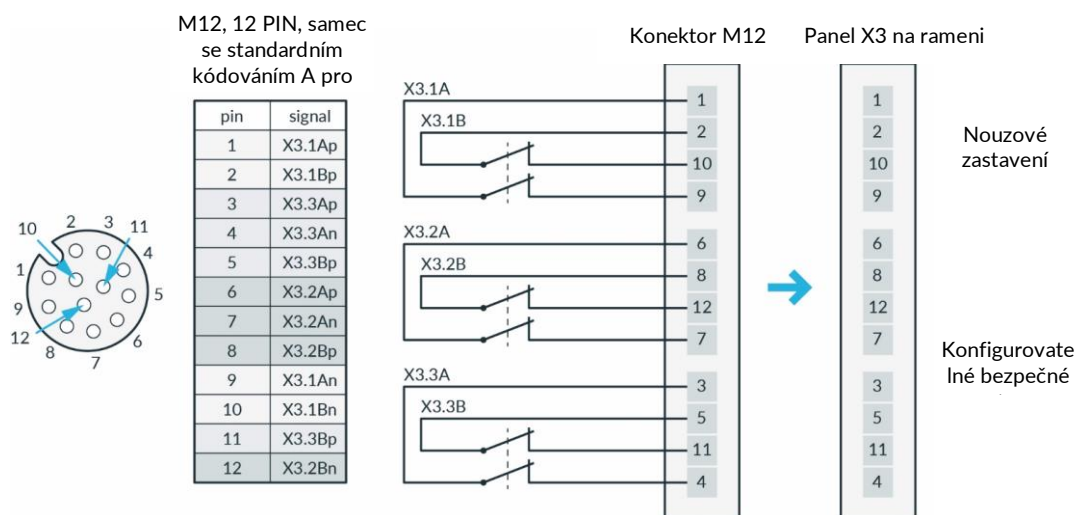
Bezpečné vstupy (X3.n) mají vždy dva samostatné kanály, označené A a B. Každý kanál je realizován prostřednictvím svých p- a n-pinů, které musí být připojeny přes plovoucí přepínač. Při běžném provozu musí být oba kanály ve stejném stavu (otevřeno/uzavřeno) a nesmí být propojeny; jakýkoli jiný stav vyvolá poruchu bezpečnostního systému.

Bezpečné vstupy jsou galvanicky odděleny od systému robota a ostatních rozhraní na robotu, ačkoli všechny bezpečné vstupy sdílejí společnou elektrickou oblast bez ohledu na konektor rozhraní.

Rozhraní X3 je umístěno na základně ramene robota a přenáší tři bezpečné vstupní signály. X3.1 zajišťuje integraci nouzového zastavení robota, X3.2 a X3.3 poskytují dva volně konfigurovatelné bezpečnostní vstupy. Konektor je dvanáctipinový konektor M12 s kódováním A.

Elektrická doménová charakteristika bezpečných vstupů pro X3:

- signální napětí 24 V; signální proud 30 mA



Obr. .1018 : X3 - bezpečné vstupy

X4 - Externí povolení

Rozhraní X4 je umístěno na základně robotického ramene a nese jeden signál bezpečného vstupu. Konektor je čtyřkolikový M12 konektor s kódováním A. Tento konektor je určen k dočasnému připojení externího povolovacího zařízení během provozních fází, kdy je to nutné.

Pokud je to možné, vždy používejte dodané externí povolovací zařízení.

Upozornění:

Pokud má být použito samostatné externí povolovací zařízení, musí toto externí povolovací zařízení splňovat požadavky norem IEC 60204 1 a DIN EN 60947 5 8.

X5 - Sít robotů

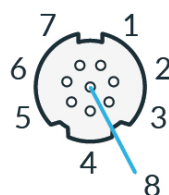
Konektor X5 se nachází na základně robota a zajišťuje vnitřní síť robota prostřednictvím ethernetové zásuvky. Síť robota má integrovaný server DHCP. K X5 lze připojit obslužné zařízení. Zadáním adresy URL robot.franka.de lze přistupovat k webovému rozhraní Franka UI robota. IP adresu rozhraní X5 lze nakonfigurovat v nastavení.

Ve výchozím nastavení je uložena IP adresa 192.168.0/24. Robot je pak dostupný pod IP adresou 192.168.0.1. Server DHCP přiděluje klientům adresy v rozsahu 100 až 150, tj. při výchozím nastavení 192.168.0.100 až 192.168.0.150. V tomto případě je možné nastavit IP adresu v rozmezí 100 až 150.

X6 - koncový efektor

Rozhraní X6 je umístěno na zápěstí robotické paže a přenáší signály z robota připojícího se ke koncovému efektoru. Konektor je Binder 8-pinová samice Snap-in řady 620 s krytím IP67.

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



Obr. .1019 : Rozhraní X6

- Jmenovité napětí 48 ± 3 VDC.
- Jmenovitý zádržný proud 0,5 A při 25 °C.
- Maximální kapacitní zátěž 220 μ F.

Rozhraní End effector nevyměňuje žádné informace týkající se bezpečnosti. Nejsou k dispozici žádné diskrétní ani protokolové prostředky pro bezpečný přenos dat. Pokud je aktivní SEEPO, není na tomto rozhraní k dispozici žádné napájení 48 V. V napájení koncového efektoru není k dispozici žádné uzemnění.

Pokud jsou připojena další zařízení, vyzkoušejte, zda zamýšlená funkce funguje podle očekávání.

C2 Síťové připojení

Rozhraní C2 se nachází na přední straně řídicí jednotky. Poskytuje ethernetové připojení, jehož prostřednictvím lze řídicí jednotku připojit k systémové/firemní síti a také k internetu.

Síťové připojení lze nakonfigurovat v nastavení. Ve výchozím nastavení je pro toto rozhraní aktivován klient DHCP. Síťové připojení je možné nastavit také ručně pro začlenění do stávající sítě. Upozorňujeme, že síť robota a firemní síť nesmí mít shodný rozsah IP adres.

10.6.3 Připojení funkční země

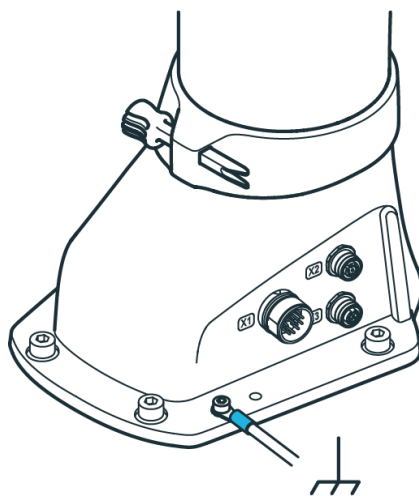
UPOZORNĚNÍ

Pro splnění uvedených úrovní EMC je nutné připojit funkční uzemnění.

Požadovaný materiál

- Šroubový závit M5
- 1x zubová podložka M5
- Kabel funkčního uzemnění

Doporučujeme použít Cu kabel o průřezu minimálně 1,5 mm² a maximální délce 5 m.



Obr. .1020 : Připojení funkčního uzemnění

Postup

1. Připojte funkční uzemnění k závit M5 základny ramene na uvedeném místě na jedné straně a k blízké, dobře uzemněné části (např. pevné kovové uzemňovací tyči) na druhé straně.
2. Umístěte zubovou podložku M5 na vyznačené místo na základně ramene pro funkční uzemnění.
3. Šroubem M5 zajistěte kabelovou koncovku kabelu funkčního uzemnění.
4. Druhou stranu kabelu připojte k blízké dobře uzemněné části (např. k pevné kovové uzemňovací tyči).

UPOZORNĚNÍ

Elektrická bezpečnost systému nezávisí na funkčním uzemnění. Funkční zemní spojení není vhodné k šíření ochranného pospojování na připojená zařízení, jako jsou koncové efekty. Všechna zařízení v blízkosti robota musí být instalována v souladu s jejich příslušnými elektrickými požadavky, včetně případného ochranného pospojování.

10.6.4 Zapojení

UPOZORNĚNÍ

Kabel pro připojení ramene, kabel pro nouzové zastavení, kabel pro externí povolovací zařízení a specifická kabeláž uživatele nesmí být mimořádně vystaveny následujícím vlivům:

- mechanické manipulaci a přetahování přes drsné povrchy (oděr)
- Provozu bez vodiček (zalomení)
- Vodicí válečky a nucené vedení, navíjení a převíjení na kabelové bubny (namáhání).
- Velké namáhání v tahu, malé poloměry, ohýbání do jiné roviny a/nebo časté pracovní cykly.

Připojení ramene k ovládání

Požadovaný materiál:

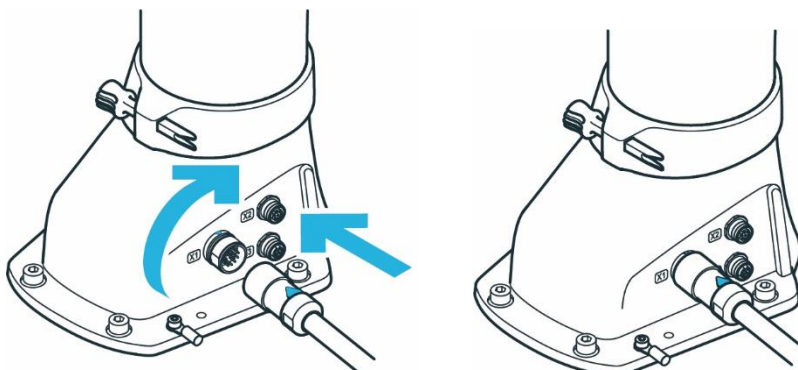
- Spojovací kabel

UPOZORNĚNÍ

Pro elektrické propojení mezi ramenem a ovladačem se smí používat pouze propojovací kabely dodané společností Franka Robotics.

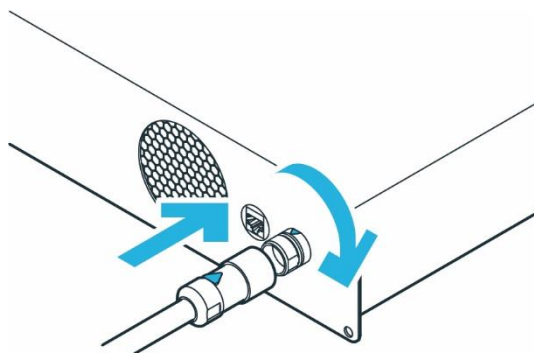
Postup

1. Opatrně nasadte konektorový port (samčí místo) na konektor X1 a ujistěte se, že trojúhelníková značka směřuje nahoru.



Obr. .1021 : Připojení propojovacího kabelu ramene

2. Samotnou zástrčku vtáhněte do konektorového portu otočením pohyblivé přední části konektoru.
3. Ručně dotáhněte a vyzkoušejte správné uchycení mírným zatažením za zástrčku.
4. Stejný princip použijte pro připojení druhého konce propojovacího kabelu (samčího místa) s konektorem C1 na přední straně ovladače.



Obr. .1022 : připojení propojovacího kabelu k ovládání

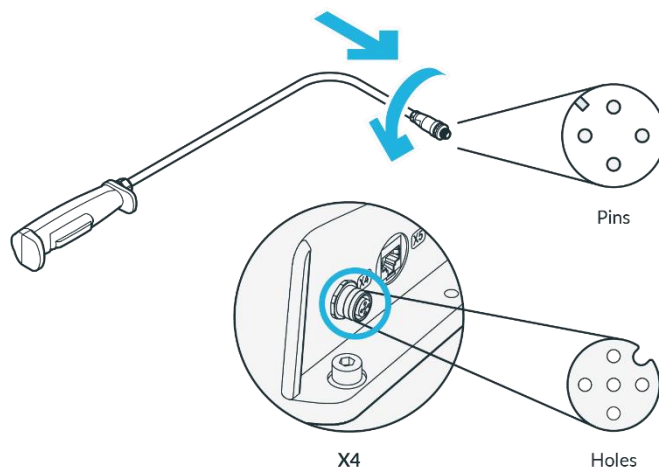
Připojení externího povolovacího zařízení

Potřebný materiál:

- Dodávané externí povolovací zařízení

Postup:

1. Ujistěte se, že vodící kolík směřuje správným směrem.
2. Externí povolovací zařízení připojte ke konektoru X4.



Obr. .1023 : Připojení externího povolovacího zařízení

3. Samotnou zástrčku vtáhněte do portu konektoru otočením pohyblivé přední části konektoru.
4. Otočte rukou na těсно.

Připojení operačního zařízení (pro ovládání prostřednictvím rozhraní Franka UI)

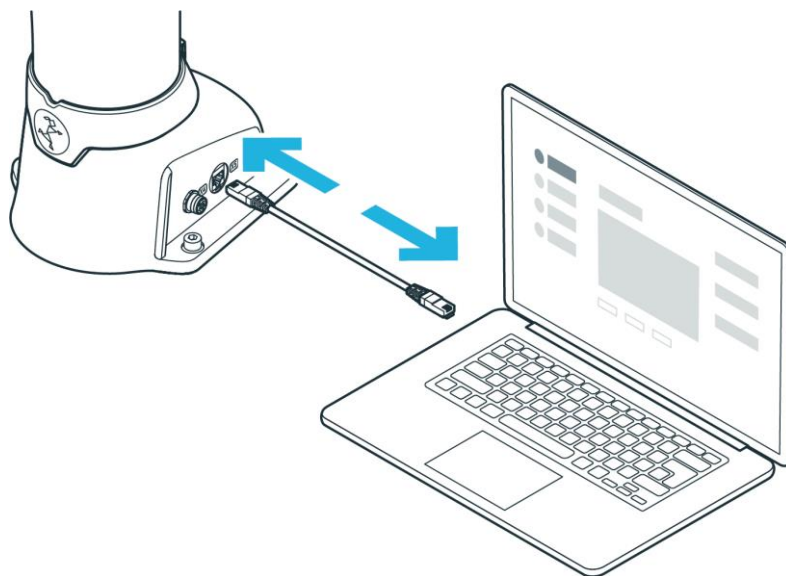
Potřebný materiál:

- Rozhraní zařízení (viz kapitola 11.4 "Počáteční konfigurace ").
- Ethernetový kabel s konektorem RJ 45 (není součástí dodávky)

Postup

- Připojte zařízení rozhraní a konektor X5 na základně ramene pomocí kabelu Ethernet.

MONTÁŽ A INSTALACE



Obr. .1024 : Připojení provozního zařízení

Připojení ovládacího zařízení k napájení

UPOZORNĚNÍ

Ujistěte se, že jste připojili povinný blokovací mechanismus ke konektoru C14 na napájecím kabelu.

UPOZORNĚNÍ

Povolená frekvence napájení: 50 - 60 Hz

Napájecí napětí: 100 - 240 V AC

Zemní svod: < 10 mA

Potřebný materiál: Vnitřní vodič: 1:

- Napájecí kabel pro danou zemi

Postup:

1. Připojte napájecí kabel k řídicí jednotce.
2. Připojte napájecí kabel ke zdroji napájení.

Připojení ochranných zařízení

Pokud chcete připojit externí bezpečnostní zařízení pro zpomalení ramene a/nebo jeho zastavení pomocí zářezek kategorie 1 nebo 2 (podle IEC 60204 1), přečtěte si kapitulu 4.7 "Instalace bezpečnostních periferií"

VAROVÁNÍ

Nebezpečí poranění

Připojení externích zařízení se samostatným napájením může ohrozit bezpečnostní funkce systému.

Nebezpečí vážného poranění, například rozdrčení, roztržení kůže a propíchnutí od ramene a koncových efektorů.

- Zajistěte, aby napětí v připojených zařízeních bylo buď SELV, nebo vhodně izolované od signálů připojených k systému.

UPOZORNĚNÍ

Poškození materiálu

Připojení externích zařízení se samostatným napájením může při nedodržení elektrických jmenovitých hodnot způsobit poškození systému.

- Napětí v připojených zařízeních musí být buď SELV, nebo vhodně oddělené od signálů připojených k systému.

UPOZORNĚNÍ

Materiální poškození kabelů

Nesprávná manipulace s kabely vede k jejich poškození.

- Připojovací kabel neohýbejte, neskládejte ani neválejte.
- Připojovací kabel pokládejte tak, aby nebyl nadměrně namáhán.

UPOZORNĚNÍ

Poškození materiálu ramene nebo koncových efektorů

Nebezpečné připojení nebo odpojení kabelů pod napětím nebo koncových efektorů během provozu vede k poškození zařízení.

- Nepřipojujte ani neodpojujte kabely, pokud je Franka Research 3 připojena k napájení.
- Nepřipojujte ani neodpojujte koncové efekторы, když je Franka Research 3 připojena k napájení.

Použití dodaného zařízení pro nouzové zastavení

Potřebný materiál

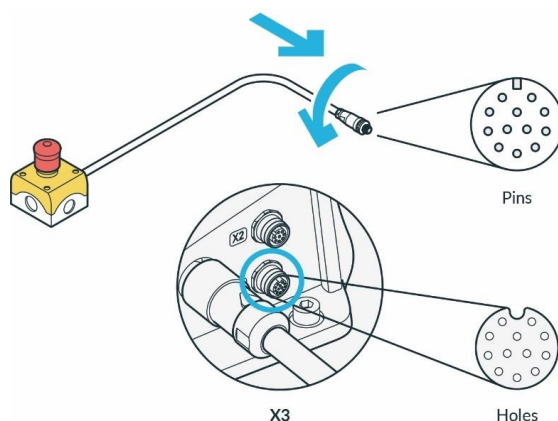
- Dodané zařízení pro nouzové zastavení nebo ochranné zařízení dodané zákazníkem (není součástí dodávky).
- Při použití ochranného zařízení dodaného zákazníkem: dodatečný připojovací kabel (není součástí dodávky).

Postup

1. Připojte dodané zařízení nouzového zastavení ke svorce X3.
nebo

MONTÁŽ A INSTALACE

Připojte zákazníkem nakonfigurovaný odpovídající konektor ke svorce X3 a připojovanému ochrannému zařízení (není součástí dodávky). Připojte ochranné zařízení ke konektoru X3.



Obr. .1025 : Připojení ochranného zařízení (zde povelové zařízení pro nouzové zastavení)

2. Samotná zástrčka se do konektorového portu zasouvá otáčením pohyblivé přední části konektoru.
3. Otočte rukou a utáhněte

Další informace o bezpečných vstupech naleznete v kapitole "Bezpečný vstup" na 4.11 "Bezpečnostní funkce".

Další informace o bezpečnostních funkcích naleznete v kapitole 4.11 "Bezpečnostní funkce".

Další informace o bezpečnostních nastaveních naleznete v kapitole **Error! Reference source not found.** **Error! Reference source not found.**

Další informace o zařízeních naleznete v kapitole 4.7 "Instalace bezpečnostních periférií".

UPOZORNĚNÍ

Před prvním uvedením do provozu a v pravidelných intervalech je třeba zkontrolovat správnou funkci bezpečnostních zařízení.

10.7 Montáž koncového efektoru s



UPOZORNĚNÍ

Padající a/nebo odlétávající nástroje z koncových efektorů

Nástroje, které zůstanou zasunuté v koncovém efektoru, se mohou při pozdějších pohybech ramene proměnit v projektily a vést ke zranění.

- Nenechávejte žádné nástroje uvnitř robota.



UPOZORNĚNÍ

Konstrukce s ostrými hranami a špičatými částmi a pohyblivé části

Připojené koncové efekторы mohou způsobit poranění rukou, prstů, horní části těla a hlavy.

- Vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. ochranné brýle).

MONTÁŽ A INSTALACE

- Integrátor musí provést posouzení rizik každého připojeného koncového efektoru.
- Během práce nestůjte v maximálním pracovním prostoru.

UPOZORNĚNÍ

Připojení externích zařízení se samostatným napájením může ohrozit bezpečnostní funkci systému, pokud nedodrží elektrické jmenovité hodnoty.

Kromě toho musí být napětí v připojených zařízeních buď SELV, nebo vhodně odděleno od signálů připojených k systému.

Rameno má přírubu pro mechanické připojení koncového efektoru. Informace o přírubě koncového efektoru naleznete v kapitole 10.3.1 "Rameno".

UPOZORŇUJTE, že pilotní rukojeť má vůči přírubě koncového efektoru natočení 45°.

Rozhraní X6 - koncový efektor

Elektrickou přípojku X6 na přírubě koncového efektoru lze v případě potřeby použít k napájení koncového efektoru a ke komunikaci s řídicí jednotkou prostřednictvím sběrnice CAN. UPOZORŇUJEME, že připojení X6 bylo nakonfigurováno speciálně pro Franka Hand a jiná zařízení nemusí být s tímto připojením kompatibilní. Pokud má být připojen koncový efektor, který nelze přímo připojit k takovému portu, lze odpovídajícím způsobem navrhnout a realizovat externí zapojení pro napájení a ovládání koncového efektoru.

Podrobný popis zapojení rozhraní X6 viz kapitola 10.6 "Zapojení a elektrická instalace".

Rozhraní koncového efektoru si nevyměňuje žádné informace týkající se bezpečnosti. Nejsou k dispozici žádné diskretní ani protokolární prostředky pro bezpečný přenos dat. Pokud je aktivní SEEPO, není na tomto rozhraní k dispozici žádné napájení 48 V.



UPOZORNĚNÍ

Otevírání a zavírání koncových effektorů

Poruchy řídicí jednotky mohou vést k neočekávanému otevření a zavření koncových effektorů.

- Vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. ochranné brýle).
- Integrátor musí u každého připojeného koncového efektoru provést posouzení rizik.
- Během provozu nestůjte v maximálním pracovním prostoru.



UPOZORNĚNÍ

Pohyblivé rameno

Nebezpečí vážného poranění, například rozdrcení, natržení kůže a propíchnutí.

- Vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. ochranné brýle).
- Integrátor musí provést posouzení rizik u každého připojeného koncového efektoru.
- Během provozu nestůjte v maximálním pracovním prostoru.

UPOZORNĚNÍ

MONTÁŽ A INSTALACE

Po připojení koncového efektoru je třeba provést posouzení rizik. Posouzení rizik závisí na koncovém efektoru a zahrnuje mimo jiné následující:

- Ostré nebo špičaté koncové efektor
- Pohyb nebo otáčení ostrých rotujících koncových efektorů
- Neočekávaně se pohybující rameno vedoucí k nárazu nebo rozdrčení člověka koncovým efektoru

Pro rizika možného selhání koncového efektoru je nutné provést další posouzení rizik. Posouzení rizika selhání závisí na koncovém efektoru a zahrnuje mimo jiné následující:

- porucha ochranného signálu zastavení, která vede k nezastavení otevírání/zavírání koncového efektoru
- vyhodnocení ztráty výkonu koncového efektoru a jeho funkcí
- poruchy ovládání vedoucí k neočekávanému otevření/zavření koncového efektoru



Informace o montáži a demontáži koncového efektoru naleznete v příslušném návodu k obsluze koncového efektoru.

10.8 Praktické tipy pro použití a umístění z Franka Research 3

10.8.1 Spotřeba energie

Pro standardní provoz vyžaduje Franka Research 3 průměrný elektrický příkon 140-350 W. Dočasně lze z napájecího zdroje odebírat elektrický příkon až 600 W.

UPOZORNĚNÍ

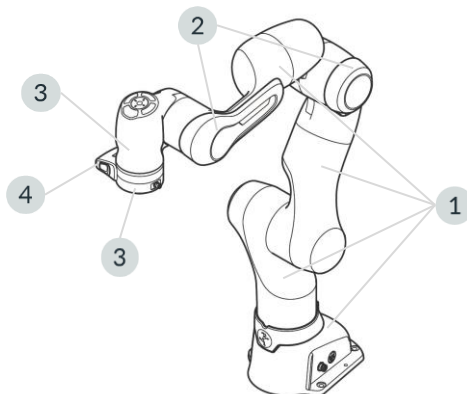
V případě neočekávaného výpadku napájení se Franka Research 3 pokouší kat. 1 zastavit. Pokud uložená energie nestačí, spustí se kat. 0 se provede zastavení.

Po nouzovém zastavení mohlo dojít ke ztrátě kalibrace ramene nebo k jeho poškození. Pokud jsou při dalším spuštění zjištěny závady, bude uživatel informován a měl by postupovat podle pokynů v části Desk.

10.8.2 Limity ESD

UPOZORNĚNÍ

Pro splnění uvedených úrovní EMC je nutné připojit funkční uzemnění.



Obr. .1026 : Měřicí body Měření ESD

Hodnoty uvedené v tabulce byly naměřeny při teplotě 24,2 °C a relativní vlhkosti 44 %.

	Odpor vůči zemi $R_{(G)}$ [Ohm]	Povrchové napětí [V]	Vzdálenost od ESDS [mm]
Povlakový robot (1)	$15,5 \times 10^9$	13	0
Nárazník předloktí (2)	$20,3 \times 10^9$	30	0
Plášť na zápěstí včetně nárazníku (3)	$24,3 \times 10^9$	850	25
Příruba (4)	$50,0 \times 10^3$	0	0
Pilotní rukojeť (5)	$25,7 \times 10^9$	279	25
Franka Hand (bez hrotu prstu) (6)	$38,1 \times 10^9$	615	25

Uvedené vzdálenosti odpovídají normě DIN EN 61340-5-1. Pro napětí nad 125 V do 2 000 V je vyžadována vzdálenost 25 mm.

UPOZORNĚNÍ

Doporučujeme zkontrolovat vzdálenosti podle požadavků aplikace a normy DIN EN 61340-5-1.

10.8.3 Konstrukce pracovního prostoru



UPOZORNĚNÍ

Neočekávaný pohyb ramene

Nebezpečí vážného poranění, např. rozdrčení prstů, rukou, horní části těla, hlavy.

- V maximálním pracovním prostoru nemějte ostré hrany.
- V maximálním pracovním prostoru nemějte žádné špičaté předměty.
- Rameno instalujte do ergonomické výukové polohy.

MONTÁŽ A INSTALACE

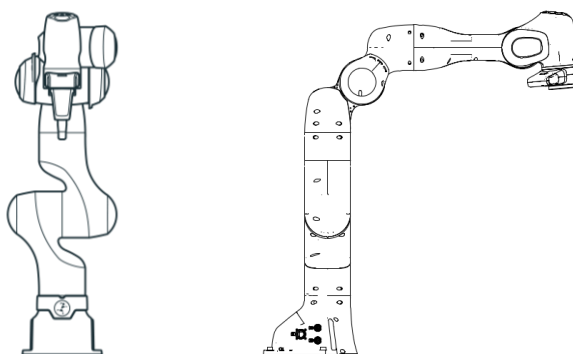


Obr. .1027 : Konstrukce pracovního prostoru

Při plánování instalace dbejte na to, aby byl kolem robota dostatečný volný pracovní prostor.

UPOZORNĚNÍ

Pro postupy obnovy v případě poruchy může být nutné přesunout klouby do referenčních poloh ramene. Proto se doporučuje při plánování instalace zohlednit níže uvedenou polohu, aby robot mohl v případě potřeby dosáhnout referenční polohy.



Obr. .1028 : Referenční poloha kloubů ramene

10.8.4 Osobní bezpečnost a ergonomie

Volný prostor pro zasouvání

UPOZORNĚNÍ

Následující informace o používání a umístění ramene jsou praktické tipy a nemusí být vyčerpávající, pokud jde o konkrétní použití. Nenahrazují posouzení nebezpečí a rizik, ale mohou naznačit možnosti uspořádání.

Lidé se instinktivně zatahují před neočekávanými pohyby. Proto by prostor, kde stojí obsluha nebo jiné osoby, měl umožňovat dostatečný prostor pro zasunutí nebo odskočení.

Dále zajistěte, aby tento prostor byl bez překážek (např. kabelů, předmětů), aby o ně lidé nezakopli a neublížili si.

VAROVÁNÍ

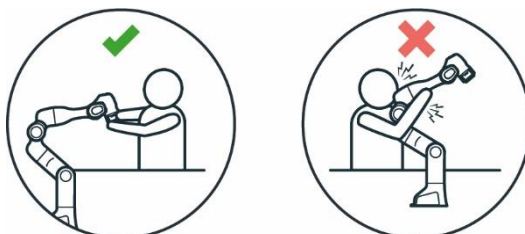
Pohybující se rameno

Nebezpečí zachycení ramenem.

- Udržujte rameno v co největší vzdálenosti, aby obsluha mohla v daném okamžiku reagovat a zasunout se.
- Neobsluhujte rameno, když ho objímáte.
- Nevkládejte hlavu ani jiné části těla mezi segmenty ramene nebo pod ně.
- Neumísťujte části těla (zejména ruce, prsty) mezi rameno, koncový efektor nebo stacionární předměty.
- V případě akutního smrtelného nebezpečí:
 1. Stisknutím zařízení nouzového zastavení zastavte provoz robota.
 2. Rameno z nebezpečné polohy ručně vytáhněte nebo vytlačte.



Obr. .1029 : Vzdálenost k rameni narážejícímu do hlavy



Obr. .1030 : Vzdálenost do nárazu ramene



Obr. .1031 : Vzdálenost k paži Stisknutí ruky

VAROVÁNÍ

Neočekávaný pohyb ramene a únik oleje

Kontakt s unikajícím olejem může způsobit podráždění očí nebo pokožky.

Použití různých aplikací, manipulovaných koncových efektorů a okolních předmětů může vést k rozdrčení, potrhání kůže a propíchnutí.

- Vždy používejte ochranné brýle.

Oděv a šperky

POZOR

Volný oděv nebo šperky, které se zachytí do ramene

Zachycený oděv nebo šperk může způsobit nevyváženost a riziko pádu personálu.

- Nenoste volné oblečení nebo oblečení se stuhami
- Nenoste volné šperky, např. náhrdelníky nebo náramky.



Obr. .1032 : Ochranné prostředky nenosí šperky

Další informace

Na viditelných površích se může objevit koroze. Tato skutečnost nemá vliv na funkčnost robota.

UPOZORNĚNÍ

Následující informace jsou praktické a nemusí být vyčerpávající, pokud jde o prevenci koroze. V případě výskytu rzi společnost Franka Robotics nepřebírá žádnou záruku ani odpovědnost, protože rez nemá vliv na funkčnost.

- Dbejte na dodržování vlhkostních a teplotních rozsahů při používání, přepravě a skladování.
- Skladujte robota v materiálech snižujících vlhkost, například v suchých sáčkích.
- Pracujte pouze čistýma a suchýma rukama, zejména při manipulaci, instalaci a při výuce úkolu.

10.9 Přebalování ramene

VAROVÁNÍ

Těžké vybavení

Z důvodu vlastní hmotnosti a částečně i geometrické konstrukce může zvedání a manipulace se zařízením způsobit poranění zad a v případě pádu i vážné poranění prstů rukou, nohou a chodidel.

- Při přepravě, montáži nebo demontáži zařízení vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. bezpečnostní obuv).
- Zařízení vždy zvedejte s pomocí druhé osoby.
- Zařízení musí být umístěno na rovném povrchu, aby se zabránilo jeho naklonění nebo posunutí.
- Dodržujte platné podnikové předpisy o zvedání břemen a osobních ochranných prostředcích.

UPOZORNĚNÍ

Materiální poškození ramene, koncových efektorů a předmětů v maximálním pracovním prostoru.

Citlivé elektromechanické součásti ramene a koncových efektorů se mohou poškodit, pokud jsou koncové efekторы připojeny k rameni při jeho uvádění do přepravní polohy.

- Před uvedením ramene do přepravní polohy odmontujte všechny koncové efekторы a přídatná zařízení .
- V maximálním pracovním prostoru nenechávejte volné předměty.

UPOZORNĚNÍ

Poškození materiálu na rameni a ovládání

Mechanické nárazy mohou způsobit poškození nebo ztrátu kalibrace citlivých elektromechanických součástí ramene a ovladače. Vyvarujte se otřesů.

- Přístroje neodkládejte hrubě.
- Zařízení vždy skladujte a přepravujte v původním obalu, a to i uvnitř budov.

Přeprava představuje ramene.

Chcete-li uvést zařízení Franka Research 3 do režimu přepravy , použijte funkci Move to pack pose (Přesunout do pozice balení) v Nastavení v uživatelském rozhraní Franka.

Předpoklad

- Koncový efektor a přídatná zařízení musí být z Ramena sejmuty.
- Robot se musí volně pohybovat, aniž by byl zatížen překážkami, aby mohl zaujmout transportní pózu. V případě překážek v robotické buňce zvažte přiblížení robota k transportní póze pomocí ručního vedení.



Chcete-li vyjmout koncové efekторы z ramene, podívejte se na pokyny v návodu k obsluze koncového efektoru.

MONTÁŽ A INSTALACE

Postup

1. Přihlaste se do uživatelského rozhraní v uživatelském rozhraní Franka.
2. Klikněte na položku Nastavení.
3. Přejděte na položku Systém.
4. V závislosti na režimu provádění
 - a. V režimu Programování: Klikněte a podržte tlačítko "Přesunout do pozice balení".
 - b. V režimu Provádění: Klikněte na tlačítko "Move to pack pose" a počkejte, dokud se pohyb nedokončí.

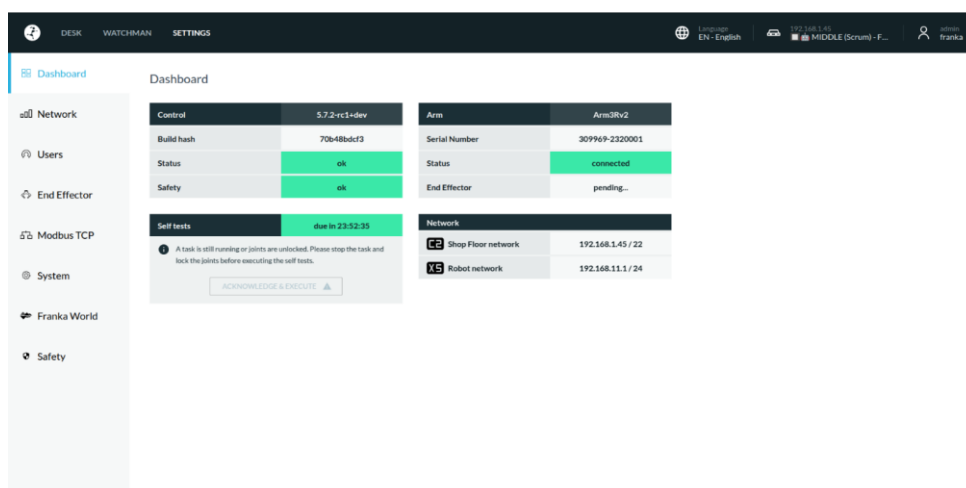
Rameno se automaticky přesune do transportní pozice, dokud je tlačítko stisknuté. Pokud je robot v režimu Programování, je pro pohyb robota nutné také stisknout povolovací zařízení.

UPOZORNĚNÍ

Systém sleduje připojení ovládacího prvku Franka UI hold-to-run s maximálním časovým limitem 1 s. Pokud dojde ke ztrátě spojení během stisknutí ovládacího prvku hold-to-run, systém se zastaví.

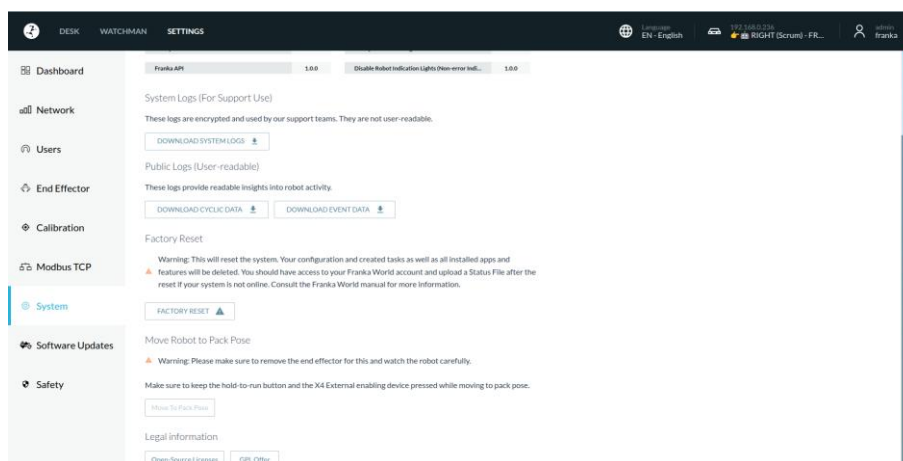
Postup

1. Přejděte do nabídky Nastavení:

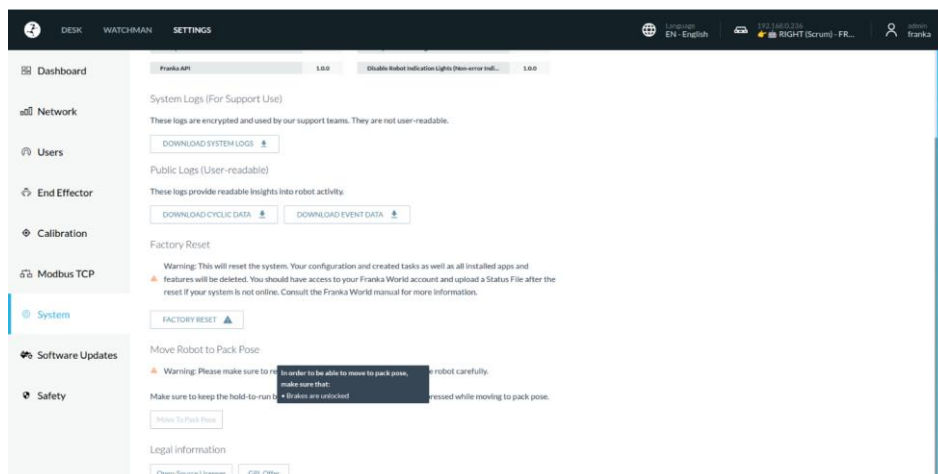


Obr.10 .33: Nastavení

2. Přejděte na položku Systém:

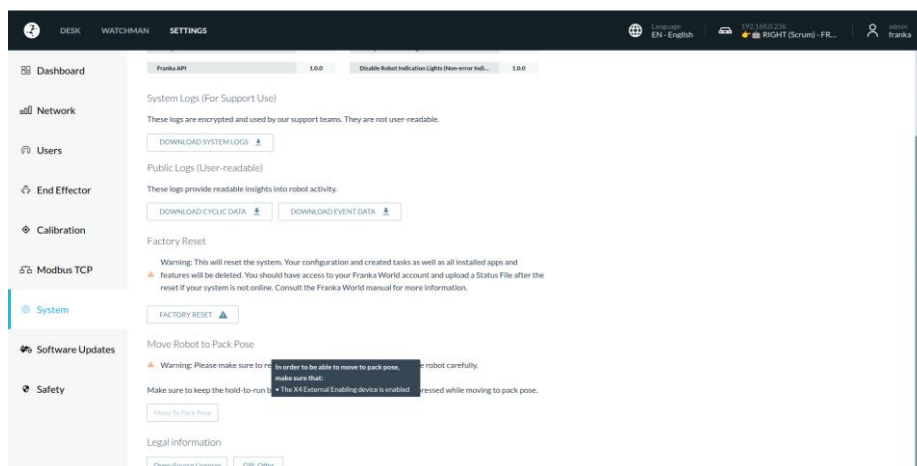


3. Je třeba odblokovat brzdy a podržet x4, aby se robot začal pohybovat (režim programování):



Obr.10 .35: Odblokování brzd.

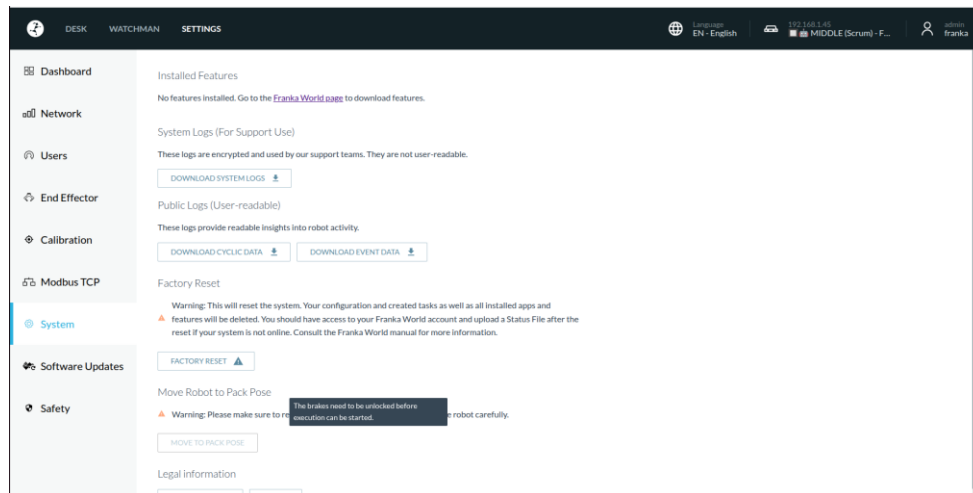
4. Potřebujete podržet x4, abyste začali pohybovat robotem (režim programování):



Obr.10 .36: Externí povolovací zařízení x4

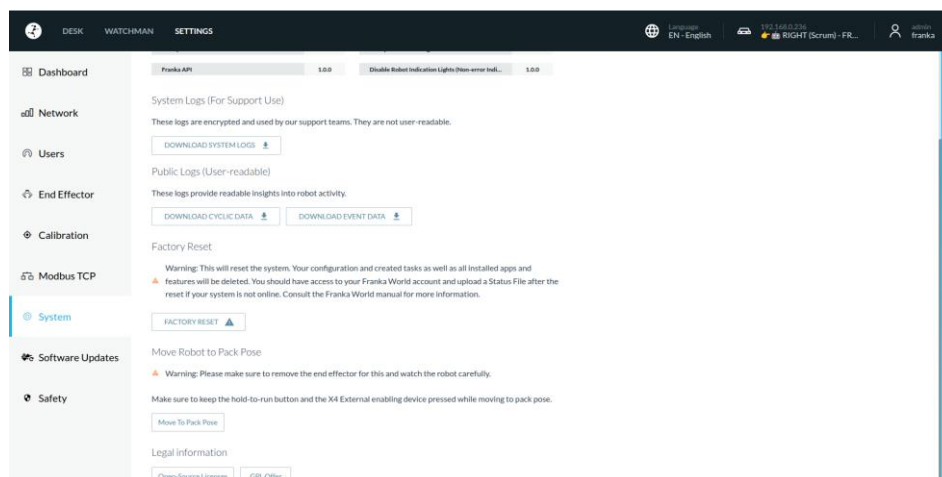
5. Potřeba odemknout brzdy pro zahájení pohybu robota (Prováděcí režim):

MONTÁŽ A INSTALACE



Obr.10 .37: Brzdy odblokovány režim provádění

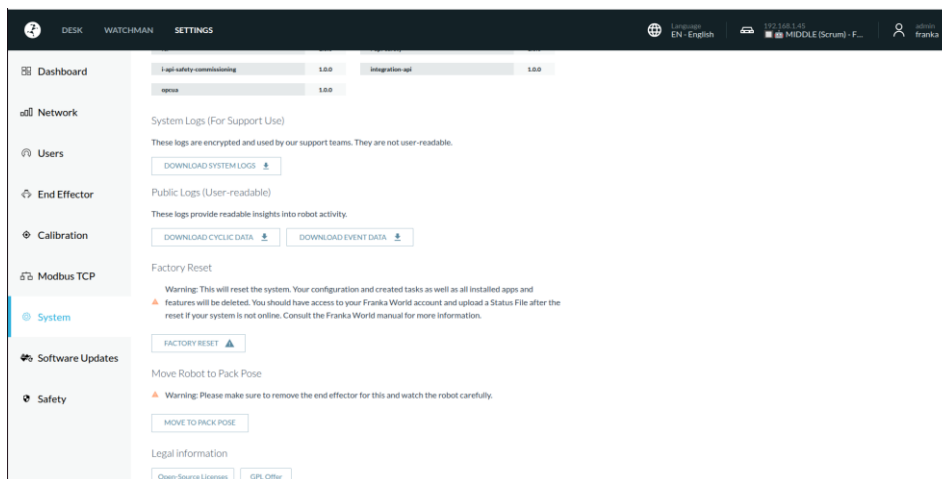
6. Tlačítko Moving to Pack Pose je povoleno (Programování)



Obr.10 .38: Tlačítko Pack Pose aktivované v režimu programování.

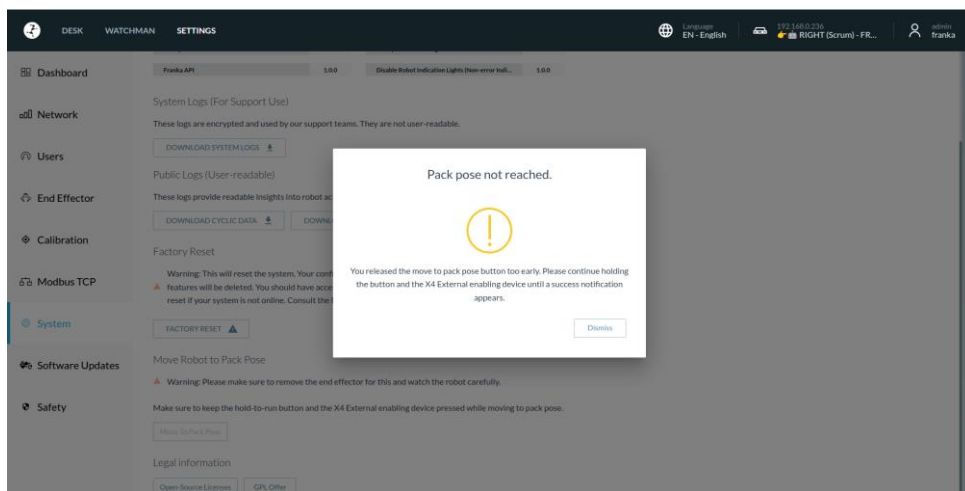
7. Tlačítko Moving to Pack Pose aktivováno (Execution)

MONTÁŽ A INSTALACE



Obr.10 .39: Tlačítko Pack Pose aktivované v režimu provádění

8. Uvolnění tlačítka x4 předtím, než robot dosáhne polohy Pack Pose (režim programování)



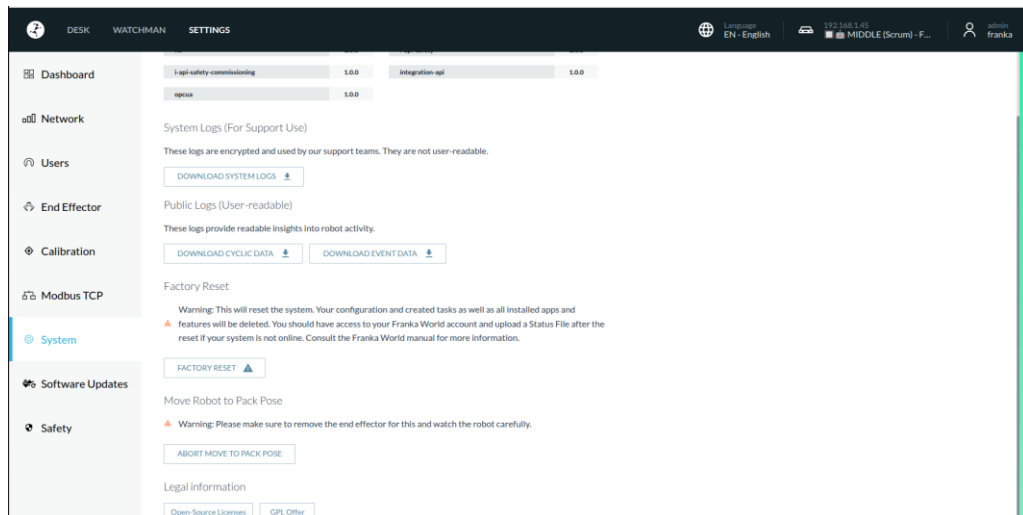
Obr.10 .40: Než robot dosáhne Pack Pose v režimu programování.

9. Tlačítko Abort Move to Pack Pose (Režim provádění)

UPOZORNĚNÍ

Přerušení nevyvolá žádný další dialog. Obrazovka se jednoduše vrátí do stavu, kdy je povoleno tlačítko "Move to Pack Pose" (režim provádění).

MONTÁŽ A INSTALACE

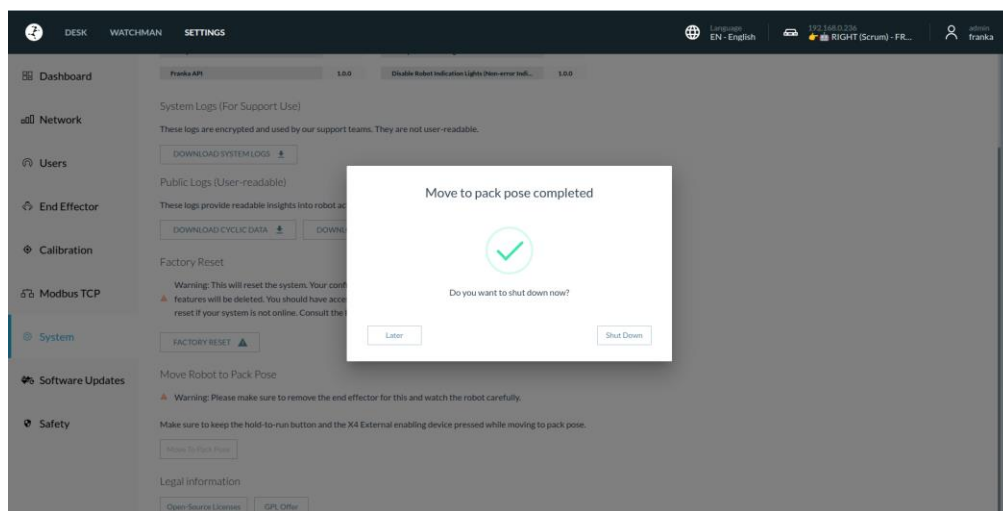


Obr.10 .41: Tlačítko Abort move to pack pose (Přerušit přesun do pózy balení) v režimu provádění

10. Přesun do balicí pózy dokončen

UPOZORNĚNÍ

Programování - Provedení nevyvolá další vyskakovací okno.



Obr.10 .42: Přesun do pozice balení dokončen

Opětovné zabalení ramene

Předpoklad

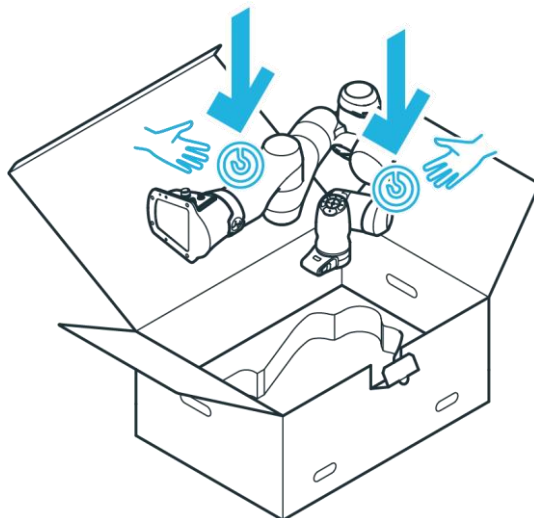
- Robot musí být v transportní pozici.

Postup

1. Otevřete krabici.

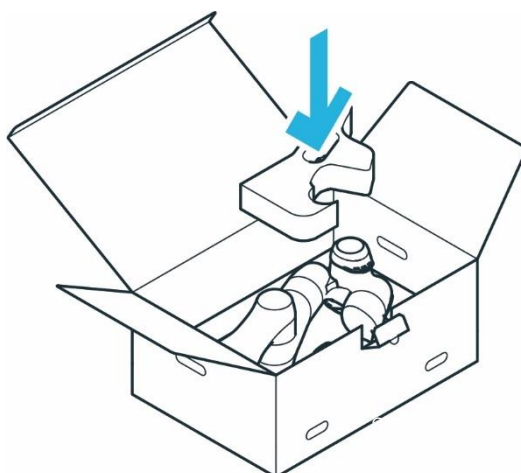
MONTÁŽ A INSTALACE

2. Uchopte rameno v uvedených pozicích pro zvedání po dvou a opatrně jej vložte do spodní ochranné vrstvy.



Obr.10 .43: Zvedání ramene

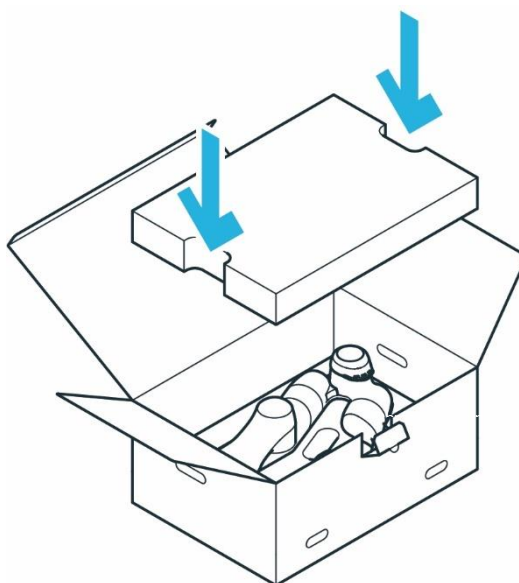
3. Vložte prostřední ochrannou vrstvu.



Obr. .1033 : Balení ramene

MONTÁŽ A INSTALACE

4. Vložte horní ochrannou vrstvu.



Obr. .1034 : Uzavření krabice

5. Uzavřete fóliovou vrstvu.
6. Krabici uzavřete zalepením pomocí lepicích proužků.

11 OPATŘENÍ

11.1 Zapnutí

⚠ NEBEZPEČÍ

Zkrat v důsledku vzniklé kondenzace při převozu zařízení z chladnějšího do teplejšího a vlhčího prostředí.

Nebezpečí ohrožení života v důsledku úrazu elektrickým proudem.

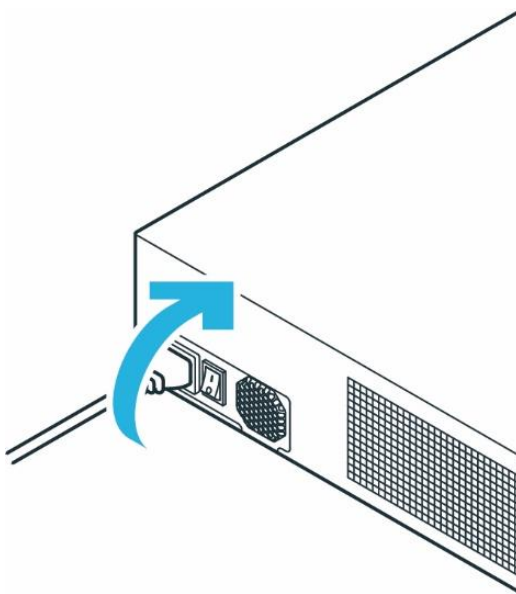
- Po přepravě nechte zařízení aklimatizovat .
- Nezapínejte mokré zařízení.

Předběžné podmínky

- Kabely musí být správně zapojeny.
- Externí zdroj napájení musí být připojen.
- Ponechte maximální pracovní prostor .

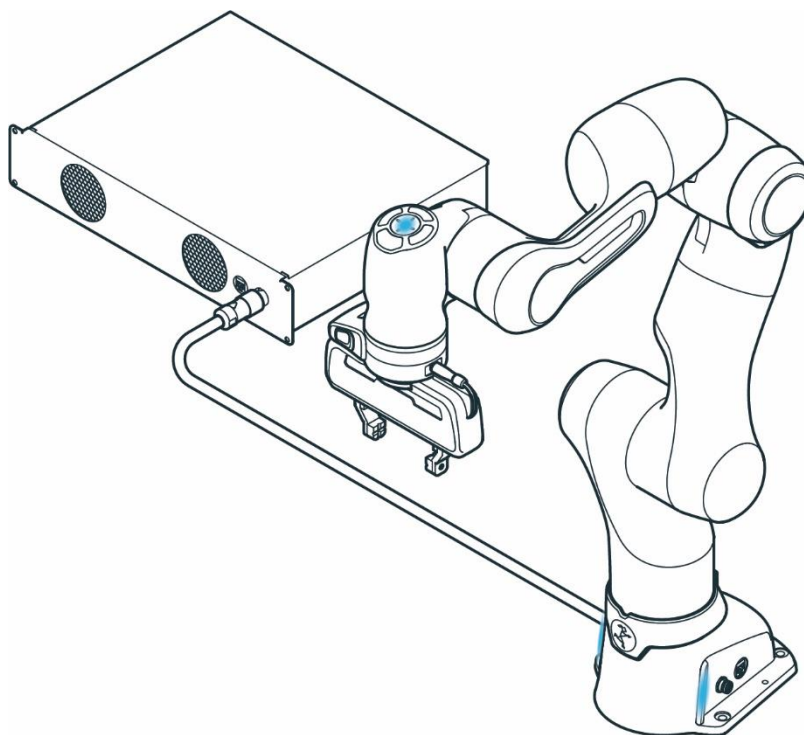
Postup

1. Zapněte ovládání.



Obr. .111 : Zapnutí ovládání.

Control je nyní zapnutý.



Obr. .112 : Modré stavové kontrolky na rameni.

Můžete dodržet následující posloupnost:

- Chladicí systém se aktivuje a je viditelný a slyšitelný.
- Spuštění může trvat přibližně 1 minutu.
- Začnou blikat stavové kontrolky na přístroji Pilot a na obou stranách základny.
- Po dokončení zavádění bude stavová kontrolka nepřetržitě svítit modře, což znamená, že robot je ve stavu zastavení v režimu Execution.
Pokud stavová kontrolka bliká červeně, existuje bezpečnostní chyba. Poté zkontrolujte, zda je povoleno nouzové zastavení nebo zda bylo ke vstupu X3 správně připojeno zařízení nouzového zastavení.
- Je aktivní systém nouzového blokování. Klouby jsou stále mechanicky zablokovány. Informace o odblokování bezpečnostního blokovacího systému naleznete v části Předběžné pokyny.
- V případě poruchy viz kapitoly 15.1 "Údržba", 16 "SERVIS A PODPORA" a 13.8 "Řešení problémů"

11.2 Systém LED indikátorů robota

Robot používá šest odlišných barev LED diod, které informují o jeho provozním stavu. Tyto kontrolky se mohou zobrazovat ve dvou vzorcích:

- **Stálý (statický)** - indikuje stabilní stav.
- **blíkající (blikání)** - indikuje přechodný stav nebo stav vyžadující pozornost.

LED indikátory jsou viditelné na třech klíčových místech:

- Stolní rozhraní
- Základna robota
- Pilotní disk

OPATŘENÍ

Každá kombinace barev a vzorů poskytuje důležité informace o aktuálním stavu robota a o tom, zda je bezpečné s ním komunikovat. Tyto vizuální signály jsou navrženy tak, aby zvyšovaly informovanost a bezpečnost obsluhy.

Aktivační chování LED diod

- **Základní LED diody:**
Vždy aktivní. Neustále odrážejí provozní stav robota a jsou hlavním ukazatelem stavu systému.
- **Pilotní LED diody:**
Aktivní pouze během programování nebo ručního navádění. Poskytují zpětnou vazbu specifickou pro interakci uživatele během těchto režimů.

Kontrolní seznam pro uvedení do provozu pro operátory

Při zapínání robota vždy:

1. Zkontrolujte, zda všechny kontrolky správně fungují.
2. Ujistěte se, že jsou kontrolky dobře viditelné z vaší pracovní pozice.
3. Správně interpretujte kontrolky, abyste zjistili, zda je robot:
 - IDLE nebo v režimu TEACH
 - Provádění úkolu
 - Ve stavu chyby nebo varování
 - Čeká na vstup uživatele

Důležité bezpečnostní pokyny

To, zda je bezpečné přiblížit se k robotu v jednotlivých stavech, závisí na analýze rizik a nebezpečí specifické pro danou aplikaci a na nakonfigurovaných bezpečnostních scénářích. Indikátory LED sice pomáhají identifikovat stav robota, nejsou však certifikovanými bezpečnostními funkcemi.

V případě pochybností vždy před přiblížením k robotu použijte vhodná bezpečnostní opatření:

- Stiskněte tlačítko nouzového zastavení
- Aktivujte ochranné zastavení
- Potvrďte, že je robot v bezpečném stavu prostřednictvím uživatelského rozhraní.

Vysvětlení blikajících vzorů

Vzor	Frekvence	Význam
Pomalé blikání	~0,6 Hz (přibližně 2 bliknutí za 3 sekundy)	Signalizuje přechod mezi stavy nebo žádost o pozornost uživatele.
Rychlé blikání	~2 Hz (přibližně 2 bliknutí za sekundu)	Upozorňuje na zahájení pohybu, pomalý pohyb robota nebo aktualizaci systému.

Chyba a ztráta komunikace

OPATŘENÍ

Pokud vizuální indikátor nebo jeho řídicí zařízení zjistí ztrátu komunikace, je to signalizováno jako chyba trvalým červeným světlem.

Logika priority LED

- Systém LED zobrazuje vždy nejkritičtější stav.
- Pokud dojde k více událostem současně, zobrazí se barva s největším významem.
- V rámci jedné úrovně priority se vždy zobrazuje pouze jednobarevné schéma, aby nedošlo k záměně.

Referenční tabulka barev LED

Kategorie	Barva LED	Vzor LED	Stav Význam	Akce uživatele
Stav systému robota	Bílá	Svítlí	Systém je v nečinnosti nebo v režimu učení.	✅ Bezpečné přiblížení. Připraven ke spuštění.
	Bílá	Pomalu bliká	Spouštění nebo vypínání.	⊖ Nepřerušujte. Vyčkejte na dokončení.
	Bílá	Rychle bliká	Aktualizace systému.	⊖ Neodpojujte ani nepřerušujte. Počkejte, dokud nebude dokončena.
Brzdy	Žlutá	Trvalá	Brzdy zablokovány/odblokovány.	⚠ Používá se při brzdění.
	Žlutá	Pomalu bliká	Čeká na dokončení zavádění.	⌚ Vyčkejte na stálou žlutou barvu nebo na další pokyn.
Výstrahy	Žlutá	Trvalá	Výstražný stav.	⊖ Nepřibližujte se. Zkontrolujte uživatelské rozhraní.
	Žlutá	Pomalu bliká	Varování: nutná interakce uživatele.	⚠ Zkontrolujte uživatelské rozhraní a potvrďte varování.

OPATŘENÍ

Kategorie	Barva LED	Vzor LED	Stav Význam	Akce uživatele
Bezpečnostní chyby	Červená	Trvale	Závažné chyby (např. bezpečnostní, systémové, komunikační).	 Nepřistupujte k nim. Prošetřete prostřednictvím uživatelského rozhraní.
	Červená	Pomalu bliká	Porušení bezpečnosti nebo chyba aplikace.	 Zkontrolujte uživatelské rozhraní. Přistupujte pouze v případě, že je to bezpečné a proškolené.
	Červená	Rychle bliká	Probíhá zotavení po chybě.	 Počkejte nebo resetujte pomocí uživatelského rozhraní.
	Červená	Bliká	K zotavení z chyby je třeba zadat vstup. Obnova po chybě je možná pomocí uživatelského vstupu (např. překročení limitů kloubů při ručním vedení).	 Odemkněte kloub nebo proveďte reset pro obnovení provozu.
Provedení	Zelená	Stálá	Úloha se provádí samostatně.	 Nepřibližujte se. Robot se pohybuje.
	Zelená	Rychle bliká	Provádění bude brzy zahájeno (např. odpočítávání FCI).	 Nepřibližujte se. Blíží se provedení.
Režim společné exekuce	Zelená	Pomalu bliká	Úloha aktivní v režimu asistované exekuce.	 Přistupujte opatrně. Dodržujte bezpečnostní protokoly.

OPATŘENÍ

Kategorie	Barva LED	Vzor LED	Stav Význam	Akce uživatele
Režim spolupráce při provádění	Modrá	Plná	Fáze provádění je připravena. Brzdy jsou zapnuté.	 Přibližujte se opatrně. Robot se může začít pohybovat.
	Modrá	Pomalou bliká	Otevření brzd nebo režim spolupráce (žádný aktivní úkol).	 Robot se může mírně pohybovat. Bezpečné přiblížení.
	Modrá	Blikající	Provádění přerušeno. Čeká se na zpětnou vazbu.	 Poskytněte zpětnou vazbu, abyste mohli pokračovat. Robot zastaven.
Konflikty	Magenta	Solidní	Zjištěn konfliktní vstup (např. ruční navádění vs. automatizace).	 Nepřibližujte se. Vyřešte konflikt vstupů.
	Magenta	Bliká	Vstup potřebný k vyřešení konfliktu.	 Poskytněte vstupní údaje nebo pokyny k pokračování.

11.3 Bezpečnostně relevantní testy Franka Research 3

11.3.1 Autotest robotického systému.

Autotesty systému Control se provádějí za chodu systému. Pro provedení autotestů ramene se jednou zapne napájení ramene.

VAROVÁNÍ

Nebezpečí zranění způsobené padajícími předměty

Během cyklu napájení ramene je odpojeno napájení koncového efektoru. Z koncového efektoru mohou padat předměty, což může vést ke zranění.

- Odstraňte všechny předměty z koncového efektoru.
- Přemístěte se z nebezpečné zóny.

UPOZORNĚNÍ

Každých 24 hodin musí uživatel zahájit bezpečnostní diagnostiku, aby zjistil potenciálně nebezpečné poruchy během provozu. V postranním panelu systém upozorní uživatele 2 hodiny před překročením této doby.

Pokud je čas překročen, robot zastaví všechny operace a požádá uživatele o zahájení autotestu. Za tímto účelem se zobrazí zpráva, ze které lze zahájit autotest.

Autotest můžete kdykoli spustit také ručně. Za tímto účelem postupujte podle následujících kroků

1. Spustíte rozhraní Franka UI na zařízení Interface.
2. Přejděte do části "Nastavení".
3. Přepněte na "Dashbord".
4. Klikněte na tlačítko "EXECUTE" (Spustit) vedle zobrazení odpočtu do autotestu.



UPOZORNĚNÍ

Pád předmětů z koncových efektorů v důsledku přerušení napájení, když je aktivní konfigurace SEEPO.

Riziko vážného poranění, jako je rozdrcení, roztržení kůže a propíchnutí ramenem a koncovými efektory.

- Vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. bezpečnostní obuv).
- Používejte vhodný typ koncových efektorů, abyste zabránili pádu předmětů.
- Při posuzování rizik podle normy 10218-2 zohledněte tvar, strukturu a hmotnost uchopovaných předmětů. Použití lehkých a/nebo kulatých předmětů může výrazně snížit rizika.

11.3.2 Pravidelné testování bezpečnostních funkcí

Funkce některých bezpečnostních funkcí musí být pravidelně testovány. To se týká následujících bezpečnostních funkcí:

Bezpečnostní funkce	Test
Zařízení nouzového zastavení	1. Stiskněte zařízení nouzového zastavení, když robot není aktivní. 2. Zkontrolujte, zda jsou brzdy zablokovány.
Zařízení pro povolení navádění	1. Během navádění uvolněte povolovací tlačítko Pilot-Grip . <i>Robot se musí zastavit.</i> 2. Během navádění zcela stiskněte povolovací tlačítko Pilot-Grip. <i>Robot se musí zastavit.</i>
Externí povolovací zařízení	1. Během testování úlohy uvolněte povolovací tlačítko externího povolovacího zařízení . <i>Robot se musí zastavit.</i> 2. Během testování úlohy zcela stiskněte povolovací tlačítko externího povolovacího zařízení. <i>Robot se musí zastavit.</i>
Jakýkoli spínač připojený k X3.2 nebo X3.3.	1. Aktivujte spínač. 2. Zkontrolujte, zda se odpovídajícím způsobem spustí nakonfigurovaná bezpečnostní funkce.

UPOZORNĚNÍ

- Každých 12 měsíců aktivujte systém nouzového zastavení při uvedení do provozu.
- Systém nouzového zastavení během uvádění do provozu každých 12 měsíců znovu zapojte.
- Každých 12 měsíců zkontrolujte funkčnost všech bezpečnostních zařízení, např. systému nouzového zastavení.
- Zkontrolujte všechna další bezpečnostní opatření, která byla přijata k zajištění bezpečného provozu.



Další informace o systému nouzového zastavení naleznete v kapitole 4.7

Instalace bezpečnostních periférií "

11.3.3 Testování nouzového zastavení

VAROVÁNÍ

Nebezpečí vážného zranění v důsledku nefunkčního zařízení nouzového zastavení

Použití nefunkčního zařízení nouzového zastavení k zastavení operace v případě nouze může vést k tomu, že zůstanete uvěznění, což vede k těžkým zraněním, jako je rozdrčení, roztržení kůže a propíchnutí od ramene a koncových efektorů.

- Zařízení nouzového zastavení uložte na bezpečné místo.

UPOZORNĚNÍ

Poškození materiálu

Při zastavení zařízení v nepříznivém bodě procesu může dojít k poškození koncového efektoru, obrobků nebo okolí.

- Nouzové zastavení používejte pouze v bezpečnostně kritických situacích.

OPATŘENÍ

UPOZORNĚNÍ

Případné poškození ramene při stisknutí nouzového zastavení nezpůsobí újmu osobám, protože rameno se bezpečně zastaví bez ohledu na poškození.

UPOZORNĚNÍ

Po nouzovém zastavení mohlo rameno ztratit kalibraci nebo být poškozeno. Pokud jsou při dalším spuštění zjištěny závady, bude uživatel informován.

UPOZORNĚNÍ

Berte v úvahu i další nainstalovaná zařízení kromě Franka Research 3, která budou nouzovým zastavením rovněž vypnuta.

BEZPEČNOSTNÍ POKYNY

Předpoklad

- Franka Research 3 musí být v klidovém stavu bez spuštěné úlohy.
- Pojistné šrouby bezpečnostního blokovacího systému musí být otevřené.
- Rameno se nesmí pohybovat.

Postup

1. Vyklidte prostor kolem Ramena, aby nedošlo k poškození uchopených předmětů nebo okolí.
2. Pomocí vodítka uveďte rameno do polohy bez překážek, např. 200 mm nad nehybnými předměty.
3. Aktivujte nouzové zastavení.

Rameno se při zapadnutí do mechanických zajišťovacích šroubů s cvaknutím mírně spustí.

11.4 Počáteční konfigurace

11.4.1 Připojení zařízení uživatelského rozhraní

K ovládání a řízení robota je zapotřebí externí operační zařízení v podobě počítače, notebooku nebo tabletu.

Doporučené hardwarové vybavení:

- Komerčně dostupný počítač, notebook nebo tablet
- Rozhraní Ethernet
- Rozlišení min. 1280x720px, doporučené Full HD (1920x1080 px)
- Funkce multitouch, pokud používáte tablet.
- Doporučené prohlížeče: Chrome, Edge, Safari nebo Firefox

Postup: V případě potřeby je možné použít i jiné zařízení, např:

1. Připojte zařízení rozhraní ke konektoru X5 na základně Arm pomocí kabelu Ethernet a otevřete rozhraní počáteční konfigurace.
Další informace naleznete v kapitole 10.6 "Zapojení a elektrická instalace".
2. Chcete-li automaticky získat IP adresu prostřednictvím DHCP, ujistěte se, že má zařízení rozhraní aktivovaného klienta DHCP.
IP adresa bude automaticky přidělena po zapnutí zařízení Franka Research 3.
3. Přejděte do preferovaného webového prohlížeče.
4. Zadejte následující adresu URL: robot.franka.de
5. Stiskněte klávesu Enter.

Otevře se webová stránka zobrazující uživatelské rozhraní společnosti Franka.

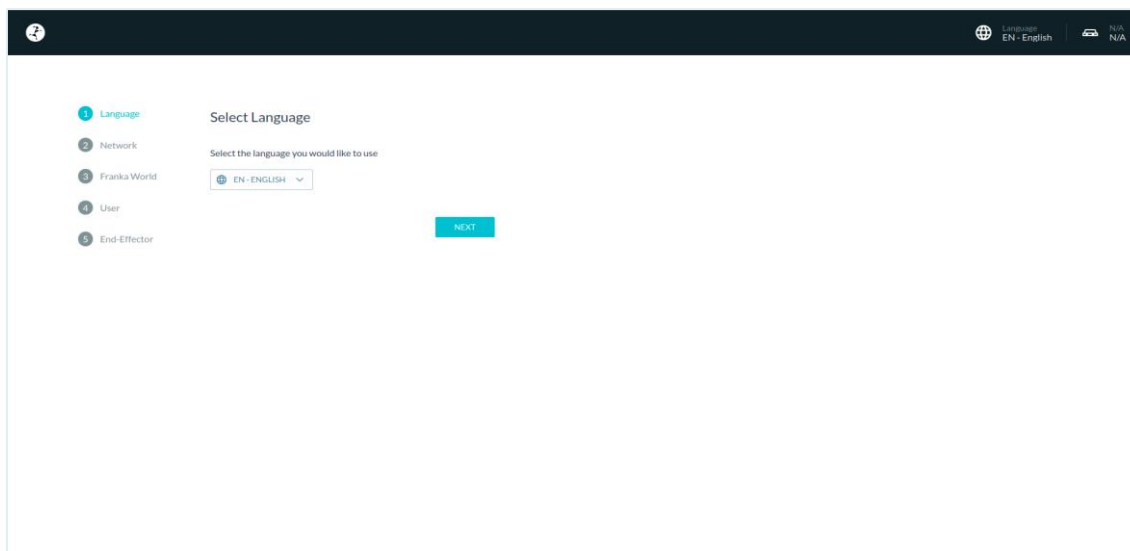
11.4.2 Počáteční konfigurace "První spuštění"

Po prvním spuštění systému Control je nutné provést základní nastavení v systému. Počáteční konfigurace se zobrazí ve webovém prohlížeči. Tato počáteční konfigurace se zobrazí také po obnovení továrního nastavení Control.

Chcete-li provést počáteční konfiguraci, proveďte nejprve postup z kapitoly 11.4 "Počáteční konfigurace

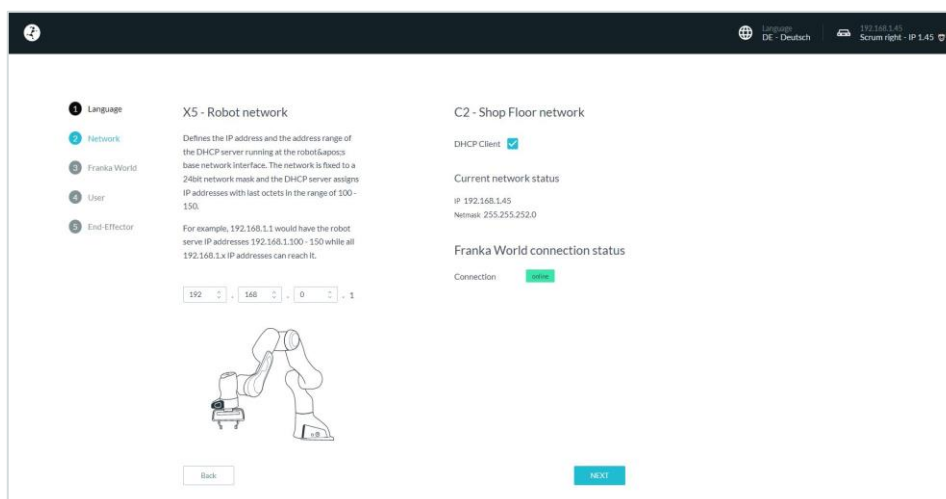
Připojení zařízení uživatelského rozhraní " a poté postupujte podle následujících kroků:

1. Spustíte program Franka Research 3.
2. Zadejte následující adresu URL: robot.franka.de.
⇒ Otevře se webové rozhraní "První spuštění" uživatelského rozhraní Franka s výběrem jazyka systémového rozhraní.



Obr. .113 : Výběr jazyka Počáteční konfigurace

3. 4. Klikněte na oblast, kde je v panelu nabídek zobrazena IP adresa robota, a stáhněte si návod k obsluze produktu. Nezapomeňte si ji pečlivě přečíst.
 4. Vyberte požadovaný jazyk pro rozhraní uživatelského rozhraní Franka. Klikněte na tlačítko "DALŠÍ"
- ⇒ Otevře se stránka pro nastavení síťového připojení.



Obr. .114 : Počáteční konfigurace sítě

Na této stránce lze konfigurovat síťové připojení vnitřní sítě robota a připojení k internetu nebo připojení k podnikové síti.

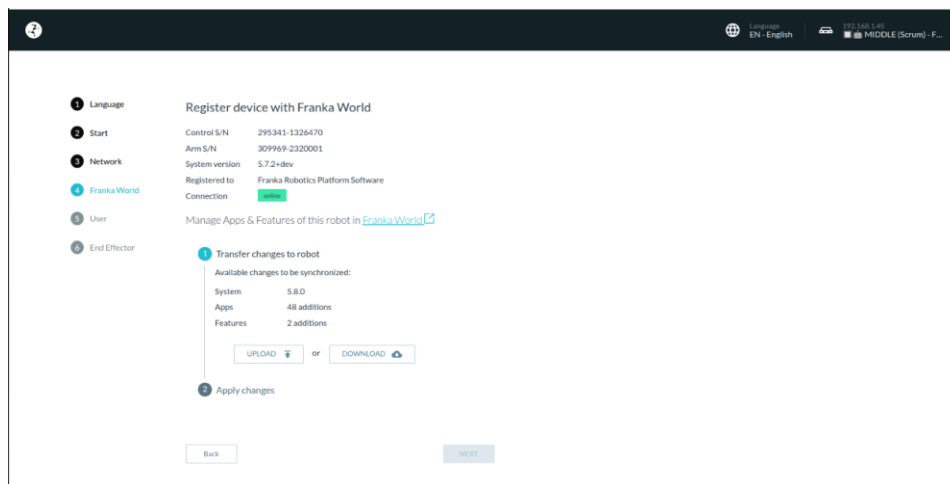
V případě potřeby lze upravit podadresu sítě robota. Výchozí nastavení je 192.168.0.1, rozsah adres lze použít v rozmezí 100-150.

Pro přístup k podnikové síti nebo internetu lze zvolit použití klienta DHCP nebo provést ruční konfiguraci.

Aktuální stav připojení k síti Franka World se zobrazuje graficky.

5. Nastavení potvrďte kliknutím na tlačítko "DALŠÍ".

⇒ Otevře se webové rozhraní pro konfiguraci / správu robota s Franka World.



Obr. .115 : Registr Franka World ation

Tato stránka slouží k registraci robota ve Franka World a ke správě aktualizací a aplikací.

Když je řídicí jednotka připojena k internetu, robot se automaticky zaregistruje do služby Franka World a zkontroluje se dostupnost nejnovějších aktualizací systému nebo aplikačního softwaru (Apps).

Konfigurace robota se provádí ve Franka World. Franka World otevřete kliknutím na odkaz.

Pro instalaci aktualizací systému a aplikací (Apps) je vyžadován účet Franka World (viz kapitola 14.2 "Správa aplikací a funkcí").



Další informace o Franka World naleznete v kapitole 14.1 "Franka World".

6. Kliknutím na "Download" (Stáhnout) přeneste všechny dostupné změny.

Pokud nelze navázat připojení k internetu, můžete zařízení aktualizovat také "offline". Za tímto účelem si přečtěte kapitolu 14.4 "Aktualizace".

7. Po přenosu dat je k dokončení instalace nutné potvrzení. Za tímto účelem klikněte na tlačítko "Apply" (Použít).

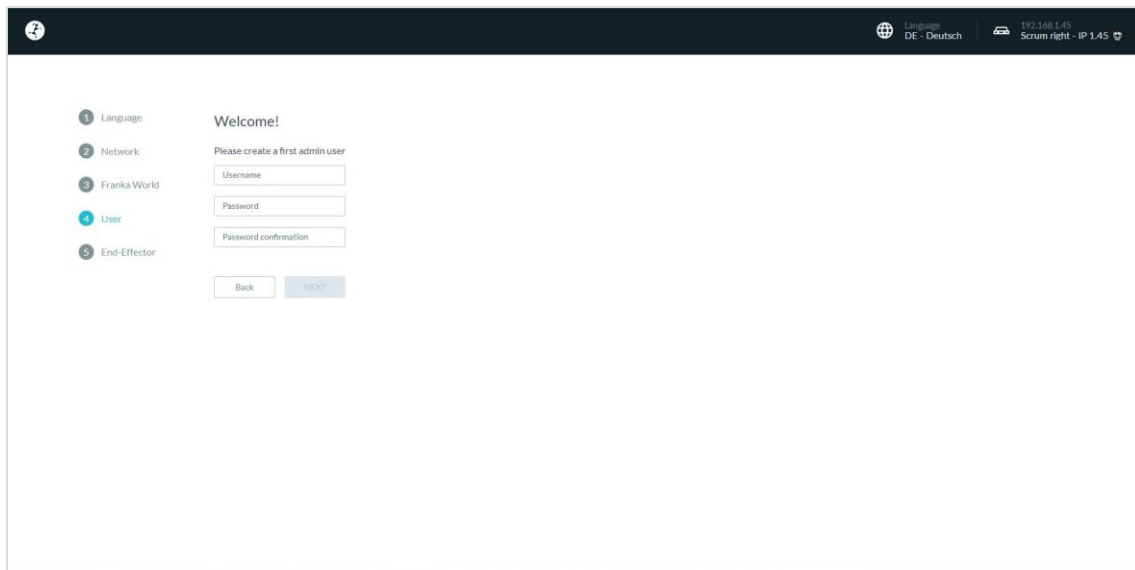
V případě změn relevantních pro systém bude iniciován restart. Poté se znovu spustí postup prvního spuštění, ale vaše předchozí nastavení se uloží. V tomto případě potvrďte všechny předchozí kroky tlačítkem "Další".

Po instalaci všech dostupných změn v kroku Franka World můžete přejít k dalšímu kroku kliknutím na "Next".



Informace o aktualizacích systému und Apps naleznete v kapitole 14.2 "Správa aplikací a".

⇒ Otevře se webové rozhraní pro vytvoření správce.



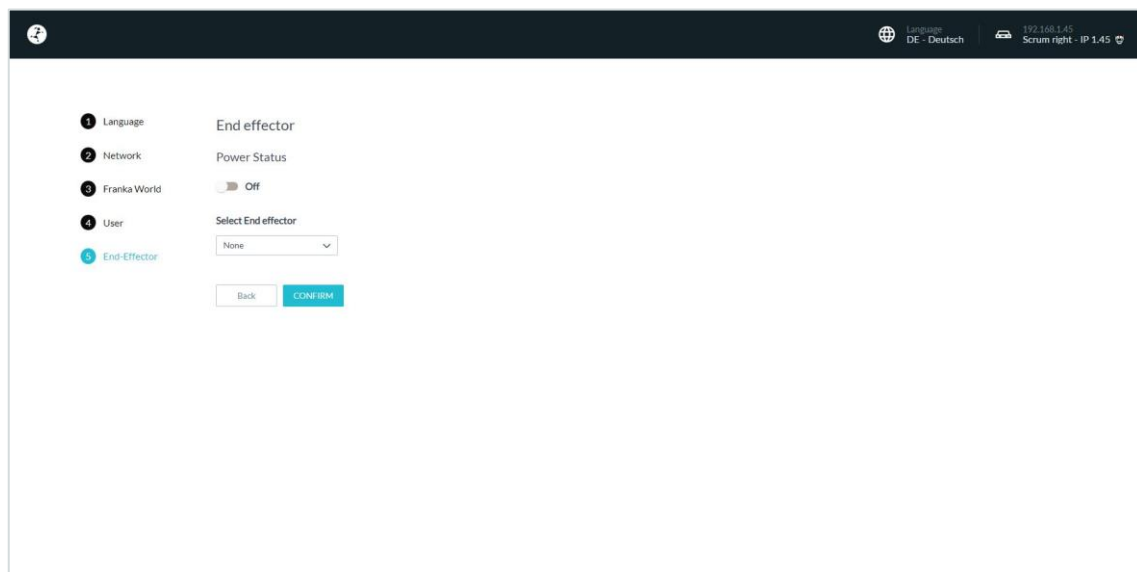
Obr. .116 : Vytvoření správce

8. Vytvoření počátečního uživatele typu "Administrator"

Tento uživatel může později pokračovat v konfiguraci a vytvářet další uživatele systému. Další informace o rolích naleznete v kapitole "Vytvoření správce" v kapitole 5 "ROLE A PERSONÁL".

9. Zadáání potvrďte kliknutím na tlačítko "Next".

⇒ Otevře se webové rozhraní pro konfiguraci koncového efektoru.



Obr. .117 : Nastavení koncového efektoru

**UPOZORNĚNÍ****Neočekávané pohyby při navádění v důsledku nesprávně nakonfigurovaných koncových efektorů.**

Nesprávně nakonfigurovaná hmotnost a setrvačnost koncového efektoru může vést k ne zcela kompenzovaným gravitačním silám. Výsledné a neočekávané chování robota včetně koncového efektoru může vést ke zraněním, jako je rozdrčení, roztržení kůže a propíchnutí.

- Vždy zkontrolujte konfiguraci koncového efektoru.
- Při kopírování již parametrizované aplikace nebo úlohy do jiného systému Franka Research 3 se ujistěte, že konfigurace koncového efektoru zůstává totožná s původní.

**UPOZORNĚNÍ****Padající předměty z koncových efektorů při počáteční instalaci**

Předměty padající z chapadla vedou k poranění rukou, prstů, chodidel a prstů.

- Vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. bezpečnostní obuv).
- Používejte vhodný typ chapadel, abyste zabránili pádu předmětů.
- Při posuzování rizik podle normy 10218-2 zohledněte tvar, strukturu a hmotnost uchopovaných předmětů. Použití lehkých a/nebo kulatých předmětů může výrazně snížit rizika.
- Nevkládejte ruce mezi uchopované a pevné předměty (např. stůl).
- Před uvedením do provozu koncový efektor nezatěžujte, protože v závislosti na instalovaném koncovém efektoru se mohou po obnovení napájení automaticky provádět "naváděcí" pohyby.

10. Nakonfigurujte, který koncový efektor se na robota používá.

Pokud nemáte namontovaný koncový efektor, vyberte z rozevírací nabídky možnost "Žádný".

Pokud máte jako koncový efektor namontovanou ruku Franka, vyberte z rozevírací nabídky možnost "Hand" (Ruka).

UPOZORNĚNÍ

Franka Hand není součástí certifikovaného robota.

Pokud chcete použít jiný koncový efektor nebo upravit konfiguraci rukojeti, vyberte z rozevírací nabídky možnost "User Defined" (Uživatelsky definováno) a zadejte příslušné hodnoty do textových polí. Příslušné hodnoty obvykle najdete v příručce ke koncovému efektoru.

UPOZORNĚNÍ

Nastavení koncového efektoru budete moci později znovu upravit.

11. Zadání potvrďte kliknutím na tlačítko "Potvrdit". Tím je počáteční konfigurace dokončena a potvrzena a je proveden poslední krok přípravy.

- ⇒ Ve webovém prohlížeči se zobrazí programovací rozhraní DESK a stavový displej na rameni se trvale rozsvítí modře.

11.5 Nastavení řídicího rozhraní Franka (FCI)

Aby bylo možné ovládat robota prostřednictvím rozhraní Franka Control Interface (FCI), musí být v zařízení nainstalována funkce FCI-Feature. Pokud je již v řídicí jednotce nainstalována, bude uvedena v části Franka UI - > Nastavení -> Systém -> Nainstalované funkce. Ve výchozím nastavení je funkce FCI automaticky nainstalována při počáteční konfiguraci. Pokud funkce FCI ještě není nainstalována, můžete ji nainstalovat na Ovládání pomocí účtu Franka World.

Chcete-li ovládat robota prostřednictvím rozhraní Franka Control Interface (FCI), musí být ovládací zařízení připojeno k síťovému portu C2 - Shop floor na řídicí jednotce prostřednictvím ethernetového kabelu.

UPOZORNĚNÍ

Ovládání přes FCI je možné pouze přes síťový port C2 - Shop floor. Použití síťového portu X5 - Robot na patce robota není pro použití funkce FCI vhodné.



Obr. .118 Síťové připojení pro FCI Použití

11.5.1 Konfigurace sítě pro ovládání prostřednictvím FCI

Pro ovládání robota přes rozhraní FCI je rozhodující dobrý výkon sítě. Proto se důrazně doporučuje používat přímé spojení mezi PC pracovní stanice a Control. Tato část popisuje, jak síť pro tento případ použití nakonfigurovat.

Pro ovládání a řízení robota přes rozhraní FCI se doporučuje externí operační zařízení v podobě PC nebo notebooku s operačním systémem Linux (např. Ubuntu).

Doporučené hardwarové vybavení:

- Doporučení: komerčně dostupný počítač, notebook s operačním systémem Linux
- Rozhraní Ethernet
- Rozlišení min. 1280x720px, doporučené Full HD (1920x1080 px).
- Doporučené prohlížeče: Chrome nebo Firefox

Ovládání a pracovní stanice musí být nakonfigurovány tak, aby se zobrazovaly ve stejné síti. Nejjednodušší způsob, jak toho dosáhnout, je použít statické adresy IP. Fungovat budou libovolné dvě adresy ve stejné síti, ale pro účely tohoto příkladu budou použity následující hodnoty:

	Pracovní stanice PC	Řídicí jednotka
Adresa	172.16.0.1	172.16.0.2
Síťová maska	24	24

Adresa Control (172.16.0.2) se v následujících kapitolách nazývá <fci-ip>.

OPATŘENÍ

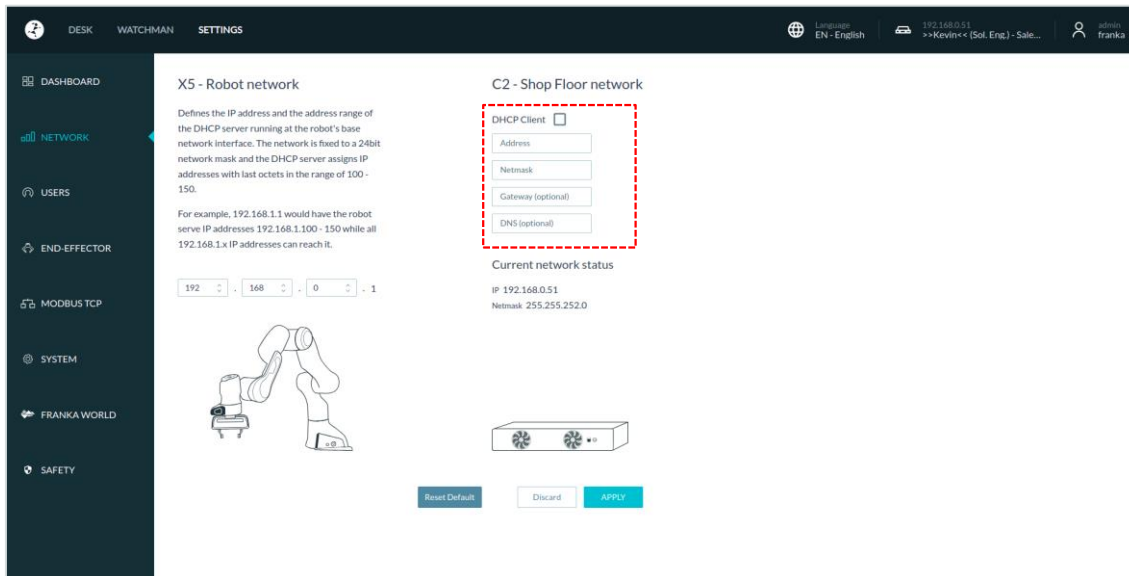
UPOZORNĚNÍ

Při této konfiguraci sítě lze k uživatelskému rozhraní Franka přistupovat prostřednictvím adresy `https://<fci-ip>`, ačkoli se v prohlížeči zobrazí varování o certifikátu.

Síť Control lze nakonfigurovat v nastavení správce. Po dobu trvání tohoto kroku se můžete připojit k síťovému portu X5 - Robot v základně robota.

Další informace naleznete v kapitole 11.4.1 "Připojení zařízení uživatelského rozhraní".

Chcete-li nastavit statickou adresu, deaktivujte DHCP-Client v nastavení "C2-Shop Floor network".



Obrázek .119 Nastavení sítě

Nyní můžete zadat nastavení statické IP adresy pro připojení LAN řídicí jednotky pro síť Shop Floor-/podniková síť.

Nastavení potvrdíte stisknutím tlačítka "Apply".

Po úspěšném použití nastavení je třeba ještě upravit nastavení síťového rozhraní operačního zařízení v systému Linux.

Konfigurace operačního zařízení

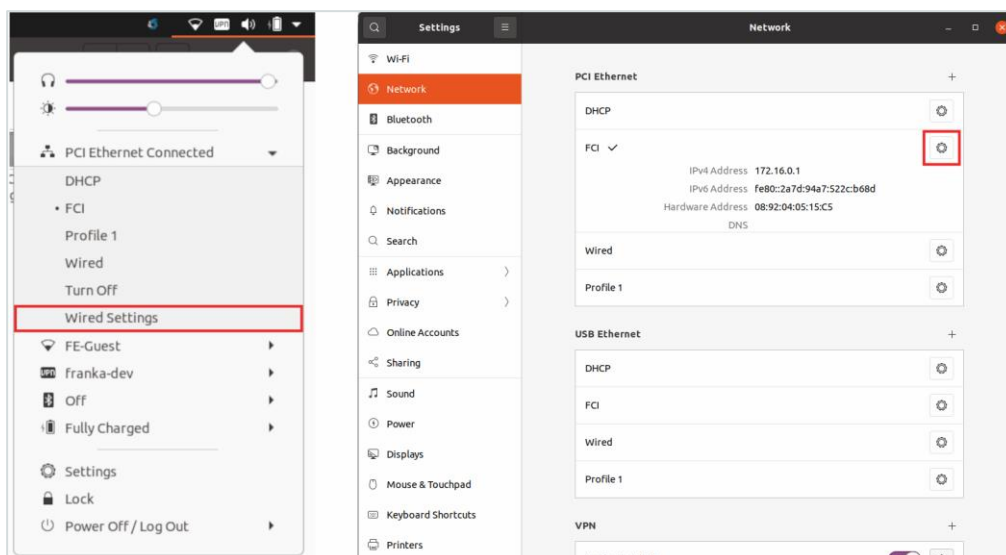
Tato část popisuje, jak nastavit statickou adresu IP v systému Ubuntu 20.04 pomocí grafického uživatelského rozhraní. Pokud dáváte přednost použití příkazového řádku, postupujte podle oficiálního [přůvodce](#) Ubuntu.

UPOZORNĚNÍ

Následující kroky upraví nastavení sítě. V případě pochybností se obraťte na správce sítě.

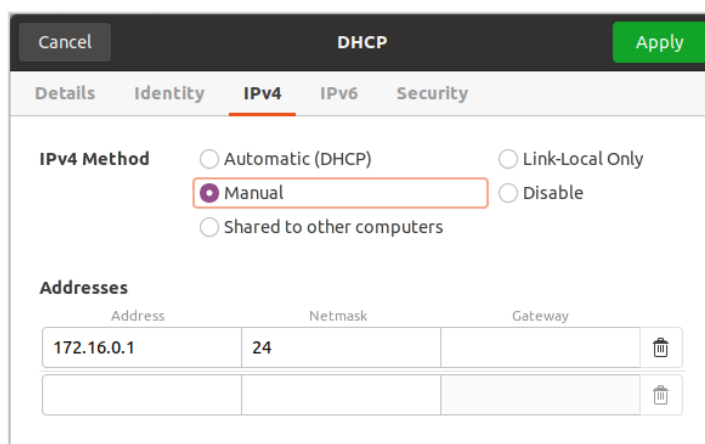
Nejprve přejděte na widget Síťové připojení. Vyberte kabelové připojení, které budete používat, a klepněte na tlačítko upravit.

OPATŘENÍ



Obrázek .1110 Ubuntu - konfigurace sítě Ethernet

Dále klikněte na kartu Nastavení IPv4, nastavte metodu na Ruční a zadejte následující hodnoty.



Obr. .1111 Ubuntu - nastavení statické adresy IP

UPOZORNĚNÍ

Tímto krokem zakážete DHCP, což znamená, že při připojení k serveru DHCP, jako je ten v základně Arm (X5 - síť robotů), již ne získáte adresu. Když již nebudete používat FCI, můžete tuto metodu změnit zpět na automatickou (DHCP).

Uložte změny a zavřete okno Síťové připojení. Klepněte na název připojení z rozevřací nabídky. Nyní by mělo být možné připojit se k robotu z vaší pracovní stanice.

Chcete-li ověřit kvalitu sítě, proveďte po dokončení konfigurace systému FCI komunikační test šířky pásma sítě, zpoždění a jitteru.

Od této chvíle můžete také přistupovat k uživatelskému rozhraní Franka prostřednictvím této adresy <fci-ip> v prohlížeči.

11.5.2 Nastavení systému libfranka na pracovní stanici se systémem Linux

Pro nastavení se doporučuje Ubuntu ve verzi 22.04 Pro nebo novější. V této verzi Ubuntu již poskytuje potřebné jádro RT, ale může být zpoplatněno v závislosti na použití.

Pokud používáte verzi Ubuntu bez poskytovaného jádra RT, je třeba jej nainstalovat před opravou libfranka. Jádro reálného času se používá k realizaci přenosu signálů v reálném čase s frekvencí 1 kHz mezi systémem Control a operačním zařízením.

OPATŘENÍ

Nastavení libfranka pak vyžaduje dva kroky, které je třeba provést jeden po druhém. Pro provedení potřebujete na počítači s operačním systémem Linux plná práva "admin".

Další informace naleznete také v [dokumentaci FCI-Documentation](#) prostřednictvím webu [Franka World](#).

Instalace jádra PREEMPT_RT

V prvním kroku, pokud jádro RT ještě nebylo nainstalováno s verzí Ubuntu, je třeba nainstalovat jádro PREEMPT Real-Time. Za tímto účelem vytvořte na disku počítače s Linuxem novou složku a spusťte z ní terminál.

UPOZORNĚNÍ

Binární ovladače NVIDIA nejsou v jádrech PREEMPT_RT podporovány.

Pro instalaci nyní postupujte podle následujících kroků:

UPOZORNĚNÍ:

Abyste se vyhnuli překlepům při zadávání příkazů, otevřete si online dokumentaci FCI a zkopírujte tam příkazové řádky, které pak můžete vložit a spustit v terminálu.

- **Stáhněte si stránky**

Chcete-li nainstalovat závislosti, zadejte do terminálu následující příkaz:

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

Poté se musíte rozhodnout, kterou verzi jádra chcete použít. Následujícím příkazem zjistíte, kterou verzi právě používáte.

```
uname -r
```

Záplaty v reálném čase jsou k dispozici pouze pro vybrané verze jádra, viz <https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/projects/rt/>. Doporučujeme zvolit verzi, která je nejbližší té, kterou aktuálně používáte.

Verze testovaná společností Franka Robotics je verze 5.9.1 pro Ubuntu 20.04, na které jsou založeny následující kroky instalace.

Ke stažení zdrojových souborů použijte níže uvedené příkazové řádky.

Pokud jste si vybrali jinou verzi, změňte číslo verze (5.9.1) v příkazových řádcích tak, aby odpovídalo vámi zvolené verzi.

```
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
```

Poté stažená data dekomprimujte příkazem:

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

- **Ověření**

Po stažení závislostí se doporučuje zkontrolovat, zda nebyly poškozeny nebo zda s nimi nebylo manipulováno. Doporučené kroky k tomu jsou převzaty z [archivu linuxového jádra](#).

Ke kontrole použijte následující příkazy:

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

Pokud jsou všechny načtené balíčky správné, zobrazí se u každého příkazu zpráva odpovídající následujícímu příkladu.

OPATŘENÍ

```
$ gpg2 --verify linux-*.tar.sign
gpg: předpokládáme podepsaná data v 'linux-4.14.12.tar'
gpg: Podpis proveden Pá 05. 1. 2018 06:49:11 PST s použitím klíče RSA ID 6092693E.
gpg: Dobrý podpis od "Greg Kroah-Hartman <gregkh@linuxfoundation.org>" [unknown]
gpg: aka "Greg Kroah-Hartman <gregkh@kernel.org>" [neznámý]
gpg: aka "Greg Kroah-Hartman (Linux kernel stable release signing key) <greg@kroah.com>" [unknown]
gpg: POZOR: Tento klíč není certifikován důvěryhodným podpisem!
gpg: Neexistuje žádný náznak, že podpis patří vlastníkovì.
Otisk primárního klíče: 647F 2865 4894 E3BD 4571 99BE 38DB BDC8 6092 693E
```

Další informace o tomto varování naleznete v části [Archiv linuxového jádra](#).

Pokud kontrola vrátí chybu, zobrazí se zpráva odpovídající níže uvedenému příkladu.

```
$ gpg2 --verify linux-*.tar.sign
gpg: předpokládáme podepsaná data v 'linux-4.14.12.tar'
gpg: Podpis proveden Pá 05. 1. 2018 06:49:11 PST s použitím klíče RSA ID 6092693E.
gpg: Nelze zkontrolovat podpis: Žádný veřejný klíč
```

V tomto případě je nutné stáhnout klíč z klíčového serveru.

K tomu použijte následující příkaz pro "*.tar" i "*.patch" a do příkazového řádku zadejte ID uvedené v příslušné chybové zprávě.

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

- **Kompilace jádra**

Jakmile jste si jisti, že byly soubory staženy správně, můžete rozbalit zdrojový kód a použít záplaty. Za tímto účelem zadejte postupně následující příkazy:

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

Aktuální název záplaty získáte příkazem:

```
uname -r
```

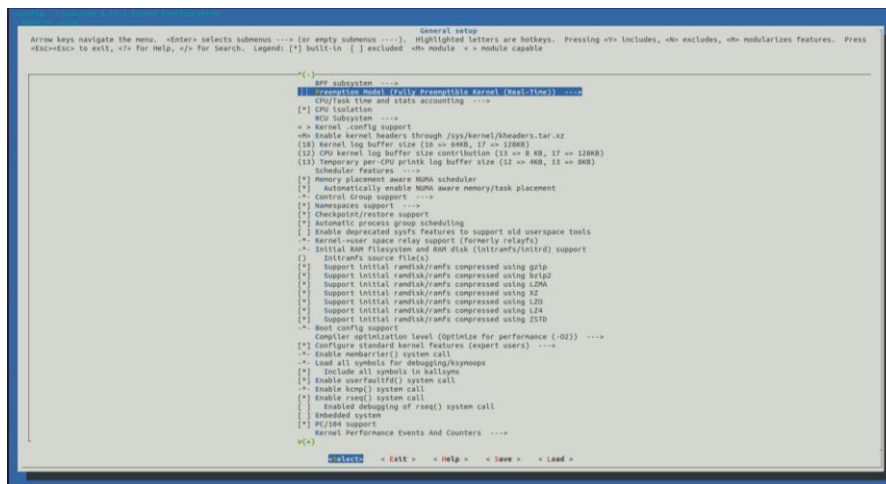
Als nächstes kopieren Sie mit der nachfolgenden Befehlszeile Ihre aktuell gebootete Kernelkonfiguration als Standardkonfiguration für den neuen Real-Time-Kernel. Über "uname -r" wird automatisch der aktuelle Kernel ausgewählt.

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

Nyní můžete tuto konfiguraci použít jako výchozí pro konfiguraci sestavení. Za tímto účelem provedte následující příkazy cmm:

```
make olddefconfig
make menuconfig
```

Druhý příkaz otevře terminálové rozhraní (TUI), kde můžete nakonfigurovat model přednastavení.



Obr. .1112 Rozhraní TUI-

- Přejděte pomocí kláves nahoru/dolů na "General Setup" > "Preemption Model" a označte > "Fully Preemptible Kernel (Real-Time)". Pomocí postranních šipek můžete přesunout kurzor na položku Select (Vybrat) v příkazovém řádku v dolní části obrazovky. Nyní stiskněte klávesu <Enter> a výběr je zvolen.
- Nastavte kurzor v příkazovém řádku na <EXIT> a opakovaně stiskněte <Enter>, dokud se nevrátíte do hlavní nabídky.
- Nyní přejděte na "Cryptographic API" > "Certificates for signature checking" (úplně dole v seznamu) > "Provide system-wide ring of trusted keys".
- Tam vyberte možnost "Additional X.509 keys for default system keyring" a stiskněte klávesu Enter. Otevře se vstupní okno. Z výzvy odstraňte položku "debian/canonical-certs.pem" a stiskněte Ok.
- Nyní přejděte na "Cryptographic API" > "Certificates for signature checking" (úplně dole v seznamu) > "Provide system-wide ring of revocation certificates".
- Tam vyberte "X.509 Certificates to be preloaded into the system blacklist keyring" a stiskněte Enter. Otevře se vstupní okno. V něm z výzvy odstraňte položku "debian/canonical-revoked-certs.pem" a stiskněte tlačítko Ok.
- Uložte nyní tuto konfiguraci do souboru .config a ukončete terminálové rozhraní (TUI).

Nyní je instalace připravena pro kompilaci jádra. Protože se jedná o zdlouhavý proces, příkaz "nproc" automaticky použije vícevláknovou volbu "-j" na příkazovém řádku, aby využil maximální počet jader vašeho procesoru. Přesto tento krok trvá delší dobu.

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

Nyní můžete nově vytvořený balíček nainstalovat následujícím příkazem. Přesné názvy závisí na vašem prostředí. Příkaz vyhledá balíčky hlaviček a obrazů.

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

• Ověření nového jádra

Restartujte systém. Zaváděcí nabídka grubu by vám nyní měla umožnit výběr nově nainstalovaného jádra. Chcete-li zjistit, které jádro bude po spuštění použito, podívejte se na výstup následujícího příkazu:

```
uname -a
```

Měl by obsahovat řetězec PREEMPT_RT a číslo zvolené verze. Dále by měl existovat soubor /sys/kernel/realtime a obsahovat číslo "1".

UPOZORNĚNÍ

- Pokud narazíte na chyby, kvůli kterým se vám nepodaří zavést nové jádro, viz "[Cannot boot realtime kernel because of Invalid Signature](#)".
- Pokud chcete sestavení provést znovu, odstraňte předtím všechna rozbalená data z instalační složky.

- **Povolte uživateli nastavit oprávnění pro tento proces v reálném čase**

Po instalaci a spuštění jádra PREEMPT_RT-Kernel přidejte skupinu s názvem *realtime* a do této skupiny přidejte uživatele, který ovládá vašeho robota.

Jméno uživatele můžete získat z příkazového řádku:

```
V případě potřeby můžete použít příkaz whoami
```

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

Poté otevřete soubor "limits.conf" následujícím příkazem:

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

Poté do souboru přidejte následující limity skupiny real-time a uložte je.

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

Limity se uplatní po odhlášení a opětovném přihlášení.

Instalace Libfranka

V dalším kroku je popsáno, jak nainstalovat libfranka ze zdrojových souborů. Alternativně lze libfranku nainstalovat pomocí ROS-repos (<Ubuntu 22.04) nebo ROS2-repos (Ubuntu 22.04 a novější).

Další pomoc najdete také v [dokumentaci FCI-Dokumentation na adrese Franka World](#) .

UPOZORNĚNÍ

Abyste se vyhnuli překlepům při zadávání příkazů, otevřete si online dokumentaci FCI a zkopírujte si tam příkazové řádky, které pak můžete vložit a spustit v terminálu.

Před sestavením nové libfranky ze zdrojových kódů odinstalujte stávající instalace libfranka a franka_ros, abyste předešli konfliktům.

To provedete tak, že v terminálu spustíte následující příkaz:

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

OPATŘENÍ

- **Stáhnout**

Pro instalaci libfranka je třeba stáhnout závislosti. Za tímto účelem zadejte následující příkazový řádek:

```
V případě, že je to nutné, zadejte následující příkaz: sudo apt install build-essential cmake git libpoco-dev libeigen3-dev
```

Poté stáhněte zdrojový kód naklonováním libfranka ze serveru GitHub a poté přejděte do adresáře. K tomu použijte následující příkazy:

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

- **Nainstalujte**

Poté následující příkazy vytvoří složku pro sestavení v aktuálním adresáři a spustí příkaz "CMake" pro vytvoření souborů pro sestavení / projektu.

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

Doporučujeme nainstalovat volitelný balíček libfranka Debian. Za tímto účelem zadejte následující příkaz do stejného adresáře, který vytvoří balíček "libfranka-<verze>-<architektura>.deb".

```
cpack -G DEB
```

Ten se pak nainstaluje následujícím příkazem.

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

Nyní je balíček libfranka nainstalován na vašem počítači a může být použit k ovládání robota prostřednictvím FCI.

11.5.3 Ověření komunikace

Po úspěšné kompilaci / instalaci libfranka se doporučuje provést test komunikace rozhraní. Za tímto účelem se ujistěte, že je robot připraven pro použití FCI v programu Desk, a spusťte příklad "echo_robot_state" z libfranka.

Přepněte se do adresáře build libfranka a v Linuxu spusťte následující příklad:

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

Program zobrazí na konzole aktuální stav robota a po několika iteracích se automaticky ukončí.

```
{
  "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,-0.7071,0,0,0.7071,0.7071,0,0,0,1,0,0,0,0.1034,1],
  "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_load": F_x_Cload: 0, "F_x_Cload": 0, "F_x_Cload": 0: I_load": [0,0,0], "I_load": [0,0,0]:
  [0,0,0,0,0,0,0,0],
  "m_total": 0,73, "F_x_Ctotal": [-0,01,0,0,0,03], "I_total":
  [0,001,0,0,0,0,0,0,0,0025,0,0,0,0,0,0017],
  "elbow": [-0,0207622,-1], "elbow_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],
```

OPATŘENÍ

```
"dtau_J": [-54.0161, -18.9808, -64.6899, -64.2609, 14.1561, 28.5654, -11.1858],
"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, 0],
"joint_contact": [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], "cartesian_contact": [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
"joint_collision": [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], "cartesian_collision": [0, 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, 0],
"current_errors": [], "last_motion_errors": [],
"control_command_success_rate": 0, "robot_mode": "Idle", "time": 3781435
}
```

Obr.11 .3: Příklad výstupu příkazu "echo robot state".

Příslušná pole jsou vysvětlena v dokumentaci API libfranka (<https://frankarobotics.github.io/libfranka/>).

UPOZORNĚNÍ

Pokud v tomto bodě dojde k chybě, proveďte test ping a ověřte, zda je povolen FCI a zda jsou brzdy robota otevřené.

Chcete-li provést test ping, zadejte následující příkazový řádek:

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

Pokud tento příkaz selže, robot není správně připojen k síti nebo nebyla ve fázi nastavení správně přiřazena adresa IP. Nastavte síť znovu podle kroků popsanych v části 11.5.2.11.5.1 "Konfigurace sítě pro ovládání prostřednictvím FCI".

11.6 Typické použití

Po zapnutí robota je třeba vyvolat rozhraní Franka UI prostřednictvím dříve přidělené IP adresy nebo, pokud je ovládací zařízení připojeno k síti X5 - Robot na základně robota, prostřednictvím [adresy robot.franka.de](https://adresy.robot.franka.de). Franka Research 3 lze nyní ovládat dvěma různými způsoby.

1. Pokud chcete robota ovládat a programovat pomocí aplikace Apps, můžete tak nyní činit v otevřeném **uživatelském rozhraní Franka**. Další vysvětlení a návod k obsluze naleznete v kapitole 0 "Franka UI".
2. Pokud chcete robota ovládat prostřednictvím **rozhraní Franka Control Interface (FCI)**, musíte v aplikaci Control aktivovat režim FCI. Za tímto účelem otevřete v uživatelském rozhraní Franka UI položku Desk a rozbalte nabídku System (Systém) v záhlaví. Změňte provozní režim na "Execution" a zde aktivujte rozhraní FCI stisknutím tlačítka "Activate FCI".

Od této chvíle můžete robota ovládat pomocí linuxového terminálu s příkazy FCI přes libfranka nebo pomocí rozhraní ROS-, ROS 2- nebo Matlab-Interface.

Další vysvětlení a návod k obsluze najdete v kapitole 13.7 "Franka Control Interface (FCI)"

UPOZORNĚNÍ

Aby bylo možné používat režim FCI, musí být robot připojen k ovládacímu zařízení prostřednictvím sítě C2 - Shop Floor na přední straně Control pomocí stabilního a rychlého síťového připojení.

Ovládání robota prostřednictvím sítě X5 - Robot na noze robota není při použití FCI možné.

11.7 Vypnutí a restartování

VAROVÁNÍ

Pád předmětů z koncových efektorů v důsledku přerušení napájení.

Předměty padající z chapadla vedou k poranění rukou, prstů, chodidel a prstů.

- Vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. bezpečnostní obuv).
- Používejte vhodný typ chapadel, abyste zabránili pádu předmětů.
- Při posuzování rizik podle normy 10218-2 zohledněte tvar, strukturu a hmotnost uchopovaných předmětů. Použití lehkých a/nebo kulatých předmětů může výrazně snížit rizika.

Vypínání

UPOZORNĚNÍ

Systém se zcela vypne teprve tehdy, když přestanou běžet ventilátory.

Stále běžící ventilátory znamenají, že systém Franka Research 3 ještě nebyl zcela vypnut.

Zopakujte si bezpečnostní pokyny k vypnutí systému Franka Research 3.

OPATŘENÍ

BEZPEČNOSTNÍ POKYNY

Postup

1. Přesuňte se z nebezpečné zóny.
2. V uživatelském rozhraní Franka přejděte v uživatelské nabídce na položku "Shut-down" a klikněte na ni.

Aktivuje se bezpečnostní uzamykací systém.

Franka Research 3 se vypne.

Restartování

Vypněte systém v aplikaci Desk a počkejte, až se vypnou ventilátory. Vypněte vypínač napájení na panelu Control. Před opětovným spuštěním systému Franka Research 3 vyčkejte jednu minutu. Chcete-li Franka Research 3 restartovat, zapněte vypínač napájení na zadní straně Control. Franka Research 3 se začne znovu restartovat.

UPOZORNĚNÍ

Abyste zabránili nechtěnému opětovnému zapnutí systému, zajistěte propojovací kabel na bezpečném místě.

Odpojení systému Franka Research 3 od zdroje napájení

Postup:

1. Vzdalte se z maximálního pracovního prostoru.
2. Přejděte do uživatelského rozhraní systému Franka.
3. V uživatelském menu vyberte možnost "Vypnout".

Systém se vypne.

4. Vypněte vypínač na zadní straně ovládacího panelu.
5. Vytáhněte kabel ze zadní strany Control.

UPOZORNĚNÍ

Abyste zabránili nechtěnému opětovnému spuštění systému, uložte napájecí kabel na bezpečné místo.

Franka Research 3 je odpojen od zdroje napájení.

12 BEZPEČNOSTNÍ KONFIGURACE / HLÍDAČ

Jak již bylo popsáno v kapitole 4.12 "Další informace pro plánování a počáteční instalaci robotického systému", roboty musí být vždy obklopeny ochrannými zařízeními, která zabraňují vstupu osob do nebezpečného prostoru, nebo v případě kolaborativních robotů existují bezpečné zóny, které musí být iniciovány a monitorovány, pokud se v nebezpečném prostoru nacházejí osoby.

Po provedení posouzení rizik musí být bezpečnostní scénáře robota přizpůsobeny stanoveným nezbytným bezpečnostním funkcím pracoviště, na kterém je robotický systém instalován.

Robot Franka Research 3 se dodává s předdefinovanou a předem ověřenou sadou bezpečnostních scénářů podle požadavků normy ISO 10218-1.

Pokud analýza rizik prokáže, že jsou tyto scénáře dostatečné, lze po příslušné elektrické integraci systém Franka Research 3 integrovat a používat v plánovaném pracovním prostředí robota bez dalších změn bezpečnostní konfigurace. Pokud však analýza rizik ukáže, že jsou zapotřebí další bezpečnostní funkce, je třeba je implementovat do programu Watchman pomocí pravidel, která se uplatní v konkrétních stavech robota nebo scénářích.

12.1 Watchman

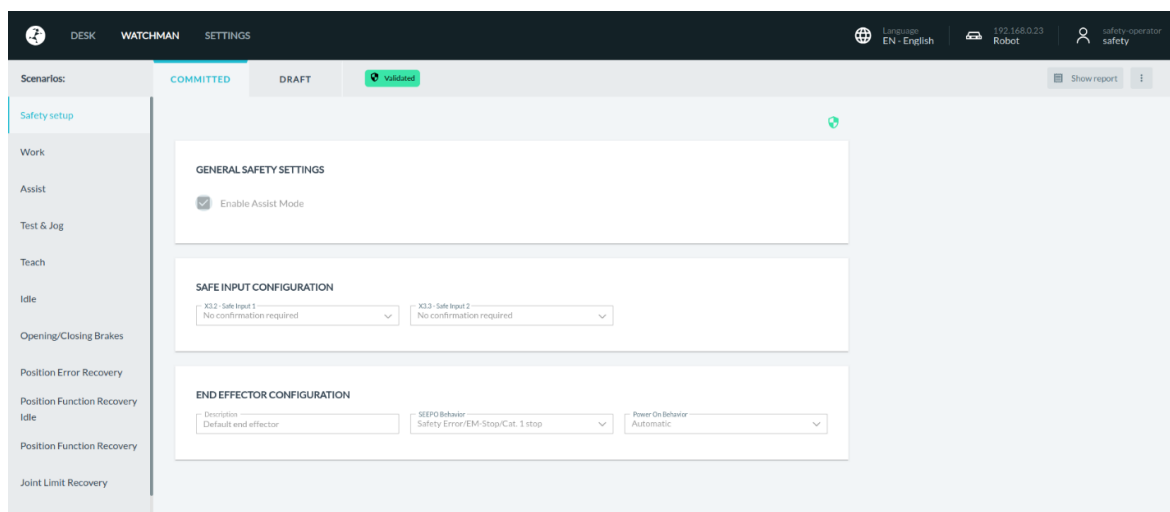
Watchman je nástroj ve webovém uživatelském rozhraní Franka (Franka WebUI) pro zobrazování, vytváření a úpravu bezpečnostních funkcí také na robotu Franka Research 3. Bezpečnostní funkce lze definovat prostřednictvím pravidel. Tato pravidla mohou následně přizpůsobit chování příslušných scénářů, například "Výuka" a "Práce", požadovaným ochranným opatřením z hodnocení rizik pro dva provozní stavy robota ("Programování" a "Provádění").

Bezpečnostní konfiguraci může provádět pouze bezpečnostní operátor. Bezpečnostní operátor je jednou ze tří uživatelských rolí, které jsou k dispozici v robotu FRANKA RESEARCH 3. Dalšími dostupnými rolmi jsou Administrátor a Operátor. Více informací naleznete v kapitole 5 "ROLE A PERSONÁL". Uživatel v roli Správce může vytvořit roli Operátor bezpečnosti, ale nemůže sám upravovat žádné bezpečnostní funkce. Pouze uživatel v roli Safety Operator může měnit nastavení v programu Watchman. Safety Operator je zodpovědný za správnou konfiguraci bezpečnostních funkcí a jejich dokumentaci a měl by ji provádět pouze kvalifikovaný personál.

12.2 Přehled

V aplikaci Watchman se bezpečnostní scénáře zobrazují prostřednictvím intuitivního grafického rozhraní.

Struktura rozhraní je znázorněna a popsána níže.



V záhlaví zobrazení Watchman najdete vpravo aktuálně platnou zprávu o konfiguraci zabezpečení. Tlačítko se třemi tečkami vpravo umožňuje obnovit konfiguraci zabezpečení do továrního nastavení.

Zobrazuje se aktuální stav platnosti bezpečnostní konfigurace. Zelená barva znamená, že je validována; oranžová barva značí potřebu validace.

Kliknutím na symbol validace vedle karty Draft (Návrh) se zobrazí kontrolní součet aktuálně validované bezpečnostní konfigurace.

V levé části zobrazení je viditelný strukturální přehled, který zobrazuje stavy validace základních bezpečnostních nastavení i různých bezpečnostních scénářů.

V editační oblasti se zobrazují základní nastavení nebo pravidla bezpečnostních scénářů.

Bezpečnostní scénáře jsou rozděleny na editovatelné a needitovatelné bezpečnostní scénáře.

Podrobný popis bezpečnostních scénářů naleznete v kapitole 4.10 "Bezpečnostní koncepce" v příručce k produktu.

Editovatelné scénáře slouží k možnosti přizpůsobit řízení robota stanoveným bezpečnostním opatřením z předchozí analýzy rizik. K dispozici jsou následující scénáře:

- Práce
- Assist
- Test & Jog
- Výuka

Pro scénáře "Work" a "Assist" lze vytvořit a nakonfigurovat až 16 uživatelských bezpečnostních pravidel. Ve scénářích "Test & Jog" a "Teach" lze provádět pouze úpravy stávajících pravidel.

Tovární nastavení systému Franka Research 3 má předdefinovanou a připravenou sadu scénářů. Pokud tyto vyhovují požadavkům zjištěným při provádění analýzy rizik, lze je okamžitě použít.

UPOZORNĚNÍ

Ve výchozím nastavení scénář "Práce" v programu Watchman neobsahuje žádná pravidla. Pro zajištění bezpečného provozu i s ohledem na analýzu rizik a nebezpečí specifickou pro danou aplikaci není prázdný scénář "Práce" předem ověřen. Bezpečnostní operátor musí systém správně nastavit a ověřit bezpečnostní nastavení.

Neupravitelné bezpečnostní scénáře (Read Only Scenarios) jsou bezpečnostní funkce trvale integrované do systému řízení robota, které zajišťují bezpečný a standardům odpovídající provoz robota a nelze je měnit. Jedná se o následující scénáře:

- Nečinnost
- Otevírání/zavírání brzd
- Obnova chybné polohy
- Obnova funkce polohy IDLE
- Obnova funkce polohy
- Obnovení limitů kloubů
- Neplatná práce

Všechny scénáře obnovy i scénář "Work Invalid" jsou scénáře, které se aktivují pouze ve stavu robota "error/violation". Stav robota "chyba/porucha" je způsoben porušením bezpečnostních scénářů ze stavů robota "provedení" a "naprogramování" nebo v přítomnosti zásadní bezpečnostně relevantní chyby.

Stav robota "provedení" zahrnuje scénáře "Práce", "Asistence" a "Otevření/zavření brzd". Stav robota "programování" zahrnuje scénáře "Volnoběh", "Výuka" a "Test a Jog".

12.3 Úprava bezpečnostní konfigurace

Pro provedení následujících kroků musí být přihlášen uživatel "Safety Operator".

Otevřete rozhraní Watchman prostřednictvím nabídky na postranním panelu v uživatelském rozhraní Franka. V rozhraní Watchman se nyní zobrazují aktivní a potvrzená pravidla a stavy validace scénářů.

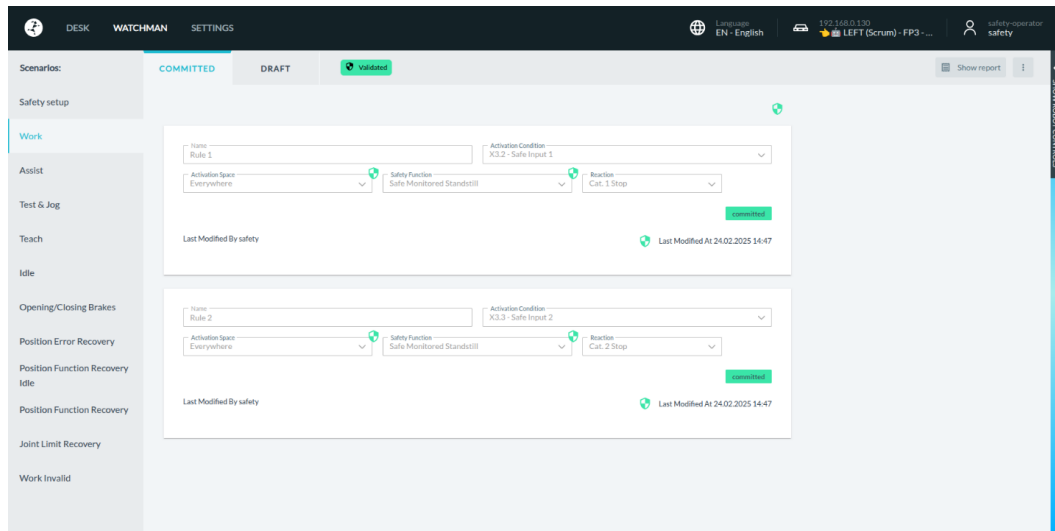
V závislosti na druhu parametru nyní Watchman používá pro editovatelné parametry následující přesnosti:

- Souřadnice (v metrech): (4 desetinná místa)
- Rychlost (v metrech za sekundu): 2 desetinná místa
- Orientace (ve stupních): 0 desetinných míst
- Orientace (v radiánech): 2 desetinná místa
- Rychlosti kloubů (v radiánech za sekundu): 2 desetinná místa

Například:

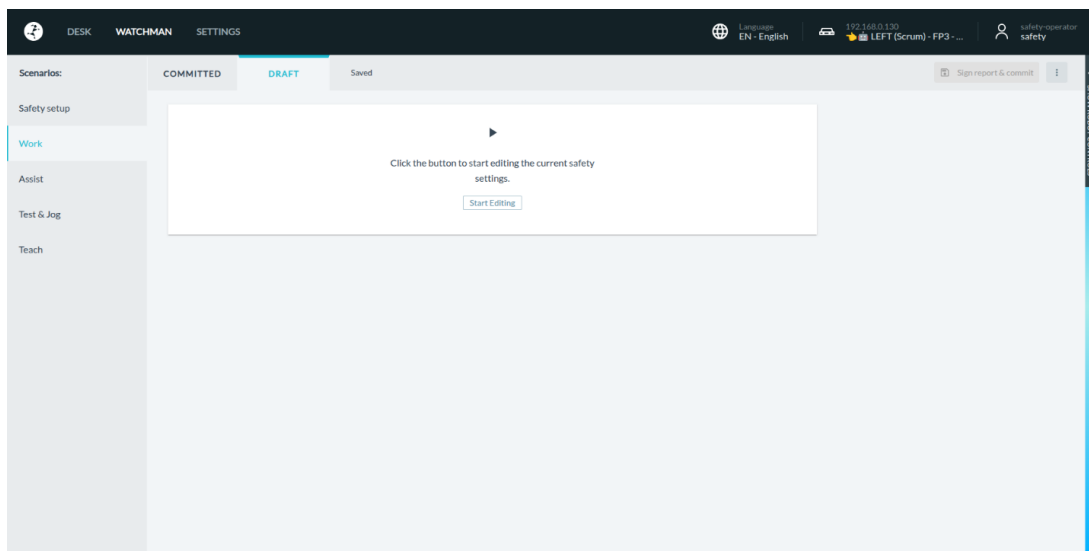
12.2 : Upravitelné parametry

BEZPEČNOSTNÍ KONFIGURACE / HLÍDAČ



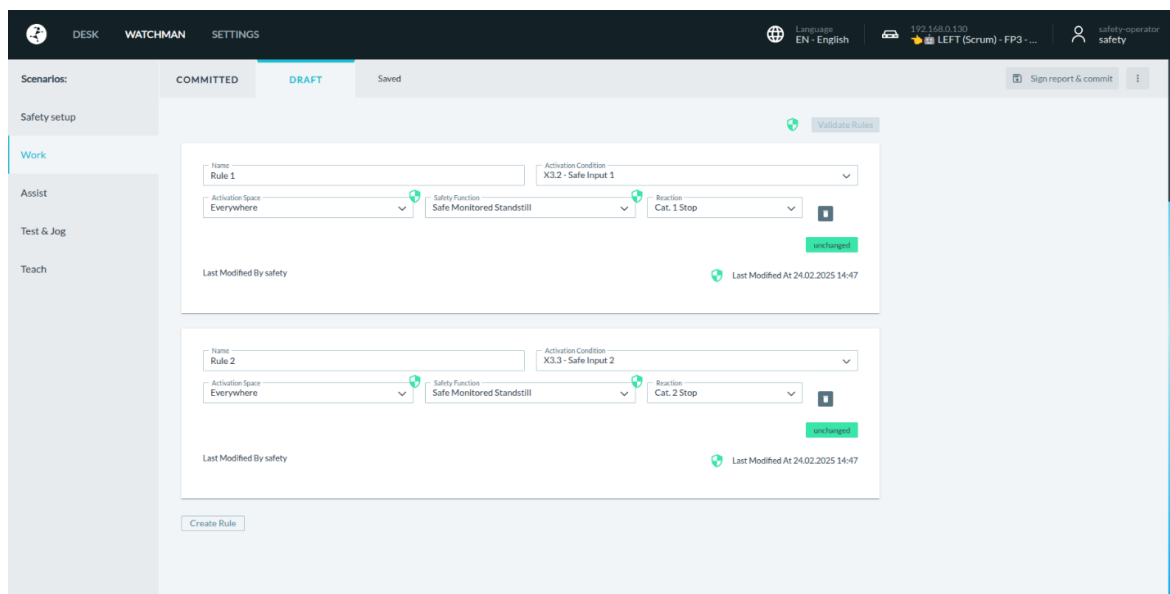
Obr.12 .3: Ověřená pravidla

Přepněte do režimu "Draft" a začněte upravovat.



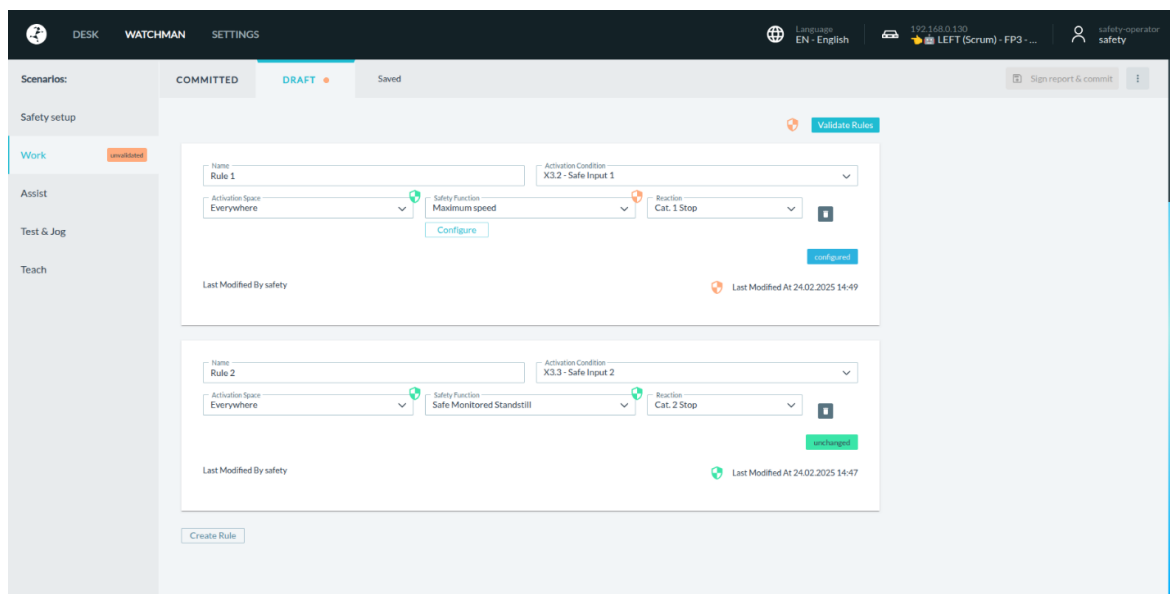
Obr.12 .4: Přepnutí do režimu "Draft".

Po otevření validovaného bezpečnostního konceptu v režimu "Draft" se všechny validační značky zobrazí zeleně.



Obr.12.5: Režim "Draft"

Pokud jsou nyní provedeny změny, jsou validační značky změněné bezpečnostní funkce a všech parametrů, pravidel a scénářů závislých na změně, jakož i celkové bezpečnosti, zobrazeny oranžově. Parametry, pravidla a scénáře, které nejsou ovlivněny, zůstávají validovány, a tedy zelené.

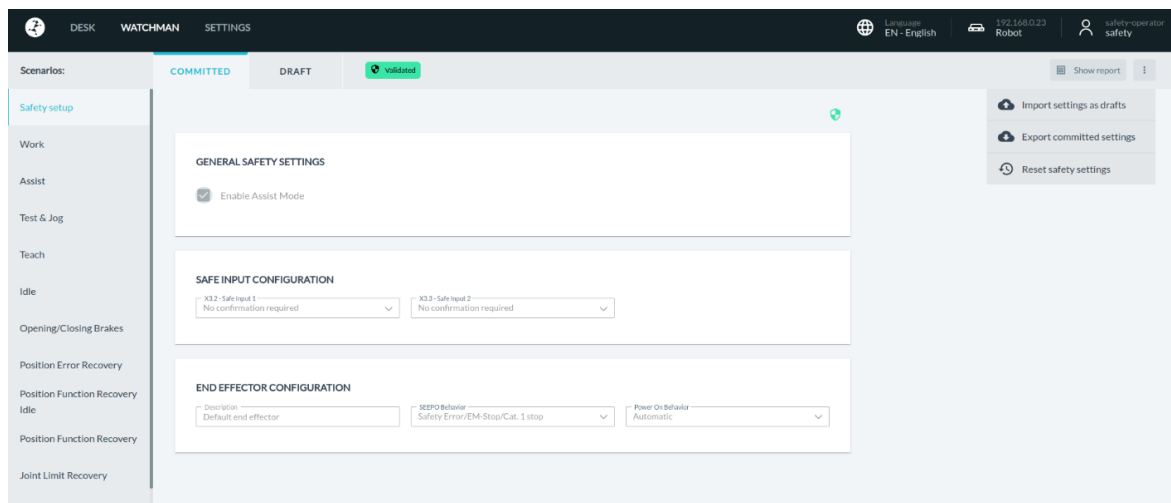


Obr.12.6: Validační značky

Po dokončení konfigurace bezpečnosti je třeba validovat celkovou koncepci. Postup je popsán v kapitole 12.7 "Platí ate".

12.4 Import/export bezpečnostních nastavení

Funkce importu/exportu umožňuje provozovatelům bezpečnostních systémů přenášet bezpečnostní nastavení mezi systémy nebo vytvářet zálohy. Umožní uživateli vyhnout se nutnosti konfigurovat nastavení od začátku, zajistí jednotná bezpečnostní nastavení ve více systémech a poskytne způsob zálohování aktuálních bezpečnostních nastavení pro účely obnovy.



Obr. 12.7: Import/export nastavení

Scénáře použití této funkce

Migrace systému:

- Při přesunu bezpečnostních nastavení do nového systému.

Zálohování a obnova:

- Pro zabezpečení nastavení proti ztrátě dat.

Více systémů:

- Použití stejných nastavení v různých systémech pro zachování konzistence.

Akce po importu

Bezpečnostní operátoři mohou exportovat aktuálně provedená bezpečnostní nastavení do souboru, který si mohou stáhnout do vlastního zařízení. Následně lze tento soubor importovat do stejného systému nebo do jiného systému. V obou případech se aktuálně existující návrhy přepíší obsahem importovaného souboru.

Po importu nastavení by měl bezpečnostní operátor:

- zkontrolovat, zda jsou nová nastavení správná.
- Operátor bezpečnosti musí tyto návrhy ještě schválit, než se importovaná bezpečnostní nastavení stanou aktivními.
- V případě, že byl import proveden v jiném systému, je třeba je navíc před jejich závazným ověřením také validovat.

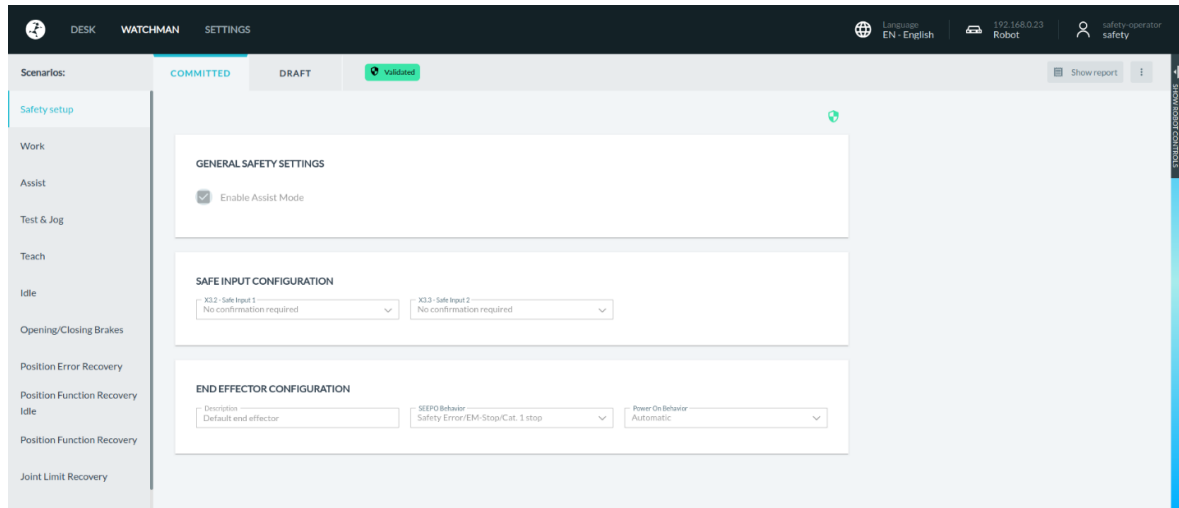
UPOZORNĚNÍ

Před pokračováním v importu je nezbytné zajistit, aby byly všechny důležité návrhy odevzdány nebo zálohovány.

12.4.1 Postup importu

1. Otevřete standardní uživatelské rozhraní:

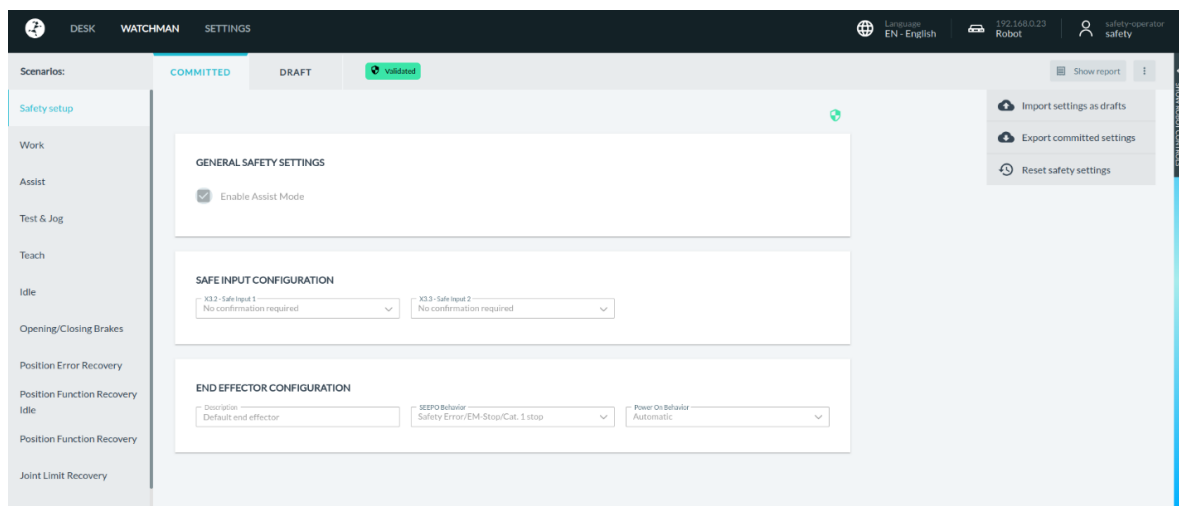
Začněte otevřením Strážce standardního uživatelského rozhraní.



Obr. 12.8: Strážce standardního uživatelského rozhraní

2. Přístup k horní nabídce vpravo:

Klepněte na nabídku umístěnou v pravém horním rohu rozhraní.



Obr. 12.9: Import nastavení jako návrhů

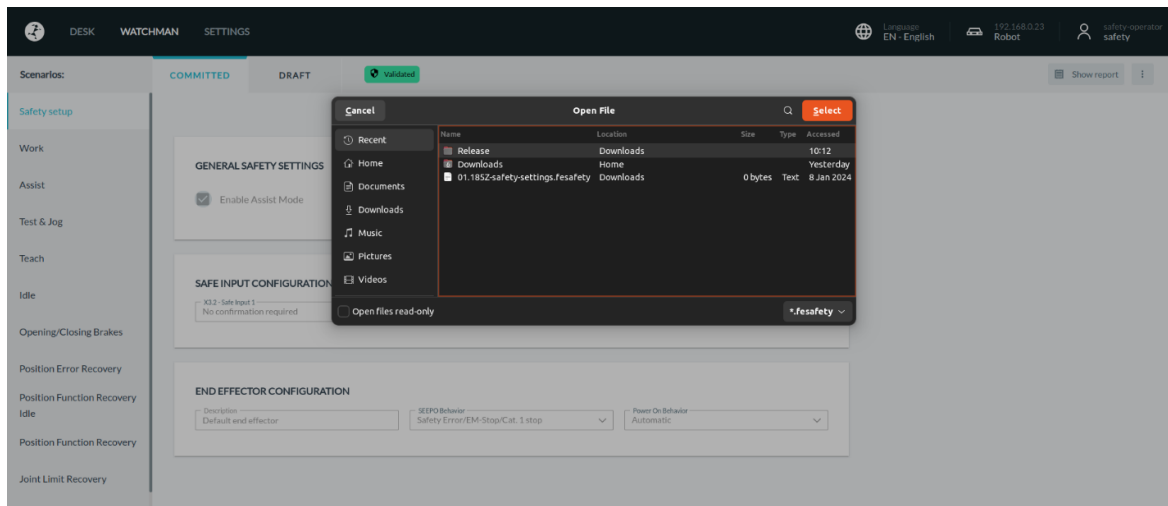
3. Vyberte možnost "Importovat nastavení jako návrhy":

BEZPEČNOSTNÍ KONFIGURACE / HLÍDAČ

V pravé horní nabídce vyhledejte záložku "Importovat nastavení jako návrhy" a klikněte na ni.

4. Výběr souborů pro import:

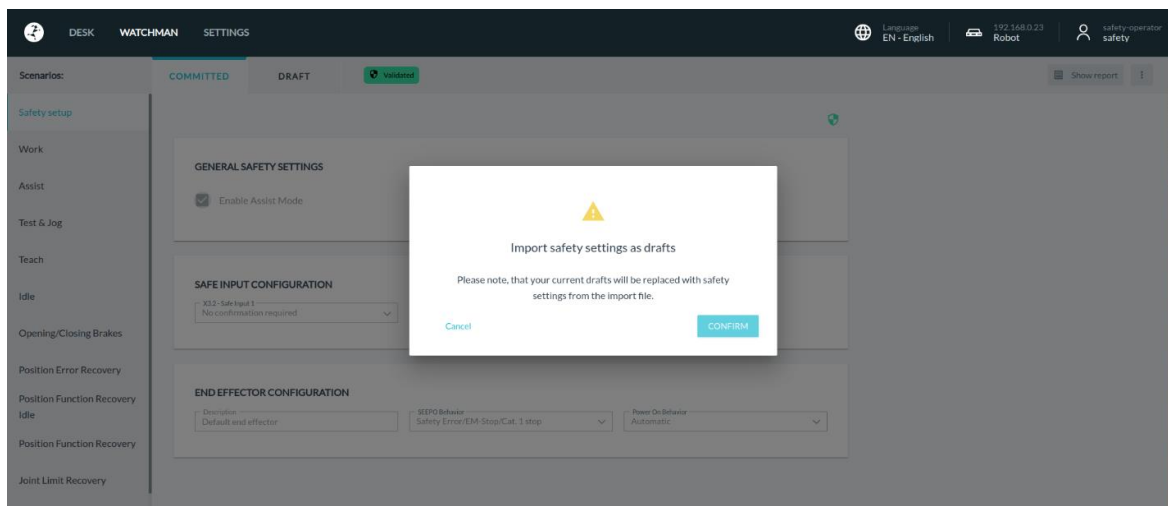
Zobrazí se výzva k výběru souboru pro import. Vyberte příslušný soubor ze svého systému.



Obr. 12.10: Výběr souboru

5. Dialogové okno s upozorněním:

Po výběru souboru se zobrazí dialogové okno s varováním. Bude vás informovat, že vaše aktuální návrhy budou nahrazeny bezpečnostními nastaveními z importovaného souboru.



Obr. 12.11: Dialogové okno s varováním

6. Potvrďte import:

Pokud akci potvrdíte, bezpečnostní nastavení budou úspěšně importována.

12.4.2 Postup exportu

Export aktuálních závazných nastavení:

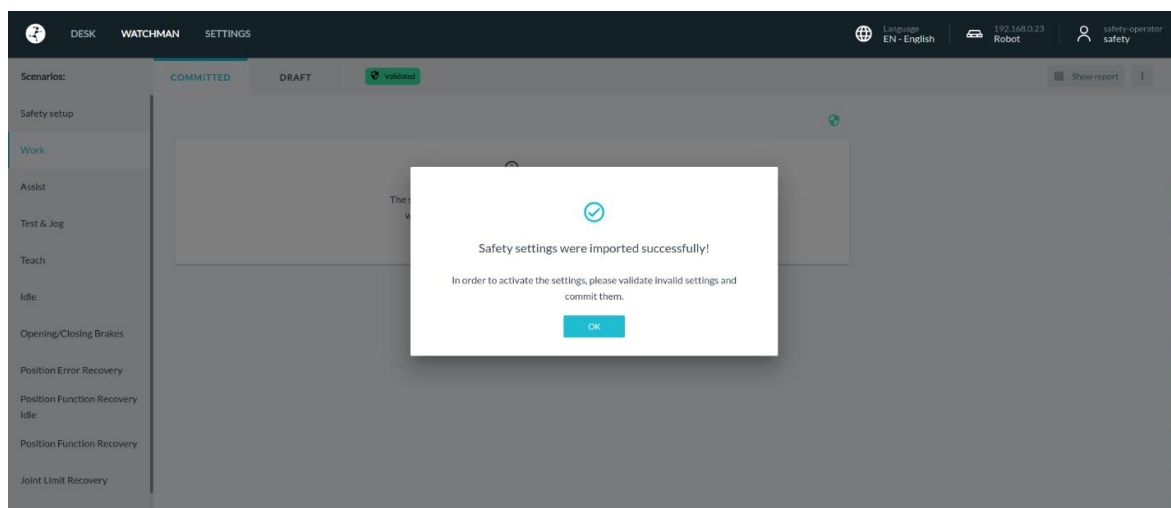
Kroky: 1:

1. Přejděte do části "Exportovat závazná nastavení" v uživatelském rozhraní programu Watchman.
2. Vyberte nastavení, která chcete exportovat.
3. Stáhněte soubor.

Formát souboru

UPOZORNĚNÍ

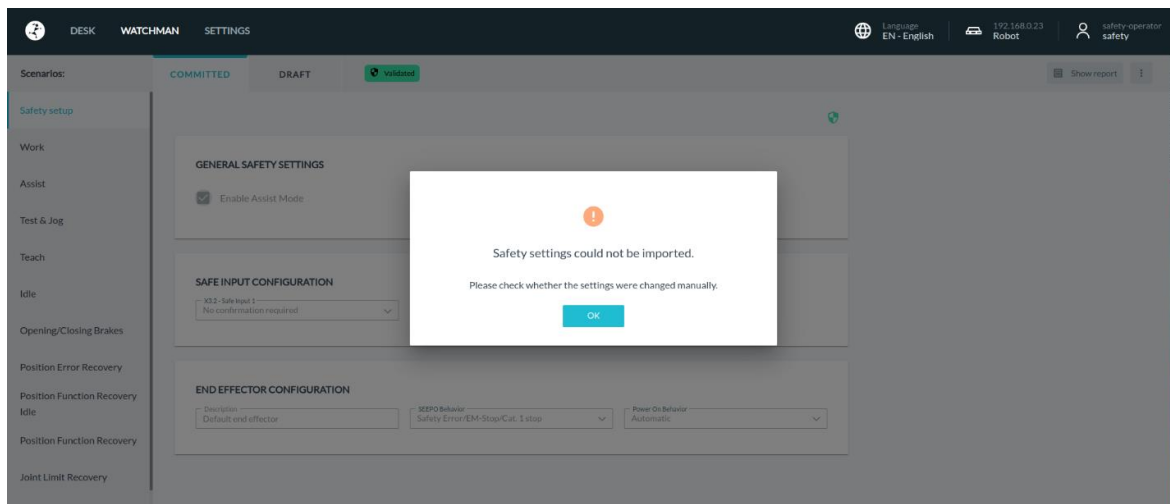
Jediná povolená přípona souboru je .fesafety. Ruční úprava těchto souborů není povolena.



Obr. 12.12: Import bezpečnostních nastavení

7. Zpracování chyb:

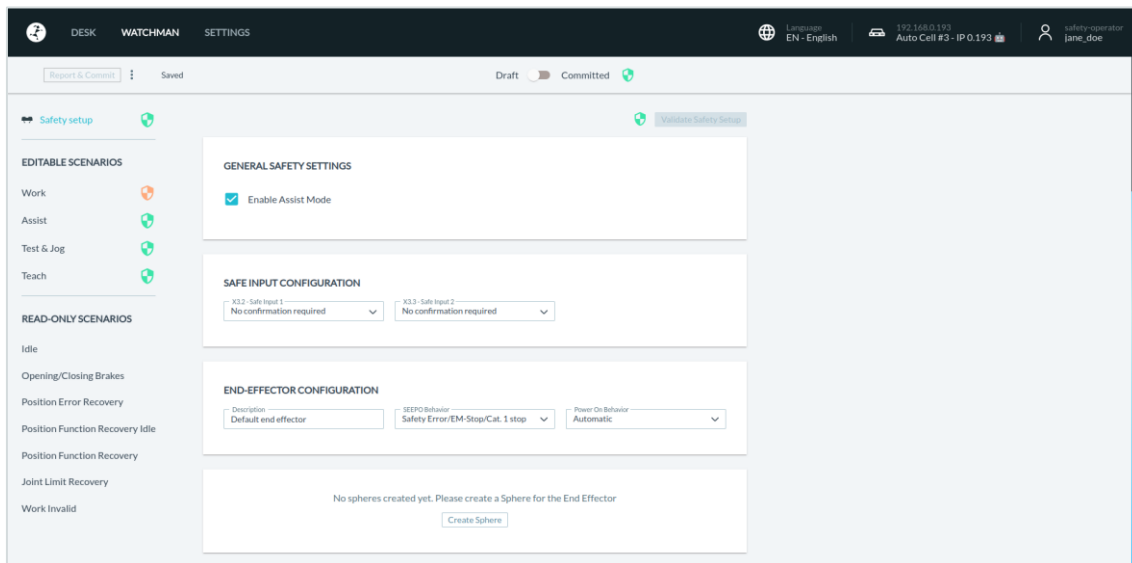
Pokud během importu dojde k chybě, zobrazí se chybové hlášení "Safety settings could not be imported" (Bezpečnostní nastavení nebylo možné importovat). K této chybě obvykle dochází, pokud bylo se souborem bezpečnostních pravidel manipulováno.



Obr. 12.13: Chybová zpráva

12.5 Bezpečnostní nastavení

V Safety Setup (Nastavení bezpečnosti) jsou mapována základní nastavení robota, která lze konfigurovat na vyšší úrovni. Patří mezi ně oblasti "Obecná bezpečnostní nastavení", "Konfigurace bezpečného vstupu" a "Konfigurace koncového efektoru".



Obr. 12.14: Nastavení bezpečnosti

12.5.1 Obecná bezpečnostní nastavení

Aby bylo možné robota ovládat v asistenčním režimu, musí být nastaveno zaškrtnuté políčko "Enable Assist Mode" (Povolit asistenční režim). Popis režimu Assist Mode naleznete v kapitole 13.5 "Asistent". Pokud je tato funkce deaktivována, není funkce Assist dostupná v žádném jiném dílčím menu ovládání robota. Tyto nabídky funkcí jsou pak šedé.

Tato funkce je aktivována ve výchozím nastavení robota.

12.5.2 Konfigurace bezpečného vstupu

Zpracování bezpečnostních vstupů X3.2 a X3.3 lze nakonfigurovat prostřednictvím Konfigurace bezpečného vstupu.

Přiřazení vstupů X3.2 a X3.3 naleznete v kapitole 10.6 "Zapojení a elektrická instalace".

Při nastavení "Nevyžaduje se potvrzení" se signál zpracovává přímo. Řízení reaguje na vstup okamžitě.

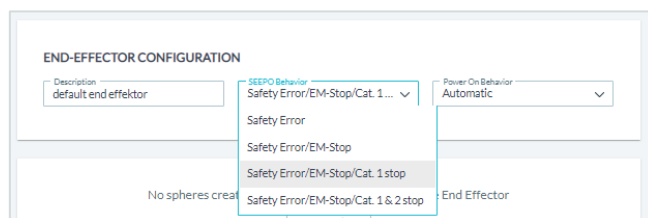
Při nastavení "Potvrzení vyžadováno" se signál zpracovává přímo při rozepnutí kontaktu, ale při sepnutí vstupu se na displeji DESK zobrazí zpráva s dotazem. Tuto zprávu je třeba potvrdit, aby bylo možné signál interně zpracovat.

Ve výchozím nastavení robota je předvoleno nastavení "Není vyžadováno potvrzení".

12.5.3 Konfigurace koncového efektoru

Bezpečnostní chování připojeného koncového efektoru se definuje prostřednictvím "Konfigurace koncového efektoru". Lze nastavit následující pole:

- **Popis:** Volně editovatelný popis koncového efektoru
- **SEPO Behavior (Chování SEPO):** Určení, kdy a při jakých bezpečnostních vypnutích se má koncový efektor vypnout.



Obr.12 .15: Konfigurace koncového efektoru

- | | |
|--|---|
| - Bezpečnostní chyba: => | Bezpečnostní chyba robota |
| - Bezpečnostní chyba /EM-Stop: => | Bezpečnostní chyba robota nebo nouzové zastavení |
| - Safety Error/EM-Stop/Cat. 1 Stop: nebo | Bezpečnostní porucha robota nebo nouzové zastavení |
| | Zastavení kategorie 1 |
| - Bezpečnostní chyba/EM-Stop/Cat. 1&2 stop: nebo | Bezpečnostní porucha robota nebo nouzové zastavení nebo |
| | Zastavení kategorie 1 nebo 2 |

Ve výchozím nastavení robota je nastaveno "Safety Error/EM-Stop/Cat. 1 stop".

Chování při zapnutí napájení: Nastavení, kdy se má koncový efektor zapnout.

- **Manuální** => při každém zapnutí musí být koncový efektor aktivován ručně v programu DESK.
- **Automaticky** => koncový efektor se automaticky aktivuje při odblokování kloubů.

Ve výchozím nastavení robota je předvolba "Automaticky" předvolena.

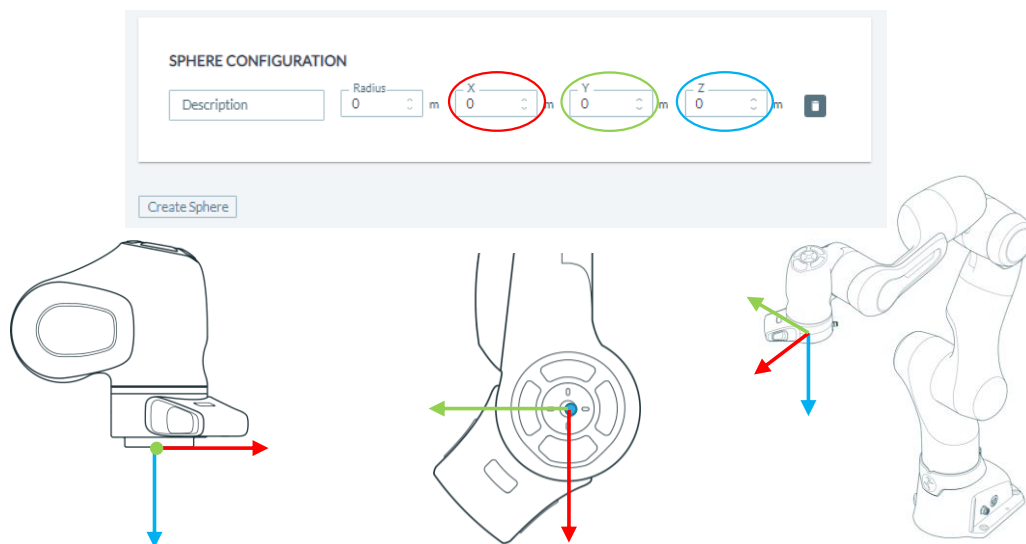
12.5.4 Vytvoření sfér pro modelování obálky koncového efektoru .

Při montáži koncového efektoru potřebuje řídicí systém informace o jeho rozměrech, aby mohl prostorově a kineticky sledovat koncový efektor. K tomuto účelu lze vytvořit až pět koulí a umístit je podle jejich velikosti a polohy tak, aby jejich souhrn připomínal obrys koncového efektoru.

BEZPEČNOSTNÍ KONFIGURACE / HLÍDAČ

Pro prostorové sledování se uvažují vnější pláště koulí a pro sledování rychlosti se uvažují středy koulí. Je třeba poznamenat, že koule umístěné daleko od příruby koncového efektoru mohou být velmi citlivé na sledování rychlosti kvůli zohlednění páky.

Při umísťování koulí zajistěte, aby Frankova ruka byla namontována pod úhlem 45° k souřadnicovému systému příruby.



Obr.12 .16: Konfigurace koulí

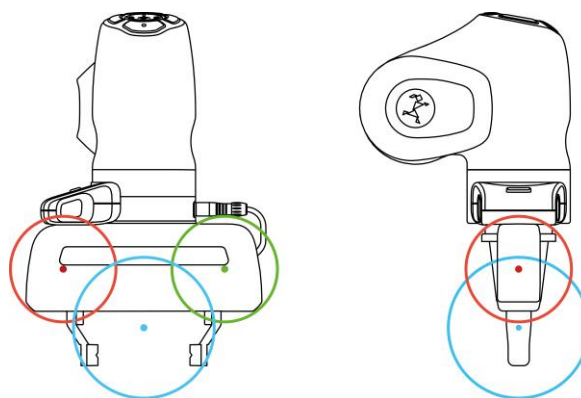
BEZPEČNOSTNÍ KONFIGURACE / HLÍDAČ

Níže je uveden příklad konfigurace koulí Frankovy ruky.

SPHERE CONFIGURATION				
Description Franka_hand_body_right	Radius 0.045 m	X 0 m	Y -0.0424 m	Z 0.03 m

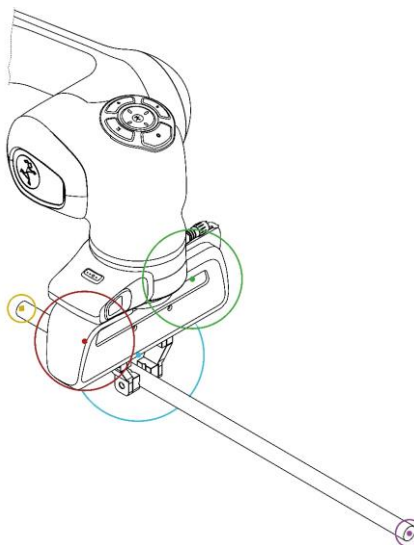
SPHERE CONFIGURATION				
Description Franka_hand_body_left	Radius 0.045 m	X -0.0424 m	Y 0.0424 m	Z 0.03 m

SPHERE CONFIGURATION				
Description Franka_hand_fingers	Radius 0.06 m	X 0 m	Y 0 m	Z 0.08 m



Obr.12 .17: Příklad konfigurace koulí pro Frankovu ruku

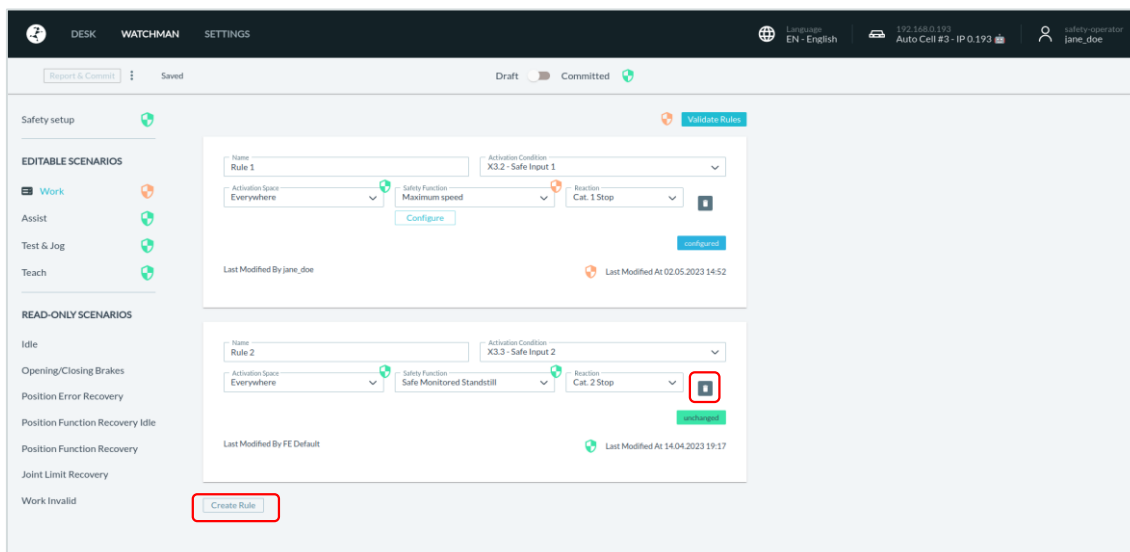
Pokud se na vaši situaci uchopení nevztahuje výše uvedený model sféry, je třeba jej upravit. Ujistěte se, že kontury, které by mohly vést ke kolizím, jsou pokryty kulovým modelem. Pokud manipulujete s delšími předměty, je třeba sledovat také maximální rychlost konzolových předmětů. Za tímto účelem můžete umístit středy koulí na konce objektu. Maximální rychlost se sleduje ve středech.



Obr.12 .18: Příklad konfigurace koule Franka ruka s holí.

12.6 Vytváření a úprava pravidel

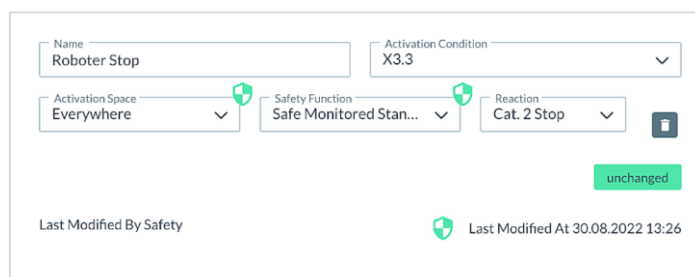
V každém ze scénářů "Práce" a "Asistence" lze vytvořit až 16 pravidel. Kliknutím na "Vytvořit pravidlo" pod posledním zobrazeným pravidlem se vloží nové pravidlo. Kliknutím na symbol "Odstranit" v rámci pravidla jej lze odstranit.



Obr.12 .9: Pravidla úprav

12.6.1 Struktura pravidla

Pravidlo se skládá z následujících součástí:



Obr.12 .20: struktura pravidla

- **Název: Název pravidla:** Volně editovatelný název pravidla
- **Aktivační podmínka:** Podmínka, pro kterou je pravidlo aktivováno. Je možný následující výběr:
 - Vždy pravidlo je vždy aktivní
 - X3.2 pravidlo je aktivní, když je dvoukanálový vstup X3.2-Input. je otevřen.
 - X3.3 pravidlo se stane aktivním, když se otevře dvoukanálový vstup X3.3-Input. je otevřen.
- **Prostor pro aktivaci:** Prostorový prostor, ve kterém nebo mimo který se pravidlo aktivuje. Následuje výběr možný:
 - Všude je pravidlo aktivní v celém pracovním prostoru robota.
 - Uvnitř / vně oblasti pravidlo je aktivní uvnitř nebo vně volně definovatelné oblasti.

krychlového prostoru. Při definování prostoru se určuje, zda se pravidlo stane aktivním uvnitř nebo vně prostoru.

- **Bezpečnostní funkce:** Bezpečnostní funkce, která se provede při porušení pravidla. Následující výběr je možný:
 - Vždy při porušení neprovede se žádná bezpečnostní funkce. Pokud je vybrána možnost "Vždy porušeno", Pravidlo je trvale porušeno, pokud se stane aktivním.
 - Vnitřní/vnější oblast Porušení se spustí, pokud se robot nachází uvnitř nebo mimo definovaný prostor. Při definování prostoru je určeno, zda má k porušení dojít uvnitř nebo vně prostoru.
 - Maximální rychlost V rámci příslušné prostorové oblasti pravidla se maximální rychlost rychlost. Pokud rychlost robota překročí povolenou maximální rychlost, dojde ke sledovanému snížení na povolenou rychlost. Pokud snížení rychlosti neproběhne podle očekávání, provede se předem zvolená reakce (kat. 1 Stop / kat. 2 Stop).
 - Bezpečný monitorovaný klidový režim V příslušné prostorové oblasti pravidla je robot bezpečně sledován klidový stav. Jakýkoli pohyb vede k porušení pravidla.

VAROVÁNÍ

UPOZORŇUJEME, že ovládání robota prostřednictvím FCI není možné, pokud jsou aktivní funkce SLP-C, SLS-C nebo SLP-J. To má vliv na bezpečnostní funkce, které zahrnují sledování prostorové polohy (Inside/Outside Area) a sledování kartézské rychlosti (maximální rychlost). Pokud jsou tyto funkce integrovány do pravidel v programu Watchman, není ovládání prostřednictvím FCI možné.

- **Reakce:** Reakce robota, která se provede při porušení pravidla.
 - Kat. 1 Zastavit Zastavení kategorie 1 podle normy EN ISO 13849-1. (řízené zastavení a vypnutí energie při dosažení klidového stavu)
 - Kočka. 2 Zastávka Zarážka kategorie 2 podle normy EN ISO 13849-1 (řízené zastavení se zachováním energie)

Řízení robota zohledňuje pravidla již během provádění pohybu, a proto se vždy snaží zabránit jejich porušení. Pokud porušení nelze zabránit, spustí bezpečnostní funkce bezpečnou reakci.

Funkce nebo parametry, které je třeba ověřit, se zobrazují v okně pravidel se symbolem ověření. Pokud je pravidlo validováno, je tento symbol zelený. Pokud je validace vyžadována, je tento symbol oranžový.

Pokud je v poli "Aktivační prostor" nebo "Bezpečnostní funkce" pravidla vybrána možnost "Vnitřní/vnější oblast", je třeba tuto oblast nakonfigurovat kliknutím na tlačítko "Konfigurovat", které se zobrazí. Otevře se následující zobrazení.

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]

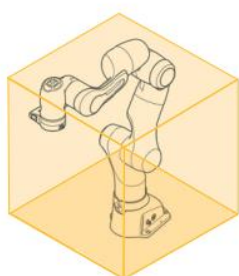
Take From Robot: 0.5531, -0.003, 0.6119 [m]

Back 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

Obr.12 .21: Konfigurace "Aktivačního prostoru"

Pomocí výběrového pole "Type of area" (Typ prostoru) můžete určit, zda robot nesmí opustit prostor krychle (stay inside area) nebo zda nesmí vstoupit do prostoru krychle (stay outside area). Zde se sleduje nástroj, příruba, zápěstí a loket.



Zůstat uvnitř oblasti



sledované součásti



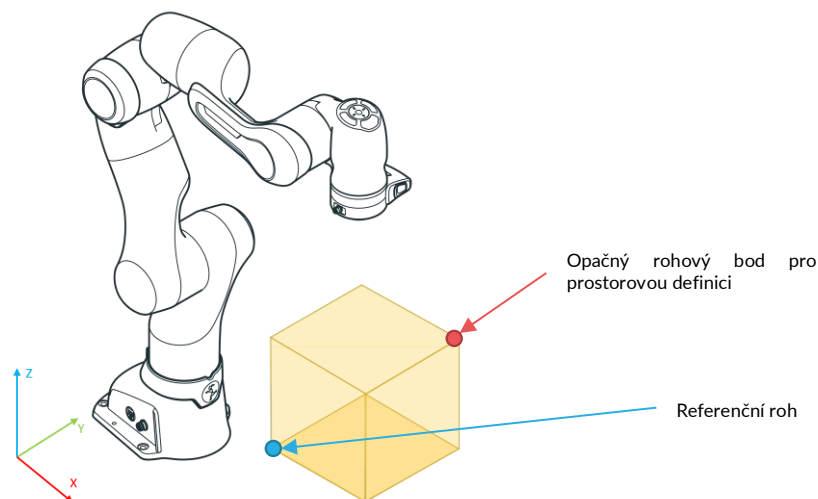
Zůstat mimo oblast

Obr. .123 : monitorování

Aby bylo možné definovat oblast krychle, je třeba nejprve určit její referenční roh. Za tímto účelem můžete navést TCP robota na referenční roh a naučit hodnoty polohy kliknutím na "Take from Robot" (Převzít od robota) nebo zadat hodnoty polohy ručně. V případě ručního zadání se souřadnice zadávají v souřadnicovém systému robota.

Referenční roh musí být vybrán tak, aby byl protilehlý roh vytvořen pouze s kladnými hodnotami. Poté je třeba zadáním hodnot XYZ definovat prostorové rozšíření. Pro tento účel lze prostor učit také naváděním robota TCP na protější rohový bod.

Pomocí "Orientace" lze definovaný prostor také otáčet kolem tří os. Otočným bodem je nastavený referenční roh.

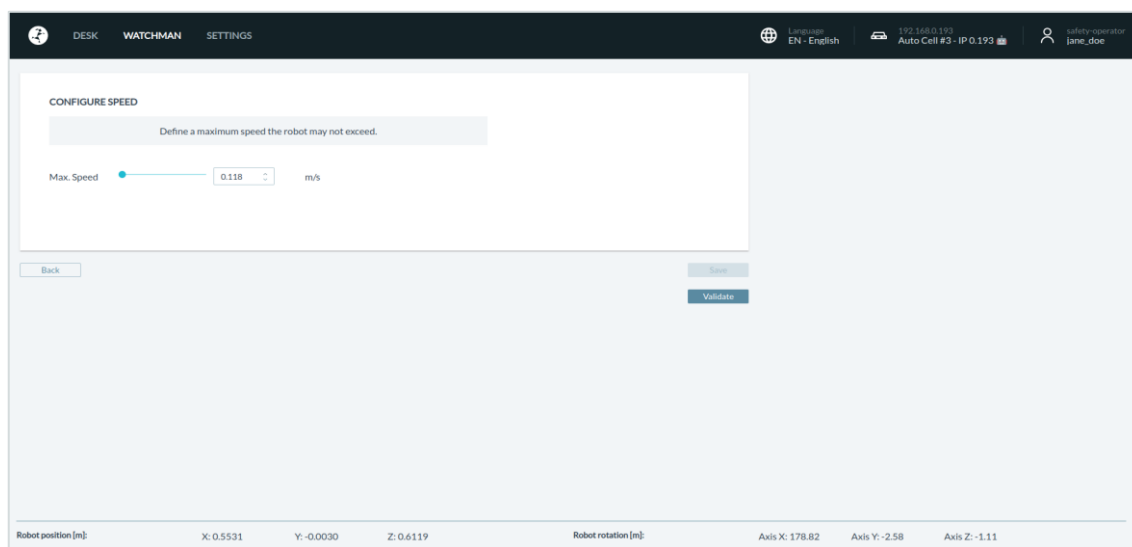


Obr.12 .22: Vytvoření krychlové plochy

Po definování kuboidní plochy je třeba nastavení uložit. Poté se aktivuje tlačítko validace. Po kliknutí na tlačítko "Validovat" se porovnají validační specifikace a zadané hodnoty. Nyní je třeba robotem pohybovat ve všech 3 směrech dovnitř a ven z vytvořeného prostoru. V závislosti na tom, zda je vybrána funkce "Zůstat v prostoru" nebo "Zůstat mimo prostor", se v případě porušení funkce zobrazí "Porušeno" s červenou tečkou. Toho lze využít ke kontrole, zda hranice oblasti odpovídají zadání.

Po provedení kontroly se oblast potvrdí kliknutím na "Potvrdit ověření". Vedle tlačítka se pak potvrzení platnosti zobrazí zeleně a po návratu do pravidla se zeleně zobrazí symbol potvrzení parametru pravidla.

Pokud je v poli "Bezpečnostní funkce" pravidla vybrána možnost "Maximální rychlost", je třeba tuto oblast nakonfigurovat kliknutím na zobrazené tlačítko "Konfigurovat". Otevře se následující zobrazení.



Obr.12 .23: Nastavení rychlosti

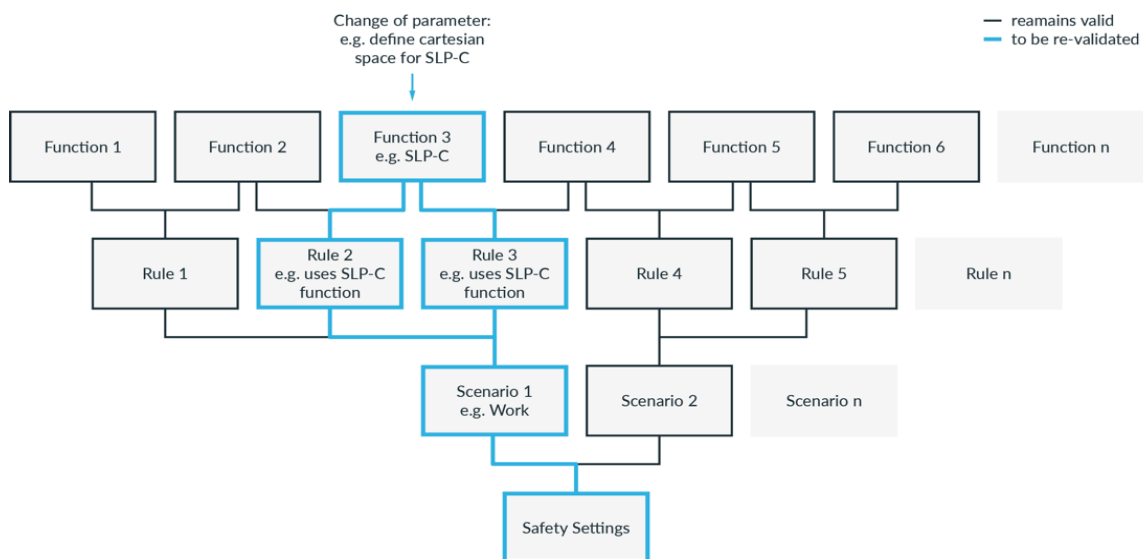
Je třeba nastavit maximální přípustnou rychlost stanovenou na základě posouzení rizik a potvrdit ji kliknutím na tlačítko "Save" (Uložit). Zadání je pak třeba potvrdit kliknutím na "Validate" (Potvrdit).

Po potvrzení nastavené rychlosti musí být validace dokončena kliknutím na "Confirm Validation" (Potvrdit validaci).

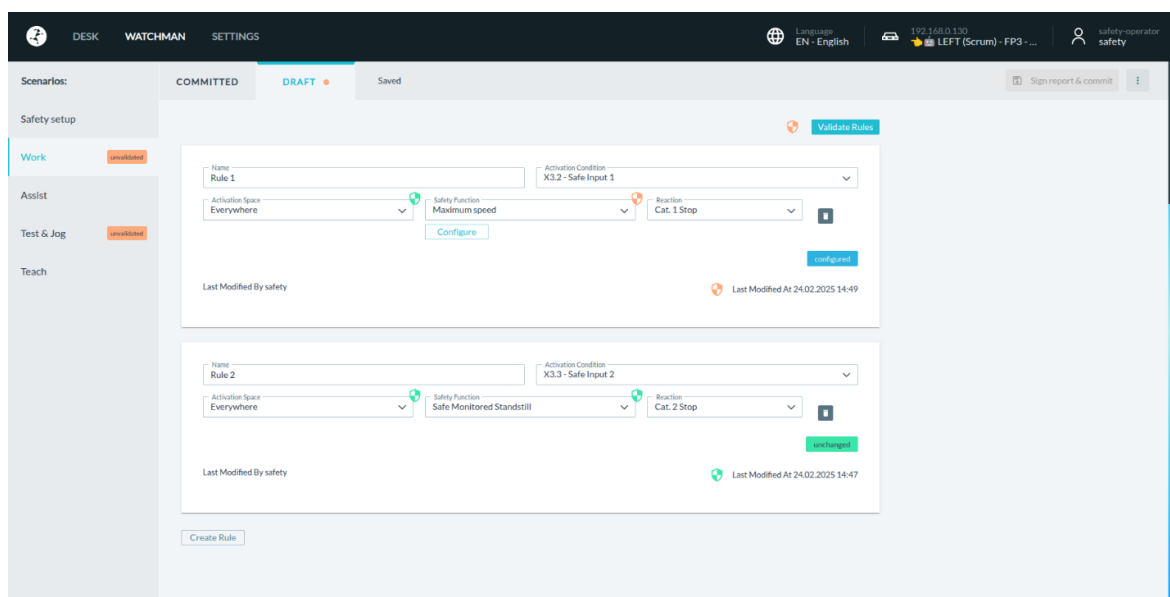
Vedle tlačítka je validace potvrzena zeleným symbolem a po návratu do pravidla se symbol validace parametru pravidla zobrazí zeleně.

12.7 Platí ate

Po provedení změn v nastavení v programu Watchman musí proběhnout validace. Struktura programu Watchman je taková, že pravidla je třeba validovat pouze v případě, že byl změněn zahrnutý parametr, a scénář pouze v případě, že bylo změněno zahrnuté pravidlo.

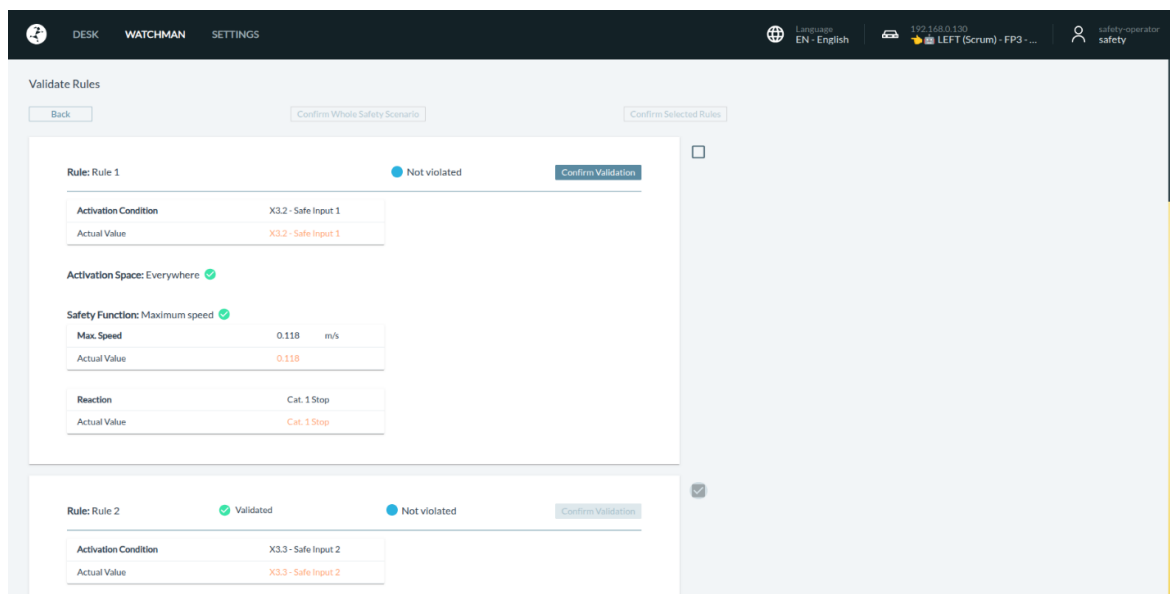


Obr.12 .24: Validační struktura



Obr.12 .25: Validace

Nevalidovaná pravidla jsou označena oranžovou ikonou validace v pravém dolním rohu. Chcete-li scénář validovat, klikněte na tlačítko "Validovat pravidla" nad uvedenými pravidly.



Obr.12 .26: Validace pravidel

Všechna pravidla scénáře jsou nyní uvedena v seznamu s příslušnými parametry. V prvním kroku je třeba u nepotvrzených pravidel validovat parametry pravidla a poté samotné pravidlo, jak bylo popsáno dříve. Postup validace různých bezpečnostních funkcí je popsán níže:

Ověřování bezpečných vstupů

- Zkontrolujte, zda podmínka aktivace odpovídá bezpečnostní koncepci definované analýzou rizik.
- Připojte periferní zařízení k bezpečnému vstupu.
- Zkontrolujte, zda se při aktivaci vstupu změní stav zobrazený v uživatelském rozhraní Watchman.

Ověřování SLP-C

- Zkontrolujte, zda parametry bezpečnostních funkcí odpovídají bezpečnostní koncepci definované analýzou rizik.

Ověřování SLS-C

- Provedte robota v režimu Programování tak, aby byla porušena definovaná pravidla.
- Zkontrolujte, zda se při porušení pravidel v očekávaných polohách/orientaci změní stav porušení zobrazený vedle bezpečnostní funkce v uživatelském rozhraní Watchman.

Ověřování SEEPO

- Zkontrolujte, zda je ve všech očekávaných situacích vypnuto napájení koncového efektoru.

Ověření celých pravidel, scénářů a celkové konfigurace

- Zkontrolujte, zda parametry bezpečnostních funkcí odpovídají bezpečnostní koncepci definované analýzou rizik.
- Zkontrolujte na každé úrovni, zda kombinace aktivačních spouštěčů, bezpečnostních funkcí, reakcí, pravidel a scénářů odpovídá bezpečnostní koncepci definované analýzou rizik.

Pro potvrzení pravidla klikněte na "Confirm Validation" (Potvrdit potvrzení) nebo zaškrtněte políčko vedle pravidel, která mají být potvrzena, a poté klikněte na "Confirm Selected Rules" (Potvrdit vybraná pravidla) nad pravidly.

Všechna pravidla se nyní zobrazí jako potvrzená.

Dalším krokem je potvrzení bezpečnostního scénáře kliknutím na "Potvrdit celý bezpečnostní scénář". Nyní se opět zobrazí přehled Watchman a právě potvrzený bezpečnostní scénář se nyní zobrazí jako potvrzený.

Se všemi scénáři, které nebyly potvrzeny, je třeba zacházet výše popsaným způsobem.

Po potvrzení všech scénářů se v levém horním rohu zobrazí tlačítko "Report & Commit".



Tato zpráva obsahuje všechny důležité informace pro zdokumentování bezpečnostních funkcí, včetně vygenerovaného kontrolního součtu.

Nyní je třeba zprávu vytisknout a podepsat.



Bezpečnostní konfigurace je nyní uložena a akceptována v systému. Symbol ověření vedle posuvného přepínače je nyní zobrazen zeleně a ukazuje potvrzený stav.

Kliknutím na symbol validace vedle posuvného přepínače se zobrazí aktuální kontrolní součet konfigurace zabezpečení.

13 PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

13.1 Základy robotiky

Kloubní prostor

V kloubovém prostoru je pozice robota popsána pomocí úhlů natočení jednotlivých kloubů robota. Na rozdíl od většiny průmyslových robotů, které mají šest kloubů, má Franka Research 3 kloubů sedm. To umožňuje mimořádně vysokou flexibilitu. Lineární pohyb koncového efektoru robota prostorem je výsledkem superponované interakce rotace několika kloubů.

Kartézský prostor

V kartézském prostoru není poloha robota popsána úhly natočení jednotlivých kloubů robota, ale je určena vzhledem k referenčnímu souřadnicovému systému (světový souřadnicový systém robota nebo souřadnicový systém nástroje). Zde je středem pozornosti poloha a orientace koncového efektoru. Trojrozměrná prostorová reprezentace kartézské pozice se obvykle skládá ze tří hodnot délek (v metrech) pro určení polohy a tří hodnot (ve stupních) pro orientaci koncového efektoru.

Další informace o pózách robota naleznete v části Redundance v této kapitole.

Pohyby v kartézském prostoru umožňují přesné sledování předem definovaných drah v prostoru, například přímek. Změna polohy se nazývá translace, zatímco změna orientace se nazývá rotace. Kartézský pohyb robota vždy závisí na referenčním souřadném systému, který lze pro Franka Research 3 nakonfigurovat prostřednictvím konfigurace koncového efektoru v nastavení administrace uživatelského rozhraní Franka.

Redundance

Vzhledem k tomu, že Franka Research 3 má sedm kloubů, může rameno dosáhnout určité kartézské pozice s různými konfiguracemi kloubů. Tato schopnost se nazývá redundance. Část robota, kterou lze stále pohybovat při zachování stejné pozice koncového efektoru, se často nazývá "loket", protože odpovídá pohybovým schopnostem lokte u lidské ruky. Redundance paže umožňuje větší flexibilitu při výuce nebo provádění úkolů, např. její použití k obcházení překážky za účelem uchopení předmětu umístěného za ní. Chování lokte robota lze měnit a přizpůsobovat každé situaci. Lze jej nastavit jako volně pohyblivý nebo nepohyblivý.

Citlivost

Rameno je vybaveno snímači točivého momentu ve všech sedmi kloubech. Snímače točivého momentu umožňují mimo jiné rozpoznat a reagovat i na ty nejmenší síly působící na Rameno. Tato citlivost usnadňuje řadu funkcí a schopností, jako je impedance nebo citlivá detekce kolizí. Pro dosažení maximální citlivosti musí být robotický systém co nejlépe přizpůsoben dodatečným hmotám, které jsou k robotu připojeny a které robot zvedá. Z tohoto důvodu musí být koncový efektor co nejpřesněji nakonfigurován v nastavení uživatelského rozhraní Franka.

Impedance

Impedance je chování robota, které napodobuje schopnost mechanické pružiny. Robot řízený impedancí může jemně interagovat s okolím, např. aby nepoškodil křehké předměty. Schopnost měnit impedanci lze považovat za podobnou schopnosti lidské ruky, která napíná svaly pro změnu tuhosti a může se přizpůsobit v závislosti na situaci, aby zvýšila robustnost při provádění úkolu.

Detekce a reakce na kolizi

Snímače točivého momentu byly zabudovány do všech sedmi os. Ty poskytují informace o aktuálně působících točivých momentech na jednotlivé osy v daném okamžiku. V kombinaci s naším modelovým řízením Franka Research 3 lze přesně určit kontaktní síly a točivé momenty kloubů. Rameno pak může reagovat. Například pokud se Rameno při pohybu dotkne neočekávaného objektu, je tento kontakt v reálném čase detekován jedním nebo více snímači točivého momentu a klasifikován jako kolize. Toho lze pak využít například k zastavení pohybu robota.

UPOZORNĚNÍ

Reakce robota na kolize závisí na naprogramování uživatelem a není bezpečnostní funkcí.

Generování sil

Rameno je v zamýšleném kontaktu s okolím. Pomocí signálů ze snímače točivého momentu mohou motory generovat definovanou sílu v místě kontaktu. K dosažení tohoto cíle jsou zapotřebí vhodné aplikace nebo programování.

UPOZORNĚNÍ

Externí zapojení přidává ramenu další zatížení a točivé momenty, které mohou ovlivnit řídicí výkon zařízení Franka Research 3.

13.2 Jeden bod ovládání

Systém poskytuje funkci Single Point of Control (SPoC) , aby vyhovoval předpisům. To znamená, že pouze jeden uživatel může v daném okamžiku spouštět kritické akce, tj. upravovat nastavení systému a Úlohy, nebo spouštět aktivní akce robota, jako je odblokování kloubů a spouštění Úloh. Ovládající uživatel dostane přidělen token softwaru SPoC.

SPoC se vztahuje také na sběrnice Fieldbuses. Viz část Ovládání sběrnic Fieldbus v této kapitole.

UPOZORNĚNÍ

I bez tokenu SPoC je možné spouštět nekritické akce, jako je zastavení běžící úlohy Task nebo zablokování brzd robota.

Převzetí řízení

Po připojení k robotu s dostupným tokenem převzmete řízení akceptováním dialogu zobrazeného po přihlášení. Token je nyní přiřazen vám. Ostatní uživatelé nemohou robota ovládat bez vašeho souhlasu.

Vyžádat si ovládání

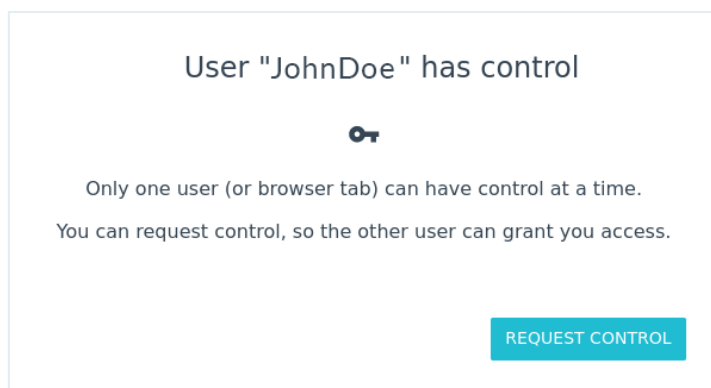
Při připojování k robotovi s tokenem, který již převzal jiný uživatel, požádejte o ovládání přijetím dialogu zobrazeného po přihlášení. Ovládajícímu uživateli se na obrazovce zobrazí dialogové okno s žádostí o ovládání. Pokud ovládající uživatel povolí přístup, bude token znovu přidělen žádajícímu uživateli. Pokud kontrolující uživatel přístup odmítne, zůstane token kontrolujícímu uživateli.

UPOZORNĚNÍ

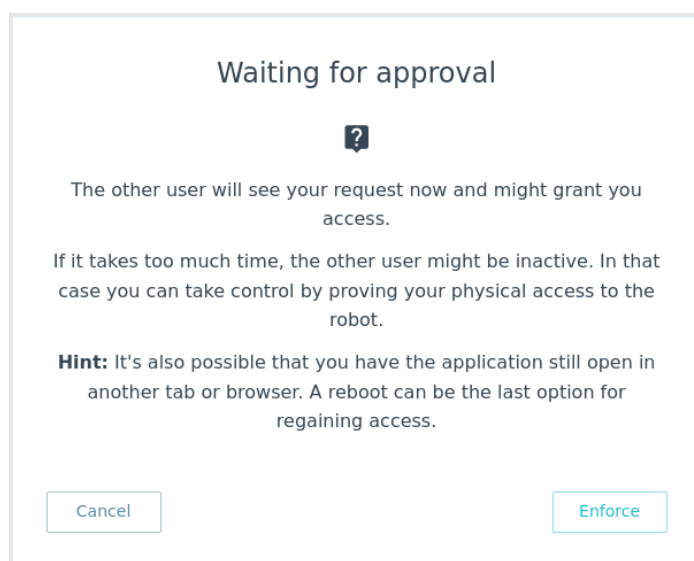
Pro lepší sledovatelnost se doporučuje nastavit v nastavení systému pojmenované profily pro jednotlivé uživatele. Tímto způsobem je systém schopen informovat nově připojené uživatele o tom, kdo právě ovládá robota.

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

Uživatel požádá o ovládání:

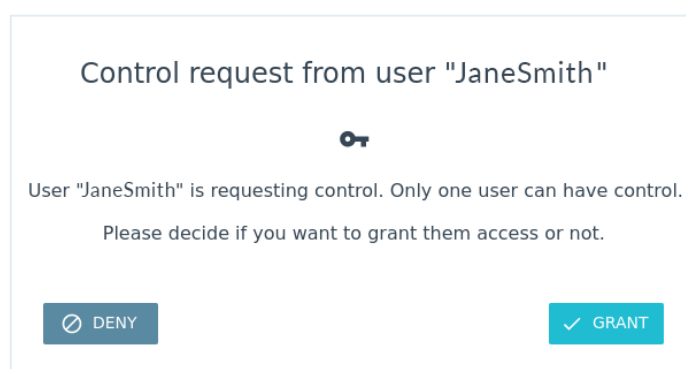


Obr. .131 : Žádost o ovládání



Obr. .132 : Správa uživatelů čekajících na schválení

Uživatel, který má token SPoC, obdrží žádost o kontrolu:



Obr. .133 : Žádost uživatele

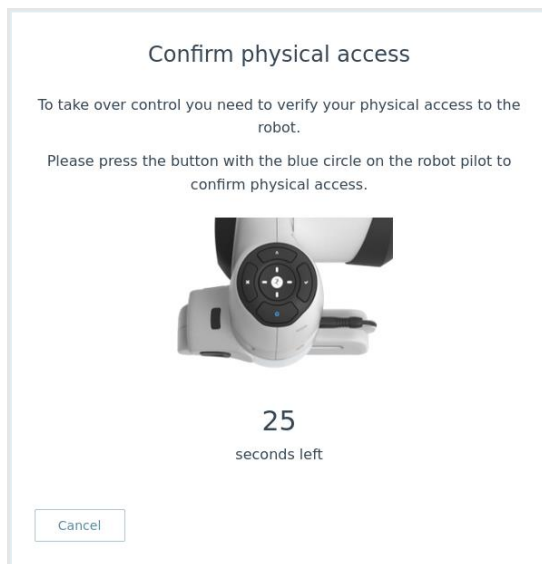
Vynucení kontroly

Vynucení kontroly je možné, pokud má uživatel fyzický přístup k robotovi. Namísto žádosti o kontrolu si uživatel v dialogu zobrazeném po přihlášení zvolí vynucení kontroly. Po volbě vynucené kontroly má žádající uživatel k dispozici časové okno, ve kterém může stisknout modré kolečko na robotu Pilot a převzít kontrolu. V tomto časovém rozmezí je ovládající uživatel informován o pokusu o vynucení. Ovládající uživatel pak může kontrolu potvrdit nebo odmítnout.

UPOZORNĚNÍ

Časové okno pro vynucení ovládání upravte v nastavení systému. Ve výchozím nastavení je časové okno nastaveno na 30 sekund.

Nový uživatel vynutí kontrolu:



Obr. .134 : Vynucení kontroly

Vynucení kontroly

Poté, co řídící uživatel ukončí práci s robotem, může v menu robota uvolnit řízení. Tím se řídícímu uživateli zablokuje přístup a uvolní se token. Ostatní uživatelé se nyní mohou k robotovi připojit a převzít kontrolu přímo. Ovládání se také uvolní, pokud se ovládající uživatel odhlásí.

Ovládání pomocí sběrnice Fieldbus

Robot je možné ovládat také prostřednictvím rozhraní Fieldbus. Funkce Single-Point-of-Control se vztahuje i na rozhraní Fieldbus. Pro podporované protokoly sběrnice Fieldbus jsou k dispozici požadované funkce, které je však třeba zohlednit při realizaci připojení. Přístup k datům a nekritické akce jsou možné prostřednictvím sběrnice Fieldbus bez ohledu na stav tokenu.

Franka Research 3 implementuje funkce serveru OPC UA.

UPOZORNĚNÍ

Všechny sběrnice Fieldbus mají stejná práva jako role operátora.

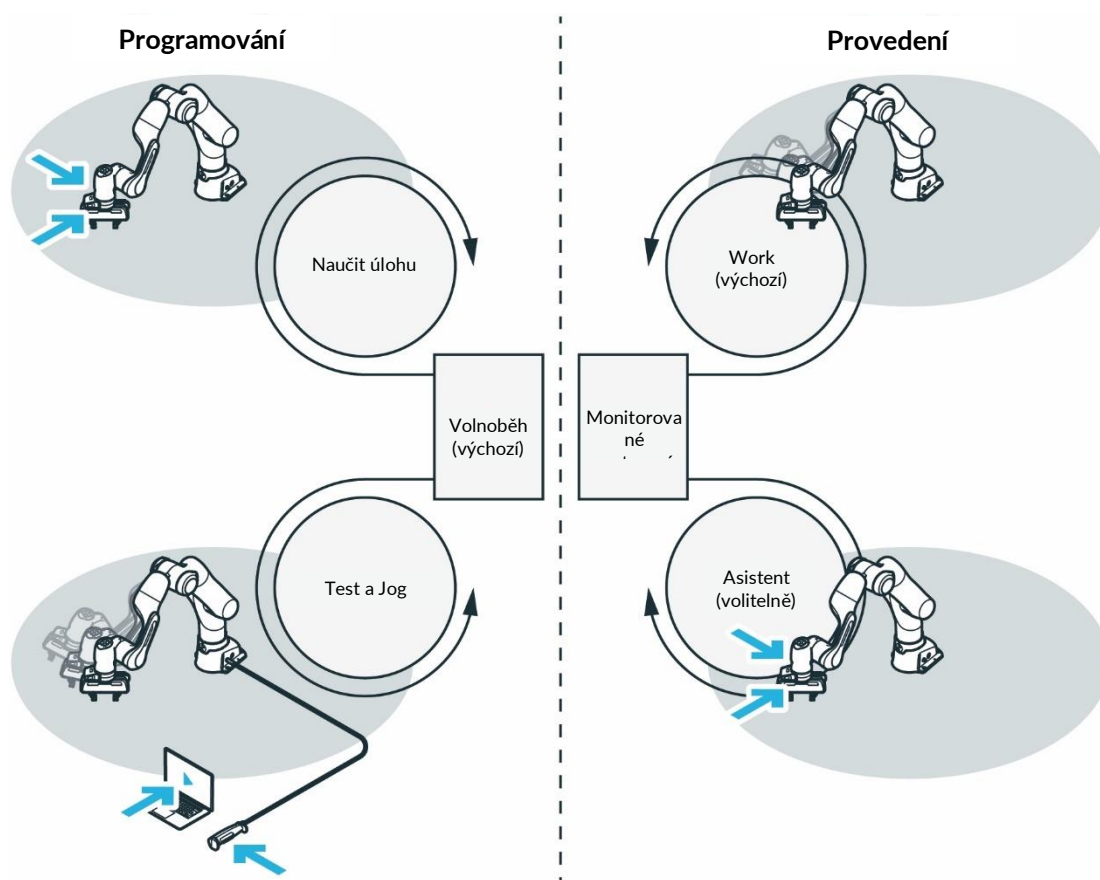
UPOZORNĚNÍ

Pokud je robot ovládán prostřednictvím protokolu Fieldbus, neexistuje žádná procedura vyžádání pro ostatní uživatele, kteří se snaží převzít řízení prostřednictvím uživatelského rozhraní Franka. Když uživatel rozhraní Franka UI převzme řízení, token se automaticky přeneseme z protokolu Fieldbus směrem k uživateli.



Další informace o používání protokolů Modbus a OPC UA naleznete v příslušné příručce na stránkách Franka World.

13.3 Provozní režimy



Obr. .135 : Přehled provozních režimů

Franka Research 3 nabízí následující provozní režimy:

1. Programování
 - Nečinnost (výchozí)
 - Naučit úlohu (povolovací tlačítko, naváděcí tlačítko)
 - Test a Jog (externí povolovací zařízení, tlačítko pro podržení spuštěné úlohy na stole)
2. Provádění
 - Práce (výchozí)
 - Monitorované zastavení
 - Asistence (povolovací tlačítko, naváděcí tlačítko)

Přepínání

Přepínáte mezi obecnými režimy "Programování" a "Provádění" pomocí přepínacího tlačítka v postranním panelu Desk. Některé uživatelské interakce volí všechny ostatní režimy implicitně v rámci obecných režimů, např. stisknutí externího povolovacího zařízení v režimu "Programování".

Obecné provozní režimy lze přepínat také prostřednictvím ovládání sběrnice Fieldbus .

13.3.1 Programování

Režim Programování je provozní režim, ve kterém lze robota naprogramovat k provádění určitých úloh.

V režimu "Programování" není možné ovládání robota prostřednictvím FCI.

Naučit úlohu (naváděcí povolovací zařízení)

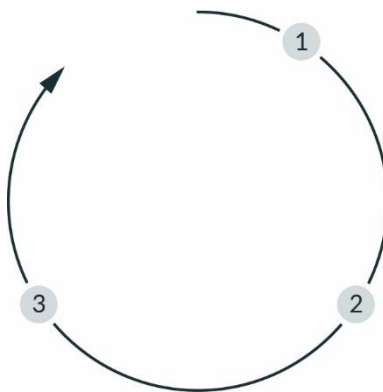
Správce učí robota parametrizováním úlohy a jejích aplikací. To se provádí ručním vedením robota pomocí povolovacích a naváděcích tlačítek na rukojeti Pilot-Grip.

Test & Jog (externí povolovací zařízení)

Správce testuje a sleduje provádění, zatímco stojí opodál robota. Používá se Externí povolovací zařízení připojené k robotu přes vyhrazený port X4. Další informace naleznete v kapitole 13.6.11 "Test & Jog".

Typický postup programování

Při programování pomocí Franka Research 3 postupujte následujícím způsobem:



Obr. .136 : postup

1	Naučte úlohu	3	Spustit úlohu
2	Testování a rozběh		

Naučit úlohu (1)

Naučte Franka Research 3 úkol.

Test & Jog (2)

Vystupte z maximálního pracovního prostoru a zkontrolujte, zda je naučená úloha správně provedena. Za tímto účelem lze omezit rychlost a provádění lze kdykoli zastavit.

Spustit úlohu (3)

Po naučení úlohy Franka Research 3 provede úlohu automaticky.

13.3.2 Provádění

Režim Execution (Provádění) je provozní režim, ve kterém robot provádí úkoly, které se předtím naučil prostřednictvím uživatelského rozhraní Franka, nebo jimi lze pohybovat prostřednictvím ovládacího rozhraní Franka.

Práce

V režimu Work je aktivováno automatické provádění úloh bez požadavku na bezpečné externí povolovací zařízení. Více informací naleznete v kapitole 13.4 "Práce".

Monitorované zastavení

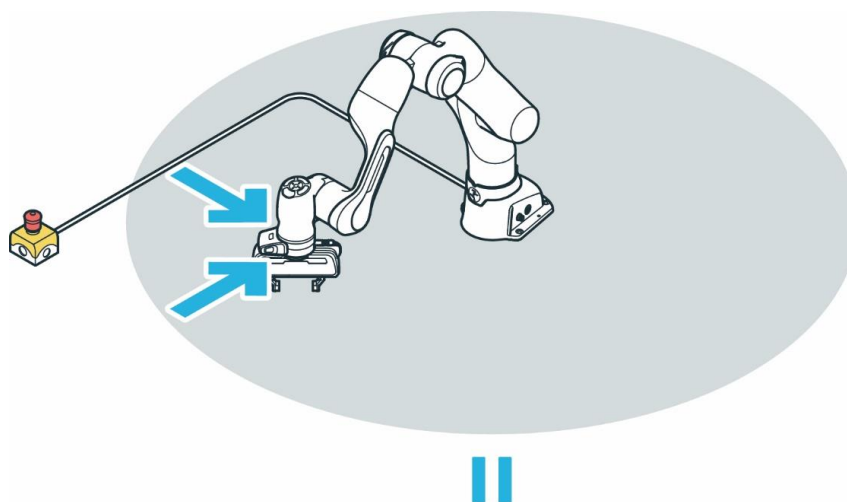
Robot je v režimu hlídaného zastavení. Tento režim je přítomen v následujících případech:

Bezpečnostní senzor připojený k bezpečnému vstupu nakonfigurovanému ve vyhrazeném bezpečnostním pravidle pomocí bezpečnostní funkce SMSS zjistí přítomnost člověka.

Přechodový režim, který uživateli nabídne asistenční režim.

Asistent

Tento režim lze použít během provádění, pokud je součástí aplikace vedení rukou. Tento režim je povolen pouze v rámci definovaného prostoru spolupráce.



Obr. 137 : Asistenční operace



UPOZORNĚNÍ

Horké povrchy a vedení

Při okolních teplotách nad 30 °C může být povrch robota příliš horký na dotek. Proto není povoleno používat funkci Assist v režimu Execution při teplotách nad 30 °C.

13.3.3 Přehled stavových indikátorů

Stavové kontrolky na obou stranách základny nabývají odpovídající barvy, podobně jako semafor. Stavové kontrolky pomalu blikají během spouštění, když Franka Research 3 vyžaduje pozornost nebo když uživatel zadává hodnoty. Během ostatních procesů svítí kontrolky odpovídající barvou stavu Franka Research 3. Kruhová stavová kontrolka uprostřed disku Pilot-Disc rovněž indikuje stav programu Franka Research 3.

Pokud obsluha provádí interakci s ramenem, je stavová kontrolka na disku Pilot-Disc vypnutá.

Další informace o chování barev naleznete v kapitole 11.1 "Zapnutí".



UPOZORNĚNÍ

Nebezpečné a nekontrolované pohyby ramene Arm

Nebezpečí vážného poranění, například rozdrčení, roztržení kůže a propíchnutí od ramene Arm a koncových efektorů.

- Ujistěte se, že koncový efektor a/nebo hmotnost objektu a střed hmotnosti (CoM) jsou správně parametrizovány.
- Během provozu se nepřibližujte k pracovnímu prostoru.

UPOZORNĚNÍ

Rychlost pohybu v režimu výuky nebo ručního vedení je předem nastavena. Rychlost lze snížit podle vyhodnocení rizik ramene v rámci jeho použití.

13.3.4 Přehled provozních režimů krok za krokem a odpovídající stavové indikátory

1. Zapněte ovládání.

Aktivuje se bezpečnostní blokovací systém a pohyby se mechanicky zablokuje.

Během spouštění pomalu bliká bílá kontrolka.

Po spuštění svítí kontrolky nepřetržitě modře, což signalizuje, že brzdy jsou stále zapnuté.

2. Chcete-li otevřít systém fail-safe locking, klikněte na "unlock joints" (odemknout klouby) v postranním panelu Desk.

Kontrolky na displeji svítí nepřetržitě bíle.

Během odemykání světla pomalu blikají modře.

Po odemknutí světla opět nepřetržitě svítí modře.

Na postranním panelu programu Desk se zobrazí "klouby odemčeny".

Franka Research 3 je v pracovním režimu.

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

3. Přepněte do režimu "Programování" v aplikaci Desk.

Franka Research 3 je v režimu "nečinnosti".

Kontrolky svítí nepřetržitě bíle.

4. Pro ruční vedení ramene pro výuku, stiskněte vodící tlačítko a současně do poloviny stiskněte tlačítko povolení.

Kontrolky svítí nepřetržitě bíle.

5. Uvolněte tlačítka.

Franka Research 3 je v režimu "nečinnosti".

Kontrolka svítí nepřetržitě bíle.

6. Opusťte maximální pracovní prostor a vezměte si s sebou Externí povolovací zařízení a Zařízení nouzového zastavení, abyste mohli provést Test & Jog.

7. Stiskněte Externí povolovací zařízení.

Franka Research 3 je v režimu "Test & Jog".

Kontrolka svítí nepřetržitě modře.

8. Stiskněte tlačítko Play v položce Desk.

*Pokud bylo nakonfigurováno odpočítávání (viz část Zahájení pohybu v kapitole 13.6.11 "Test & Jog"), rozsvítí se kontrolka robota rychle blikající **zelenou barvou**, dokud nevyprší odpočítávání.*

Poté se zahájí provádění úlohy.

*Během provádění svítí kontrolka robota **zeleně**.*

*V případě chyby nebo porušení bezpečnosti se kontrolka rozsvítí **červeně**.*

*Pokud jsou přítomny konfliktní bezpečné vstupy, světlo se změní na **růžové** (pomalu bliká).*

9. Přepněte do režimu "Provedení" v aplikaci Desk.

Franka Research 3 přejde do režimu "Práce".

Kontrolka svítí modře.

Úlohy lze provádět bez externího povolovacího zařízení.

Během provádění svítí kontrolka zeleně.

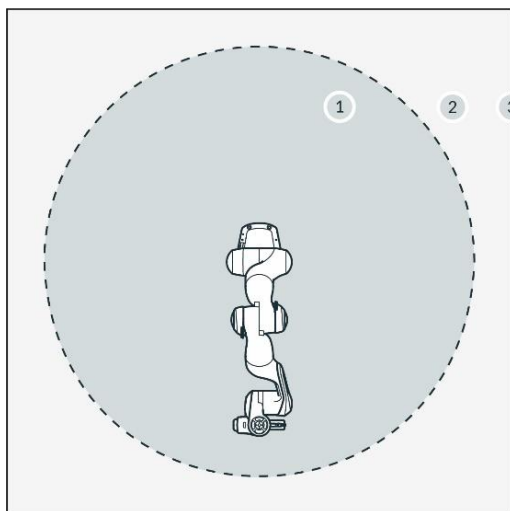
Spuštěním bezpečně monitorovaného zastavení z bezpečnostní konfigurace (např. z bezpečného vstupu) přejde Franka Research 3 do režimu "monitorovaného zastavení".

10. Stiskněte naváděcí tlačítko a povolovací tlačítko.

Franka Research 3 přejde do režimu "Assist" a může být veden jako součást úlohy.

13.4 Práce

V režimu Work robot vykonává svůj úkol samostatně. Ve srovnání s režimem Test & Jog není k dispozici žádné externí povolovací zařízení jako ochrana, tj. obsluha musí být bezpečně oddělena od nebezpečí, které představuje rameno (podle norem EN ISO 10218-1:2011 a ISO 10218-2).



Obr. .138 : Přirazení oblastí

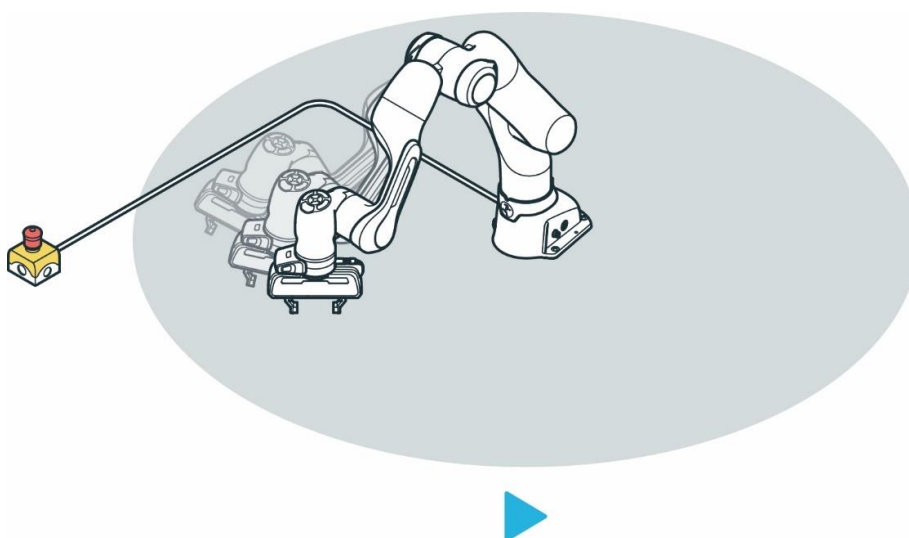
1	Maximální pracovní prostor	3	Zabezpečení obvodu
2	Chráněný prostor		

Předpoklad

- Úloha byla vytvořena v nástroji Naučit úlohu
- Úloha byla úspěšně otestována v nástroji Test & Jog.
- Bezpečnostní systém pracuje bez porušení a chyb.

UPOZORNĚNÍ

Vždy vyhodnoťte vzdálené spuštění provádění a realizujte bezpečnostní koncept v rámci bezpečnostního návrhu (např. externí bezpečnostní prostředky) a bezpečnostního nastavení robotického systému.



Obr. .139 : Pracovní operace

UPOZORNĚNÍ

Hladina hluku při provozu < 70 dB (A)

Postup

1. Přepněte do pracovního režimu "Provádění"
2. Stiskněte tlačítko přehrávání v poloze Desk.

Zobrazí se potvrzovací dialogové okno.

3. Potvrďte dialogové okno.

Robot provede naučenou úlohu.

UPOZORNĚNÍ

Pokud dojde ke kolizi, provádění se zastaví. Neúspěšná aplikace je zvýrazněna a zobrazí se popis chyby. V tomto režimu lze ramenem pohybovat pomocí navádění a odstranit případné příčiny chyby.

UPOZORNĚNÍ

Případné chybové hlášení se zobrazí v postranním panelu. Tam lze zobrazit informace o chybě a způsobu jejího odstranění.

1. Chcete-li pokračovat v provádění, stiskněte tlačítko Play u jedné z aplikací.
2. Chcete-li úlohu ukončit, stiskněte tlačítko Stop.

UPOZORNĚNÍ

Spuštění vzdáleného provádění je třeba vyhodnotit při realizaci konkrétní koncepce bezpečnosti buňky.

Požadavky na používání rozhraní Franka Control Interface (FCI)

- Der FCI-Mode je aktivován (viz 11.6 "Typické použití").
- Existuje síťové spojení s pracovní stanicí s operačním systémem Linux.
- Bezpečnostní systém pracuje bez porušení a chyb.
- Brzdy jsou otevřené.
- Řídicí systém je v režimu Execution.

UPOZORNĚNÍ

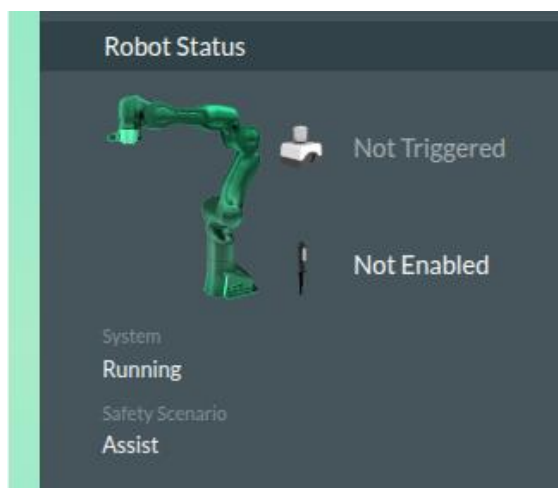
V případě chyby při řízení prostřednictvím FCI se aktuální operace přeruší a výsledná chyba se přenesse prostřednictvím FCI. V uživatelském rozhraní Franka UI se zobrazí chybové hlášení.

Uživatelský program musí být nyní navržen tak, aby se chyby automaticky přenášely jako výstup.

13.5 Asistent

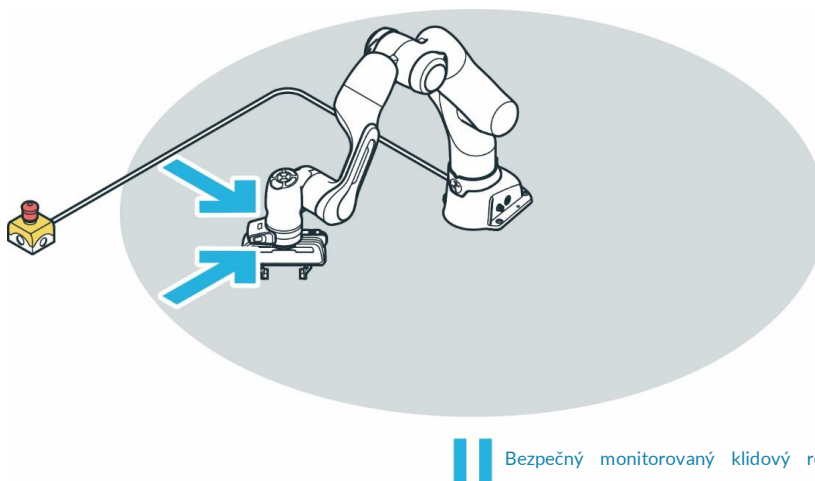
Režim Assist je stavem provozního režimu Execution. Tento režim umožňuje spolupráci s ručním vedením v souladu s normou ISO 10218-1. Aby byl tento režim použitelný, musí jej bezpečnostní operátor ve Watchmanu výslovně povolit.

Pokud je robot během provádění úkolu uveden do režimu Save Monitored Standstill (SMSS), robot se po stisknutí tlačítka Enable (Povolit) a Manual Guidance (Ruční navádění) automaticky přepne do režimu Assist. Tento stav se zobrazí ve stavovém hlášení robota v aplikaci DESK.



Obr. .1310 : Indikace asistenčního režimu e

V tomto režimu může operátor pohybovat robotem v ručním řízení stisknutím tlačítka Enabling na rukojeti robota Pilot-Grip.



Obr. .1311 : Podmínky pro povolení pohybu v režimu Assist Mod e

VAROVÁNÍ

Horké povrchy a vedení

Při okolních teplotách nad 30 °C může být povrch robota příliš horký na dotek. Proto není při teplotách nad 30 °C povoleno používat funkci asistence v automatickém režimu.

Pokud je podmínka bezpečně sledovaného **klidového** stavu (SMSS) opět odstraněna, robot pokračuje v provádění zastavené úlohy a přejde do další pozice.

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

Při použití rozhraní Franka Control Interface (FCI) vydá SMSS chybové hlášení a provádění pohybu robota se zastaví. Zrušení SMSS nevede automaticky k opětovnému spuštění robota. Ten musí být znovu spuštěn prostřednictvím příkazového vstupu.

Podmínka pro spuštění asistenčního režimu:

- Aktivovaný asistenční režim v bezpečnostních nastaveních v aplikaci Watchman. Tuto aktivaci může provést pouze bezpečnostní operátor.
- Robot musí být v režimu bezpečného monitorovaného **klidu** (SMSS). Za tímto účelem musí být v pracovním scénáři v aplikaci Watchman vytvořeno pravidlo, které uvede robota do bezpečného monitorovaného stavu (Safe Monitored Stand Still). Spouštěčem tohoto pravidla může být zpracování bezpečného vstupního signálu (X3.2 nebo X3.3) nebo vstup do definovaného bezpečného prostoru. Spuštění bezpečného monitorovaného klidu se doporučuje iniciovat bezpečným vstupním signálem.
- Stiskněte povolovací a naváděcí tlačítko.

Možnosti pohybu v asistenčním režimu:

- Stisknutím tlačítek Enabling a Guiding na pilotní rukojeti lze robotem volně pohybovat v režimu ručního navádění.
- Pohyby namontovaného koncového efektoru nejsou v režimu Assist povoleny.

Ukončení režimu Assist:

Po uvolnění tlačítka Enabling nebo Guiding se režim Assist automaticky ukončí.



UPOZORNĚNÍ

Pokud se v monitorovaném prostoru spustí funkce Bezpečný monitorovaný **klid** (SMSS), robot se po uvolnění tlačítka Povolení nebo naváděcího tlačítka mimo monitorovaný prostor okamžitě přesune do další pozice.

Proto naplánujte bezpečný vstup (X3.2 nebo X3.3) pro použití asistenčního režimu pro spuštění bezpečného monitorovaného **klidu** (SMSS).

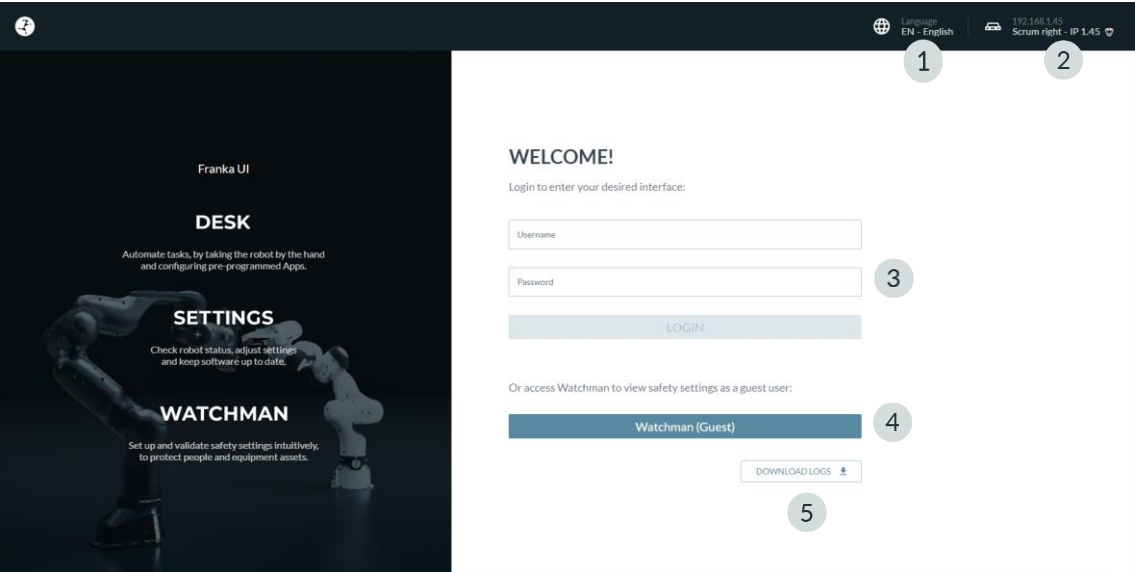
13.6 Uživatelské rozhraní Franka

Franka UI je uživatelské rozhraní robotů od společnosti Franka Robotics. Lze jej použít k programování a ovládání robota v aplikaci Desk. Obecná nastavení lze provádět prostřednictvím funkce Settings (Nastavení) a potřebná bezpečnostní nastavení se konfiguruji prostřednictvím funkce Watchman (Hlídač).

Uživatelské rozhraní Franka UI je vždy dostupné prostřednictvím adresy URL <https://robot.franka.de>, pokud je uživatelský terminál připojen k síti X5 -robot na základně robota a je aktivován klient DHCP.

Přihlášení

Po zadání adresy URL <https://robot.franka.de> se zobrazí přihlášení do uživatelského rozhraní.



Obr. .1312 : Přihlášení do uživatelského rozhraní Franka

1	Výběr jazyka	4	Hlídač
2	Stav sítě	5	Stážení souborů protokolu
3	Přihlášení		

1 Výběr jazyka

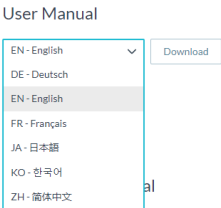
Kliknutím vyberte dostupné jazyky uživatelského rozhraní.

2 Stav sítě

Zobrazení aktuální IP adresy robota a registrovaného názvu robota ve Franka World.

Kliknutím se otevře nabídka s následujícím výběrem:

- Link to Franka World, s indikací, zda je robot připojen k Franka World (zelená nebo červená tečka).
- Tlačítko Vypnout, pro vypnutí robota.
- Tlačítko Manuály, kliknutím na něj se otevře stránka pro stažení ovládání s možností otevřít uživatelskou příručku ve všech dostupných jazycích.



3 Přihlášení

Vstupní pole pro přihlášení; po přihlášení uživatele se zobrazí zobrazení DESKA.

4 Strážce

Přímý přístup do uživatelského rozhraní Watchman v režimu prohlížení.

5 Stáhnout protokol

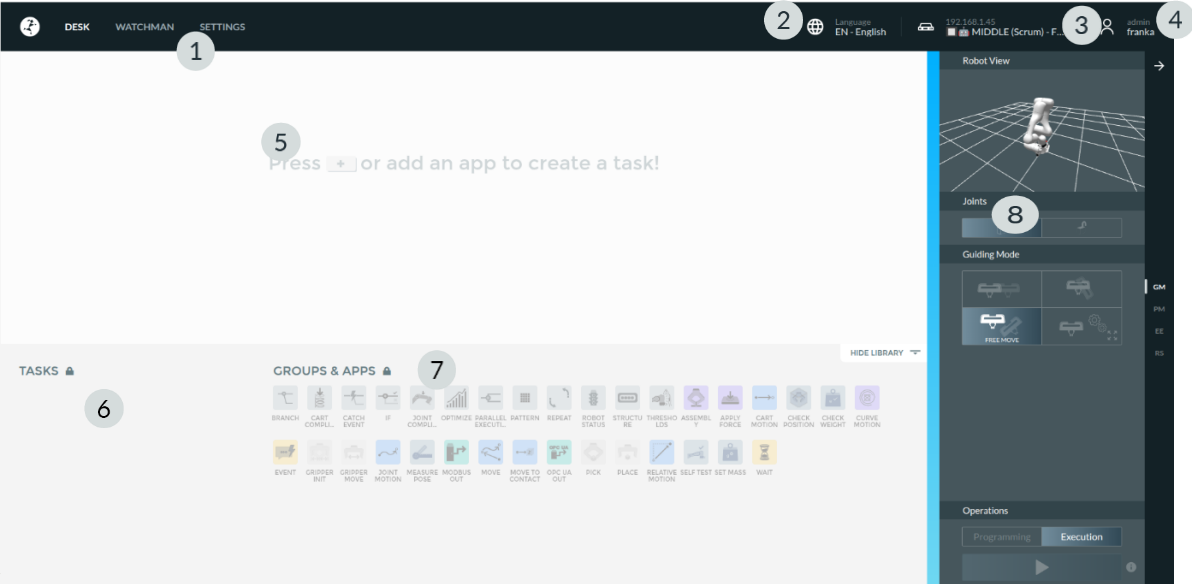
Tlačítko pro stažení souborů protokolu robota.

Desk

Přehled

Desk je uživatelské rozhraní v rozhraní Franka UI pro programování, konfiguraci a ovládání robota. Chcete-li otevřít aplikaci Desk, zadejte do prohlížeče následující adresu URL: <https://robot.franka.de> a přihlaste se.

V aplikaci Desk můžete vytvářet úlohy. Úkoly jsou chronologické posloupnosti aplikací. Aplikace jsou zase stavebními kameny Úlohy a nastiňují základní schopnosti Franka Research 3, například "Uchopit", "Položit" nebo "Stisknout tlačítko".



Obr. .1314 : Stůl

1	Rychlá navigace	5	Časová osa
2	Výběr jazyka	6	Úkoly
3	Systémová nabídka	7	Skupiny a aplikace
4	Uživatelské menu	8	Postranní panel

1 Rychlá navigace

Rychlé přepínání mezi zobrazeními Desk, Watchman a Settings.

2 Výběr jazyka

Klepnutím vyberte jazyky dostupné pro uživatelské rozhraní.

3 Systémová nabídka

Zobrazení aktuální IP adresy robota a registrovaného názvu robota ve světě Franka.

Kliknutím otevřete systémovou nabídku s následujícím výběrem:

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

- Link to Franka World; s indikací, zda je robot připojen k Franka World (zelená nebo červená tečka).
- Tlačítko Restartovat; pro restartování robota.
- Tlačítko Vypnout; pro vypnutí robota.
- Tlačítko Aktivovat FCI.
- Tlačítko Manuály; kliknutím na něj se otevře stránka pro stažení ovládání s možností otevřít uživatelskou příručku ve všech dostupných jazycích.

4 Uživatelská nabídka

Přihlašovací informace zobrazují aktuálně přihlášeného uživatele a jeho roli. Kliknutím na toto tlačítko se otevře nabídka User (Uživatel) s následujícím výběrem:

- Uvolnění řízení; Předání řízení robota.
- Odhlásit; Odhlášení aktuálního uživatele z uživatelského rozhraní.

5 Časová osa

Uspořádejte aplikace na časové ose a naprogramujte svůj úkol. Časová osa představuje chronologickou posloupnost úlohy.

6 Úlohy

Všechny nakonfigurované úlohy robota jsou uvedeny v oblasti "Tasks" (Úlohy). Zde máte přístup k existujícím úlohám a můžete je spravovat. Úlohy můžete také vytvářet, stahovat, klonovat, přejmenovávat nebo odstraňovat. Import úlohy provedete přetažením souboru úlohy staženého z aktuálního nebo jiného robota do oblasti Úlohy.

Úlohy ze starší generace robotických systémů Franka Robotics nejsou v programu Franka Research 3 podporovány.

UPOZORNĚNÍ

Dbejte na to, abyste vždy záložovali systémové protokoly, bezpečnostní protokoly a vytvořené úlohy.

7 Aplikace

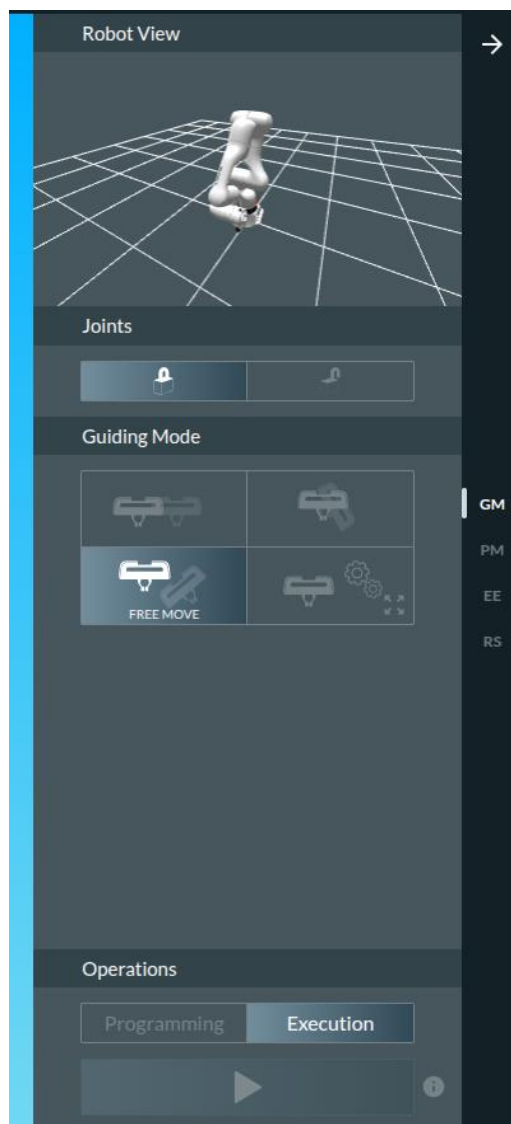
Všechny nainstalované aplikace z Franka World si můžete prohlédnout zde. Aplikace z této sekce Desk lze používat přímo v sekci Úlohy. Chcete-li požadované aplikace používat a konfigurovat, přetáhněte je na časovou osu.

8 Postranní panel

Postranní panel umožňuje uživateli ovládat robota výběrem pilotního režimu (PM), výběrem režimu ručního vedení (GM), zablokováním/odblokováním kloubů nebo zapnutím a vypnutím koncového efektoru (EE). Zobrazuje stav robota a důležité zprávy (RS).

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

1. **Režim navádění:**
 - Překlad
 - Rotace
 - Volný
 - Uživatelská definice
2. **Zamykací klouby:**
 - Zámek
 - Odemknout



Obr. .1315 : Boční panel stolu (GM)

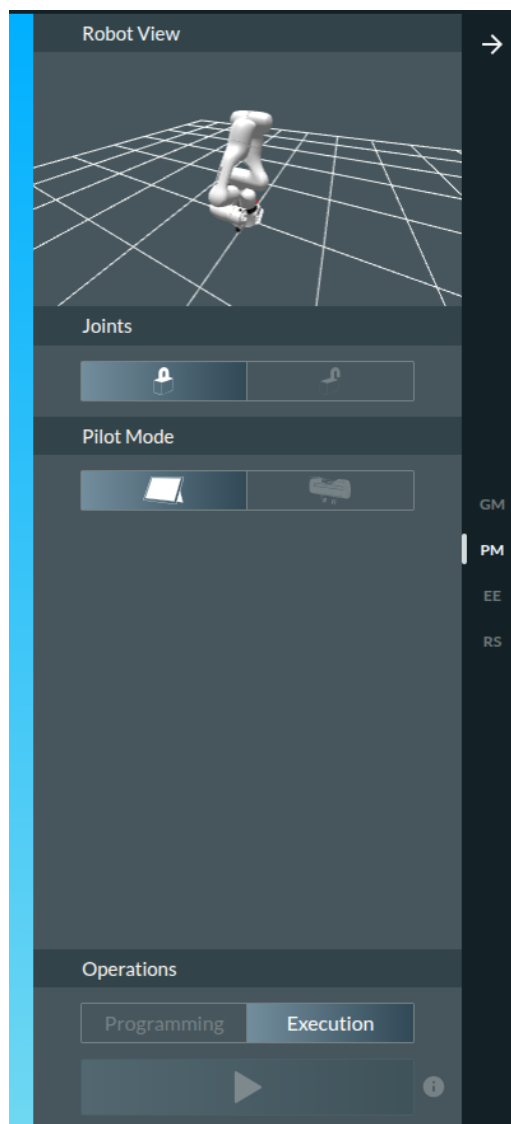
PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

1. Pilotní režim:

*Přepínání mezi ovládáním stolu a ovládáním
koncového efektoru*

2. Blokování kloubů:

- Zámek
- Odemknout:



Obr.13 .16: Boční panel stolu (PM)

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

1. Uzamykací klouby:

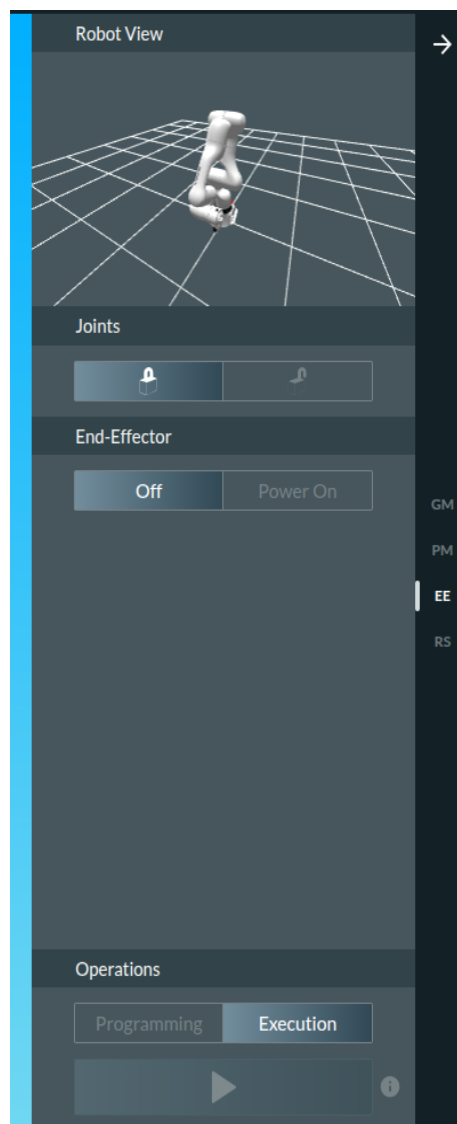
- Zámek
- Odemknout

2. Aktivace koncového efektoru:

- Zapnout
- Vypnout

3. Stavový řádek

Barevné zobrazení stavu robota, viz tabulka barev v kapitole 11.1 "Zapnutí".



Obr.13 .17: Postranní panel stolu (EE)

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

1. Aktivace koncového efektoru:

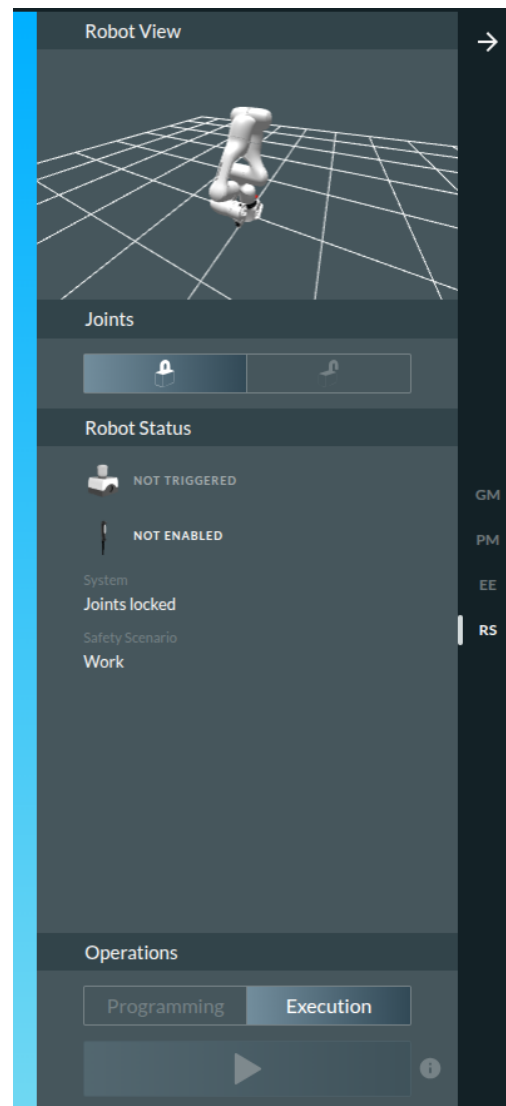
- Zapnutí
- Vypnutí

2. Indikace stavu Robot

- Stav a zprávy

3. Stavový řádek

Barevné zobrazení stavu robota, viz tabulka barev v kapitole 11.1 "Zapnutí".



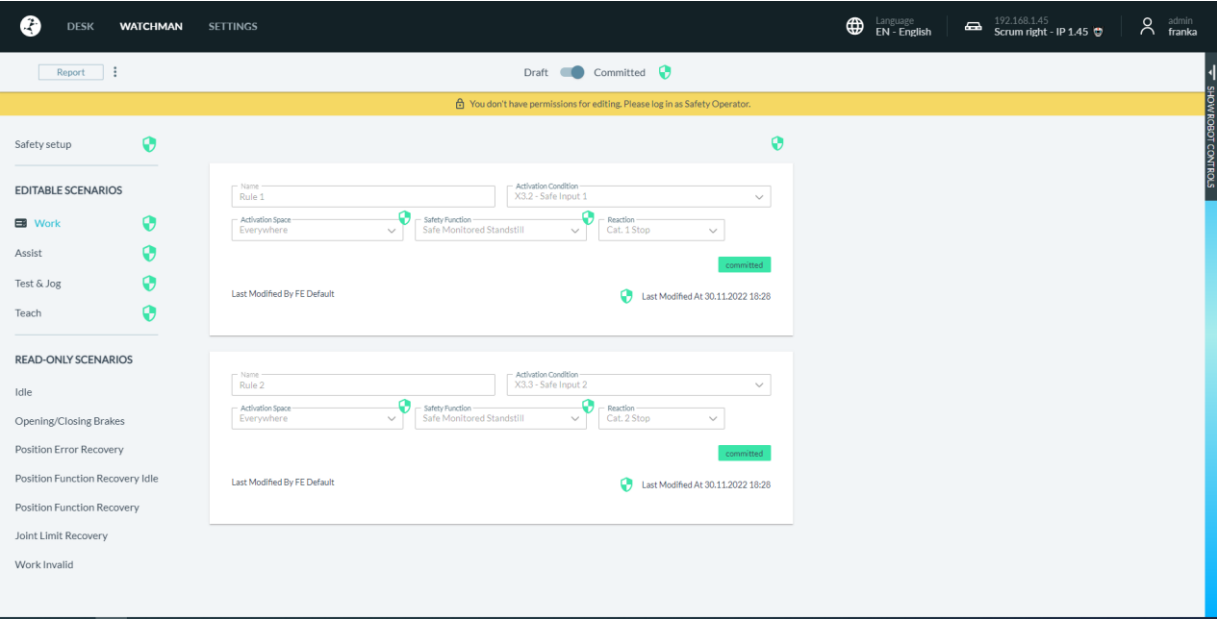
Obr.13 .18: Postranní panel stolu (RS)

Hlídač

Pomocí webové aplikace Watchman může bezpečnostní nastavení upravovat, ověřovat a integrovat pouze uživatel "Safety Operator". Každý uživatel je však oprávněn zobrazit aktuální bezpečnostní nastavení v aplikaci Watchman.

Chcete-li zobrazit aktuální bezpečnostní nastavení v aplikaci Watchman, klikněte na položku "WATCHMAN" v horní liště nabídky nebo přejděte na stránku <https://robot.franka.de/watchman> v prohlížeči.

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

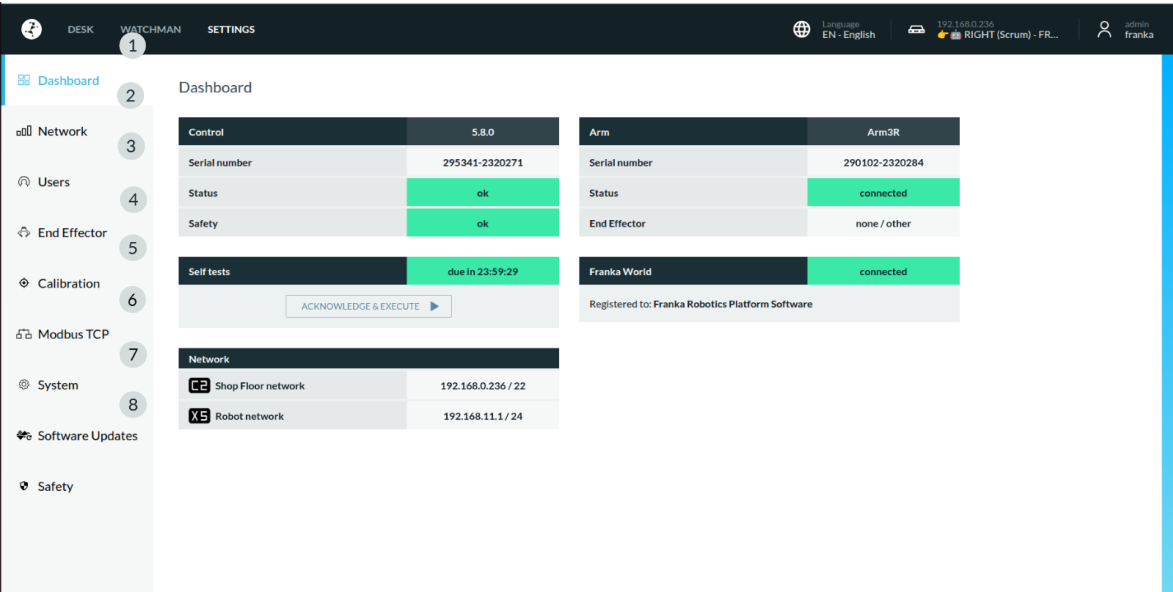


Obr. .1316 : Strážce

Podrobný popis rozhraní i postup konfigurace bezpečnostních nastavení robota naleznete v kapitole **Error! Reference source not found.** **Error! Reference source not found.** ".

Rozhraní pro nastavení

V rozhraní Settings (Nastavení) mají správci k dispozici různé funkce pro konfiguraci robota.



Obr. .1317 : Nabídka Nastavení

1	Přehled systému	5	Nastavení Modbus TCP
2	Nastavení sítě	6	Nastavení systému
3	Správa uživatelů	7	Synchronizace se světem Franka
4	Konfigurace koncových efektorů	8	Bezpečnost

1 Přehled stavu systému

- Systémové informace o ovládání
- Systémové informace o rameni
- Síťové informace o připojených sítích

2 Správa síťových konfigurací

- Konfigurace adres sítě robota X5
- Konfigurace podnikové sítě C2

3 Správa uživatelů

- Vytváření, editace a odebrání uživatelů

4 Konfigurace koncových efektorů

- Aktivace napájení koncového efektoru
- Výběr koncového efektoru
- Konfigurace parametrů koncového efektoru

5 Konfigurace sběrnice Modbus

- Stažení příručky Modbus
- Aktivace funkce Modbus
- Nahrání a stažení konfigurace Modbus

6 Nastavení systému

- Stažení systémových protokolů
- Obnovení továrního nastavení
- Přesun do pozice balení

7 Synchronizace se světem Franka

- Instalace aplikací a funkcí
- Aktualizace softwaru s Franka World

8 Bezpečnostní nastavení

- Stažení bezpečnostních protokolů
- Konfigurace zpoždění pro zahájení pohybu
- Konfigurace časového limitu pro vynucení SPoC-Token

13.6.1 Aplikace

Aplikace zahrnují celou komplexnost systému Franka Research 3 a představují modulární stavební bloky procesu, jako je uchopení, zasunutí, vložení a šroubování. Pomocí aplikace Desk lze aplikace Apps uspořádat tak, aby během okamžiku vytvořily celé úlohy. Vytvořené Tasky lze rychle přizpůsobit, znovu použít nebo nasadit na více robotů, čímž se pozoruhodně sníží náklady na nastavení. Jednotlivé Aplikace a Úlohy lze parametrizovat tak, že Franka Research 3 naučíte pózy na základě ukázky nebo přidáte kontextově relevantní parametry, jako je rychlost, doba trvání, síly a spouštěcí akce.



Navštivte náš obchod na <https://franka.world> a prohlédněte si neustále se rozšiřující portfolio aplikací a řešení.

13.6.2 Naučte úkol



UPOZORNĚNÍ

Nebezpečí zranění při navádění

Riziko natržení nebo propíchnutí kůže při navádění.

- Nemějte ostré hrany v maximálním pracovním prostoru.
- V maximálním pracovním prostoru neponechávejte žádné špičaté předměty.
- Další informace naleznete v kapitole0 "Praktické rady pro používání a polohování zařízení Franka Research 3".

UPOZORNĚNÍ

Před prováděním jakéhokoli úkolu s přístrojem Franka Research 3 si nejprve přečtěte kapitolu11 "OPATŘENÍ".

13.6.3 Vytvoření úlohy

Postup

1. Chcete-li vytvořit a vybrat novou úlohu, klikněte na symbol "+" v okně Úlohy a přiřadte jí název.

Vytvoří se nová úloha s prázdnou časovou osou.

2. Přetažením příslušných Aplikací z Aplikací na Časovou osu naprogramujete jednotlivou Úlohu. Případně dvojitým kliknutím na příslušnou Aplikaci ji přidejte na časovou osu.
3. Přetažením aplikací je uspořádejte v požadovaném pořadí. Naprogramované Úlohy se provádějí zleva doprava.
4. Chcete-li odebrat Aplikace z Úlohy, přetáhněte příslušné Aplikace z Časové osy do Aplikací.
Případně kliknutím pravým tlačítkem myši na Aplikaci otevřete rozevírací nabídku, ze které můžete jednotlivé Aplikace aktivovat, deaktivovat nebo odstranit.
5. Chcete-li změnit nastavení na úrovni úlohy, např. rychlost provádění, klikněte na název úlohy na časové ose.

13.6.4 Nastavení úlohy

Postup

1. Klepněte na název úlohy v levém horním rohu okna Desk.
2. Nastavte parametry rychlosti robota, poddajnosti/tuhosti a prahové hodnoty citlivosti.

UPOZORNĚNÍ

Navigaci a nastavení parametrů lze provádět také pomocí tlačítek na panelu Pilot.

13.6.5 Parametrizace aplikací



UPOZORNĚNÍ

Padající předměty z koncových efektorů při počáteční instalaci

Předměty padající z chapadla vedou k poranění rukou, prstů, chodidel a prstů.

- Vždy používejte osobní ochranné pomůcky (např. bezpečnostní obuv).
- Používejte vhodný typ chapadel, abyste zabránili pádu předmětů.
- Při posuzování rizik podle normy 10218-2 zohledněte tvar, strukturu a hmotnost uchopovaných předmětů. Použití lehkých a/nebo kulatých předmětů může výrazně snížit rizika.
- Nevkládejte ruce mezi uchopované předměty a pevné předměty (např. stůl).
- Nenabíjejte koncový efektor před uvedením do provozu, protože by mohlo dojít k "navádění" po každém odblokování brzd při zapnutí.

Poté, co správce vytvoří úlohu a přidá alespoň jednu aplikaci, lze nakonfigurovat parametry aplikace.

Předpoklad

- Byla vytvořena a vybrána úloha Task, která se má zobrazit na časové ose.
- K úloze byla přidána aplikace App.

Postup

1. Chcete-li otevřít aplikaci ve vytvořené úloze, klikněte na ni.
Zobrazí se příslušná kontextová nabídka pro nastavení parametrů.
2. Podle pokynů v kontextové nabídce aplikace uče nebo parametrizujte pozice.
3. Navádějte robota rukou do požadované pozice.
4. Stisknutím tlačítka Teach na disku Pilot-Disc pózu potvrďte.

Další informace o disku Pilot-Disc a jeho tlačítkách naleznete v kapitole 6.1 "Rameno".

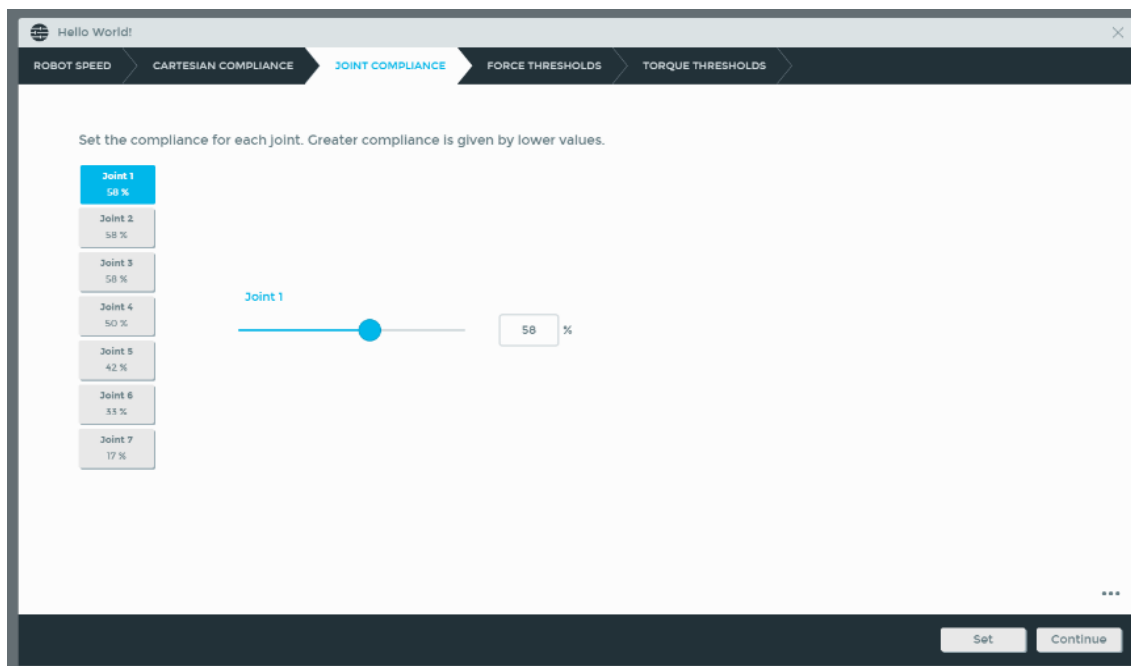
Další informace o navádění naleznete v části Konfigurace navádění v kapitole "Naučit úlohu".

Naučte úkol

Kontextové nabídky aplikací se liší a obsahují jeden nebo více kroků pro zadání parametrů, např. výuku pózy nebo zadání rychlosti provádění.

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

Provádějí se pouze aktivované Aplikace, které je třeba naučit.



Obr. .1318 : Parametrizace aplikací

UPOZORNĚNÍ

K navigaci a parametrizaci lze použít také Pilot (tlačítka).

13.6.6 Výuka póz

⚠ POZOR

Neočekávaný pohyb ramene

Nesprávně nastavené hodnoty hmotnosti a těžiště mohou vést ke zraněním, například k rozdrčení.

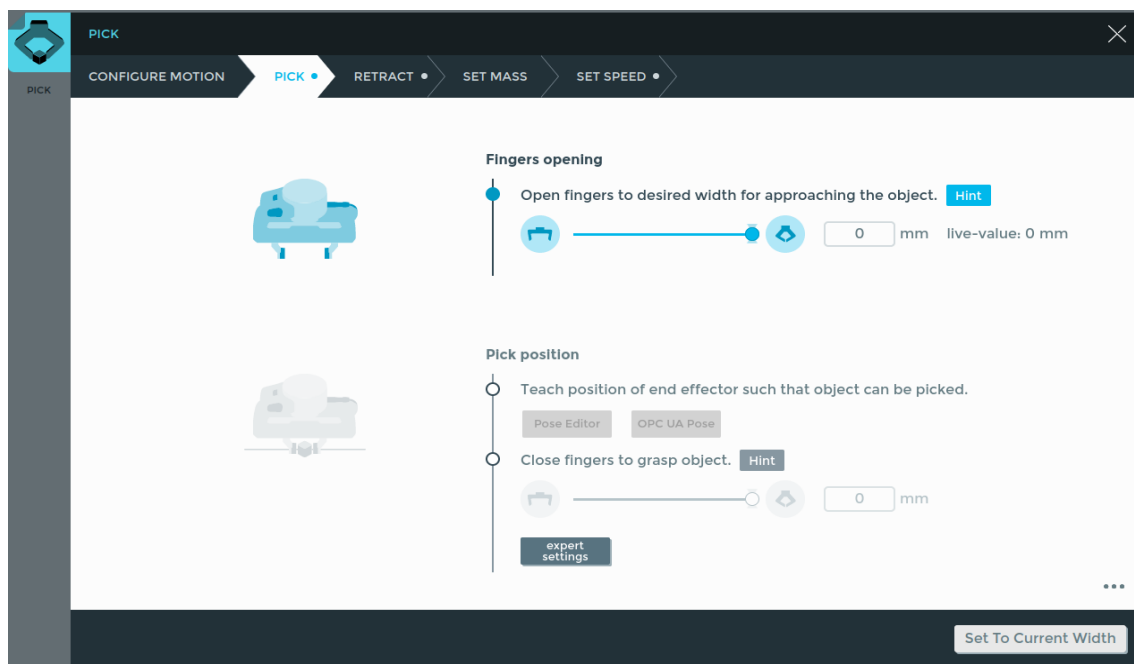
- Zkontrolujte hmotnost a těžiště každého koncového efektoru a jím uchopovaných předmětů.
- V případě potřeby hodnoty opravte.

Předpoklad

Do úlohy byla přidána aplikace s parametry pózy.

Postup

1. Otevřete aplikaci kliknutím na ni.



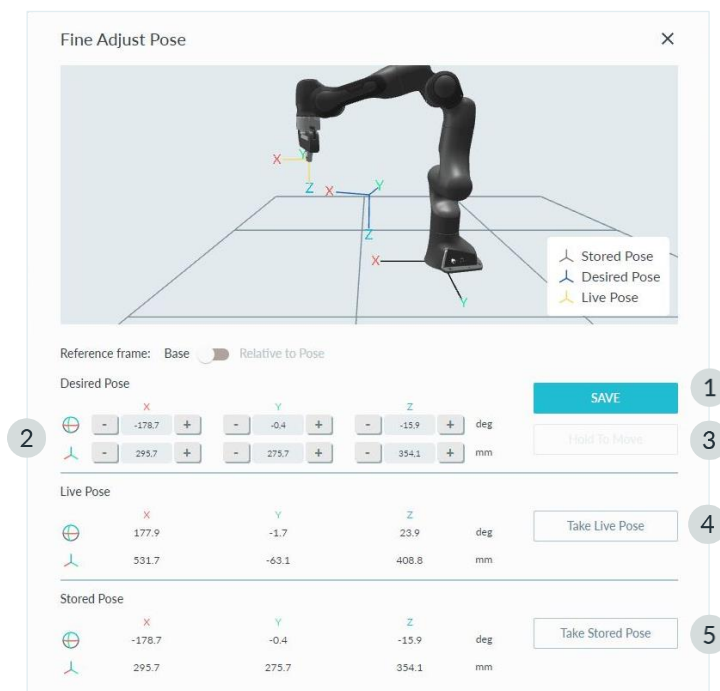
Obr. .1319 : Rozhraní aplikace

2. Klikněte na potřebný Krok v aplikaci
- Navádějte rameno podle popisu v kapitole 13.6.9 "Průvodce".
3. Ukončete navádění ramene.
 4. Po dosažení správné polohy uvolněte tlačítka.
 5. Potvrďte pózu stisknutím tlačítka Teach.
- Učení pózy v aplikaci je nyní dokončeno.

13.6.7 Jemné nastavení pózy

Postup

1. Klikněte na aplikaci, ve které chcete upravit pózu.
Zobrazí se kontextová nabídka.
2. Klikněte pravým tlačítkem myši na pózu, kterou chcete v kontextové nabídce upravit.
3. Upravte kartézskou pózu koncového efektoru translačně a/nebo rotačně pomocí tlačítek plus/mínus (2) v jednotlivých krocích. Po úpravě pózy můžete rameno přesunout do upravené pózy pomocí tlačítka "HOLD TO MOVE" (3).
Tlačítkem "TAKE LIVE POSE" (4) lze převzít pózu dříve dosaženou ručním vedením a tlačítkem "TAKE STORED POSE" (5) lze převzít pózu aktuálně uloženou v řídicím systému jako aktuální konfiguraci.
4. Chcete-li pózu uložit, klikněte na tlačítko "SAVE" (1).
Póza se upraví.

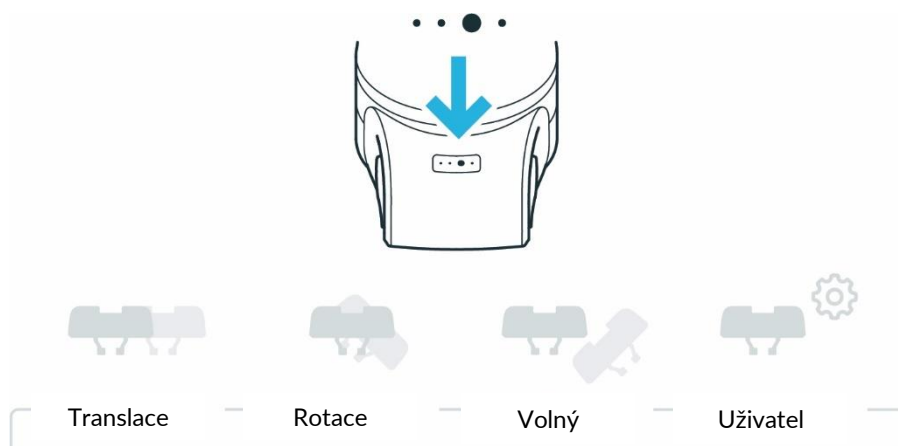


Obr. .1320 : Jemné nastavení pózy

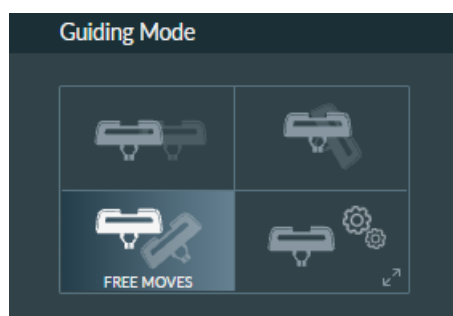
13.6.8 Konfigurace vedení

V režimu navádění, se pohyb ramene řídí příslušnou konfigurací navádění, která je zobrazena v postranním panelu. Konfiguraci navádění lze změnit stisknutím tlačítka Guiding-Mode (Režim navádění) na horní straně rukojeti Pilot-Grip. Požadovanou konfiguraci lze zvolit také na postranním panelu. Lze zvolit následující konfigurace:

- **Překlad**
Ramenem lze pohybovat pouze za účelem změny kartézské polohy koncového efektoru. Jeho orientace zůstává stejná jako před vstupem do režimu navádění.
- **Rotace**
Ramenem lze pohybovat pouze za účelem změny kartézské orientace koncového efektoru. Jeho poloha zůstává stejná jako před vstupem do režimu navádění. Referenčním souřadným systémem pro toto otáčení je předdefinovaný souřadný systém koncového efektoru.
- **Volný**
Ramenem lze volně pohybovat. Pohybovat lze všemi sedmi klouby.
- **Uživatel**
Uživatel může definovat chování vedení pro každou kartézskou osu translace a rotace. Loket může být pohyblivý nebo pevný.

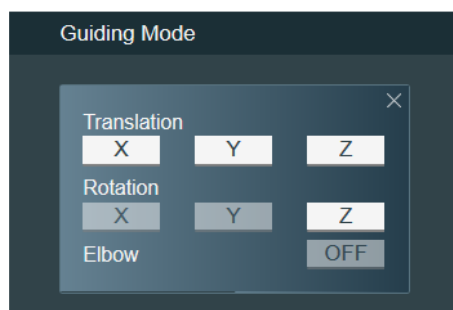


Obr. .1321 : Přehled přepínání mezi režimy ručního vedení



Obr. .1322 : Znáznornění ručního navádění

Pokud je zvolen režim "Uživatel", může uživatel zvolit omezení pro navádění:



Obr. .1323 : Nastavení, pokud je zvolen "Uživatelský režim".

Potřebné komponenty pro vedení

K vedení ruky použijte Pilot.

UPOZORNĚNÍ

Ovládejte Desk přímo prostřednictvím dotykové obrazovky nebo pomocí myši/klávesnice.

UPOZORNĚNÍ

Rychlost pohybu v režimu výuky nebo ručního navádění je předem nastavena. V nastavení programu Watchman lze rychlost snížit podle vyhodnocení rizik ramene v rámci jeho použití.

BEZPEČNOSTNÍ
POKYNY

Předpoklad

1. Ovladač musí být zapnutý a spuštěný.
2. Všechna externí zařízení připojená k X3 se musí smět pohybovat.
3. Nouzové zastavení je uvolněno.

Postup

- Opusťte maximální pracovní prostor a ujistěte se, že se v maximálním pracovním prostoru nenacházejí žádné další osoby.
- Na pracovním stole klikněte na "Odemknout klouby".

Každá ze sedmi os vykoná malý pohyb a ozve se sedm cvaknutí.

Rameno je nyní v klidovém režimu nebo monitorovaném zastavení.

- Vraťte se zpět do maximálního pracovního prostoru, abyste zahájili navádění.



Další informace o pilotu naleznete v kapitole 6.1 "Rameno".



Další informace naleznete v kapitole 0 "

Praktické tipy pro použití a umístění z Franka Research 3 ".

13.6.9 Průvodce

POZOR

Neočekávaný pohyb ramene

Nesprávně nastavené hodnoty hmotnosti a těžiště mohou vést ke zraněním, například k rozdrčení.

- Zkontrolujte hmotnost a těžiště každého koncového efektoru a jím uchopovaných předmětů.
- V případě potřeby hodnoty opravte.

Postup

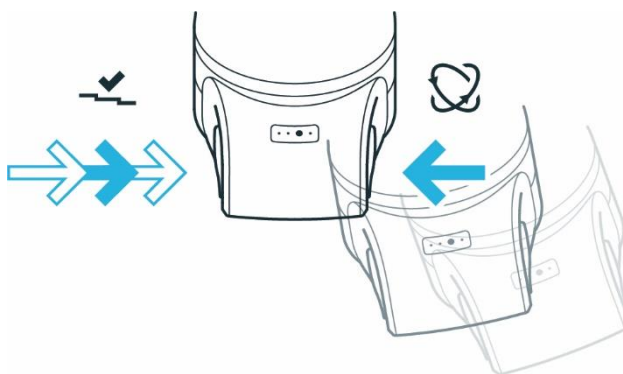
1. Stiskněte naváděcí tlačítko a do poloviny stiskněte povolovací tlačítko .

Navádění je nyní povoleno.

Indikátor stavu na základně robota se změní na bílý.

2. Vedte rameno rukou.
3. Zastavte ruční navádění ramene.
4. Po dosažení správné polohy uvolněte tlačítka.
5. Potvrďte pózu stisknutím tlačítka Teach.

Učení pózy v aplikaci je nyní dokončeno.



Obr. .1324 : Schválení ručního vedení polohy

UPOZORNĚNÍ

Nepoužívejte k vedení robota externí tlačítko Enabling Button, protože by to vedlo k chybě.

UPOZORNĚNÍ

Nevedte ruku, když je uzamčena.

UPOZORNĚNÍ

Víbrace přenášené při navádění rukou jsou nižší než $2,5 \text{ m/s}^2$. Byla testována podle zkušebních metod definovaných v normě DIN EN 1032:2009-02.

13.6.10 Úprava nastavení koncového efektoru

Pro provoz zařízení Franka Research 3 je nezbytné správné nastavení. Při nesprávné konfiguraci nejsou gravitační síly zcela kompenzovány a rameno se ovládá na nesprávné cílové hodnoty.

Postup

1. Přejděte do uživatelského rozhraní programu Franka.
2. Klikněte na možnost Nastavení.
3. Vyberte podnabídku Koncový efektor.
Otevře se vstupní maska.
4. Zadejte příslušné technické údaje, např. hmotnost nebo matici setrvačnosti.

V případě nesprávné konfigurace může dojít k následujícímu chování:

- Rameno může v režimu vedení táhnout v určitých směrech.
- Ovládání v provozním režimu může být ovlivněno tak, že se sníží očekávaná citlivost ramene pro detekci kolizí.
- Může být ovlivněno chování sledování.

Jakmile je úloha naučena a jsou nastavena správná nastavení koncových efektorů, přepněte do režimu Test & Jog, abyste úlohu otestovali při přiměřené rychlosti provádění. Ujistěte se, že nedochází ke kolizím a že vše funguje správně, přičemž je možné kdykoli zastavit uvolněním externího povolovacího zařízení.

13.6.11 Test & Jog

UPOZORNĚNÍ

Před provedením jakékoli úlohy s Franka Research 3 si nejprve přečtěte kapitolu 11 "OPATŘENÍ".

Zahájení pohybu

Volitelné odpočítávání pro spuštění Úlohy lze nakonfigurovat a upravit v Nastavení.

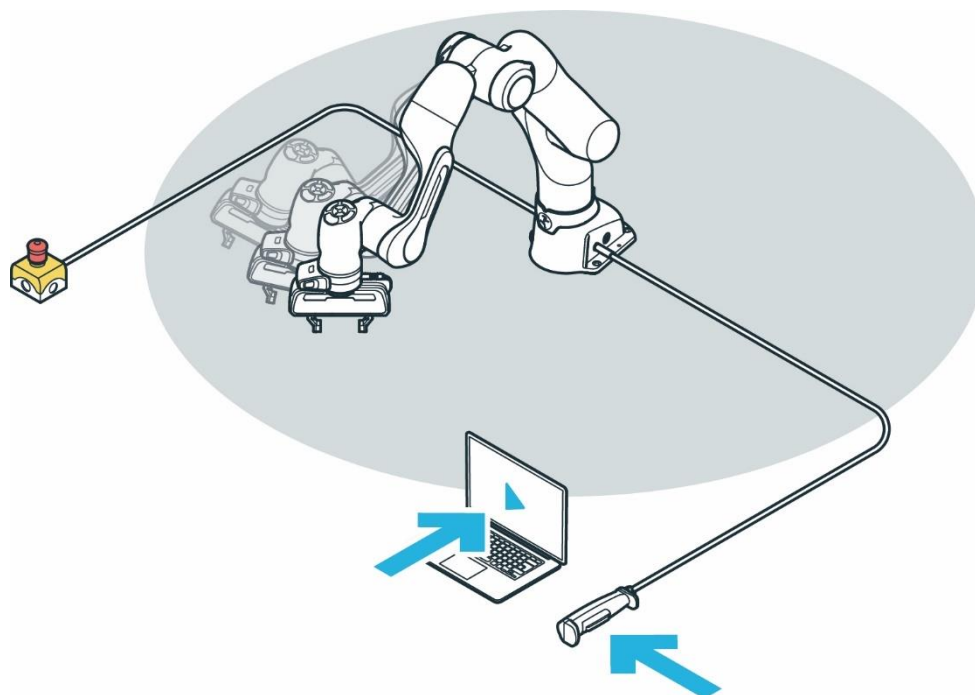
Při spuštění Úlohy v režimu Test & Jog nebo Work se před provedením Úlohy zobrazí odpočet. Během odpočítávání budou LED diody na základně robota indikovat spuštěnou Úlohu rychlým blikáním zelené barvy.

UPOZORNĚNÍ

Po restartu systému se resetuje řídicí token.

UPOZORNĚNÍ

V nastavení systému upravte čekací dobu. Ve výchozím nastavení je čekací doba nastavena na 0 sekund.



Obr. .1325 : Test & Jog (Test a rozběh)

Testování

BEZPEČNOSTNÍ POKYNY

Předpoklad

- Robot se naučil Úkol.
- Externí povolovací zařízení musí být připojeno k X4.
- Obsluha musí opustit maximální pracovní prostor.
- Operátor musí zkontrolovat, zda všechny ostatní osoby opustily bezpečnostní zónu.
- Obsluha musí zaměřit svou plnou pozornost na probíhající pohyb robota.

Postup

Robota povolíte stisknutím tlačítka na externím povolovacím zařízení. volitelné: V části "Provoz" na postranním panelu zvolte vhodnou rychlost provádění. *Výchozí rychlost je 0,25 m/s*

Stiskněte a podržte tlačítko Test&Jog play v části "Operation" (Provoz) na postranním panelu.

Provádění úlohy bude ukončeno, pokud uvolníte tlačítko přehrávání nebo externí povolovací zařízení.

Pokud bylo nakonfigurováno odpočítávání provádění úlohy, zobrazí se také dialogové okno pro potvrzení. Během odpočítávání lze provádění úlohy ještě zrušit. Během odpočítávání kontrolky robota rychle zeleně blikají.

Pokud robot provede úlohu podle plánu, přejděte ke kapitole 13.4 "Práce".

Pokud je třeba provést úpravy, vraťte se ke kapitole 13.6.2 "Naučte úkol".

UPOZORNĚNÍ

Systém sleduje připojení ovládacího prvku Franka UI hold-to-run s maximálním časovým limitem 1 s. Pokud je při stisknutí ovládacího prvku hold-to-run zjištěna ztráta spojení, systém se zastaví.

13.7 Franka Control Interface (FCI)

Rozhraní Franka Control Interface (FCI) umožňuje rychlé a přímé nízkoúrovňové obousměrné připojení k rameni, ruce Franka a čerpadlu Cobot. Poskytuje aktuální stav robota a umožňuje jeho přímé ovládání pomocí externí pracovní stanice PC připojené přes Ethernet.

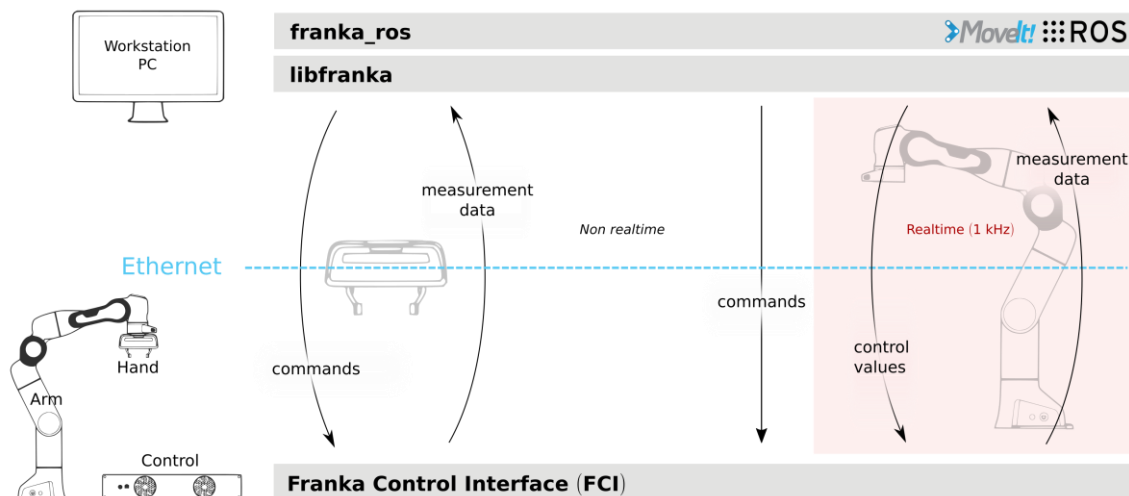


Abb..131 Přehled schémat FCI

Pomocí `libfranka`, našeho open source C++ klienta FCI, můžete odesílat řídicí hodnoty v reálném čase při frekvenci 1 kHz pomocí 5 různých rozhraní:

- Příkazy krouticího momentu na úrovni kloubu s kompenzací gravitace a tření.
- Příkazy polohy kloubu
- Příkazy rychlosti kloubu.
- Kartézské příkazy polohy.
- Kartézské příkazy rychlosti.

Současně získáte přístup k měření 1 kHz:

- Měřená data kloubů, jako jsou signály snímačů polohy, rychlosti a točivého momentu na straně článku.
- Odhad externě aplikovaných momentů a sil.
- Různé informace o kolizích a kontaktech.

Získáte také přístup ke knihovně modelů robotů, která poskytuje:

- dopřednou kinematiku všech kloubů robota.
- Jakobsonovu matici všech kloubů robota.
- Dynamiku: matici setrvačnosti, Coriolisův a odstředivý vektor a gravitační vektor.

Kromě toho `franka_ros` a `franka_ros2` propojuje výzkumné roboty Franka Robotics s celým ekosystémem ROS a ROS2. Integruje knihovnu `libfranka` do systému [ROS Control](#). Navíc obsahuje modely [URDF](#) a podrobné 3D sítě našich robotů a koncových efektorů, což umožňuje vizualizaci (např. RViz) a kinematické simulace. [MoveIt! / MoveIt!2](#) integrace usnadňuje pohyb robota a ovládání chapadla a poskytnuté příklady v [MoveIt! / MoveIt!2](#) ukazují, jak ovládat robota pomocí ROS.

VAROVÁNÍ

UPOZORŇUJEME, že ovládání robota prostřednictvím FCI není možné, pokud jsou aktivní funkce SLP-C, SLS-C nebo SLP-J. To má vliv na bezpečnostní funkce, které zahrnují sledování prostorové polohy (Inside/Outside Area) a sledování kartézské rychlosti (maximální rychlost). Pokud jsou tyto funkce použity v pravidlech v programu Watchman, není ovládání prostřednictvím FCI možné.

UPOZORNĚNÍ

Data jsou po síti odesílána s frekvencí 1 kHz. Proto je nutné dobré síťové připojení!

UPOZORNĚNÍ

Když je FCI aktivní, máte plné, výhradní ovládání ramene a ruky Franka. To znamená, že ovládání ramene nelze provádět prostřednictvím aplikací a FCI současně!

13.7.1 Princip práce s rozhraním FCI

Ovládání robota prostřednictvím rozhraní FCI lze realizovat pomocí libfranka v prostředí C++. K tomuto účelu se doporučuje dobrá znalost prostředí Linux a programování v jazyce C++. Alternativně lze robota přes rozhraní FCI ovládat pomocí ROS, ROS 2.

V následující části je popsán základní postup programování pomocí libfranka v prostředí C++.

Spustitelné soubory

Prostřednictvím libfranka popsaného dříve v kapitole 13.7 "Franka Control Interface (FCI)" lze vytvářet spustitelné soubory (executables).

V podsložce "examples" knihovny libfranka jsou uvedeny příklady spustitelných souborů. Ty můžete použít jako základ pro snadný začátek a vytvořit z nich kopie upravené podle svých požadavků.

Níže najdete zdrojový kód příkladu "generate_joint_position_motion.cpp" z libfranka, který vysvětluje strukturu skriptu.

```
// Copyright (c) 2017 Franka Robotics GmbH
// Použití tohoto zdrojového kódu se řídí licencí Apache-2.0, viz LICENCE.
#include <cmath>
#include <iostream>

#include <franka/exception.h>
#include <franka/robot.h>
#include "examples_common.h"
/**
 * @example generate_joint_position_motion.cpp
 * Příklad, který ukazuje, jak generovat pohyb polohy kloubu.
 *
 * @warning Před spuštěním tohoto příkladu se ujistěte, že je před robotem dostatek místa.
 */
int main(int argc, char** argv) {
    if (argc != 2) {
        std::cerr << "Použití: " << argv[0] << " <název robota>" << std::endl;
        return -1;
    }
}
```

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

```
try {
    franka::Robot robot(argv[1]);
    setDefaultBehavior(robot);

    // Nejprve přesuňte robota do vhodné konfigurace kloubů
    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 << "POZOR: Tento příklad pohne robotem! "
                << "Ujistěte se, že máte po ruce tlačítko Stop!" << std::endl
                << "Stiskněte Enter pro pokračování..." << std::endl;

    std::cin.ignore();
    robot.control(motion_generator);
    std::cout << "Dokončen pohyb do počáteční konfigurace kloubů." << std::endl;
    // Další parametry nastavujte vždy před řídicí smyčkou, NIKDY ne v řídicí smyčce!
    // Nastavte kolizní chování.
    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<double, 7> initial_position;
    double time = 0.0;
    robot.control([&initial_position, &time](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 = {{initial_position[0], initial_position[1],
                                           initial_position[2], initial_position[3] + delta_angle,
                                           initial_position[4] + delta_angle, initial_position[5],
                                           initial_position[6] + delta_angle}};

        if (time >= 5.0) {
            std::cout << std::endl << "Dokončen pohyb, vypínám příklad" << std::endl;
            return franka::MotionFinished(output);
        }
        return output;
    });
} catch (const franka::Exception& e) {
    std::cout << e.what() << std::endl;
    return -1;
}
return 0;
}
```

V jazyce C++ se texty vylučují pomocí řetězce znaků `"/". Ty slouží např. jako informace programátora ke struktuře programu.`

Příkaz `include "#include <path-spec>"` na začátku skriptu dává zpracovateli pokyn, aby obsah ze specifikace cesty zahrnul v místě, kde je zobrazen příkaz `-`. Můžete jej použít například pro přístup k předdefinovaným funkcím z `libfranka`.

Řádek `"int main(int argc, char** argv) { }`" obsahuje parametry příkazového řádku uvnitř jednoduchých závorek. Uvnitř složených závorek je vlastní hlavní funkce skriptu. Hlavní funkce je ukončena uzavírací kudrnatou závorkou.

V hlavní funkci lze nyní provádět různé příkazy nebo volat obsažené podfunkce.

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

Jak již bylo zmíněno, ovládání robota vyžaduje hluboké znalosti programování v jazyce C++.

UPOZORNĚNÍ

Pro zachycení okamžitého zahájení pohybu robota doporučuje společnost Franka Robotics vytvořit na začátku skriptu dotazovací proceduru, která program spustí až po aktivním potvrzení. Takové dotazy lze nalézt také ve vzorových skriptech v knihovně libfranka.

Vytváření nebo úprava spustitelných souborů

Pokud chcete vytvářet vlastní spustitelné soubory, doporučujeme vytvořit si vlastní projekt. Za tímto účelem si vytvořte složku projektu. V této složce musíte vytvořit soubor "CMakeLists.txt". Tento soubor by měl mít strukturu podle následujícího schématu.

```
project(hello_world)
find_package(Franka REQUIRED)
add_executable(hello_world hello_world.cpp)
target_link_libraries(hello_world Franka::Franka)
```

Uložte soubory se zdrojovými kódy spustitelných souborů (xxxxx.cpp) do složky projektu. Přidejte odpovídajícím způsobem své zdrojové kódy do souboru "CMakeLists.txt".

Nyní vytvořte ve svém projektu složku pro sestavení. A z této složky spusťte následující příkaz:

```
cmake ..
```

Vaše sestavení bude nyní vytvořeno podle souboru CMakeLists.txt.

Poté pro kompilaci spusťte ze složky pro sestavení následující příkaz:

```
make
```

Váš projekt je nyní úspěšně zkompilován.

Spuštění spustitelných souborů

Chcete-li spustit spustitelné soubory, musíte je spustit ze sestavení, které jste vytvořili pro svůj projekt.

Spustitelný soubor se spustí otevřením terminálu ve složce sestavení vašeho projektu, kde je uložen, a provedením následujícího příkazu::

```
./name spustitelný soubor <ip roboter>
```

Zadejte název spustitelného souboru a IP adresu robota.

Skript se nyní spustí.

VAROVÁNÍ

Spuštění spustitelného souboru může přímo iniciovat pohyby robota a vést tak ke zranění.

Před spuštěním spustitelného souboru se ujistěte, že se v nebezpečné zóně robota nenacházejí žádné osoby!

Chcete-li zastavit/zrušit provádění spustitelného souboru, můžete stisknout kombinaci kláves <CTRL>+<C>.

13.8 Řešení problémů

13.8.1 Obecné použití

Chyby, které lze odstranit

Seznam obnovitelných bezpečnostních chyb naleznete v kapitole 4.11 "Bezpečnostní funkce".

Chyby	Řešení
Indikátor Franka Research 3 svítí bíle	Pravděpodobně nebylo správně stisknuto jedno ze dvou tlačítek na rukojeti Pilot-Grip. Uvolněte obě tlačítka a stiskněte do poloviny povolovací tlačítko a současně znovu stiskněte vodící tlačítko. Dbejte na to, abyste povolovací tlačítko nestiskli úplně, jinak se pohyb ramene zastaví.
Indikátor Franka Research 3 změnil barvu na růžovou	Systém přijímá konfliktní povolovací signály. Před dalším pohybem robota zavřete všechny vstupy. Otevřené vstupy X3.1 (nouzové zastavení) a X4 (externí povolovací zařízení) jsou v aplikaci Desk zvýrazněny růžovou barvou .
Indikátor Franka Research 3 svítí nebo bliká žlutě .	Systém identifikoval výstrahu v systému. V závislosti na typu výstrahy může systém pracovat s aktivní výstrahou nebo ne.
Indikátor Franka Research 3 bliká červeně	Došlo k chybě aplikace nebo k porušení bezpečnosti. Chybu nebo porušení je třeba odstranit, aby bylo možné systémové bezpečnostní blokování opět uvolnit z polohy Desk.
Indikátor Franka Research 3 svítí červeně	Došlo k problému. Pokud jej nelze odstranit restartováním systému, obraťte se na kontaktního partnera, poskytovatele služeb nebo přímo na nás na adrese: support@franka.de.

Rameno během výuky silně táhne jedním směrem

Okamžitě zkontrolujte nastavení koncového efektoru a ujistěte se, že byl vybrán a nakonfigurován správný koncový efektor. Ujistěte se, že je zařízení Franka Research 3 namontováno na rovném povrchu v rámci povolené tolerance náklonu.

Pokud se připojujete ke koncovému efektoru třetí strany nebo ke koncovému efektoru vyrobenému na zakázku, ujistěte se, že jste jej správně kompenzovali aktualizací transformační matice. Chcete-li nastavit správný středový bod nástroje, upravte závaží, nastavte těžiště vzhledem k přírubě.

UPOZORNĚNÍ

Pokud byl nainstalován koncový efektor třetí strany nebo vyrobený na zakázku, zkontrolujte následující:

1. Aktualizujte transformační matici, abyste nastavili správný středový bod nástroje.
2. Upravte hmotnost koncového efektoru.
3. Nastavte střed hmotnosti vzhledem k přírubě.
4. Aktualizujte matici setrvačnosti.

Pokud problém přetrvává, obraťte se na svého servisního partnera nebo na zákaznickou podporu na adrese support@franka.de. Dokud není problém vyřešen, systém nepoužívejte.

V případě těžké externí kabeláže nelze zabránit snosu, protože ten nelze kompenzovat nastavením Franka Research 3 pro všechny polohy.

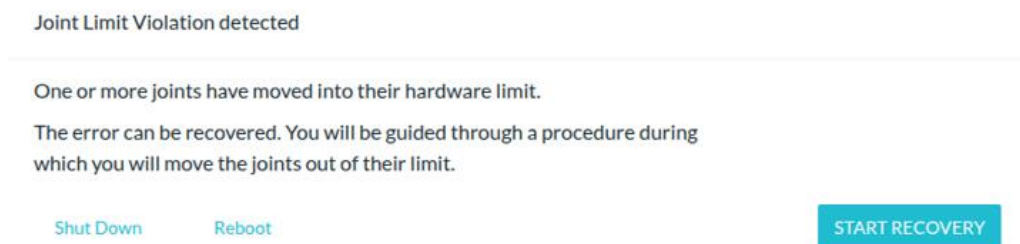
Hlasité cvakání při vypnutí

Cvakání je důsledkem nasazení bezpečnostního uzamykacího systému a je normální. Locking piny jsou nasazeny v kloubech, aby je mechanicky zajistily.

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

Chyba omezení kloubů

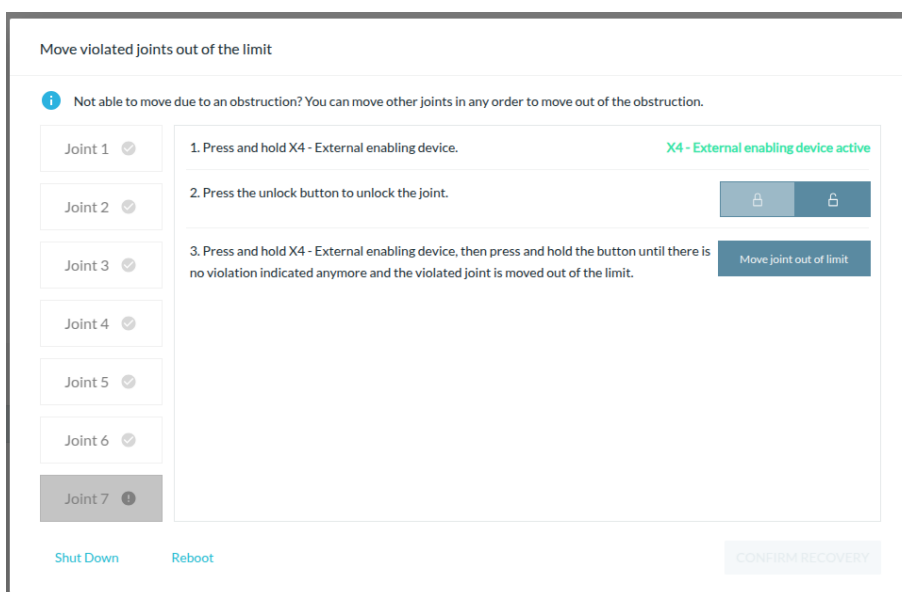
V případě chyby omezení kloubu došlo k posunutí kloubu robota mimo povolený rozsah pohybu. Zobrazí se následující chybové hlášení:



Obr. .1326 : Zpráva "Byl porušen společný limit"

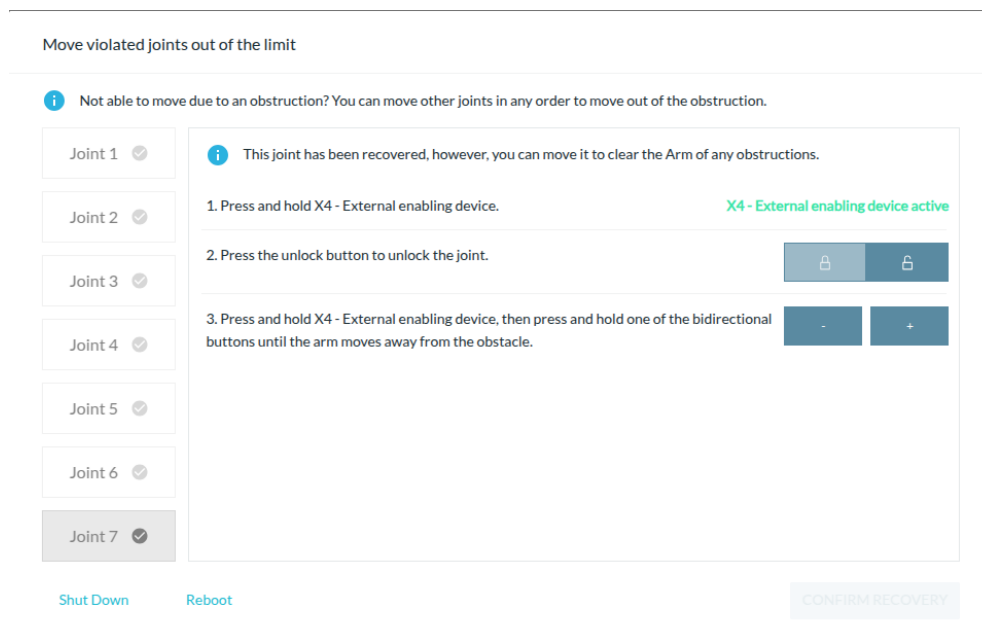
Tuto chybu může opravit pouze bezpečnostní operátor. U přihlášených bezpečnostních operátorů se zobrazí tlačítko "START RECOVERY".

Kliknutím na tlačítko "START RECOVERY" se spustí postup obnovení chyby kloubu. Otevře se dialogové okno se zobrazením postiženého kloubu.



Obr. .1327 : Zpráva se zobrazením vadného kloubu

Nyní aktivujte externí povolovací zařízení a klikněte na "Move joint out of limit". Obojí držte tak dlouho, dokud se nezobrazí následující zpráva:

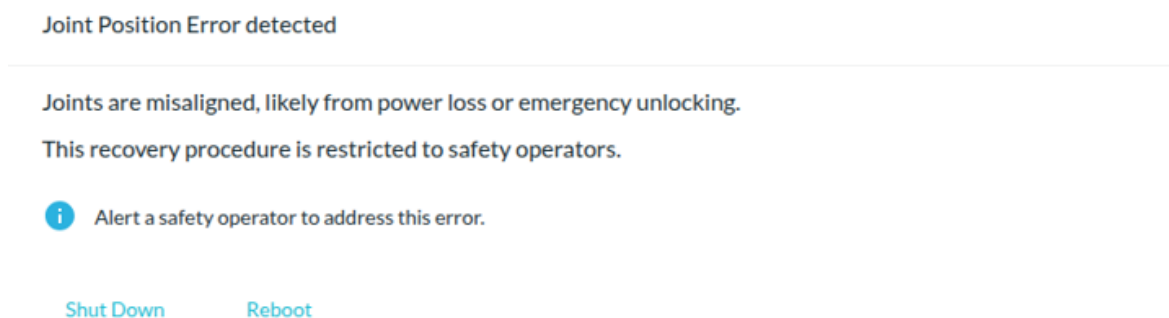


Obr. .1328 : Potvrzení, že kloub je opět v limitu

Kloub je nyní opět uvnitř limitu pohybu. Nyní klikněte na "CONFIRM" (Potvrdit), čímž dokončíte obnovu.

Chyba polohy kloubu

V případě chyby polohy kloubu došlo v řídicím systému ke ztrátě údajů o poloze kloubu. To může být způsobeno například výpadkem proudu při otevřených brzdách. K odstranění této chyby je zapotřebí postup, který umožní obnovit přiřazení polohy nebo kalibraci kloubu. Tato chyba je indikována následujícím hlášením v programu Desk.

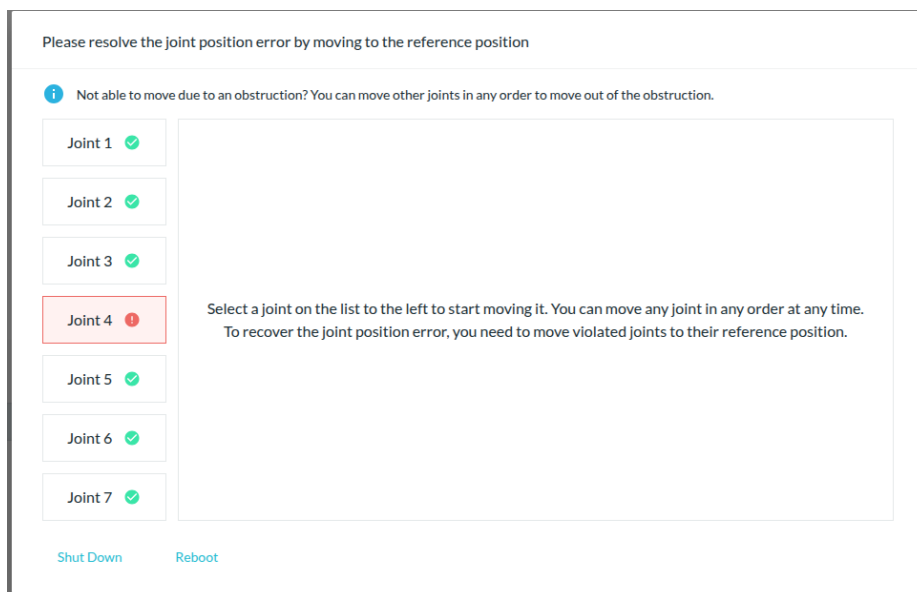


Obr. .1329 : Zpráva "Zjištěna chyba polohy kloubu"

Tuto chybu může opravit pouze bezpečnostní obsluha. U přihlášených bezpečnostních uživatelů se zobrazí tlačítko "START RECOVERY".

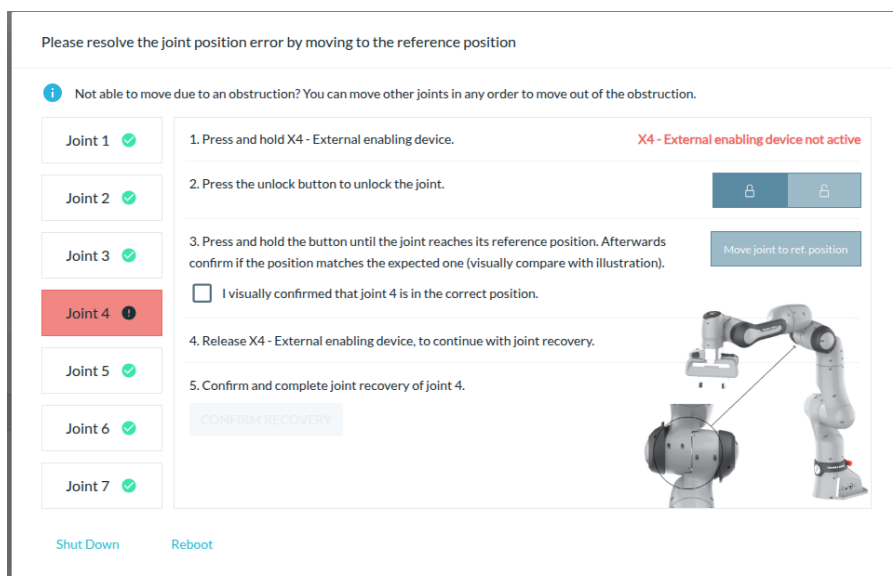
Po kliknutí na tlačítko "START RECOVERY" se otevře zpráva, ve které jsou zobrazeny chybné klouby.

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3



Obr. .1330 : Zpráva s zobrazením selhaných kloubů

Klikněte na libovolný kloub, který byl nahlášen jako neúspěšný. Zobrazí se zobrazení pro obnovu kloubu.



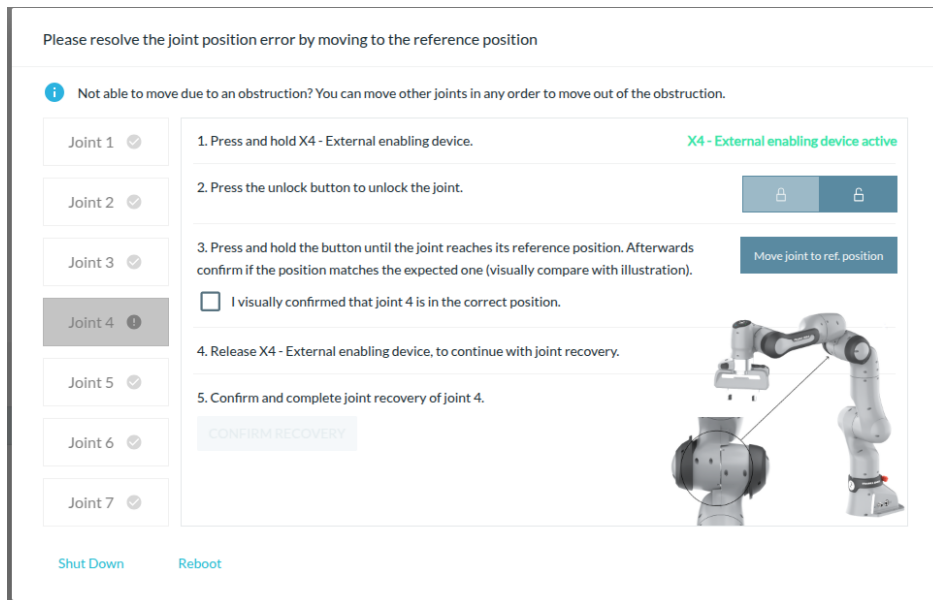
Obr. .1331 : Obnovení uzamčeného kloubu

Nyní aktivujte externí povolovací zařízení a držte jej stisknuté, dokud nebude obnova kloubu dokončena. Klikněte na ikonu odemknutí kloubu.

UPOZORNĚNÍ

Při ovládání Externího povolovacího zařízení se ujistěte, že se nacházíte mimo nebezpečný prostor, abyste mohli z bezpečné vzdálenosti zkontrolovat provedení obnovy.

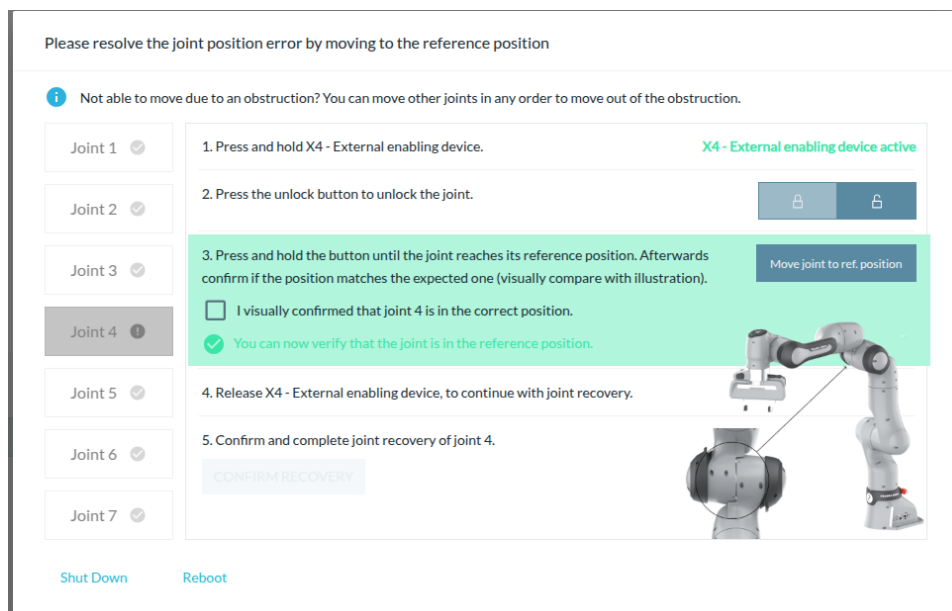
Nyní robot tento kloub odemkne.



Obr. .1332 : Obnovení kloubu připravené k pohybu

Poté klikněte na tlačítko "Move Joint To Ref. Position" a držte jej stisknuté, dokud se na robotovi neobjeví referenční poloha. Alternativně lze k pohybu robota použít také tlačítka "+ / -".

Jakmile kloub dosáhne správné polohy, zobrazí se následující zpráva:

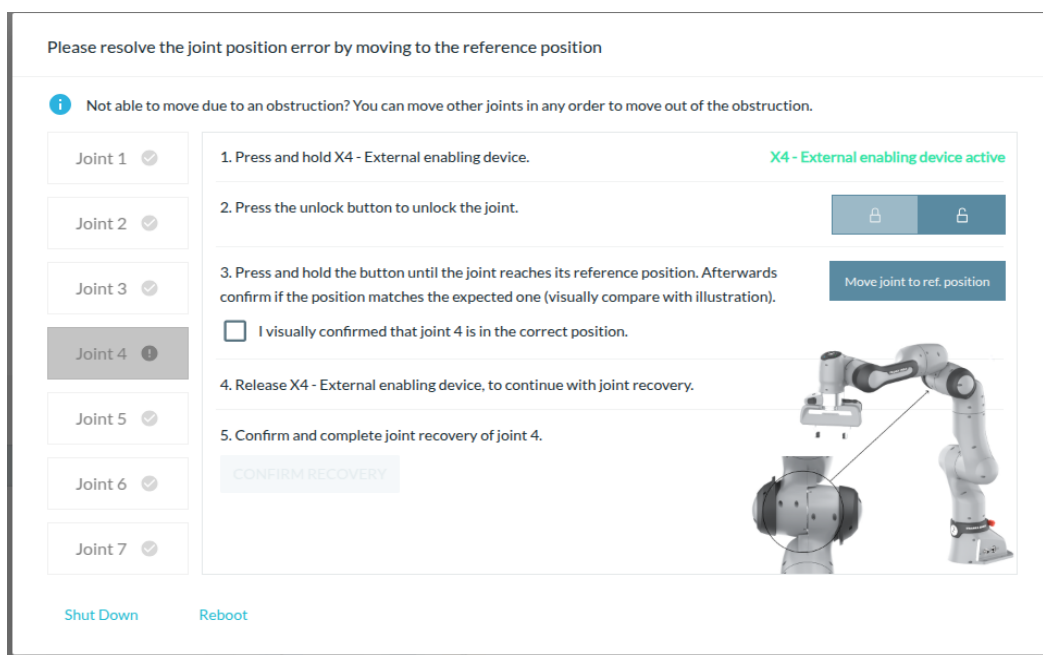


Obr. .1333 : Dosažená konformační poloha

Vizuálně zkontrolujte, zda se postižený kloub posunul do referenční polohy. Pokud tomu tak není, tj. kloub se neposunul do správné referenční polohy, kontaktujte podporu.

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

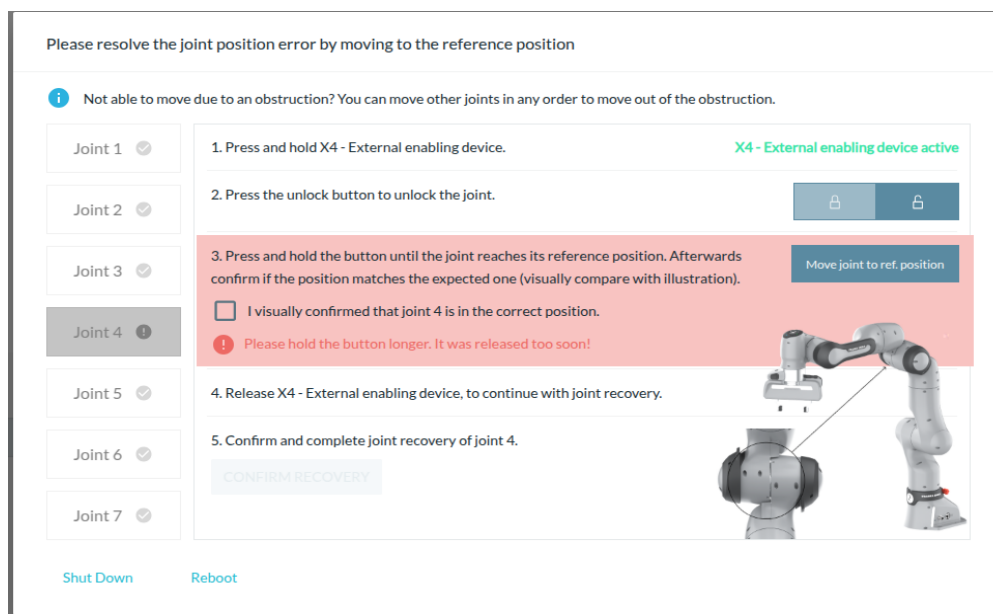
Jakmile je poloha kloubu v referenční poloze, můžete externí povolovací zařízení opět uvolnit. Nyní zaškrtněte políčko pro potvrzení správné referenční polohy kloubu a klikněte na tlačítko "POTVRDIT". Nyní je poloha kloubu opět referenční.



Obr. .1334 : Potvrzené obnovení kloubu

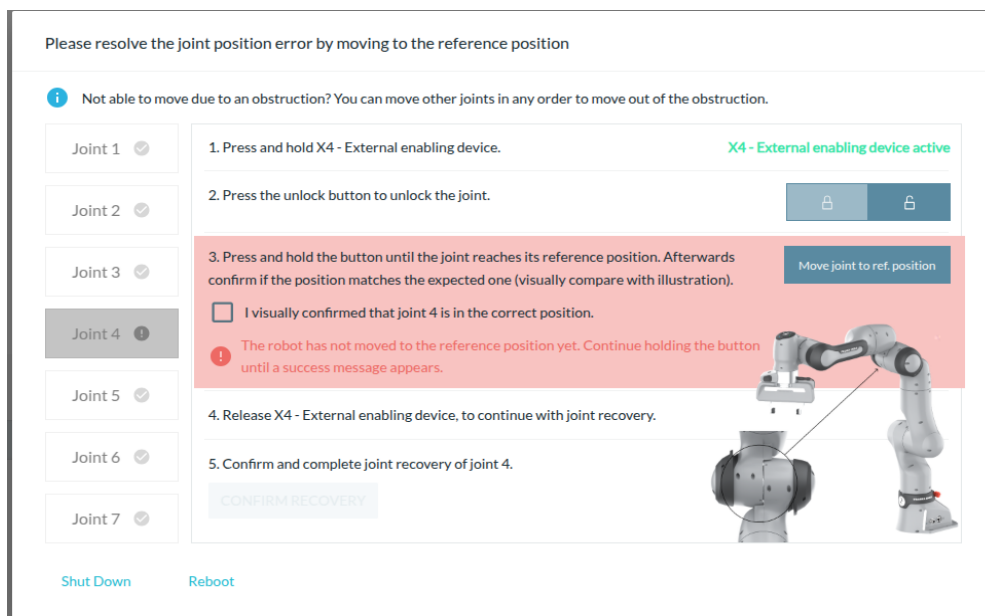
Nyní proveďte popsany postup pro všechny ostatní klouby, které jsou stále označeny jako neúspěšné.

Pokud nedržíte tlačítka pro pohyb, zobrazí se následující zpráva:



Obr. .1335 : Me ssage Tlačítko nebylo přidrženo

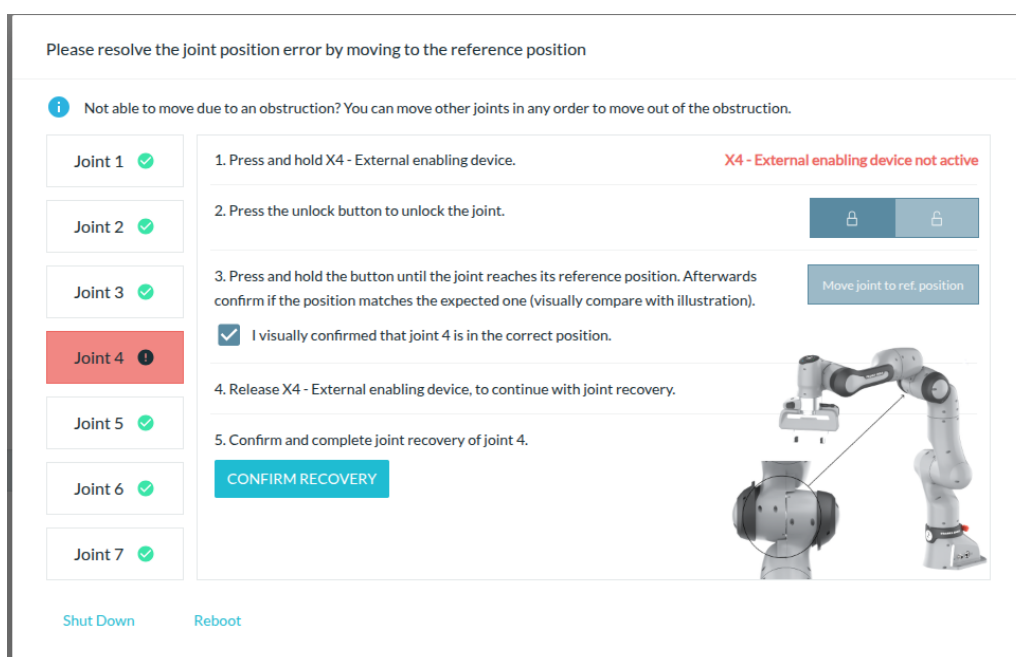
Pokud ukončíte postup před dosažením referenční polohy, zobrazí se následující zpráva:



Obr. .1336 : Zpráva, pokud nebylo dosaženo referenční polohy

Pokud se nemůžete přesunout do polohy kloubu, protože ji nelze dosáhnout kvůli rušivému obrysu, můžete podle potřeby pomocí tlačítek "+/-" nejprve přesunout jiné klouby robota a umožnit tak dosažení referenčních poloh kloubu, na který se má odkazovat.

Po referencování všech nesprávně nahlášených kloubů je obnova referenční polohy robota dokončena. Potvrďte obnovu kliknutím na tlačítko "CONFIRM".



Obr. .1337 : Potvrzení úplné obnovy

Nyní lze robota opět používat.

UPOZORNĚNÍ

Po obnovení chybných poloh kloubů nemůže systém zaručit, že se k dříve naučeným polohám bude stále správně přibližovat. Zkontrolujte proto pózy úloh před jejich spuštěním v Execute.

PRÁCE S FRANKA RESEARCH 3

Pokud nelze obnovu úspěšně dokončit, mohlo dojít k poškození hardwaru robota nebo k chybě softwaru. V takovém případě vypněte systém, vyřadte robota z provozu a kontaktujte podporu.

Nepodařilo se odblokovat klouby

Pokud se proces odblokování kloubů nezdaří, postupujte podle následujících kroků:

1. Vypněte robota, odpojte jej od zdroje napájení a odpojte propojovací kabel mezi ramenem a řídicí jednotkou. Informace o bezpečném vypnutí robota Franka Research 3 naleznete v části Odpojení robota Franka Research 3 od zdroje napájení v kapitole 11.7 "Vypnutí a restartování".
2. Zkontrolujte vývody, zda nedošlo k jejich případnému poškození.
Pokud žádné poškození nezjistíte, opatrně, ale pevně kabel znovu připojte a ujistěte se, že pevně sedí. Zapněte robota a zkuste odblokovat klouby.
3. Pokud by problém přetrvával, kontaktujte svého servisního partnera nebo zákaznickou podporu na [adrese support@franka.de](mailto:support@franka.de) a uveďte sériové číslo ramene a soubory protokolu robota. Soubory protokolu naleznete v nabídce Desk - Settings - System - Download log files.

Robot nedokončí spuštění

Postup:

1. Vypněte ovládání.
2. Odpojte systém od zdroje napájení.
Informace o bezpečném vypnutí přístroje Franka Research 3 naleznete v části Odpojení přístroje Franka Research 3 od zdroje napájení v kapitole 10.3 "Příprava místa instalace".
3. Odpojte propojovací kabel mezi ramenem a ovladačem.
4. Zkontrolujte kolíky, zda nejsou případně poškozené.
5. Pokud není zjištěno žádné poškození, opatrně, ale pevně kabel znovu připojte a ujistěte se, že pevně sedí.
6. Zapněte robota do sítě.

Pokud problém přetrvává, obraťte se na servisního partnera nebo na adresu support@franka.de a uveďte sériové číslo ramene.

Na panelu se nepřetržitě zobrazuje zpráva "Shutting down system" (Vypínání systému).

Vypnuli jste systém. Jakmile se přestanou otáčet přední ventilátory Ovládání, lze Ovládání vypnout pomocí spínače na zadní straně. Poté lze okno prohlížeče Desk zavřít.

Robot se po zapnutí systému Control nespustí

Vyskytuje se, když byl systém vypnut prostřednictvím aplikace Desk, ale tlačítko napájení Control nebylo vypnuto. Řešení: V případě, že je ovládací panel zapnutý, je nutné jej vypnout: Vypněte Control a počkejte 1-2 minuty. Znovu jej zapněte. Ovladač by se nyní měl spustit.

Opětovné spuštění po neočekávaném zastavení

Opětovné spuštění po neočekávaném zastavení viz podkapitola Restartování v kapitole 11.7 "Vypnutí a restartování".

13.8.2 Řešení problémů při používání FCI

Chyby související s používáním FCI naleznete v online dokumentaci FCI na [adrese](https://franka.world/) <https://franka.world/>.

Tam najdete podrobné a aktualizované informace o tom, jak opravit různé chybové scénáře, které mohou nastat.

14 SPRÁVA FRANKA RESEARCH 3

14.1 Franka World



Franka World je online platforma, která propojuje zákazníky, partnery a vývojáře softwaru a hardwaru, jejichž činnost se točí kolem produktů a služeb společnosti Franka Robotics. Franka World poskytuje nástroje pro správu Franka Research 3, přístup do online obchodu, který obsahuje neustále se rozšiřující portfolio softwarových a hardwarových produktů, a možnost stát se součástí aktivní a nadšené komunity.

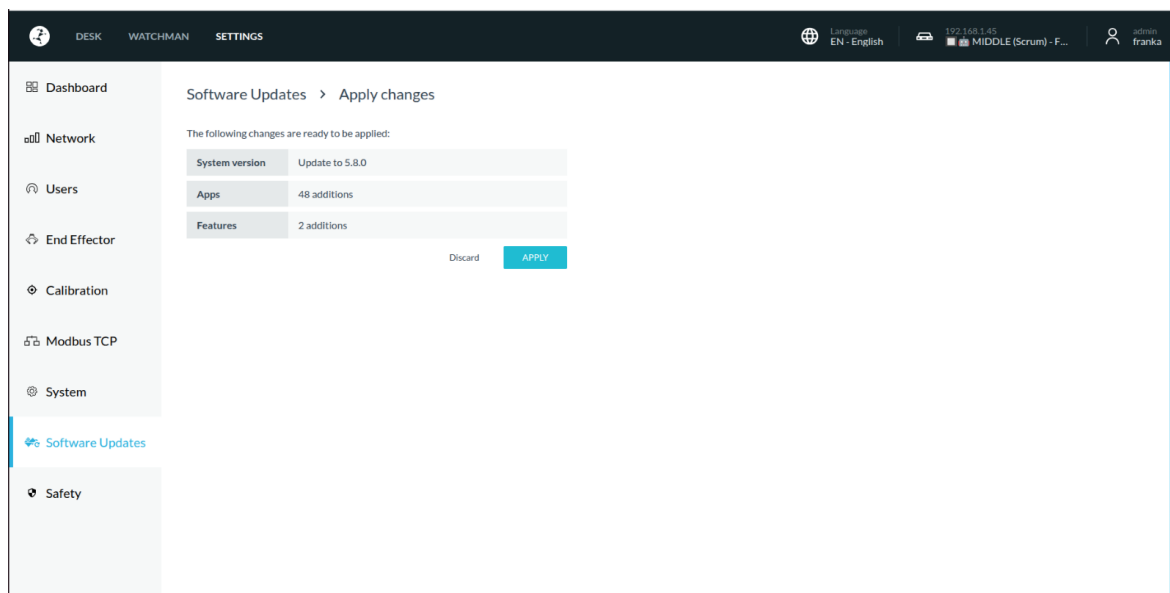
Navštivte [stránky https://franka.world/](https://franka.world/) a využijte všech výhod.



Přístup k uživatelské příručce Franka World, kde získáte přehled o všech funkcích Franka World a o tom, jak je využívat: <https://download.franka.de/franka-world-manual/>.

14.2 Správa aplikací a Funkce

Aplikace a funkce zakoupené prostřednictvím obchodu Franka World Store lze zpřístupnit a nainstalovat do robota prostřednictvím karty "Franka World" v rozhraní Nastavení. Když je robot online, synchronizace mezi robotem a účtem Franka World je jednoduchá a rychlá. Obsluha však může synchronizaci provést i ručně na stejném rozhraní, pokud je robot offline. Podle toho, zda je robot online nebo offline, se zobrazení automaticky přizpůsobí.



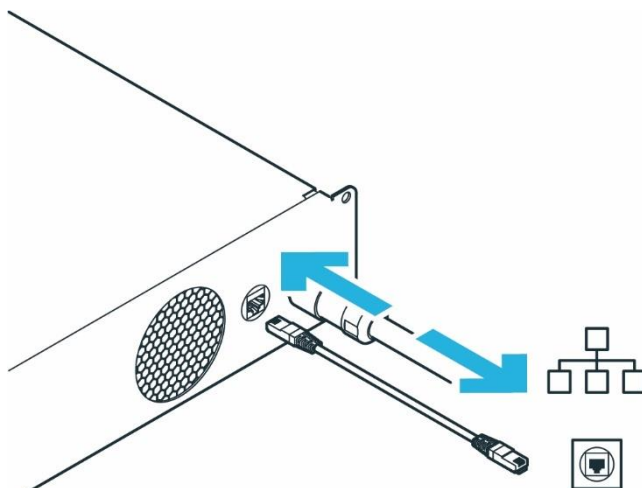
Obr. .141 : Správa aplikací a funkcí prostřednictvím služby Franka World

UPOZORNĚNÍ

V případě potřeby se operační systém aktualizuje, když je třeba nainstalovat nové aplikace nebo funkce ze služby Franka World.

Registrace robota**Předpoklad**

- Robot musí být online.
- Musíte být přihlášení do služby Franka World.



Obr. .142 : Síťové připojení ovládání.

Postup

1. Přejděte do nabídky Nastavení.
2. Klikněte na položku REGISTRovat ZAŘÍZENÍ.

Budete přesměrováni na jinou stránku, kde je uvedeno sériové číslo vašeho robota a další doklady o vlastnictví.

3. V případě potřeby zadejte svůj e-mail a heslo a přihlaste se.

Budete přesměrováni na jinou stránku.

4. Vyberte si účet pro registraci robota.
5. Klikněte na tlačítko REGISTRovat.

Robot je nyní zaregistrován.

6. Přejděte do části Správa.
7. Chcete-li zobrazit všechny registrované roboty, klikněte na možnost Devices (Zařízení).

14.3 Rozbočovač

Hub je centrální znalostní sekce v rámci světa Franka. Poskytuje přístup k dokumentaci, návodům, kódům a aktualizacím o našem robotu Franka Robotics a jeho rozhraních. Další informace naleznete [na stránkách https://franka.world/](https://franka.world/).

14.4 Aktualizace

Aktualizace softwaru

Aktualizace operačního systému lze pohodlně stáhnout prostřednictvím záložky "Franka World" v zobrazení Nastavení. K tomu musí mít robot online přístup do služby Franka World.

Control pravidelně kontroluje dostupné aktualizace operačního systému a zobrazuje je na kartě "Franka World" v rozhraní Settings (Nastavení).

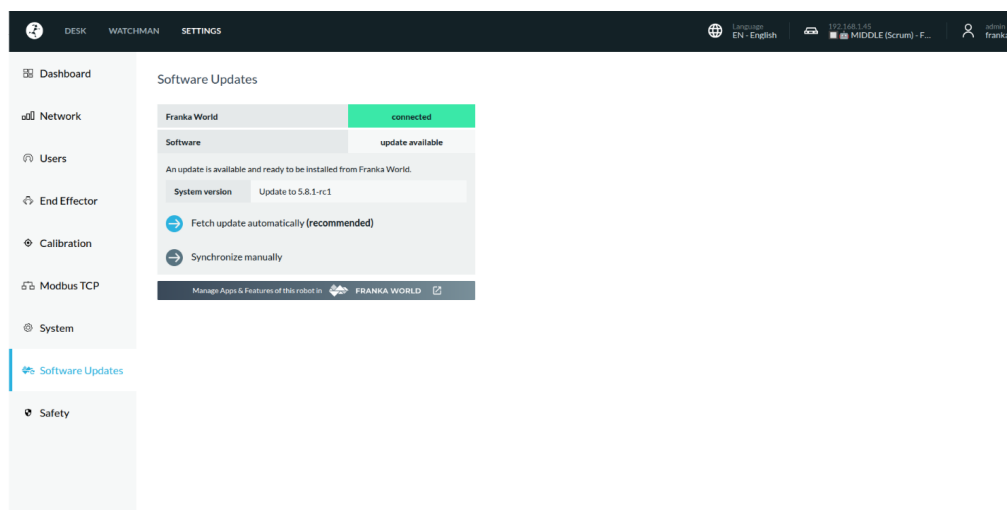
Pokud robot nemá online přístup k Franka World, můžete spustit aktualizaci také ručně (offline synchronizace).

UPOZORNĚNÍ

V případě potřeby se operační systém aktualizuje, když je třeba nainstalovat nové aplikace nebo funkce ze služby Franka World.

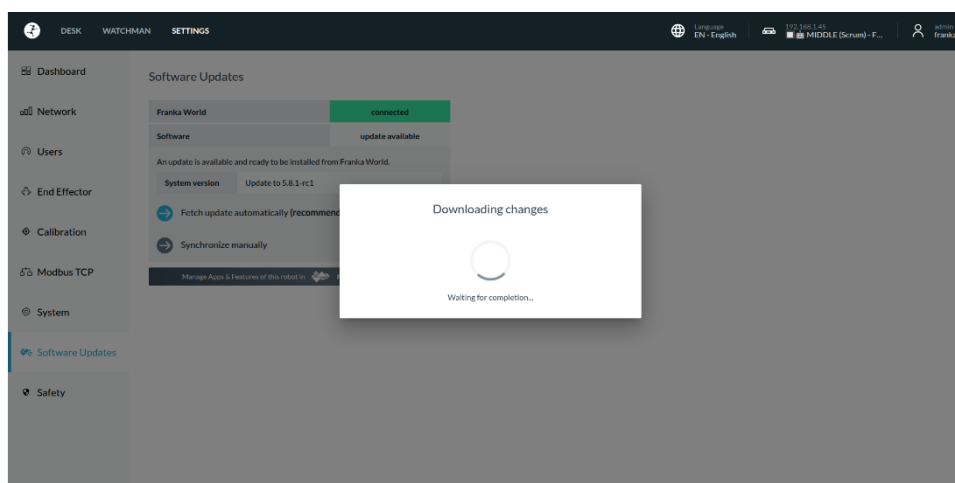
Online synchronizace

1. Na stránce aktualizací softwaru je uvedeno, že je k dispozici aktualizace.



Obrázek 14.3: Aktualizace softwaru

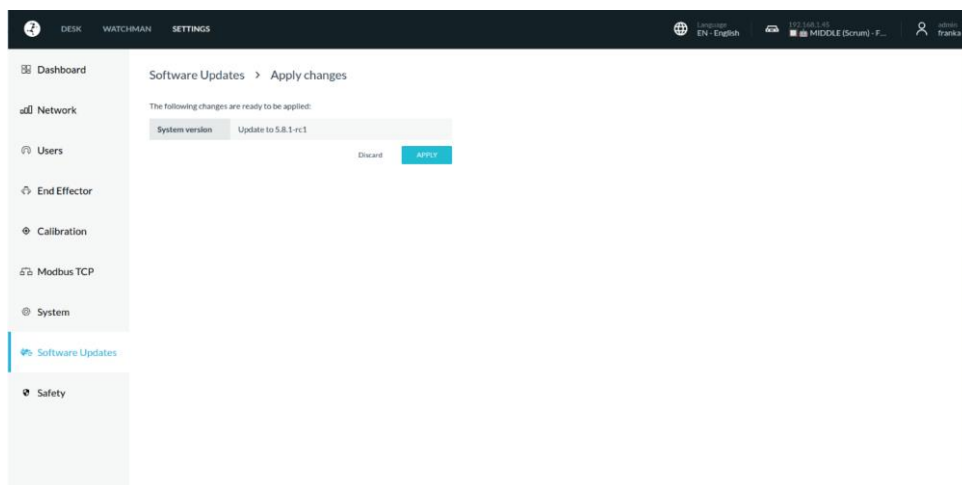
2. Stisknutím tlačítka "automaticky stáhnout aktualizaci (doporučeno)" stáhnete změny.



Obr. 14.4: automatické stažení aktualizace (doporučeno)

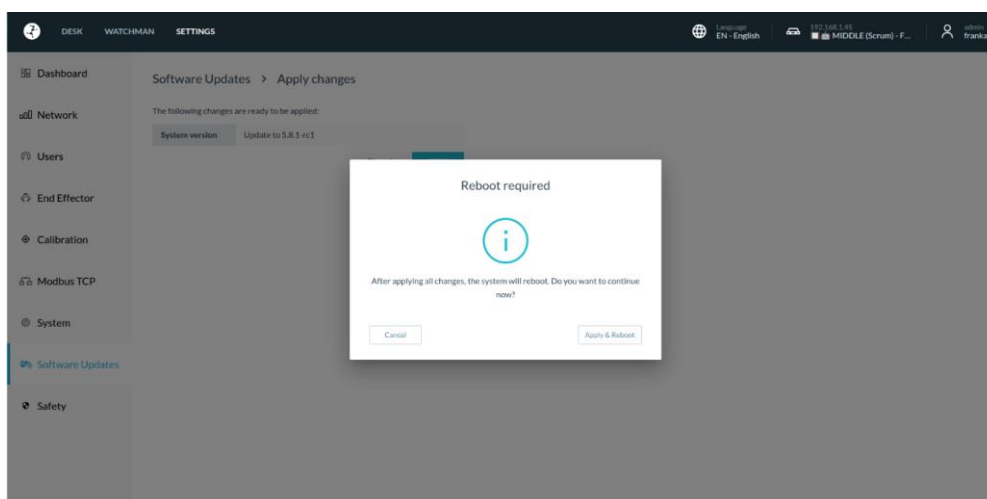
SPRÁVA FRANKA RESEARCH 3

3. Po stažení změn se zpřístupní tlačítko "APPLY".



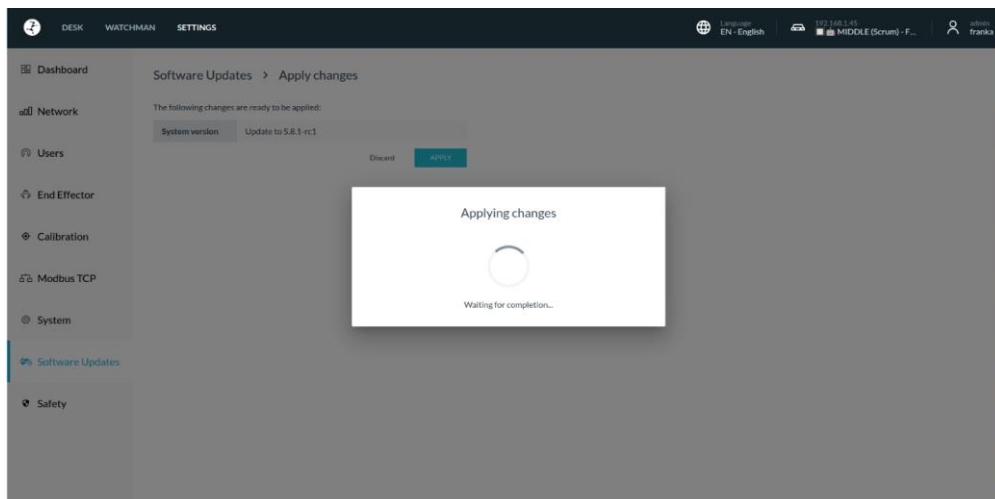
Obr. 14.5: tlačítko Použít

4. Zobrazí se potvrzovací dialog pro použití změn.



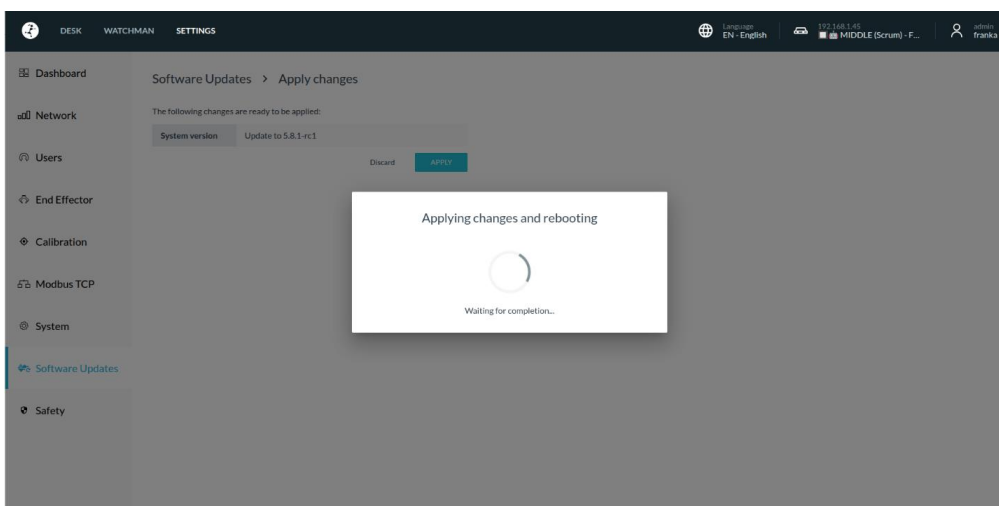
Obr. 14.6: Použít a restartovat počítač

5. Systém začne aplikovat změny.



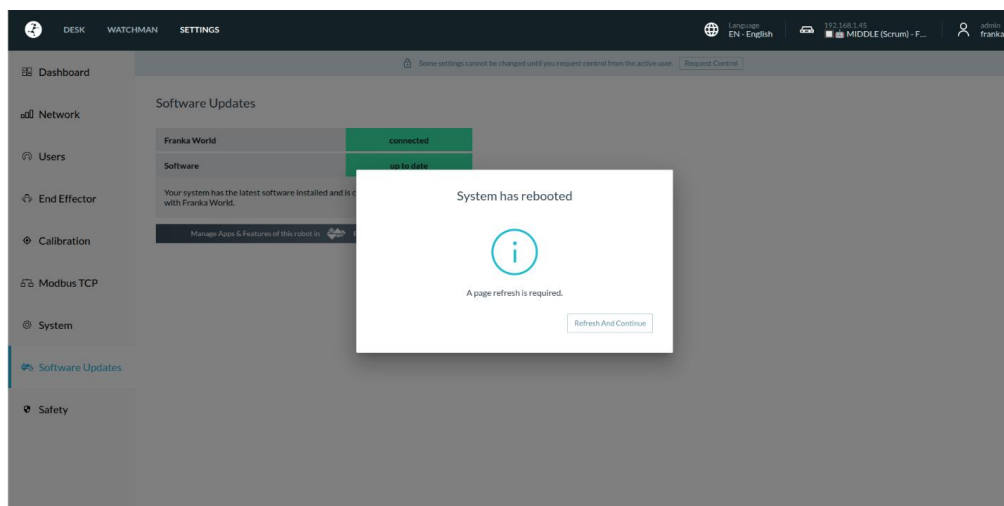
Obr. 14.7: Aplikace změn

- Po aplikaci změn se zobrazí zpráva "Applying Changes and Rebooting" (Aplikování změn a restart).



Obr. 14.8: Aplikace změn a restart systému

- Aplikace změn je nyní dokončena.

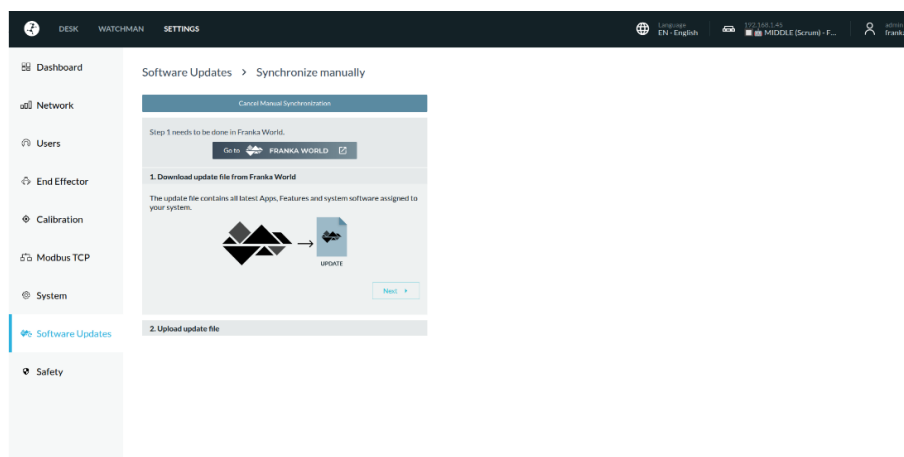


Obr. 14.9: Restartování

Synchronizace offline

Po stisknutí tlačítka "Synchronizovat ručně" se zobrazí pokyny k synchronizaci systému.

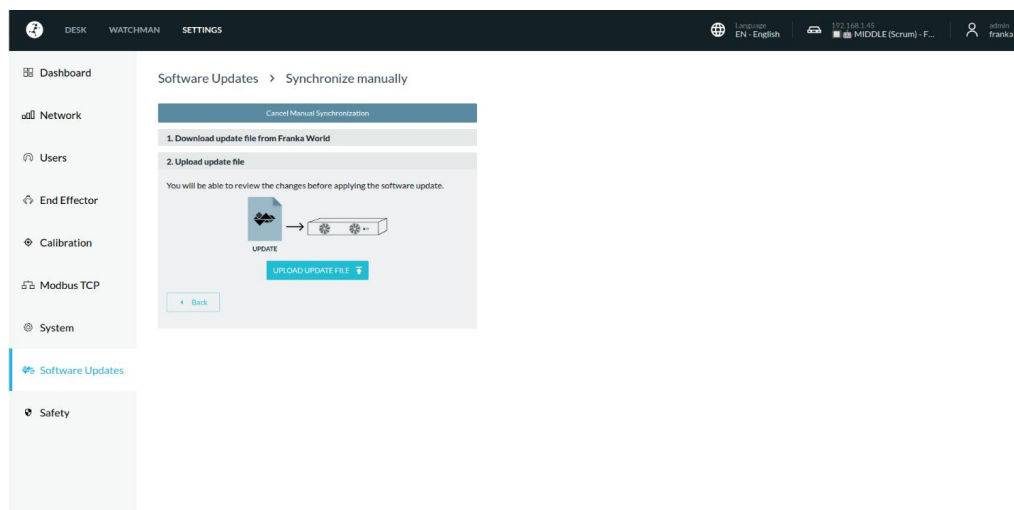
1. Stiskněte tlačítko "Další" a pokračujte.



Obr. 14.10: Ruční synchronizace

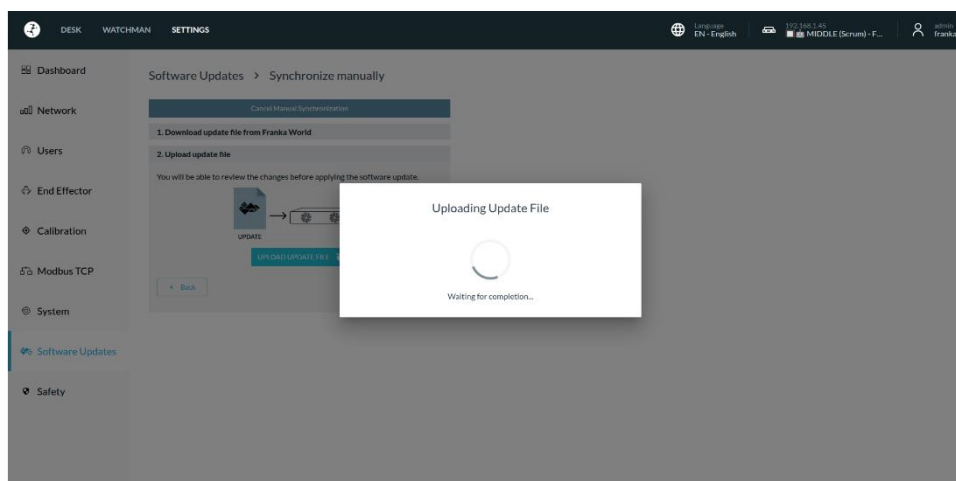
2. Nahrajte aktualizací soubor.

SPRÁVA FRANKA RESEARCH 3



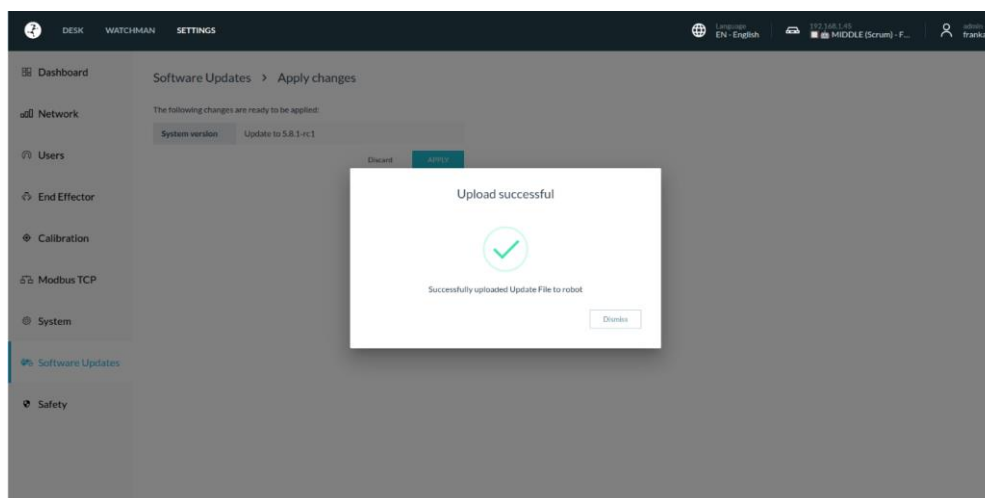
Obr. 14.11: Nahrání aktualizčního souboru

3. Nahrání aktualizčního souboru.



Obr. 14.12: Nahrávání aktualizčního souboru

4. Nahrání aktualizčního souboru proběhlo úspěšně.



Obr. 14.13: Odstranění

5. Postupujte stejně jako v případě online procesu počínaje tlačítkem "APPLY", které je k dispozici po stažení změn.

14.5 Zálohování

Záloha Řízení se skládá z několika relevantních kategorií dat Řízení. Obvykle se jedná o následující položky:

- Bezpečnostní konfigurace systému,
- Nastavení sítě,
- ModBus-Configuration,
- konfigurace koncových efektorů,
- Uživatelská konfigurace,
- vytvořené úlohy.

S aktuálně dostupným firmwarem nebo předchozími verzemi řídicí jednotky je třeba provést zálohu systému ručně v pěti jednotlivých krocích. Tyto kroky jsou následující:

- ✓ Uložení bezpečnostní konfigurace
- ✓ Uložení síťových nastavení
- ✓ Uložení konfigurace ModBus
- ✓ Uložení konfigurace koncového efektoru
- ✓ Uložení vytvořených úloh

Zálohování správy uživatelů není v současné době možné. Doporučujeme, uložit vytvořené uživatele a jejich nakonfigurovaná oprávnění jako snímek obrazovky a uložit jej jako soubor se zbývajícími záložními daty. Se současným firmwarem lze obnovení správy uživatelů provést pouze jejich opětovným vytvořením.

Vytvořte záložní adresář pro záložní soubory na vhodném paměťovém médiu připojeném k zařízení uživatelského rozhraní. Kroky potřebné k vytvoření záložních dat jsou vysvětleny níže.

14.5.1 Bezpečnostní konfigurace

Bezpečnostní konfiguraci nelze v aktuálním firmwaru uložit jako záložní soubor. Chcete-li provést zálohu vytvořené konfigurace, je třeba otevřít zprávu v programu Watchman a uložit ji jako soubor PDF do záložního adresáře. Za tímto účelem postupujte podle následujících kroků:

- ✓ Zvolte Watchman v nabídce Desk
- ✓ Klikněte na položku "Report" v levém horním rohu uživatelského rozhraní programu Watchman.
- ✓ Uložte hlášení jako PDF a umístěte jej do záložního adresáře.

Mimo rozhraní Watchman je třeba uložit ještě dva parametry konfigurace zabezpečení. Za tímto účelem postupujte následujícím způsobem:

- ✓ V nabídce DESK vyberte položku "Settings" (Nastavení).
- ✓ Otevřete kartu "Bezpečnost".
- ✓ Pořídte snímek obrazovky tohoto zobrazení a uložte jej do záložního adresáře.

Príslušné parametry v této části jsou následující:

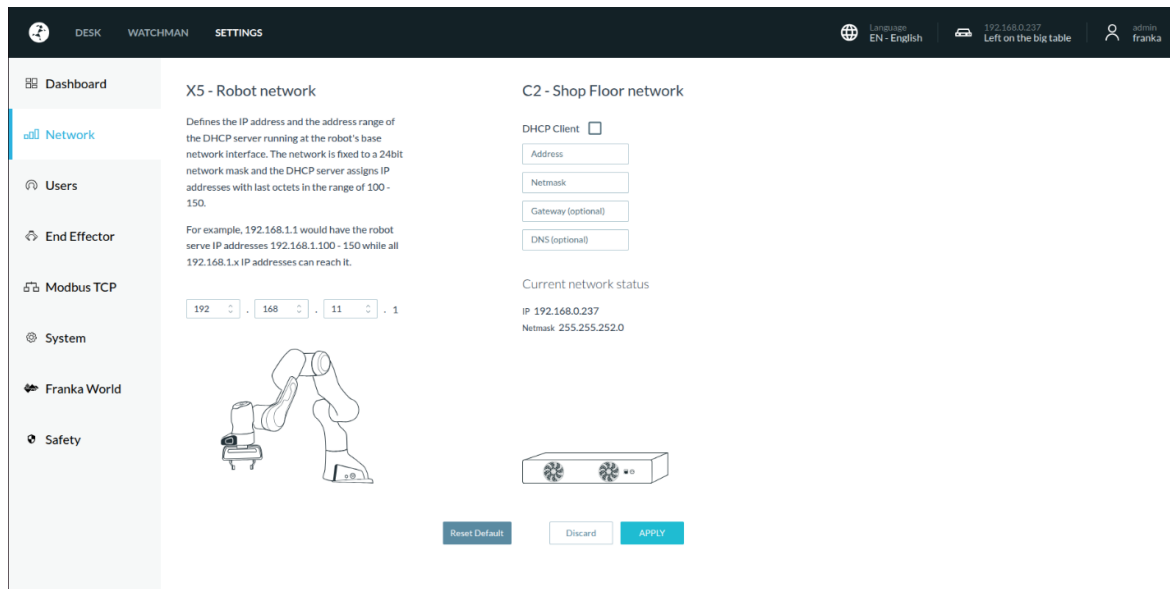
- Doba čekání na provedení práce
- Token Force Timeout

V případě obnovy je třeba parametry a pravidla zadat a potvrdit ručně v programu Watchman nebo na kartě "Nastavení/Bezpečnost".

14.5.2 Nastavení sítě

Chcete-li uložit nastavení sítě, postupujte podle následujících kroků:

- ✓ Otevřete "Nastavení" v nabídce Desk
- ✓ Vyberte záložku "Síť".
- ✓ Pořídte snímek obrazovky tohoto zobrazení a uložte jej do vytvořeného záložního adresáře.



Obr.14 .14: Nastavení sítě

V případě nutné obnovy konfigurace je třeba parametry uvedené na snímku obrazovky zadat ručně.

14.5.3 Konfigurace sběrnice Modbus

Chcete-li uložit konfiguraci Modbus, postupujte podle následujících kroků:

- ✓ Otevřete "Nastavení" na panelu
- ✓ Vyberte kartu "MODBUS TCP".
- ✓ Kliknutím na "DOWNLOAD" uložte konfiguraci Modbus s následujícím názvem na připojené zařízení uživatelského rozhraní: "*modbus.json*"

Stažený soubor uložte do dříve vytvořeného záložního adresáře.

Prostřednictvím tlačítka "UPLOAD" můžete záložní soubor konfigurace Modbus opět obnovit do systému.

14.5.4 Konfigurace koncových efektorů

Chcete-li uložit konfiguraci koncového efektoru, postupujte podle následujících kroků:

- ✓ Otevřete "Nastavení" na stole
- ✓ Vyberte kartu "END_EFFECTOR".
- ✓ Klikněte na symbol editace vedle položky "Mechanical Data" (Mechanická data).
- ✓ Kliknutím na "DOWNLOAD" uložte konfiguraci Modbus s následujícím názvem na připojené zařízení uživatelského rozhraní: "*endeffector-config.json*".

Stažený soubor uložte do dříve vytvořeného záložního adresáře.

Prostřednictvím tlačítka "UPLOAD" můžete záložní soubor konfigurace End effectoru opět obnovit do systému.

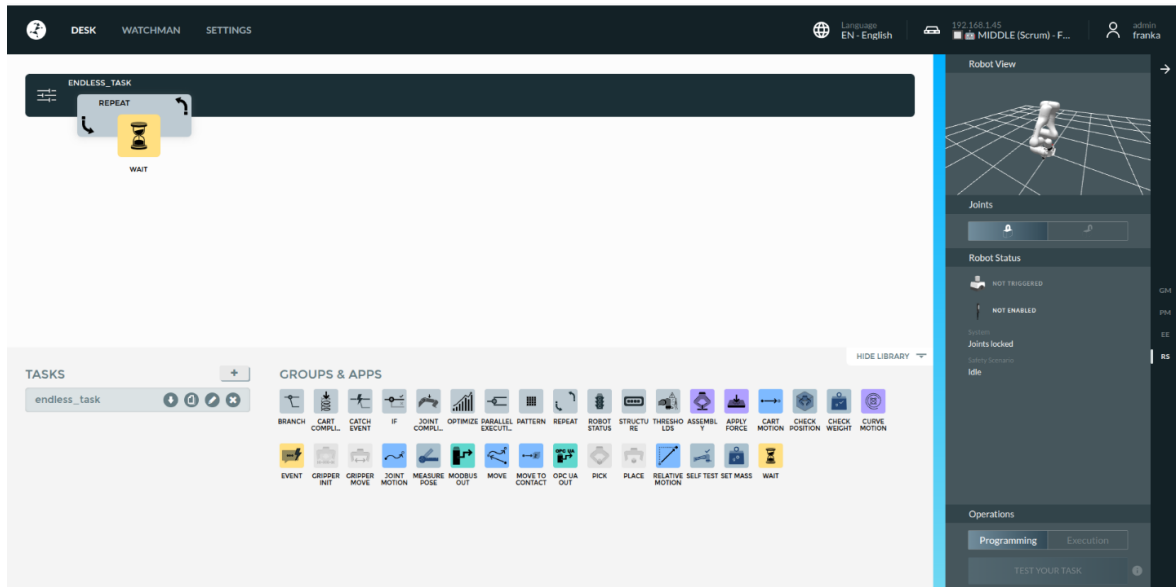
14.5.5 Uložení vytvořených úloh

Vytvořené úlohy lze stáhnout jednotlivě v zobrazení "DESK"-View.

Chcete-li stáhnout úlohu, postupujte podle níže uvedených kroků:

- ✓ Otevřete "Nastavení" na Desku
- ✓ Vyberte požadované Úlohy
- ✓ Kliknutím na symbol stahování zahájíte proces stahování.

Všechny stažené Úlohy uložte do záložního adresáře.



Obr.14. 15: Uložení úloh

Chcete-li úlohu obnovit, přesuňte stažený soubor s úlohou z adresáře souborů přetažením do seznamu úloh v aplikaci DESK.

15 ÚDRŽBA A LIKVIDACE

15.1 Údržba

Rameno a ovládání přístroje Franka Research 3 jsou navrženy pro bezúdržbový provoz po dobu přibližně 20 000 hodin za běžných provozních podmínek. Normální provozní podmínky použité jako základ byly odvozeny z různých reprezentativních aplikací robotického systému a ověřeny analýzami a testy. Pokud se zákaznická aplikace od těchto základních provozních podmínek výrazně odchyľuje, může být doba provozu za určitých okolností prodloužena nebo zkrácena.

Pokud se systém přiblíží této době provozu, doporučuje se kontaktovat podporu společnosti Franka Robotics (support@franke.de). Vyhodnocení údajů ze záznamů systému týmem podpory pak naznačí případná nezbytná opatření.

UPOZORNĚNÍ

Pokud je při vizuální kontrole zjištěno poškození konstrukce robota, musí být robot vyřazen z provozu bez ohledu na aktuální dobu provozu.

UPOZORNĚNÍ

- Každých 12 měsíců aktivujte systém nouzového zastavení během uvádění do provozu.
- Systém nouzového zastavení během uvádění do provozu každých 12 měsíců znovu zapojte.
- Každých 12 měsíců zkontrolujte funkčnost všech bezpečnostních zařízení, např. systému nouzového zastavení.
- Zkontrolujte všechna další bezpečnostní opatření, která byla přijata k zajištění bezpečného provozu.

15.2 Čištění

⚠ NEBEZPEČÍ

Nebezpečí úrazu elektrickým proudem

Nesprávné použití tekutých čisticích prostředků, stejně jako nesprávné odpojení zařízení od napájení, může vést ke smrtelným úrazům.

- Nečistěte zařízení, která nebyla bezpečně odpojena od zdroje napájení.
- K čištění zařízení nepoužívejte tekuté čisticí prostředky.

Při čištění je třeba mít na paměti následující věci:

- Čištění smí provádět pouze kvalifikované osoby.
- Čištění je přípustné pouze v případě, že je přístroj Franka Research 3 bezpečně zastaven a odpojen od napájení.
- Vypnutí a odpojení přístroje smí provádět pouze kvalifikované osoby.
- K čištění přístroje nepoužívejte žádné kapaliny.
- Nepoužívejte žádné čisticí chemikálie.
- Součásti se smějí čistit pouze suchým hadříkem.
- Do zařízení se nesmí dostat vlhkost.

ÚDRŽBA A LIKVIDACE

- Na rameno nevyvíjejte velkou sílu. Součásti, které mají být čištěny, musí být podepřeny ručně, aby nedošlo k přetížení a případnému poškození ramene.

UPOZORNĚNÍ

Hmotné poškození zařízení

- K čištění zařízení nepoužívejte tekuté čisticí prostředky.

15.3 Likvidace

Likvidace

Likvidace zařízení Franka Research 3 musí být v souladu s příslušnými zákony, normami a předpisy dané země.

Baterie

Ovladač obsahuje mincovní baterii. Mincovní baterie musí být likvidována odděleně v souladu s příslušnými zákony, normami a předpisy specifickými pro danou zemi.

Chcete-li baterii vyjmout, otevřete Control.

UPOZORNĚNÍ

Otevření ovladače je povoleno pouze za účelem vyjmutí mincové baterie při její likvidaci.

Vrácení odpadu z obalu

Pro vrácení použitých obalů kontaktujte společnost Franka Robotics.

16 SERVIS A PODPORA

UPOZORNĚNÍ

Pokud jste zakoupili svůj Franka Research 3 u některého z našich prodejních partnerů nebo pokud jste spolupracovali s poskytovatelem servisu, obraťte se nejprve na něj. Naši partneři mohou konsolidovat informace a oslovit společnost Franka Robotics pro řešení problémů a další podporu.

Doplňující materiály a další informace o našem robotu naleznete [na adrese](http://www.franka.world) www.franka.world.

V případě jakýchkoli dalších požadavků týkajících se servisu a podpory nás prosím kontaktujte na adrese support@franka.de. V našem centru servisu a podpory vystavíme ticket týkající se vašeho požadavku a naši odborníci vám co nejdříve odpoví.

Při kontaktování našeho servisu mějte k dispozici následující informace:

- ✓ Zákazník č.
- ✓ Sériové číslo řídicí jednotky
- ✓ Sériové číslo ramene
- ✓ Soubory protokolu systému

16.1 Záchranný systém

V případě, že se řídicí jednotka nespustí nebo není možné přihlášení správce, je v řídicí jednotce implementován záchranný systém.

V záchranném systému jsou podporovány pouze základní funkce pro přístup k Řízení. Těmito funkcemi mohou být:

- načtení systémových protokolů pro další analýzu chyb u zákazníka,
- načtení konfigurace síťového nastavení záchranného systému,
- reinstalace verze systému synchronizací s Franka World,
- obnovení továrního nastavení hlavního systému.

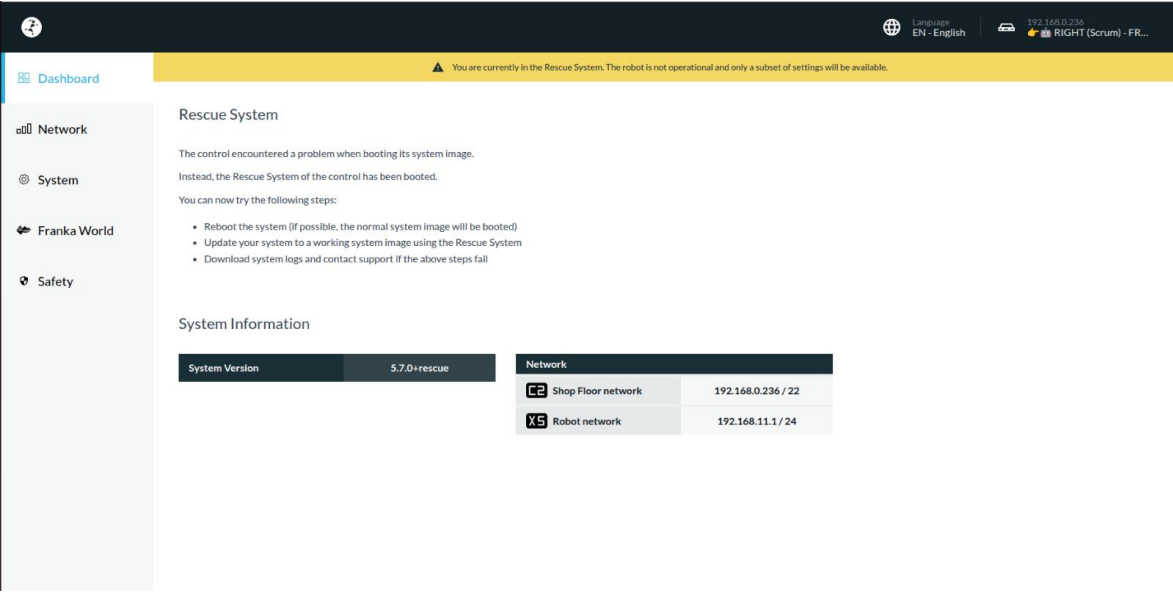
Pohyby robota nebo jiné interakce s ramenem nebo koncovým efektozem nejsou podporovány.

Chcete-li získat přístup k uživatelskému rozhraní systému Rescue, připojte operátorské zařízení s přístupem k prohlížeči k portu X5 na základně ramene pomocí kabelu Ethernet.

Chcete-li ručně spustit ovládání do záchranného systému, proveďte následující kroky:

- ✓ Vypněte řídicí jednotku Control, počkejte, až se vypnou ventilátory, a poté vypněte hlavní vypínač.
- ✓ Vyčkejte přibližně 10 s a poté Control znovu spustíte zapnutím hlavního vypínače.
- ✓ Vyčkejte alespoň 20 s, ale méně než 40 s.
- ✓ Vypněte regulátor hlavním vypínačem.
- ✓ Počkejte 10 sec.
- ✓ Opětovně spustíte ovládání zapnutím hlavního vypínače.

Řídicí jednotka by se nyní měla spustit do záchranného systému. Po vyvolání webového rozhraní robot.franka.de na připojeném uživatelském zařízení se v prohlížeči zobrazí následující uživatelské rozhraní.

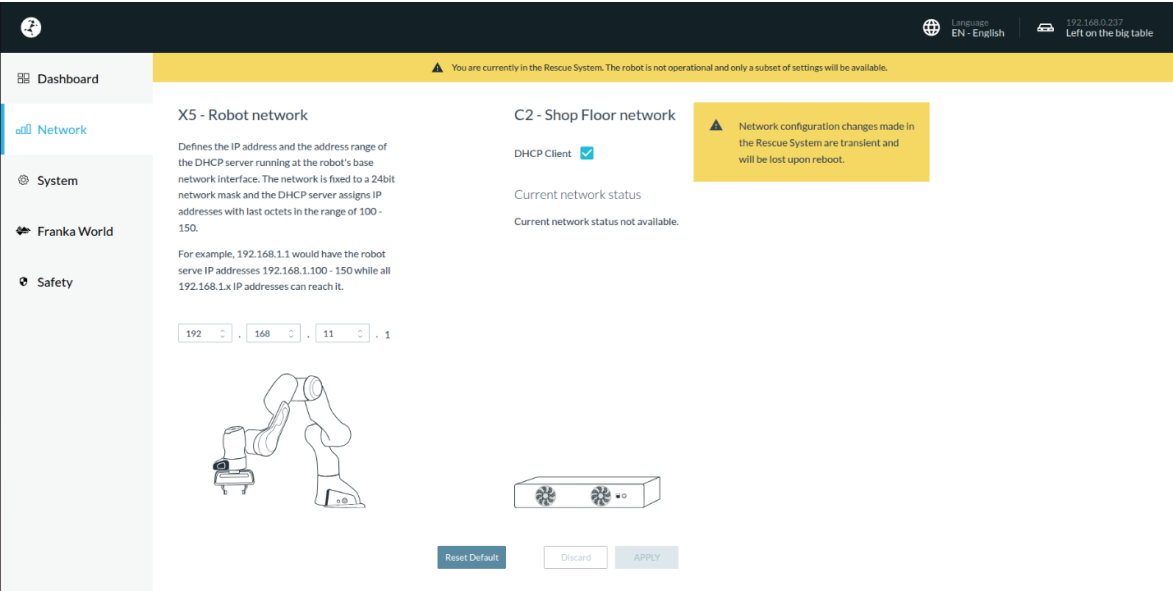


Obr. .161 : Záchranný systém

Sít

Záchranný systém se pokusí použít uložené nastavení sítě hlavního systému. Pokud se to nepodaří, použije se výchozí nastavení.

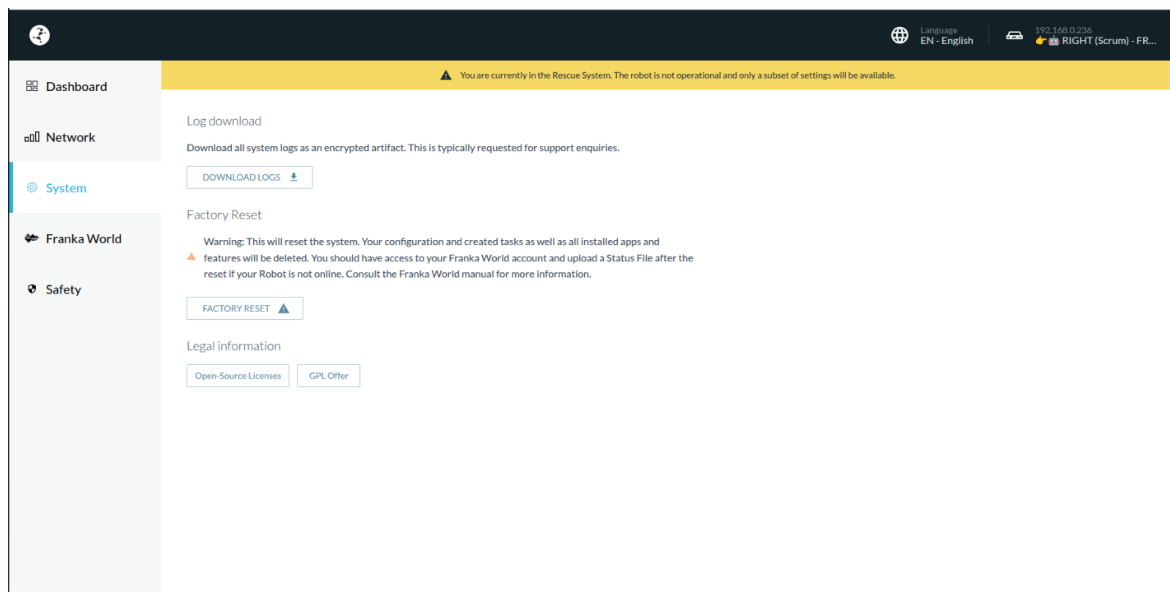
Na této stránce můžete dočasně upravit síťové nastavení systému Control. Nastavení platí dočasně pouze v rámci záchranného systému a po restartu se v hlavním systému nepřijímají.



Obr. .162 : Sít

Systém

Na této stránce můžete spustit stahování souboru protokolu nebo iniciovat obnovení továrního nastavení.



Obr. .163 : Stažení souboru protokolu a obnovení továrního nastavení

- **Stažení protokolu**

Při stahování protokolů záchranný systém shromažďuje soubory protokolů hlavního systému. Pokud je souborový systém hlavního systému poškozen, může tato operace selhat.

- **Obnovení továrního nastavení**

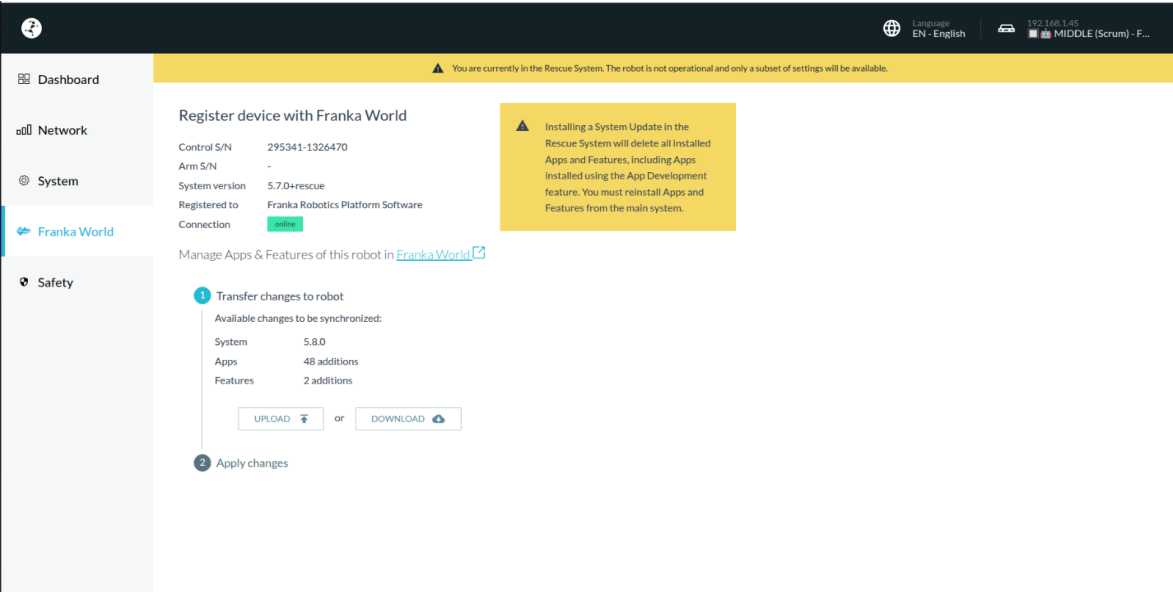
Funkce obnovení továrního nastavení resetuje hlavní systém. Všechny konfigurace a vytvořené úlohy i všechny nainstalované aplikace a funkce jsou odstraněny. Na samotný záchranný systém to nemá žádný vliv. Po resetování musí uživatel systém restartovat.

Francouzský svět

Tato funkce umožňuje přeinstalovat nebo aktualizovat systémový software hlavního systému. Instalace aplikací a funkcí není v záchranném systému možná.

Aby byla zajištěna bezchybná instalace systémového softwaru, jsou při tomto typu instalace odstraněny všechny aplikace a funkce.

Po úspěšné instalaci a spuštění hlavního systému lze všechny aplikace a funkce znovu nainstalovat do hlavního systému prostřednictvím stránky Franka World. Dříve vytvořené úlohy však lze obnovit pouze v případě, že byly předtím uloženy nebo zálohovány samostatně.



Obrázek 16.4: Franka World

Ukončení záchranného systému

Chcete-li ukončit záchranný systém, je třeba Control restartovat. Control se poté znovu spustí v běžném systému.

16.2 Stažení protokolu

Systém FR3 shromažďuje informace za chodu a předává je uživateli prostřednictvím specifických souborů protokolu. V současné době existují čtyři různé soubory protokolů, ve kterých se tyto informace shromažďují a poskytují.

16.2.1 Dostupné soubory protokolů a způsob jejich stahování

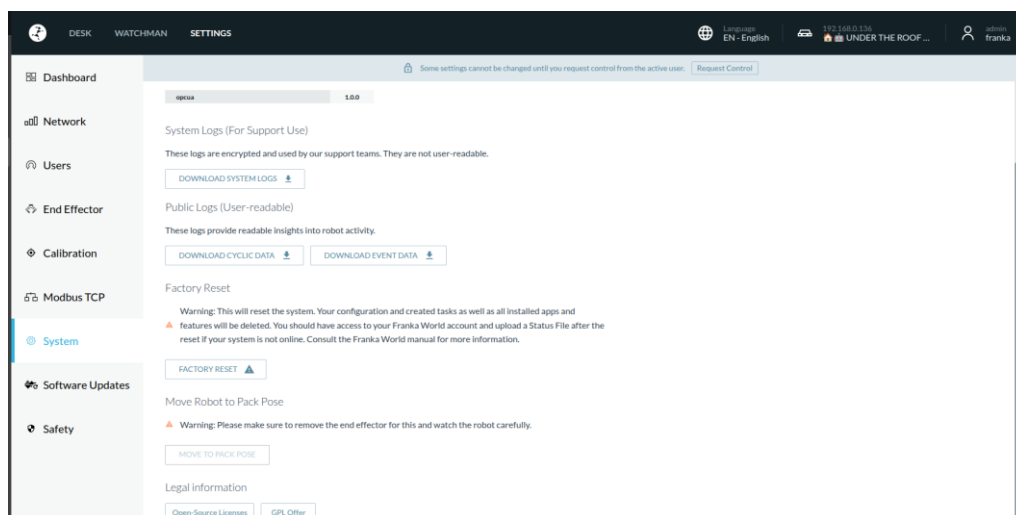
Mezi tyto čtyři různé soubory protokolů patří:

Soubor protokolu	Popis	Specifické pro
Systémový protokolů balíček	Obsahuje všechny soubory protokolu, které jsou specifické pro systém a které mohou číst pouze zaměstnanci společnosti Franka Robotics. Tyto protokoly slouží k odstraňování problémů se systémem. Doporučuje se zahrnout systémové protokoly při vytváření ticketu podpory.	Zaměstnanci společnosti Franka Robotics
Bezpečnostní protokol	Obsahuje všechny události systému související s bezpečností. Tento protokol je čitelný pro člověka a nikdy nebude smazán, a to ani při obnovení továrního nastavení.	Zaměstnanci společnosti Franka Robotics, integrátoři a koncoví uživatelé
Data cyklického protokolu	Obsahuje data shromažďovaná během činnosti robota, například síly a rychlosti.	Koncoví uživatelé a zaměstnanci společnosti Franka Robotics
Data protokolu událostí	Obsahuje všechna data založená na událostech, včetně restartů a aktualizací systému.	Koncoví uživatelé

16.2.2 Stahování dat protokolu

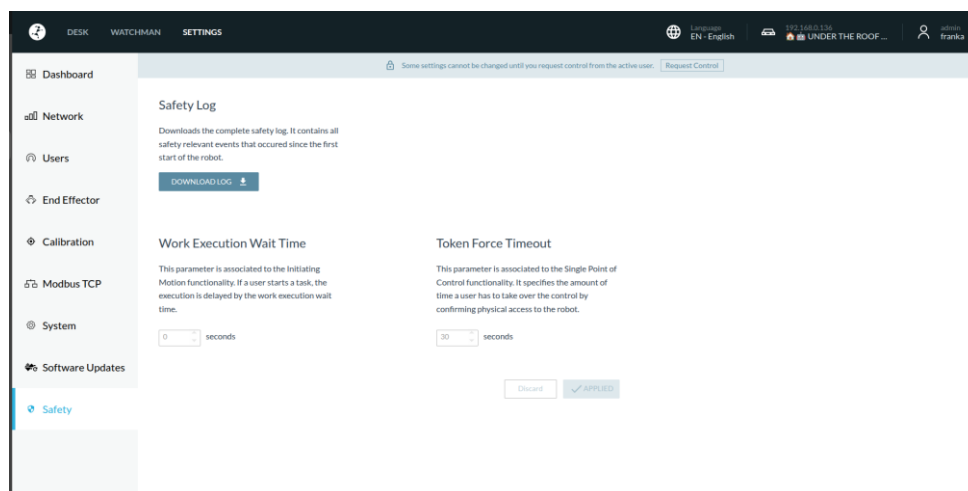
Data protokolu lze stáhnout v Nastavení pro každý ze souborů protokolu.

- **Balíček systémového protokolu, cyklický protokol a protokol událostí:** Lze je stáhnout v části Nastavení -> Systém.

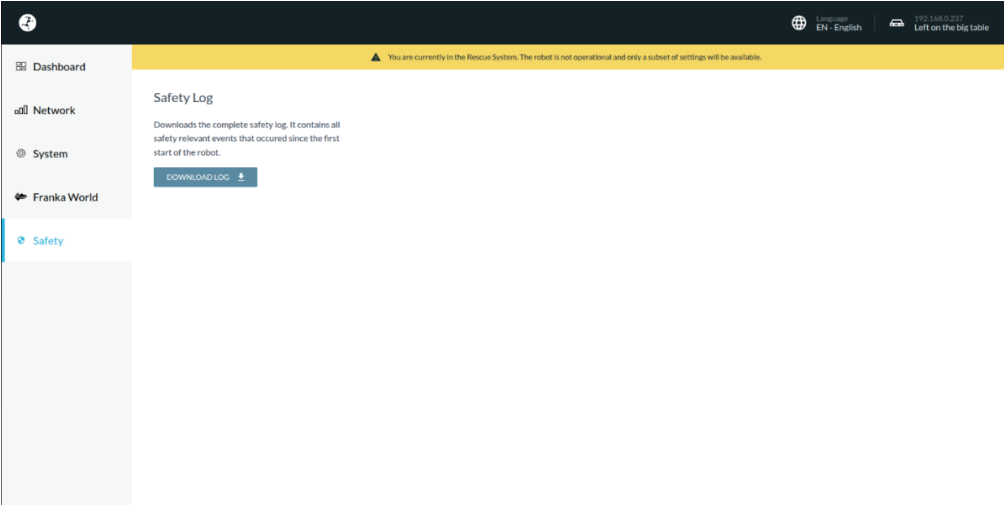


Obr. 16.5: Systém

- **Bezpečnostní protokol:** Tyto záznamy lze stáhnout v nabídce Nastavení -> Bezpečnost.



Obr.16.6: Bezpečnost



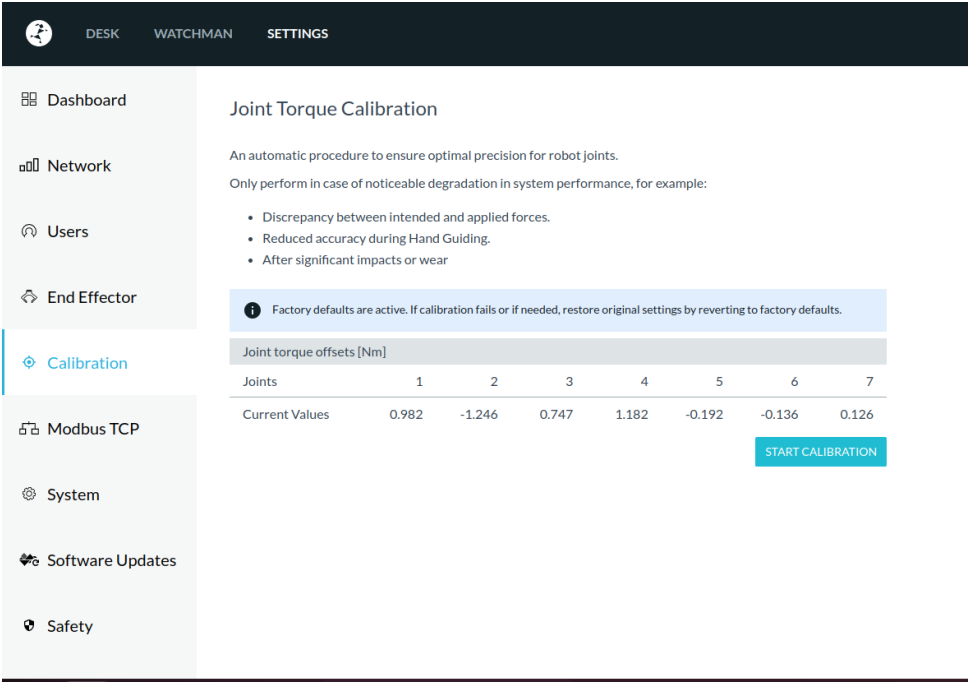
Obr.16 .7: Stažení

- **Desk API:** Všechny soubory protokolu jsou k dispozici také prostřednictvím rozhraní Desk API.

16.3 Kalibrace točivého momentu

FR3 se dodává se snímači krouticího momentu na každém kloubu. Nadlimitní síly vyvíjené na rameno, jako jsou nárazy nebo přetížení, mohou zhoršit výkonnost systému v oblastech vedení rukou nebo aplikace síly a mohou vyžadovat novou kalibraci snímačů točivého momentu.

Kalibrace snímačů krouticího momentu v nastavení umožňuje uživateli s rolí administrátora provést novou kalibraci snímačů, aby bylo možné robota opět používat, aniž by bylo nutné jej zasílat zpět společnosti Franka Robotics GmbH.



Obr.16 .8: Kalibrace

16.3.1 Kdy kalibrovat snímače krouticího momentu

Snímače točivého momentu by měly být kalibrovány v jednom z následujících případů:

- Při ručním vedení robotického ramene je rameno nevyvážené, protože jeden z kloubů tlačí nebo táhne.
- Když působení síly vyvolá porušení prahové hodnoty síly nebo točivého momentu.
- Když vám to nařídí zákaznická podpora.

16.3.2 Jak kalibrovat snímače točivého momentu

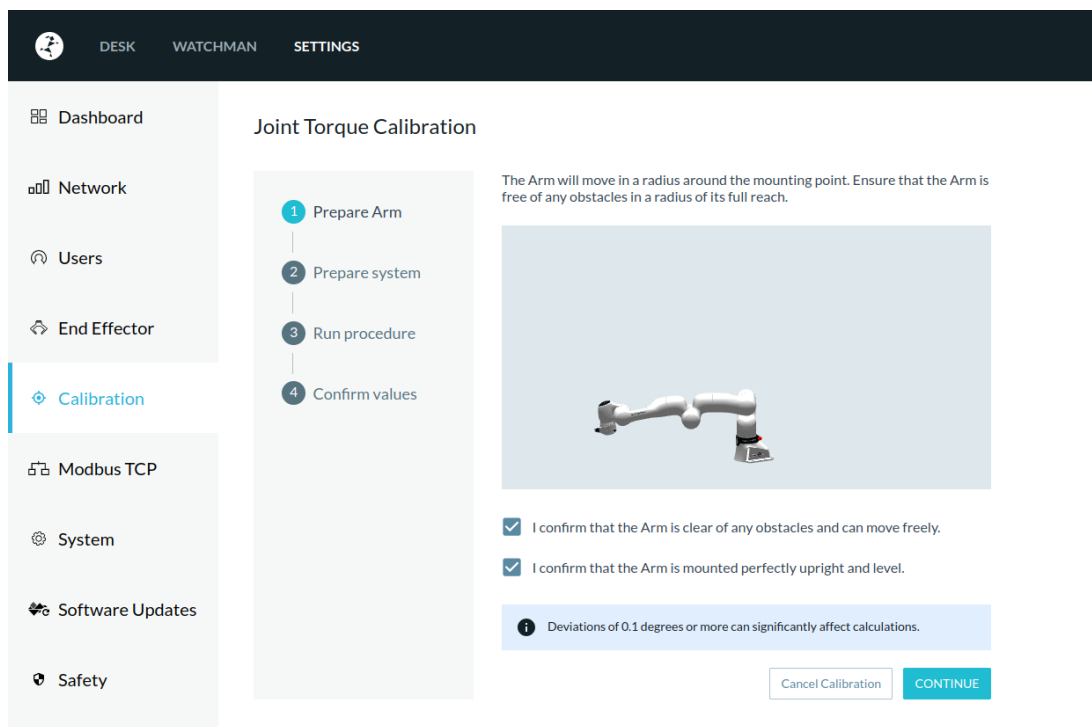
Snímače točivého momentu lze kalibrovat v nabídce Nastavení. Postup kalibrace snímačů točivého momentu vás provede následujícími kroky:

UPOZORNĚNÍ

Snímače točivého momentu by se měly kalibrovat pouze s ramenem robota namontovaným na pevném vodorovném rovném povrchu. Jakýkoli nerovný povrch nebo vibrace během kalibrace výrazně ovlivní výsledky.

1. Příprava ramene robota

- Uživatel se musí ujistit, že na pracovním místě nejsou žádné překážky a že se může volně pohybovat. Kalibrační rutina snímače točivého momentu bude pohybovat robotem v celém jeho pracovním prostoru.
- Uživatel musí potvrdit, že rameno robota je namontováno vzpřímeně a vodorovně.

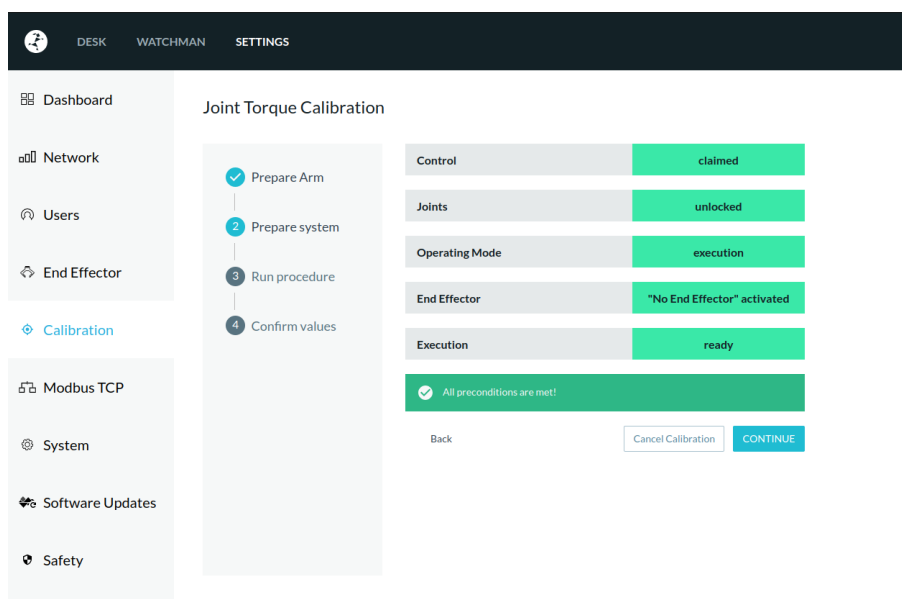


Obr.16 .9: Připravte rameno robota

2. Příprava systému

Uživatel musí být přihlášen s rolí správce a mít kontrolu nad robotickým ramenem.

- Klouby musí být odblokovány.
- Provozní režim musí být "Execution" (Provedení).
- Je třeba nastavit profil koncového efektoru "no end-effector".
- Uživatel musí potvrdit, že na robotickém rameni není namontován žádný koncový efektor.
- Provedení musí být připraveno. Systém interně kontroluje, zda:
 - Robotické rameno není v režimu spolupráce.
 - Není spuštěna žádná úloha.
 - Konfigurace systému v programu Watchman je ověřena.



Obr.16 .10: Příprava systému

3. Kalibrace

Proběhne kalibrace snímačů točivého momentu. To může trvat až pět minut. Robot se bude pohybovat do určitých poloh a zároveň bude měřit vnitřní točivé momenty

UPOZORNĚNÍ

Snímače točivého momentu by se měly kalibrovat pouze s ramenem robota namontovaným na pevném vodorovném rovném povrchu. Jakýkoli nerovný povrch nebo vibrace během kalibrace výrazně ovlivní výsledky.

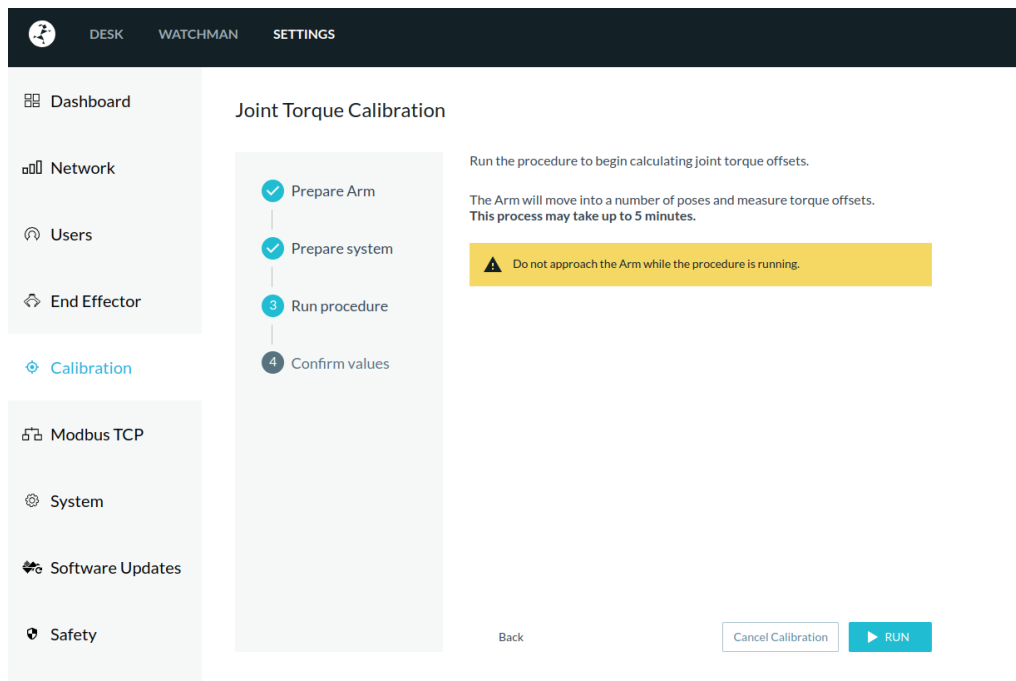
UPOZORNĚNÍ

Během kalibrace se nepřibližujte k rameni robota. Nezpůsobujte žádné vibrace montážního povrchu. Neblokujte dráhu ramene.

- Nezpůsobujte žádné vibrace montážního povrchu.
- Neblokujte dráhu ramene.
- Stavová LED dioda může při pohybu robotického ramene v singularitě svítit žlutě. Jedná se o očekávané chování a není nutný žádný zásah uživatele.

UPOZORNĚNÍ

Může se zdát, že se rameno robota nepohybuje, ale vždy předtím na stránce Kalibrace potvrďte, zda je bezpečné se k rameni přiblížit.

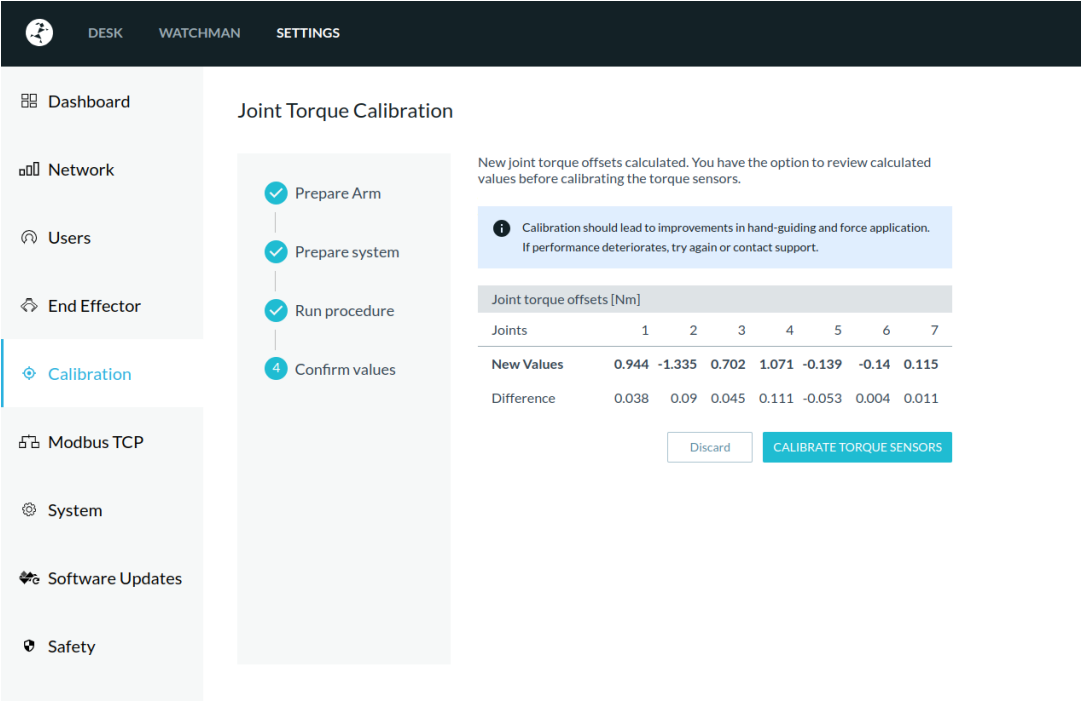


Obr.16 .11: Postup spuštění

4. Potvrďte hodnoty

Uživateli se zobrazí hodnoty.

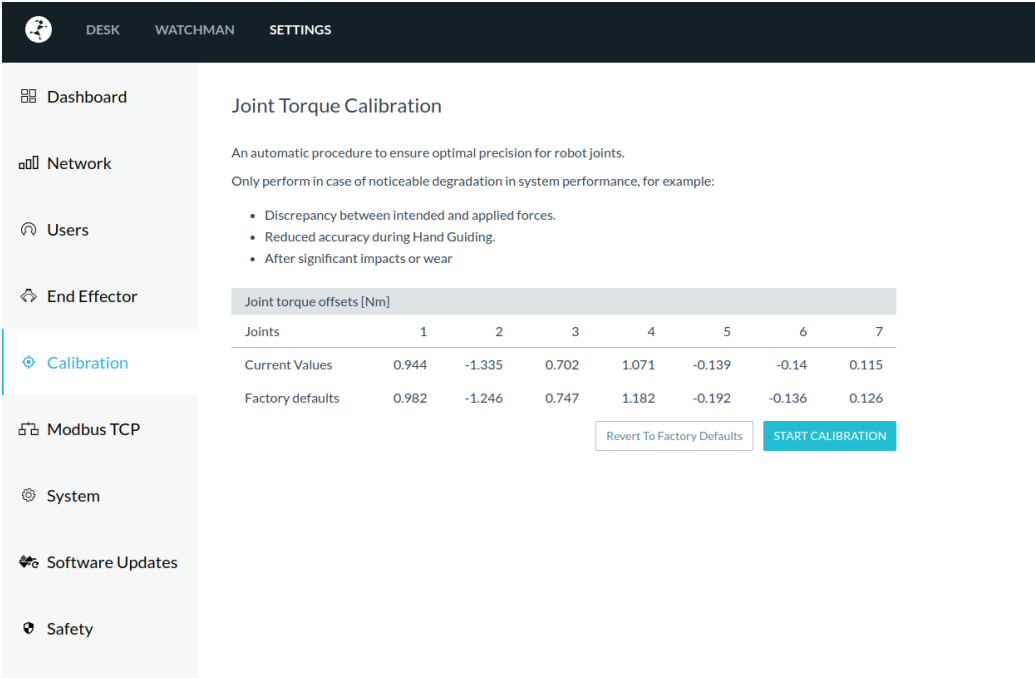
- a. Uživatel může hodnoty použít v systému.
 - i. Pokud jsou hodnoty aplikovány, robotické rameno se restartuje.
- b. Uživatel může kalibraci přerušit, hodnoty se neuloží, lze spustit novou kalibraci.



Obr.16 .12: Potvrzení hodnot

16.3.3 Obnovení výchozích hodnot z výroby

Po provedení kalibrace posunutí krouticího momentu umožní stránka Nastavení uživateli s rolí správce obnovit posunutí krouticího momentu na jeho tovární hodnoty.



Obr.16 .13: Kloubové offsety krouticího momentu

16.3.4 Řešení chyb

Pokud po kalibraci přetrvávají problémy s robotickým ramenem, obraťte se na zákaznickou podporu. Mohou nastat případy - zejména v případě kolizí - které jsou mimo možnosti kalibrace točivého momentu.

16.4 Výměna hardwaru

V případě poškození řídicí jednotky nebo ramene může být nutné provést výměnu příslušné vadné součásti.

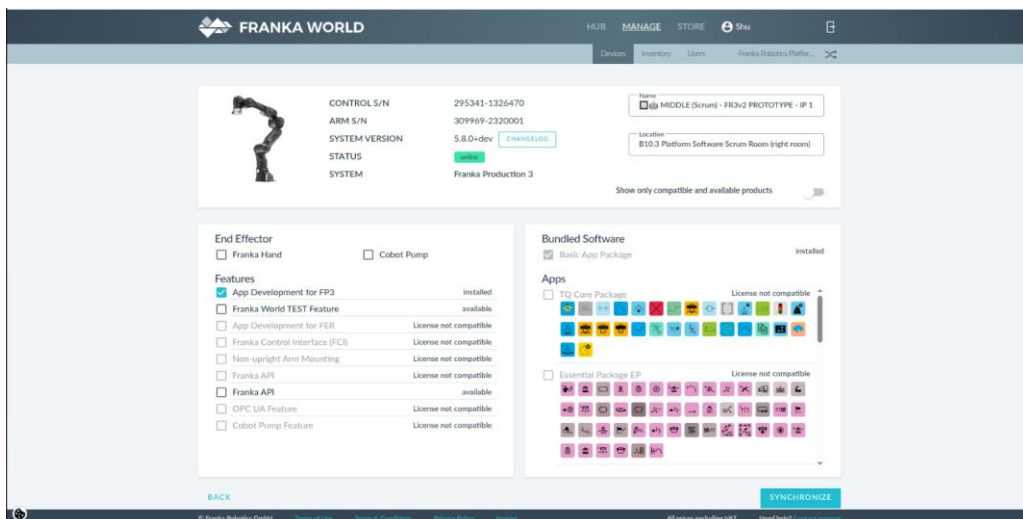
16.4.1 Výměna řídicí jednotky

V případě poruchy řídicí jednotky je třeba zvážit dvě situace.

1. Ovládání lze stále spustit a lze se připojit ke světu Franka.
2. Control již nelze spustit a/nebo synchronizovat s Franka World.

Pro situaci, kdy se Control stále spouští a může se připojit k Franka World, lze všechny nainstalované funkce a aplikace od vadného Control odpojit prostřednictvím Franka World a zpřístupnit je ve Franka World pro přenos do nového Control. Za tímto účelem postupujte podle níže uvedených kroků:

1. Proveďte zálohu Ovládacího prvku, jak je popsáno v kapitole 14.5 "ZÁLOHOVÁNÍ".
2. Vyvolejte program Franka World prostřednictvím adresy URL <https://franka.world>.
3. Přepněte se do zobrazení "MANAGE" (Správa) v liště nabídek. Zde jsou nyní uvedeny všechny jednotky Control registrované na vás, resp. na vaši společnost.
4. Vyberte řídicí jednotku, která vás zajímá. Zobrazí se všechny systémové informace robota i funkce nainstalované na jednotce Control.

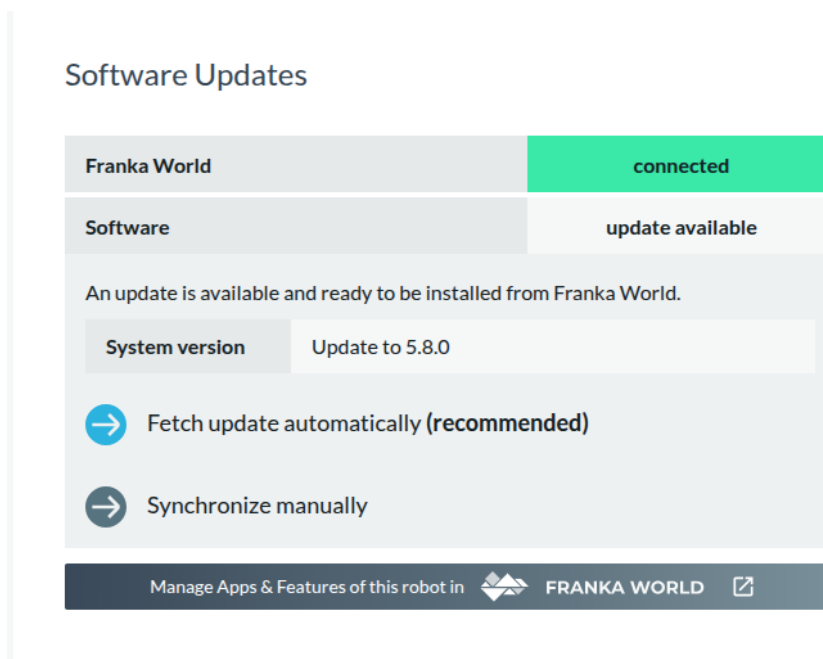


Obr.16 .14: Zobrazení detailu zařízení

5. Odstraněním modrých zaškrtnutých políček se příslušné funkce označí pro odpojení od jednotky Control. Před odstraněním všech modrých zaškrtnutých značek pořídte snímek obrazovky nebo si POZNAČTE, které funkce byly na Control nainstalovány.
6. Po odstranění modrých zaškrtnutých značek se zobrazí tlačítko "Synchronizováno" s modrou značkou. Kliknutím na něj se zahájí odpojení od Ovládacího prvku a provede se při příští synchronizaci Ovládacího prvku.

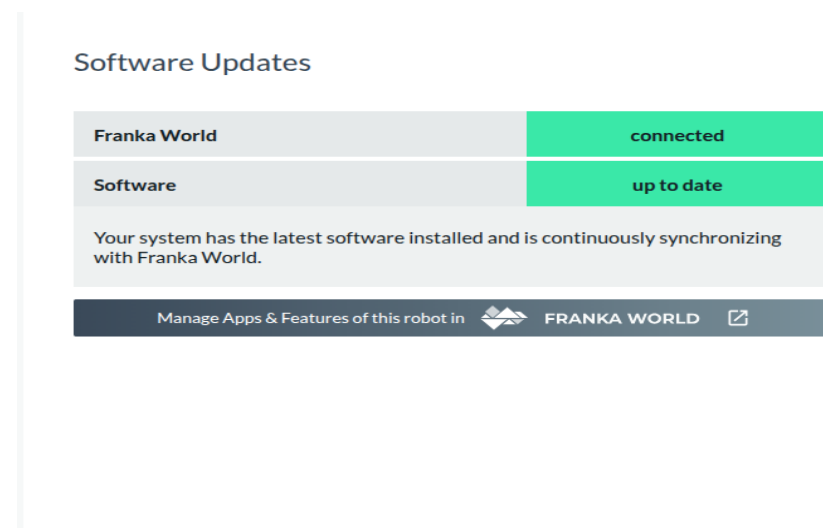
SERVIS A PODPORA

7. Nyní v prohlížeči vyvolejte adresu URL <https://franka.robot.de> a v nabídce Pult vyberte položku "Nastavení".
8. Otevřete zobrazení Svět Franka. Nyní uvidíte, že je třeba provést změny v robotovi. Klikněte na "Download" (Stáhnout), aby se změny stáhly. Soubor s aktualizací je možné do systému importovat také ručně.



Obr.16 .15: Výzva k synchronizaci-

9. Po načtení aktualizčních dat se zobrazí tlačítka "DISCARD" a "APPLY". Chcete-li provést aplikaci, klikněte na tlačítko "APPLY".
10. V závislosti na změně se může systém restartovat. Po dokončení se v zobrazení zobrazí "Everything up to date" (Vše aktuální).



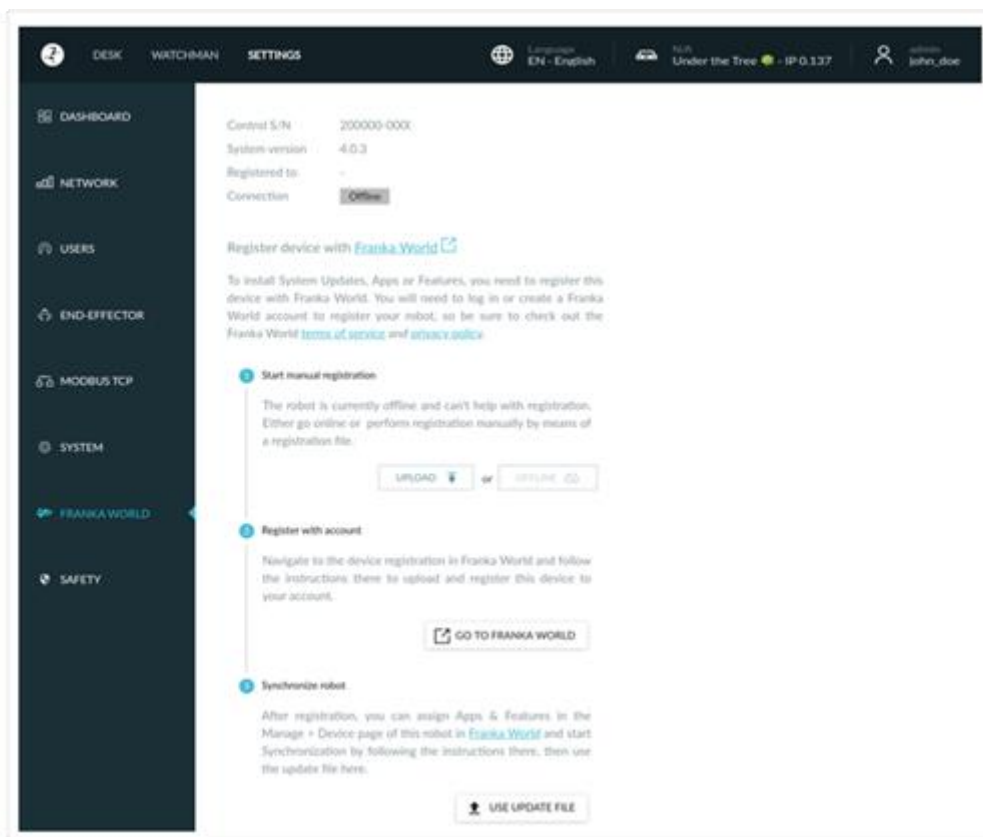
Obr.16 .16: Vše aktuální

Licenční příslušnost vašich funkcí a aplikací je nyní odpojena od starého Ovládání a je k dispozici pro propojení ve Franka Worldu.

11. Nyní nahradte staré Ovládání novým. Za tímto účelem postupujte podle kroků popsanych v kapitole 16.2.1 "Nahrazení Ovládání".

SERVIS A PODPORA

12. Zapněte nový Control a po spuštění systému otevřete rozhraní Desk prostřednictvím adresy URL <https://franka.robot.de>.
13. Přepněte se do zobrazení "Settings/Franka World" a proveďte registraci kliknutím na tlačítko "REGISTER". Jakmile je registrace dokončena, můžete ve Franka World provést konfiguraci Ovládacího prvku.



Obr.16 .17: Registrace ovládacího prvku

14. V prohlížeči otevřete adresu URL: <https://franka.world> a přihlaste se.
15. Přepněte se do zobrazení MANAGE a zkontrolujte, zda je nový Control zobrazen.
16. Vyberte nový Control a otevřete zobrazení kliknutím na něj.
17. Nyní se zobrazí údaje nového Control a všechny funkce, které jsou k dispozici ve vašem účtu.
18. Podle snímku obrazovky nebo svých POZNÁMEK staré Kontrolы vyplňte všechna informační pole a vyberte funkce nastavením příslušného zaškrťovacího políčka.
19. Kliknutím na tlačítko "SYNCHRONIZOVÁNO" údaje použijete.
20. Nyní se v prohlížeči přepněte do zobrazení Deska robota zadáním adresy URL <https://franka.robot.de> a vyvolejte v něm zobrazení "Nastavení/Svět Franka".
21. Nyní se zobrazí změny, které jste aktivovali ve Franka World. Klikněte na tlačítko "STÁHNOUT".
22. Po stažení všech dat můžete přenos akceptovat kliknutím na "APPLY". Control nyní nainstaluje všechny změny a v případě potřeby provede restart.
23. Chcete-li obnovit stav starého Ovládání, obnovte systém ze zálohy dat starého Ovládání. Postupujte podle popisu v kapitole 14.5 "ZÁLOHOVÁNÍ".

V případě, že řídicí jednotku již nelze spustit a synchronizace s Franka World již není možná, musí být licence staré řídicí jednotky odpojeny od vadné řídicí jednotky prostřednictvím podpory společnosti Franka Robotics GmbH.

SERVIS A PODPORA

Za tímto účelem zašlete e-mail s následujícími informacemi na adresu podpory: support@franka.de:

- Název účtu (Franka World)
- Číslo účtu (Franka World)
- Sériové číslo vadné řídicí jednotky
- sériové číslo nové řídicí jednotky (nepovinné)
- Typ platformy (FP3/FR3)

Po uvolnění licencí ze strany podpory budou licence opět k dispozici ve Franka World pro propojení s novou Kontrolou.

Nyní připojte nový Control k rameni a poté jej zapněte. Pro přenos funkcí a aplikací postupujte podle kroků 13 až 22. Pokud máte ještě k dispozici aktualizaci starého Ovládání, můžete data importovat do nového Ovládání podle postupu popsaného v kapitole 14.4 "Aktualizace".

Mechanická výměna ovládacího prvku Control

Při mechanické výměně Control postupujte podle následujících kroků:

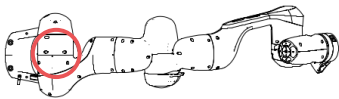
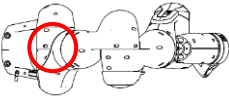
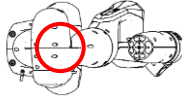
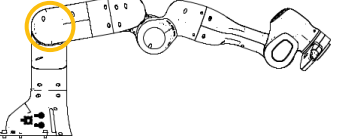
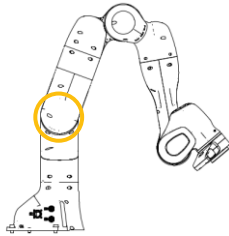
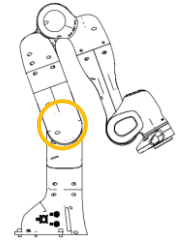
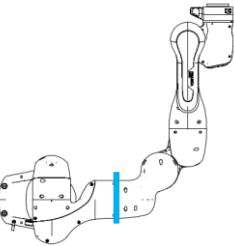
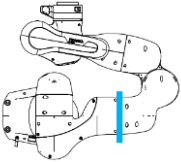
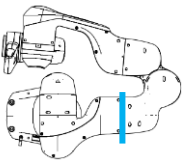
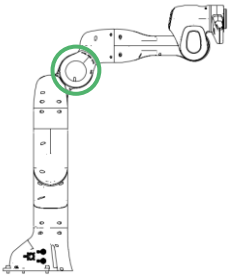
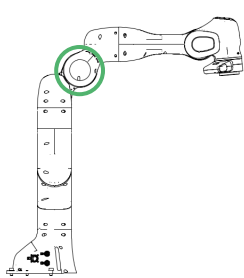
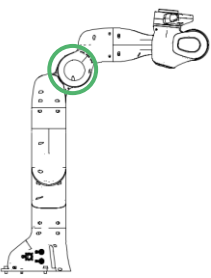
- ✓ Provedte zálohování, pokud to vadný Control ještě umožňuje.
- ✓ Vypněte robota.
- ✓ Vypněte Control na hlavním vypínači.
- ✓ Odpojte Ovládání od elektrické sítě.
- ✓ Odpojte zástrčkový spoj C1 (připojovací kabel k robotu) a také síťový spoj C2 na Control.
- ✓ Vyměňte vadný Control za náhradní Control. Dodržujte požadované podmínky prostředí pro Control (viz kapitola 10 "Montáž a instalace").
- ✓ Připojte připojovací kabel robota ke konektorovému připojení C1 na Control.
- ✓ Vytvořte síťové připojení C2
- ✓ Připojte ovladač Control k elektrické síti
- ✓ Připojte ovládací zařízení ke konektoru X5 na základně robota pomocí ethernetového kabelu.
- ✓ Zapněte ovládání Control hlavním vypínačem

17 DODATEK

17.1 Zastavovací časy a vzdálenosti

Následující schéma ukazuje doby zastavení a vzdálenosti zastavení os 1 až 4 podle požadavku normy EN ISO 10218-1.

Následující tabulka znázorňuje polohy kloubů pro různé stavy vysunutí. Franka Research 3.

	Vysunutí 100%	Vysunutí 66 %	Roztažení 33 %
Kloub 1			
Společný 2			
Kloub 3			
Kloub 4			

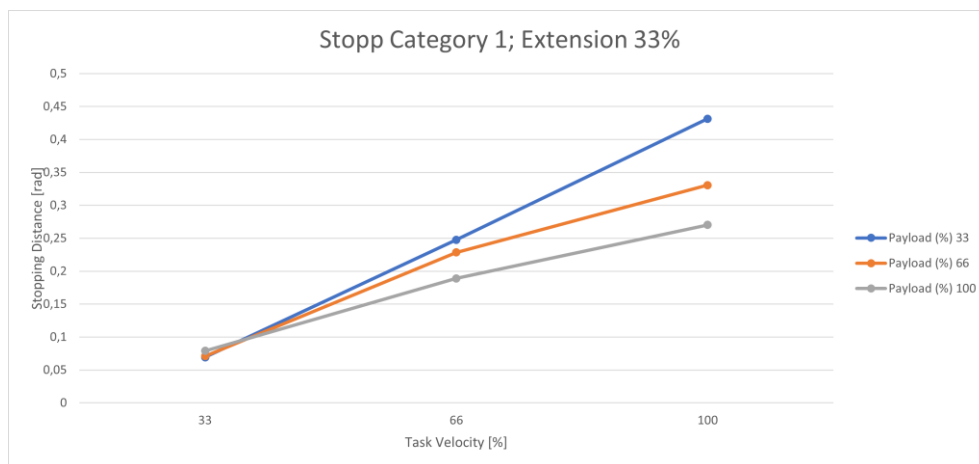
Obr. .171 : Znázornění stavů prodloužení

17.2 Zastavení Kategorie 1

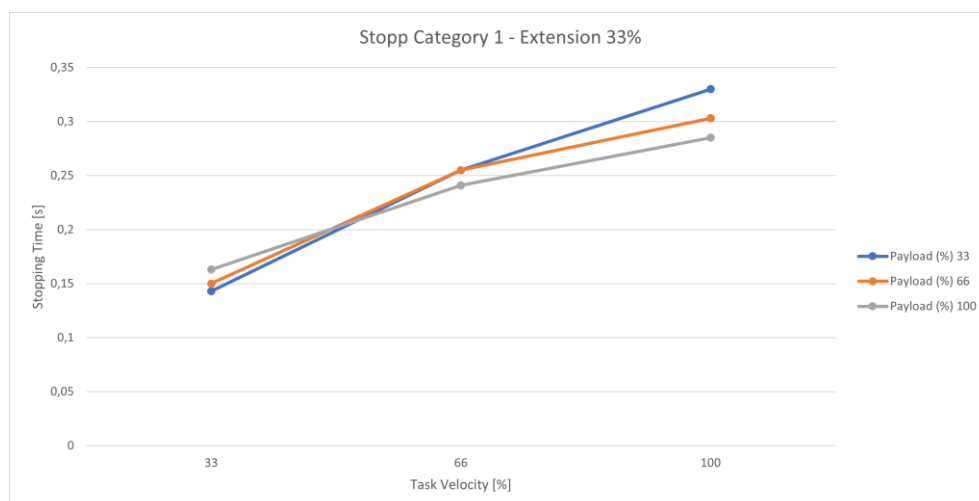
Následující tabulka shrnuje maximální hodnoty os 1-4 pro kategorii zastavení 1.

Kloub	Maximální vzdálenost zastavení [rad]	max. doba zastavení [s]
1	0,803	0,735
2	0,798	0,682
3	0,684	0,534
4	0,455	0,418

17.2.1 Společný 1



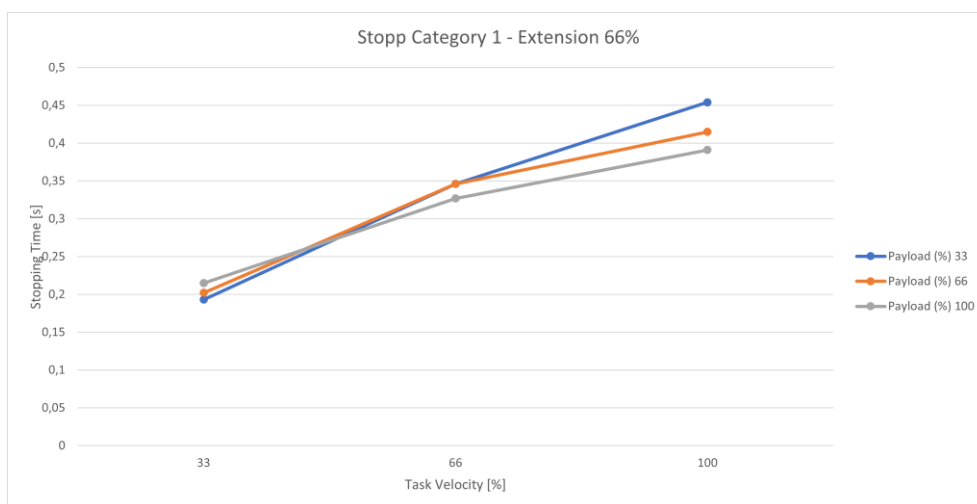
Obr. .172 : Vzdálenost; Stopp Cat 1; kloub 1, 33%



Obr. .173 : Čas; Stopp kat. 1; kloub 1, 33 %.



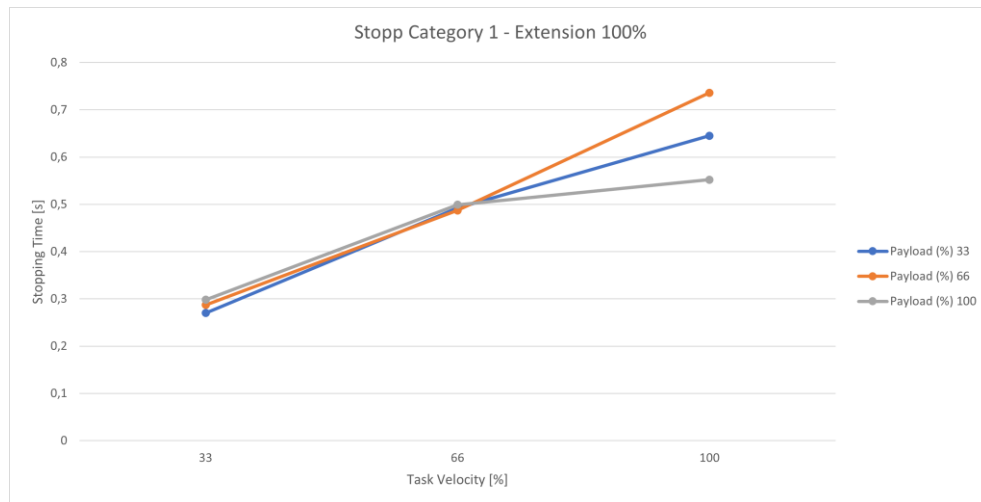
Obr. .174 : Vzdálenost; Stopp kat. 1; kloub 1 66 %.



Obr. .175 : Čas; Stopp Cat 1; Joint 1 66%

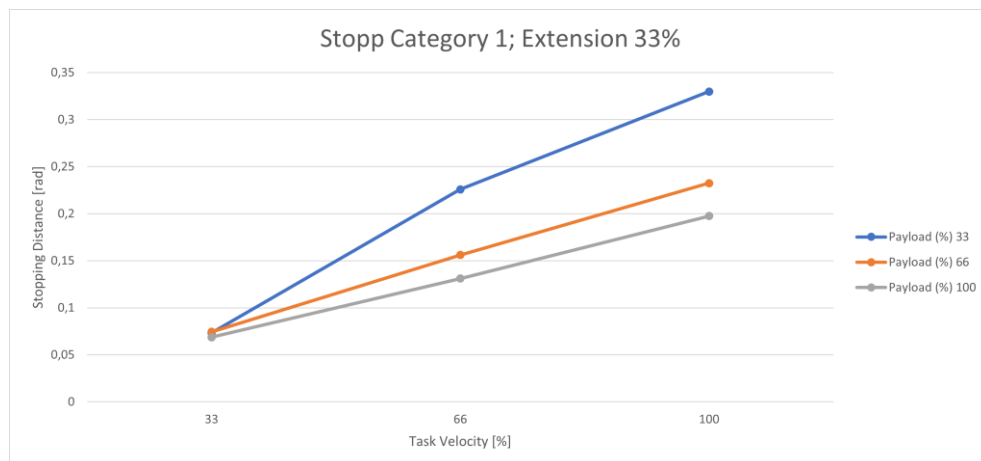


Obr. .176 : Vzdálenost; Stopp kat. 1; kloub 1 100 %.

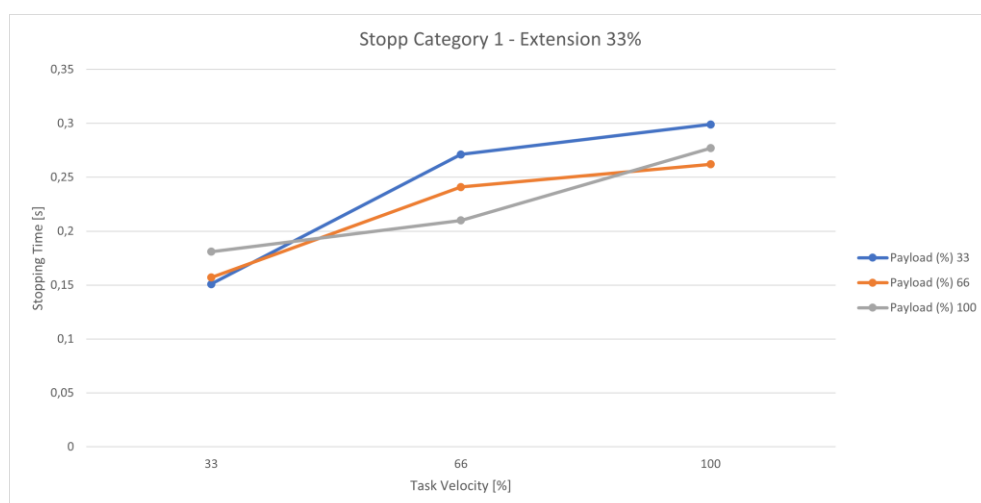


Obr. .177 : Čas; Stopp Cat 1; Joint 1 100%

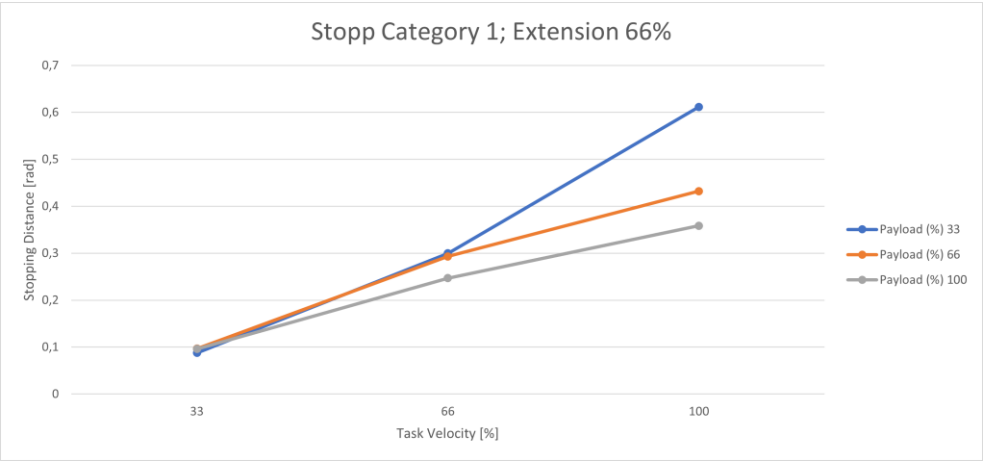
17.2.2 Kloub 2



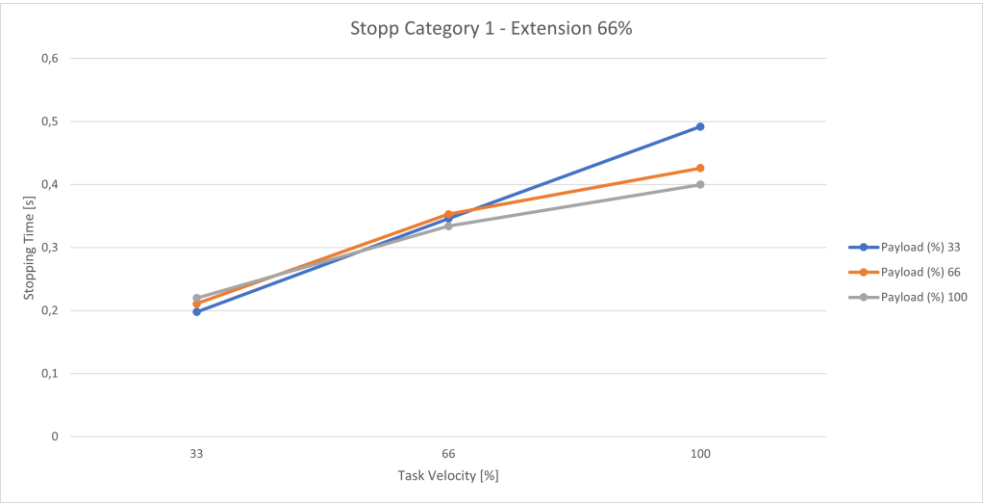
Obr. .178 : Vzdálenost; Stopp kat. 1; kloub 2 33 %.



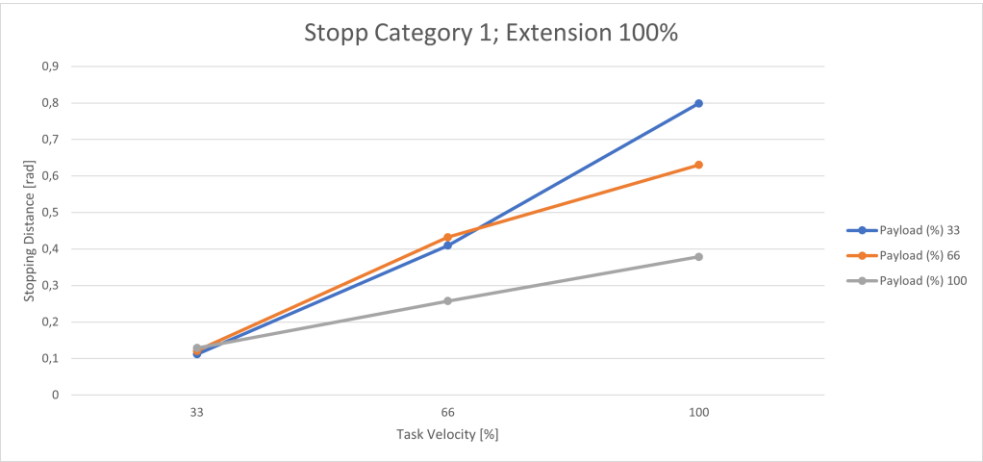
Obr. .179 : Čas; Stopp Cat 1; Joint 2 33 %.



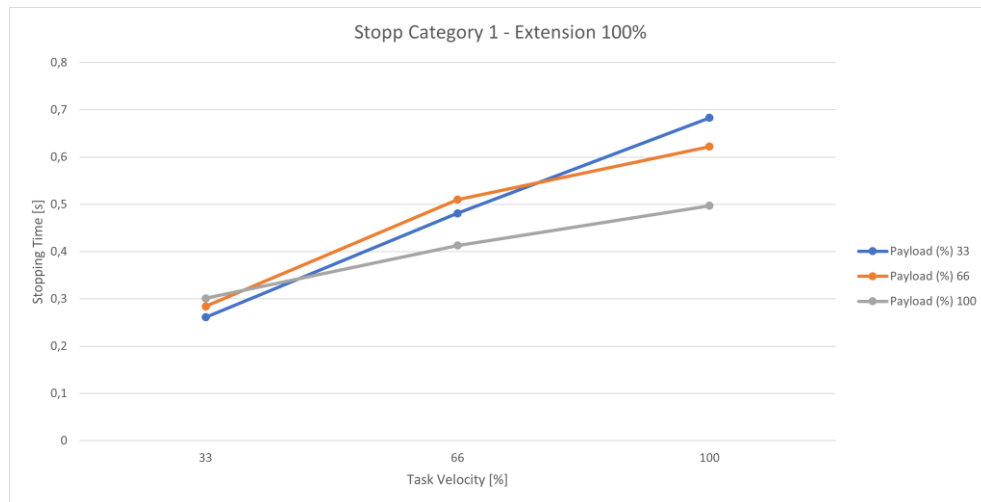
Obr. .1710 : Vzdálenost; Stopp kat. 1; kloub 2 66%



Obr. .1711 : Čas; Stopp Cat 1; Joint 2 66%

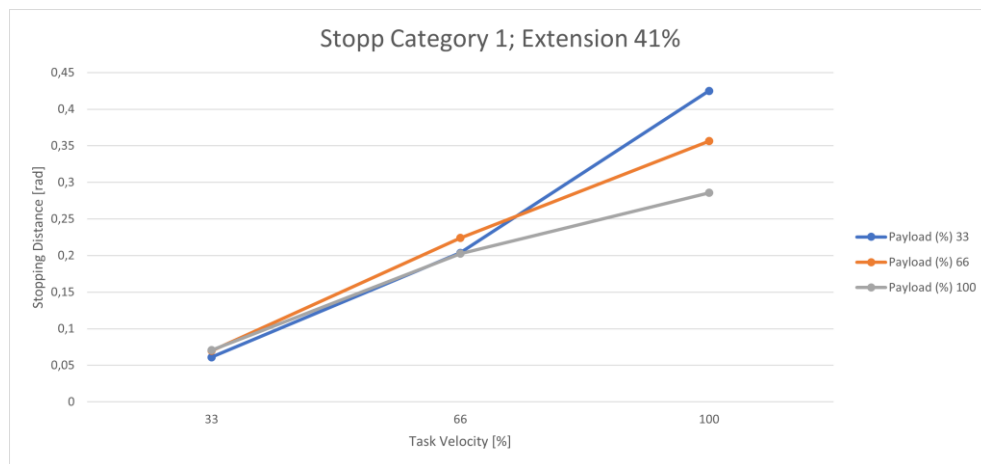


Obr. .1712 : Vzdálenost; Stopp kat. 1; kloub 2 100 %.

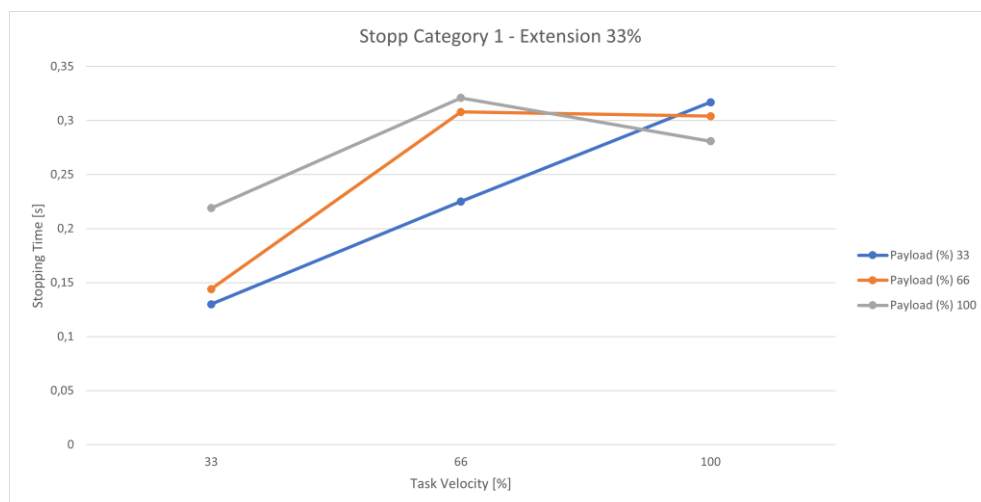


Obr. .1713 : Čas; Stopp Cat 1; Joint 2 100%

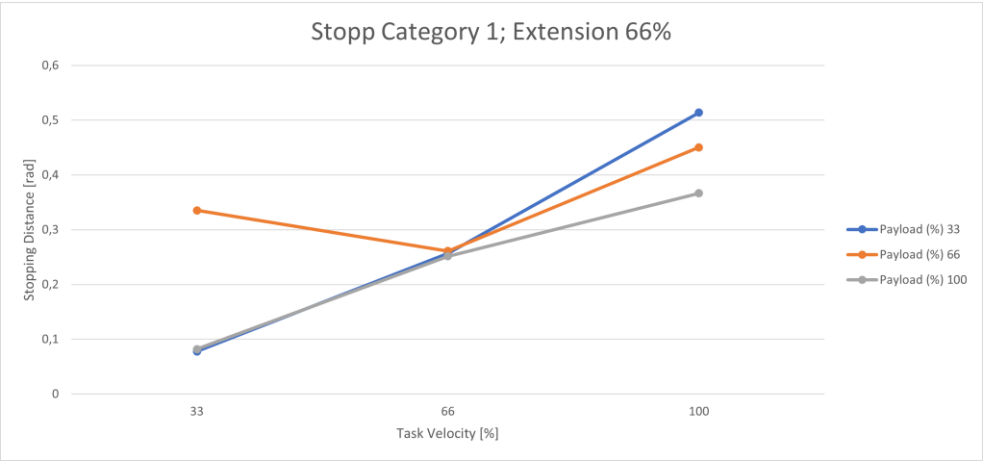
17.2.3 Kloub 3



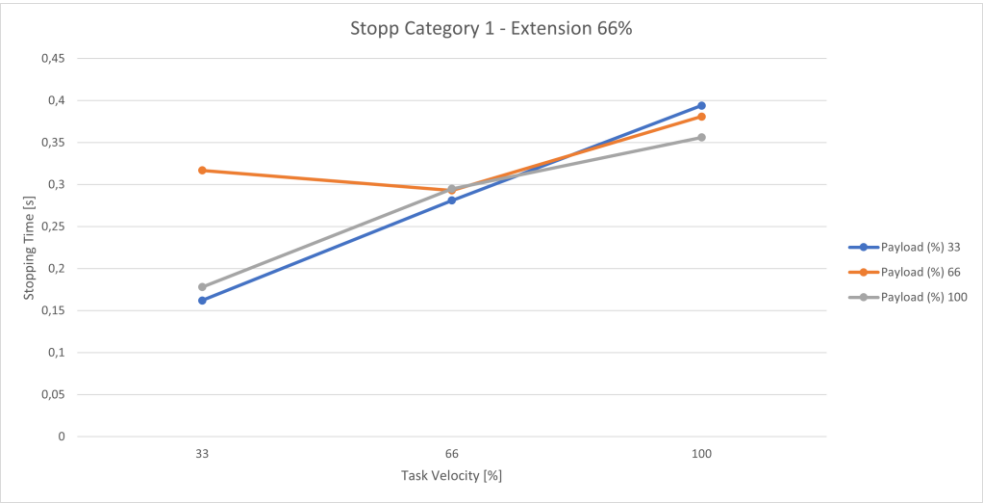
Obr. .1714 : Vzdálenost; Stopp kat. 1; kloub 3 33 %.



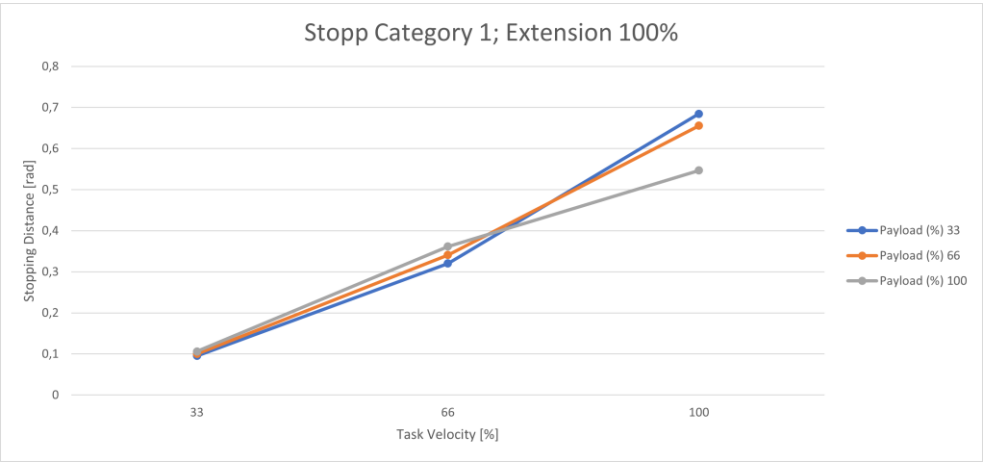
Obr. .1715 : Čas; Stopp kat. 1; kloub 3 33%



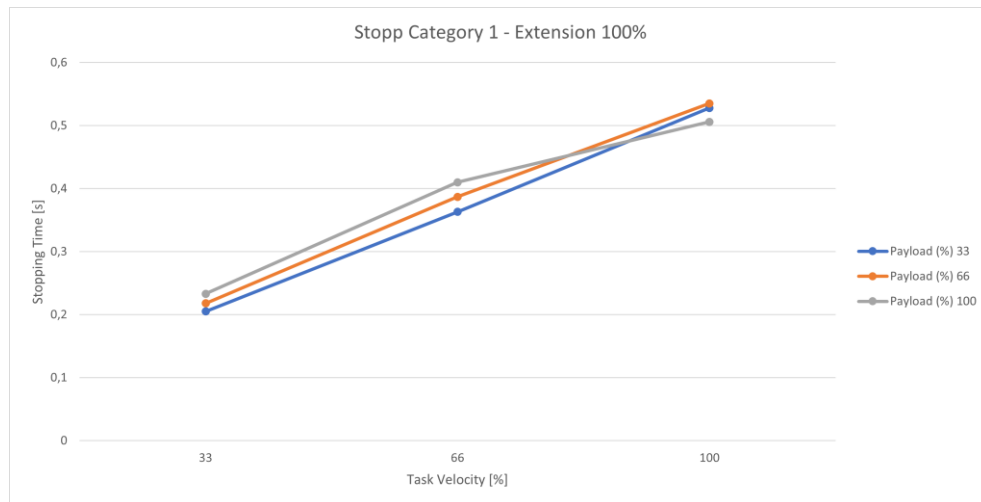
Obr. .1716 : Vzdálenost; Stopp kat. 1; kloub 3 66 %.



Obr. .1717 : Čas; Stopp Cat 1; Joint 3 66%



Obr. .1718 : Vzdálenost; Stopp Cat 1; Joint 3 100%

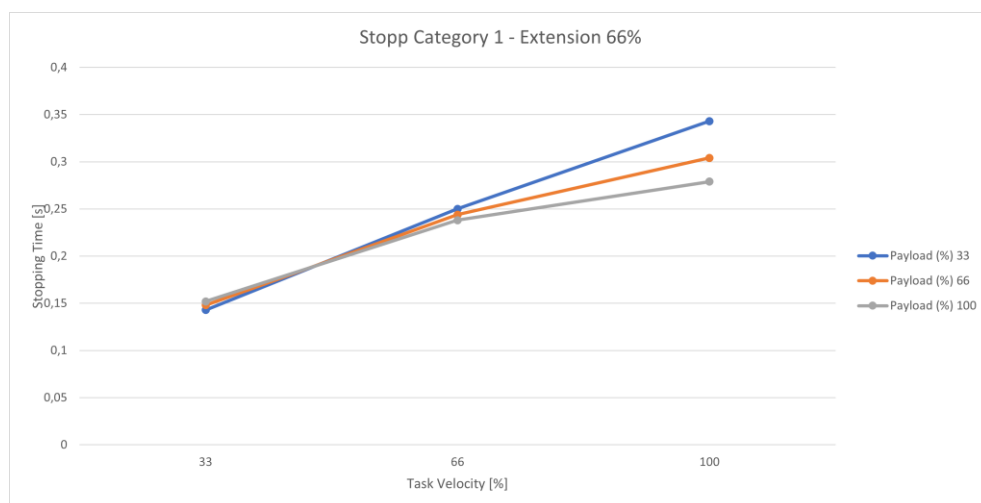


Obr. .1719 : Čas; Stopp Cat 1; Joint 3 100%

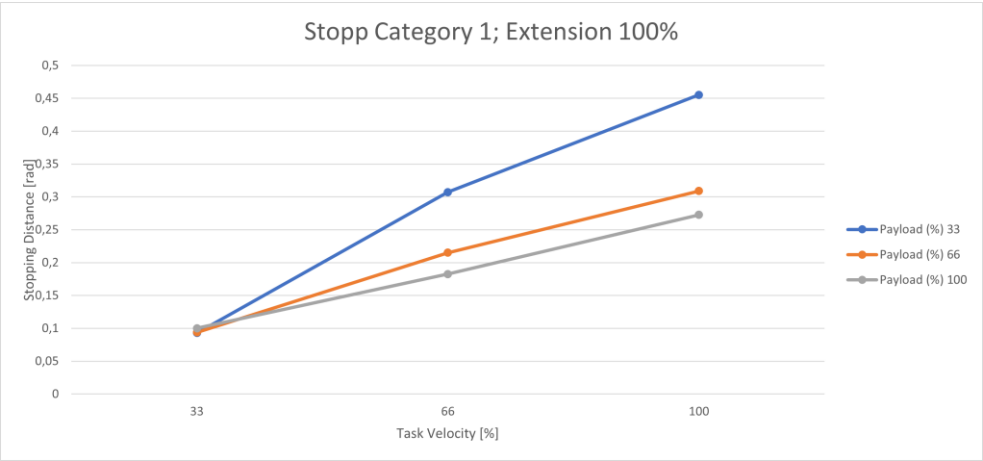
17.2.4 Kloub 4



Obr. .1720 : Vzdálenost; Stopp kat. 1; kloub 4 66 %.



Obr. .1721 : Čas; Stopp Cat 1; kloub 4 66%



Obr. .1722 : Vzdálenost; Stopp kat. 1; kloub 4 100 %.



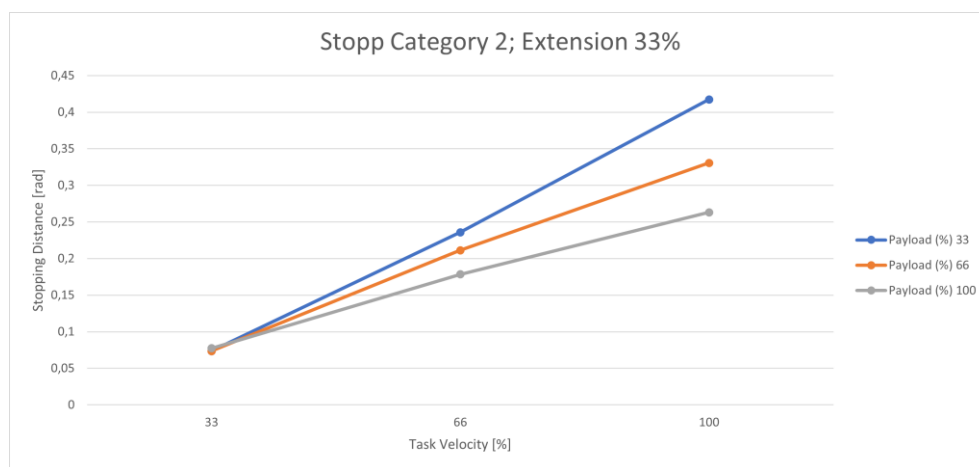
Obr. .1723 : Čas; Stopp Cat 1; kloub 4 100%

17.3 Zastávka kategorie 2

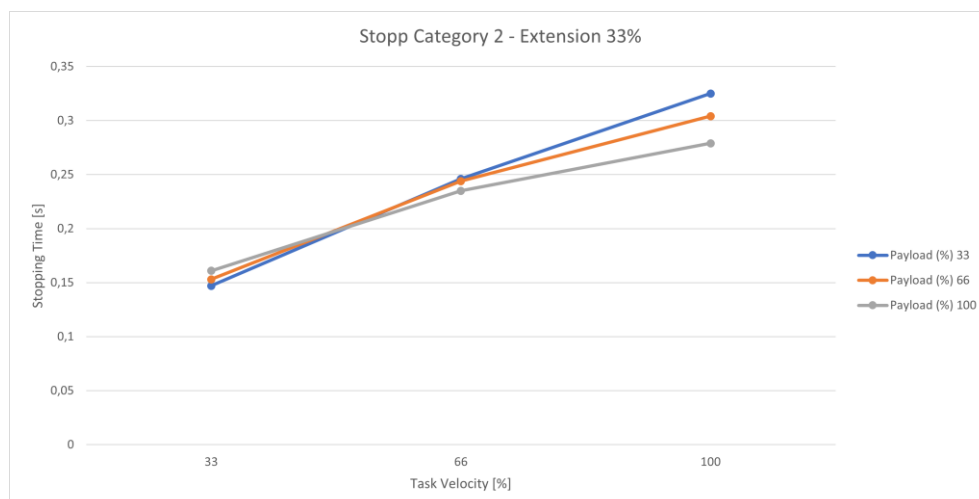
Následující tabulka shrnuje maximální hodnoty os 1-4 pro kategorii zastavení 2.

Kloub	max. brzdná dráha [rad]	max. doba zastavení [s]
1	0,806	0,743
2	0,805	0,684
3	0,695	0,542
4	0,455	0,417

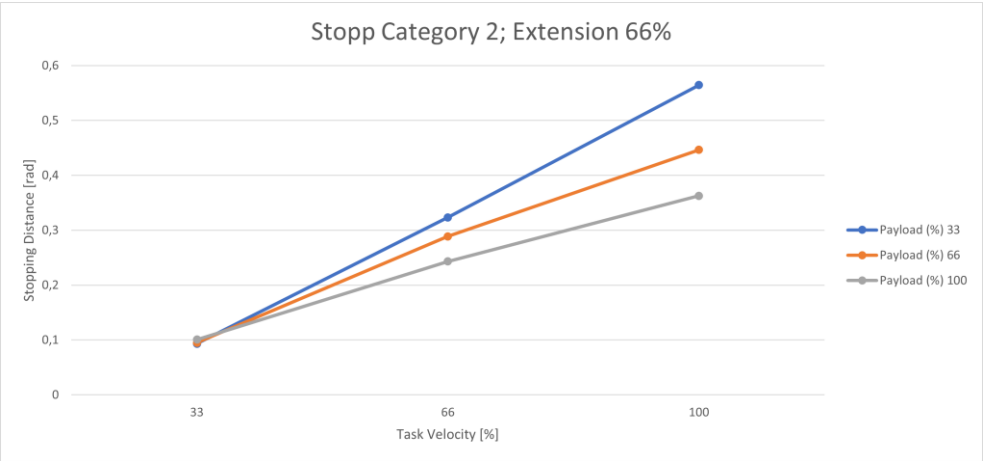
17.3.1 Společný 1



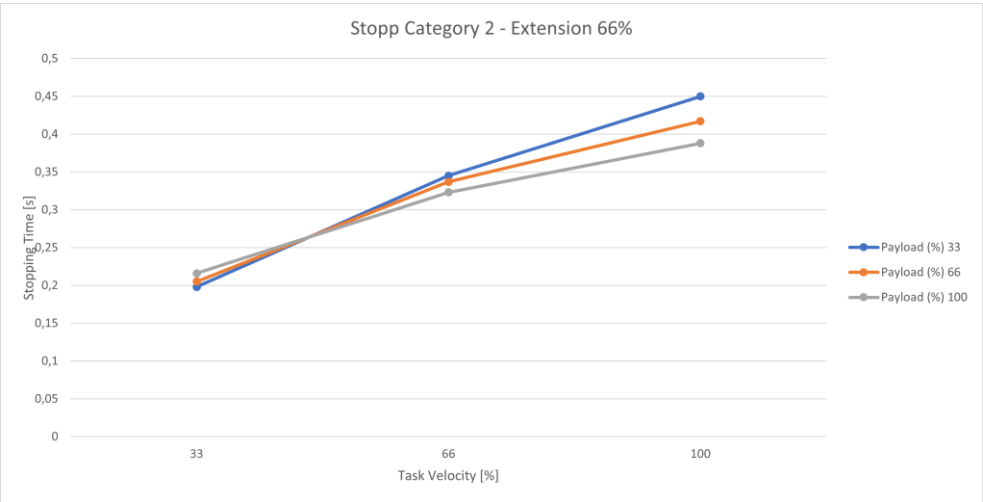
Obr. .1724 : Vzdálenost; Stopp Cat 2; Joint 1 33%



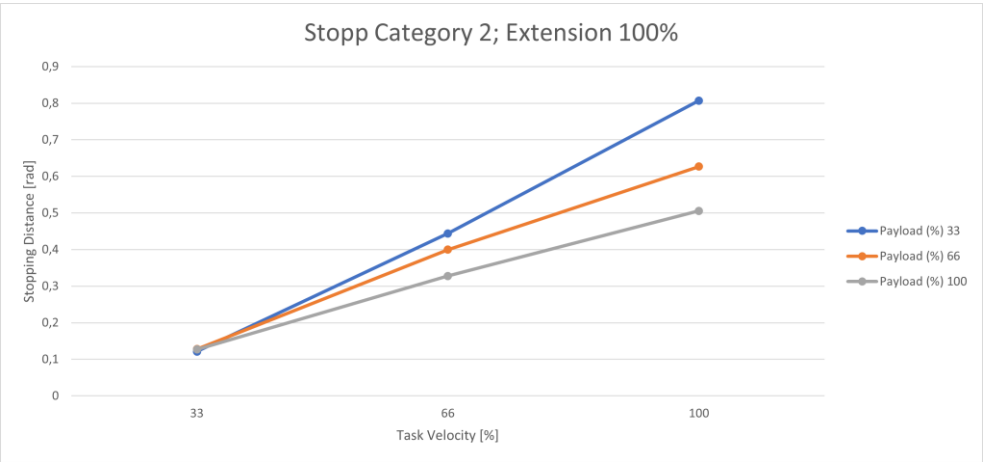
Obr. .1725 : Čas; Stopp kat. 2; kloub 1 33%



Obr. .1726 : Vzdálenost; Stopp kat. 2; kloub 1 66 %.

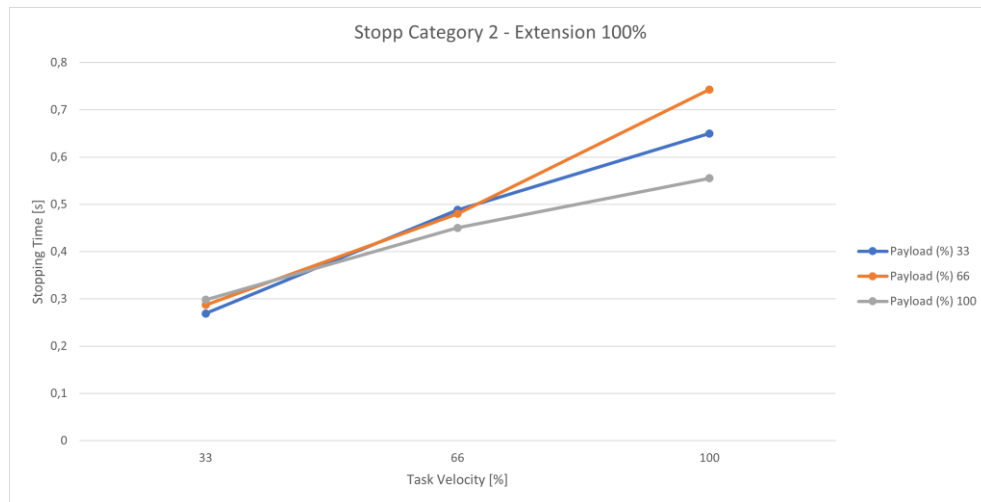


Obr. .1727 : Čas; Stopp Cat 2; kloub 1 66%



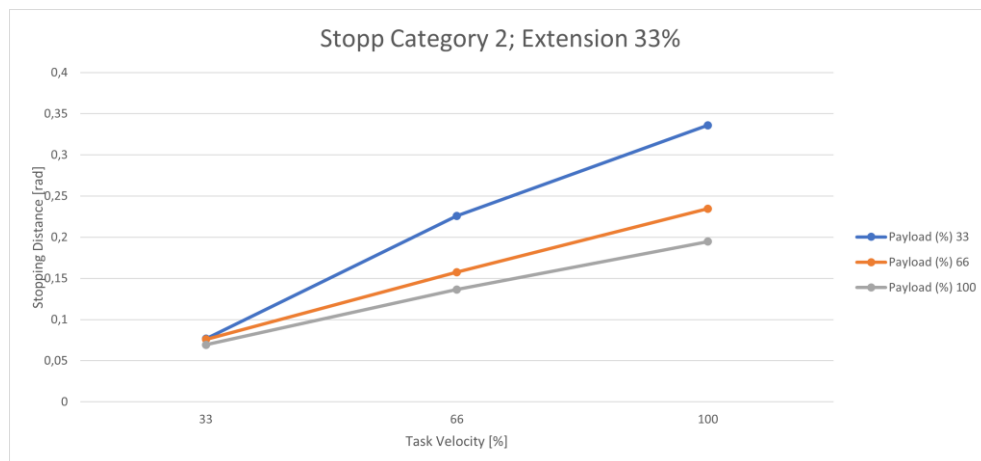
Obr. .1728 : Vzdálenost; Stopp kat. 2; kloub 1 100 %.

DODATEK

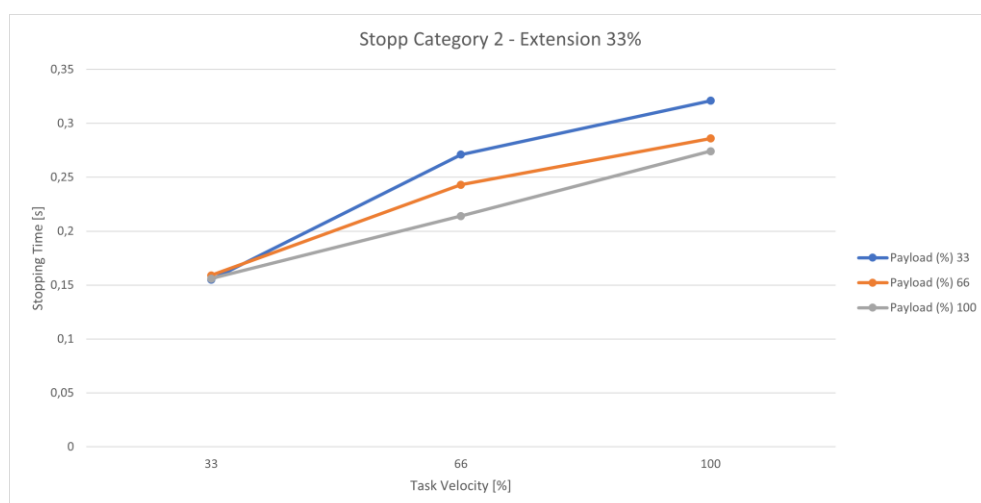


Obr. .1729 : Čas; Stopp kat. 2; kloub 1 100%

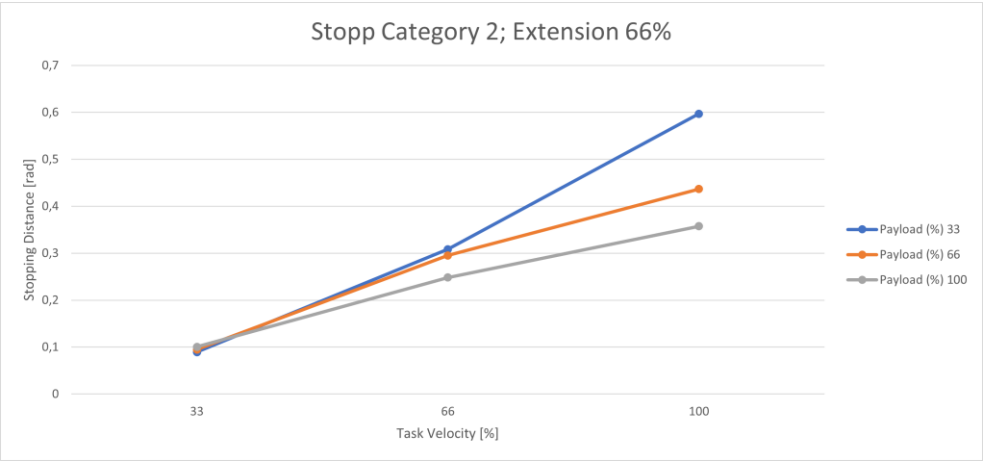
17.3.2 Kloub 2



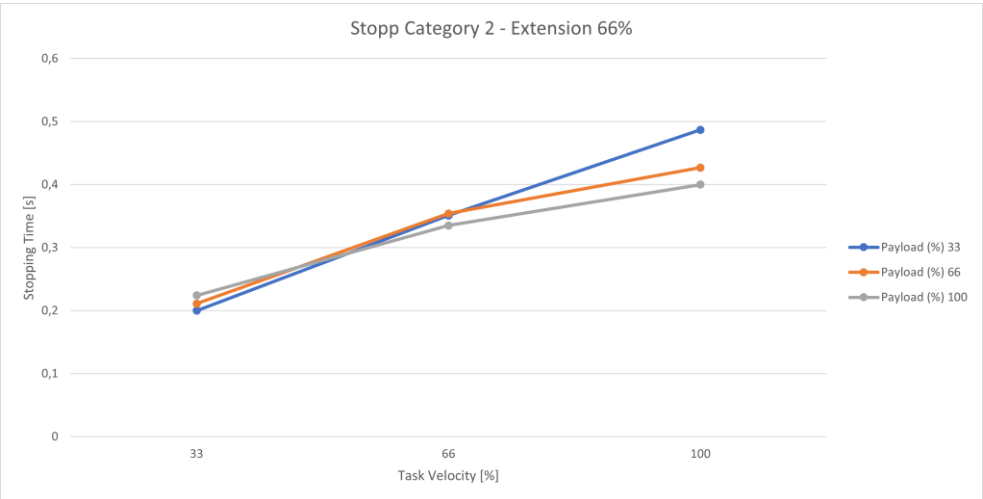
Obr. .1730 : Vzdálenost; Stopp kat. 2; kloub 2 33 %.



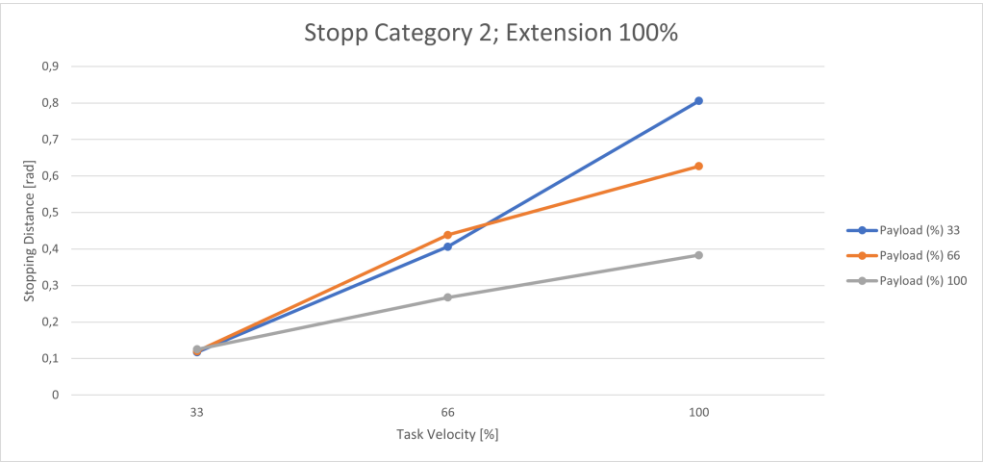
Obr. .1731 : Čas; Stopp kat. 2; kloub 2 33%



Obr. .1732 : Vzdálenost; Stopp Cat 2; Joint 2 66%



Obr. .1733 : Čas; Stopp Cat 2; Joint 2 66 %



Obr. .1734 : Vzdálenost; Stopp kat. 2; kloub 2 100 %.

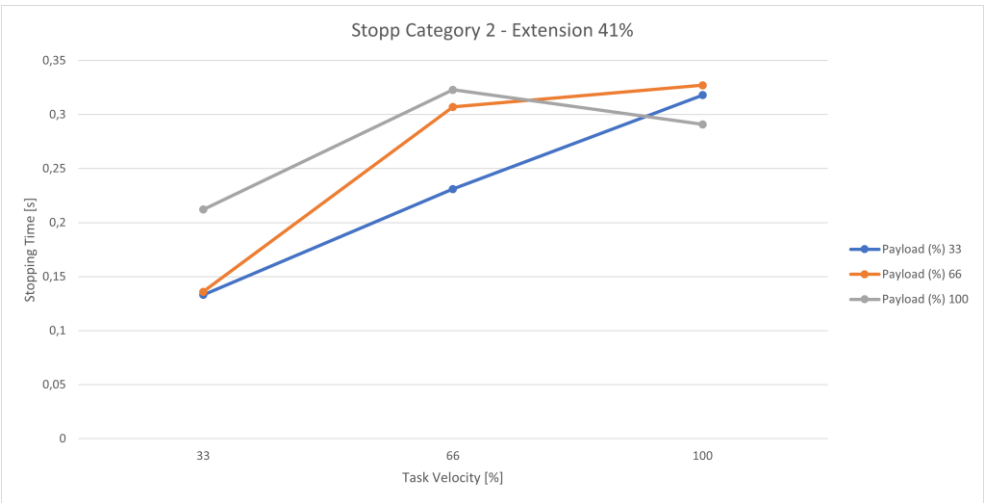


Obr. .1735 : Čas; Stopp Cat 2; Joint 2 100%

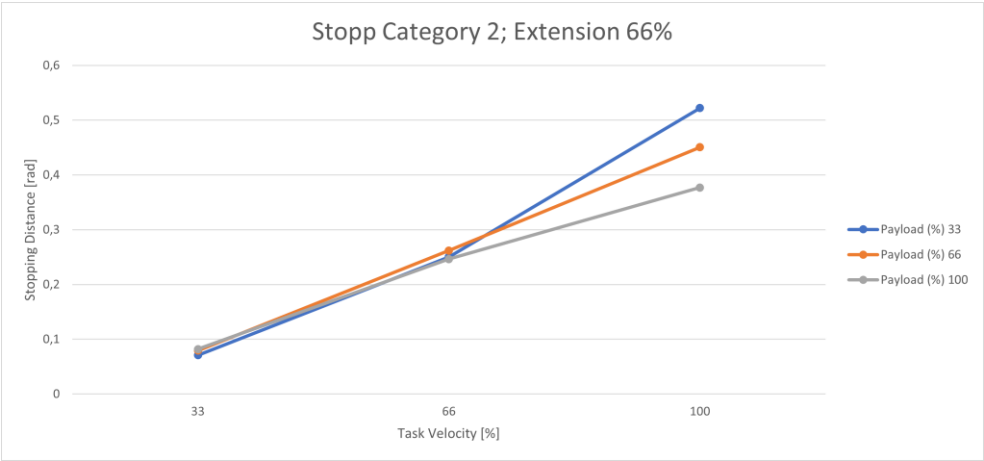
17.3.3 Kloub 3



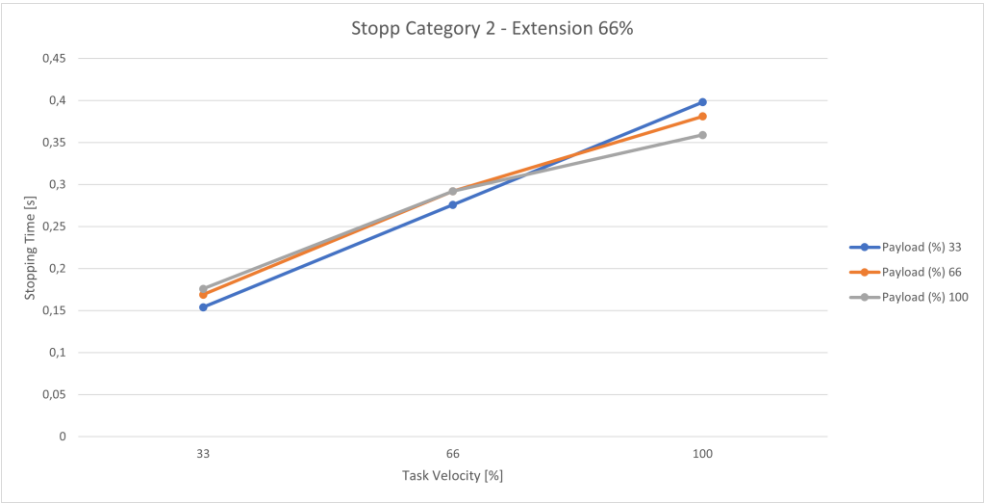
Obr. .1736 : Vzdálenost; Stopp kat. 2; kloub 3 41 %.



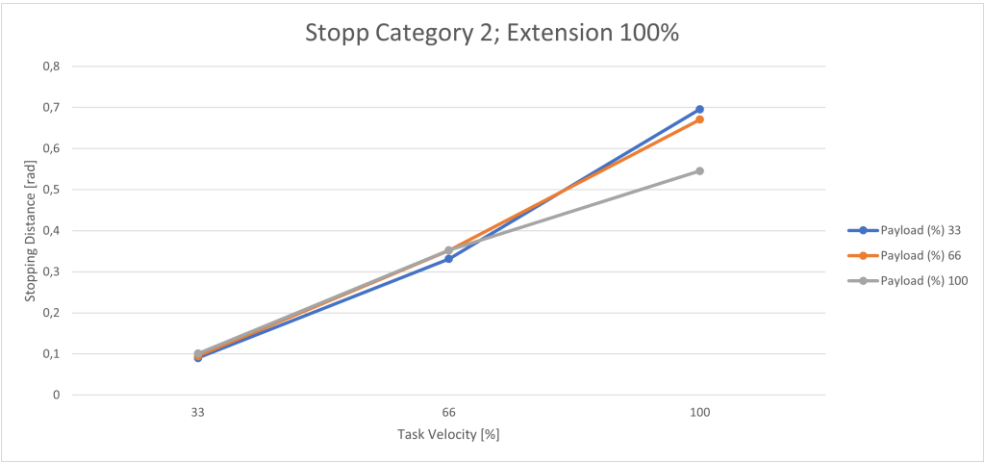
Obr. .1737 : Čas; Stopp kat. 2; kloub 3 41%



Obr. .1738 : Vzdálenost; Stopp kat. 2; kloub 3 66 %.

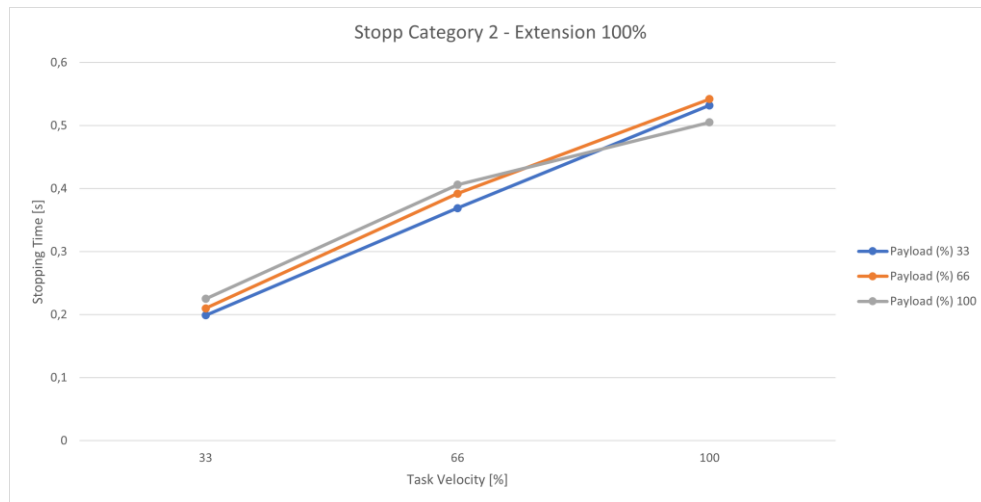


Obr. .1739 : Čas; Zastavení kat. 2; kloub 3 66%



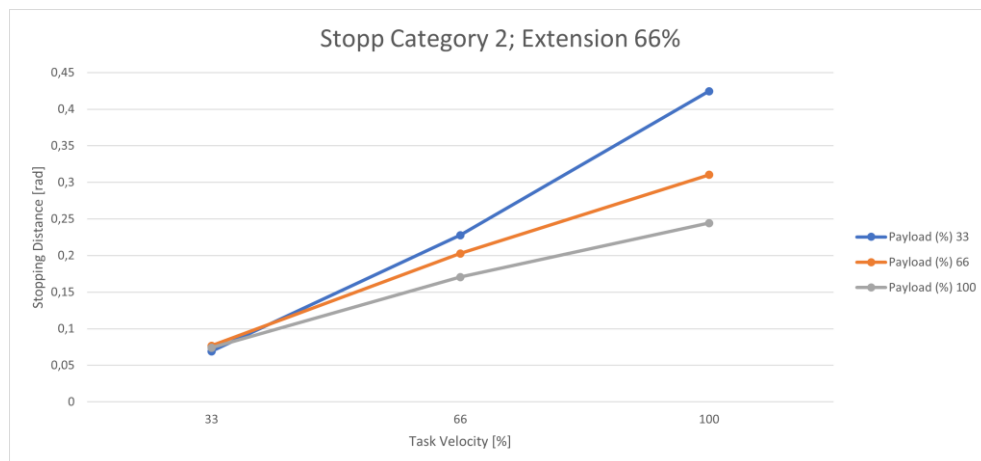
Obr. .1740 : Vzdálenost; Stopp Cat 2; Joint 3 100%

DODATEK

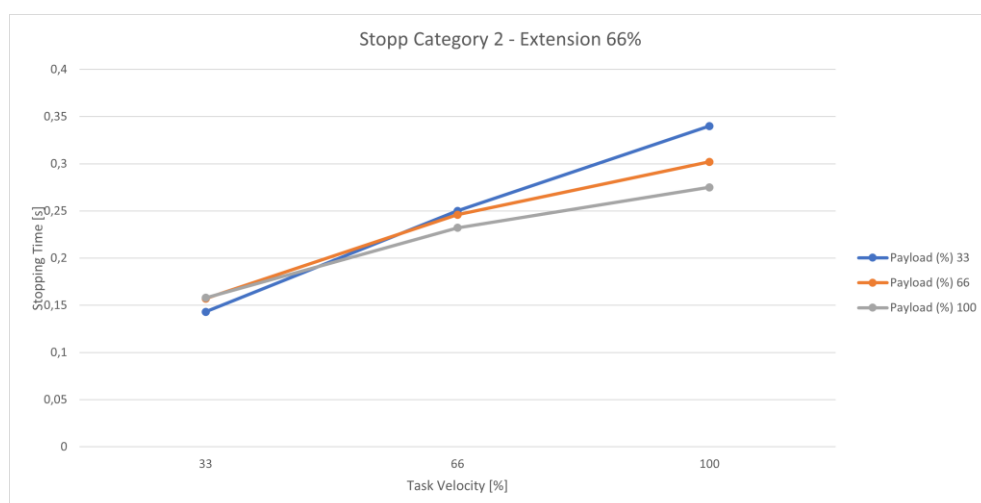


Obr. .1741 : Čas; Stopp kat. 2; kloub 3 100%

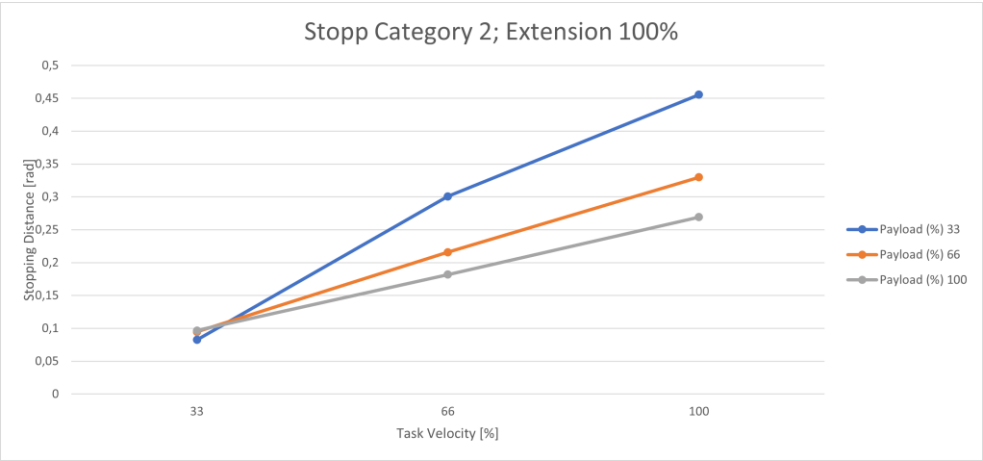
17.3.4 Kloub 4



Obr. .1742 : Vzdálenost; Stopp kat. 2; kloub 4 66 %.



Obr. .1743 : Čas; Stopp kat. 2; kloub 4 66%



Obr. .1744 : Vzdálenost; Stopp kat. 2; kloub 4 100 %.



Obr. .1745 : Zeit; Stopp kat. 2; kloub 4 100 %.

17.4 Doba odezvy

Vstup	Reakční doba motor	Reakční Bezpečný úchop	doba výstupní
Uživatelský vstup	42 ms	48 ms	
Porušení bezpečnostní funkce	36 ms	42 ms	
	42 ms	48 ms	
Centrální reakce - společná chyba	42 ms	48 ms	
Centrální reakce - podřízená chyba	10 ms	-	
Lokální reakce - společná chyba	10 ms	-	
Lokální reakce - podřízená chyba	30 ms	36 ms	
Reakce - chyba Master Control			

17.5 Přesnost bezpečné polohy

Pokud je použita jakákoli bezpečnostní funkce, která je založena na měření bezpečné polohy, je třeba vzít v úvahu omezenou přesnost.

Mezi hlavní přispívající faktory, které je třeba vzít v úvahu, patří mimo jiné pružnost konstrukce, mechanické tolerance, montážní tolerance, zpracování signálu, přesnost snímače.

Vliv těchto faktorů na přesnost je silně ovlivněn vnějšími silami, užitečným zatížením, dynamickým stavem, jako je rychlost a kinematická konfigurace (poloha).

Při parametrizaci bezpečnostních funkcí, které mají být v aplikaci použity, je třeba vzít v úvahu přesnost bezpečné polohy. To, jak velkou rezervu je třeba použít, je silně závislé na výše uvedených faktorech, a proto je třeba ji individuálně vyhodnotit a ověřit.

18 SLOVNÍČEK

Pojmenování	Popis
Správce	Administrátor je osoba pověřená odpovědnou osobou k přístupu do robotického systému a k využívání uživatelského rozhraní Desk takto: Administrátor nastavuje a mění role, přístupová práva a hesla. Správce nastavuje a mění parametry systému nesouvisející s bezpečností (např. při změně nastavení koncových efektorů). Správce programuje a učí robotický systém.
Aplikace	Aplikace jsou modulární programy robota, z nichž každý představuje dílčí krok robotické úlohy. Lze je zakoupit v obchodě Franka Store a parametrizovat je v aplikaci Desk tak, aby tvořily celé automatizační úlohy.
Rameno	Arm je dotykové robotické rameno se sedmi osami. Je součástí systému Franka Research 3.
Osy	Rameno se skládá ze sedmi po sobě jdoucích os. V osách se vytváří pohyb.
Kartézská	Kartézský prostor je trojrozměrný prostor, kde jsou všechny osy (X, Y a Z) kolmé.
Kategorie 0 Zastavení	Zastavení kategorie 0 je zastavení okamžitým odpojením napájení pohonů stroje (podle normy EN 60204:2019).
Zastavení kategorie 1	Zastavení kategorie 1 je řízené zastavení s dostupným napájením pohonů stroje pro dosažení zastavení a následným odpojením napájení po dosažení zastavení (podle normy EN 60204:2019).
Zastavení kategorie 2	Zastavení kategorie 2 je řízené zastavení s napájením dostupným pro akční členy stroje (podle normy EN 60204:2019).
Hmotnostní střed (CoM)	Těžiště je těžiště objektu. V tomto bodě začíná působit gravitační síla.
Prostor pro spolupráci	Prostor přístupný obsluze i robotu během provádění Úloh.
Spojovací kabel	Spojovací kabel spojuje rameno s ovládáním.
Ovládání	Control je hlavní řídicí jednotka a je součástí systému Franka Research 3. Hlavní řídicí jednotka umožňuje sledování a ovládání mechanické konstrukce robota.
Stůl	Desk je webové, intuitivní a grafické programovací a uživatelské rozhraní společnosti Franka Robotics, které slouží k výměně informací a vydávání příkazů. Je součástí uživatelského rozhraní Franka.
Zařízení pro nouzové zastavení	Zařízení nouzového zastavení musí být připojeno k systému, aby bylo možné zastavit Franka Research 3 a provést kat. 1 zastavení v případě nouze. To způsobí, že Franka Research 3 zabrzdí na maximální výkon a zajišťovací šrouby mechanicky zablokují rameno. Zařízení nouzového zastavení se připojuje ke konektoru X3 na základně ramene.

SLOVNÍČEK

Pojmenování	Popis
Štítky pro nouzové odblokování	Štítky nouzového odblokování se nacházejí na třech různých místech ramene. Ukazují, kde je možné použít Nástroj pro nouzové odblokování k ručnímu přesunu robota v případě nouze.
Nouzové odblokování	Použití nástroje pro nouzové odblokování k odblokování systému nouzového blokování pro ruční pohyb ramene se nazývá nouzové odblokování.
Nástroj pro nouzové odblokování	Nástroj pro nouzové odblokování je nástroj pro ruční odblokování systému blokování proti selhání v případě nouze. Pomocí tohoto nástroje lze ramenem pohybovat, i když je rameno bez napájení.
Směrnice 2014/30/EU o elektromagnetickém rušení	Směrnice o elektromagnetickém rušení (2014/30/EU), označovaná jako směrnice EMI, upravuje elektromagnetickou kompatibilitu zařízení v rámci Evropského hospodářského prostoru, Švýcarska a Turecka.
Povolovací tlačítko	Tlačítko Enabling Button je součástí zařízení Pilot-Grip a Pilot. Umožňuje aktivaci pohybu ramene.
Externí povolovací zařízení	Externí povolovací zařízení se připojuje ke konektoru X4 do základny ramene. Při polovičním stisknutí External Enabling Device je možné testovat a spouštět automatické programy robota, dokud zařízení zůstává polovičně stisknuté.
Systém uzamčení s ochranou proti selhání	Systém fail-safe uzamčení blokuje všech sedm os ramene Arm. Rameno si udržuje svou polohu, i když je vypnuto napájení.
Pravidlo FCC 47 CFR část 15	FCC je Federální komise pro komunikace. Je to nezávislý americký úřad regulující rádiové, satelitní a kabelové komunikace. Reguluje otázky týkající se elektromagnetické kompatibility zařízení.
Franka Robotics GmbH	Franka Robotics GmbH (zkráceně FR) je název společnosti. Vyvinuli jsme a nyní vyrábíme Franka Research 3.
Franka Research 3/ Systém Franka Research 3	Komponenty ramene a řídicího systému tvoří systém Franka Research 3, nazývaný jednoduše Franka Research 3.
Franka Store	Franka Store je internetový obchod společnosti Franka Robotics, který nabízí aplikace, balíčky a hardware pro snadné objednání online. Je součástí služby Franka World: https://franka.world/ .
Uživatelské rozhraní Franka	Franka UI je softwarový rámec pro uživatelské rozhraní Franka Research 3 přístupné přes webový prohlížeč. Obsahuje rozhraní "Desk", "Watchman" a "Settings".
Franka World	Franka World je online platforma, která propojuje zákazníky, partnery a vývojáře softwaru a hardwaru, jejichž činnost se točí kolem produktů a služeb společnosti Franka Robotics. Franka World poskytuje nástroje pro správu Franka Research 3, přístup do online obchodu, který obsahuje neustále se rozšiřující portfolio softwarových a hardwarových produktů, a možnost stát se součástí aktivní a nadšené komunity. Navštivte stránky https://franka.world/ a využijte všech výhod.

SLOVNÍČEK

Pojmenování	Popis
Průvodcovství / ruční průvodcovství	Navádění popisuje pohyb robota pomocí haptické interakce, např. za účelem výuky nové pózy.
Tlačítko navádění	Tlačítko Guiding se nachází na pravé straně rukojeti Pilot-Grip. Ramenem lze pohybovat stisknutím tlačítka Guiding Button a polovičním stisknutím tlačítka Enabling Button.
Režim navádění	Režimy navádění usnadňují navádění uzamčením nebo odemčením různých směrů nebo otáčení v prostoru, např. pohyb Ramena ve třech směrech. Mezi režimy navádění lze přepínat pomocí tlačítka Guiding-Mode na rukojeti Pilot-Grip nebo přímo z plochy Desk.
Ruka/ Francouzská ruka	Ručka je elektrické dvoupřsté paralelní chapadlo a je volitelně k dispozici. Rukojeť lze použít pro Franka Production3, Franka Research 3 a montáže podle provedení příruby ISO. Hand je koncový efektor. Není součástí certifikovaného strojního zařízení.
Integrátor	Integrátor je zodpovědný za sestavení částečně zkompletovaného strojního zařízení do finálního strojního zařízení spojením robota s dalším zařízením nebo jiným strojem, včetně dalších robotů, aby vznikl strojní systém. Integrátor rovněž provádí příslušné posouzení rizik, aby identifikoval zbytková rizika a odstranil je a minimalizoval podle normy ISO 12100. Integrátor odpovídá za bezpečnost finální aplikace.
Interakce	Franka Research 3 je navržena tak, aby se dala snadno programovat a ovládat a aby se rychle učila a znovu učila nové úlohy. Když je Franka Research 3 v režimu "monitorovaného zastavení" nebo je vedena (výukový režim), základna Franka Research 3 je bílá, což signalizuje, že je ruka připravena k interakci.
Zařízení rozhraní	Zařízení rozhraní, komerčně dostupný počítač, tablet nebo NOTICEbook s webovým prohlížečem, je připojeno k základně Arm prostřednictvím ethernetového kabelu. Prostřednictvím zařízení lze přistupovat k uživatelskému rozhraní Franka ve webovém prohlížeči.
Směrnice o nízkém napětí 2014/35/ES	Směrnice o nízkém napětí (2014/35/ES), dále jen směrnice o nízkém napětí (LVD), upravuje bezpečnost elektronicky ovládaných zařízení v rámci Evropského hospodářského prostoru, Švýcarska a Turecka.
Směrnice o strojních zařízeních (2006/42/EU)	Směrnice o strojních zařízeních (2006/42/ES), dále jen směrnice o strojních zařízeních nebo MD, upravuje standardizovanou úroveň ochrany pro předcházení nehodám strojních zařízení a částečně zkompletovaných strojních zařízení v rámci Evropského hospodářského prostoru, Švýcarska a Turecka.
Maximální pracovní prostor	Prostor, který mohou pohyblivé části robota obsáhnout, plus prostor, který může obsáhnout koncový efektor a obrobek. Další informace naleznete v kapitole Maximální a chráněný prostor v kapitole Správná instalace
Obsluha	Operátor je oprávněn k přístupu k robotu Franka Research 3 a k používání uživatelského rozhraní Desk k používání robotu Franka Research 3 v rámci limitů definovaných odpovědnou osobou a správcem. Operátor je oprávněn spouštět, sledovat a zastavovat zamýšlený provoz systému Franka Research 3. V rámci aplikace Desk lze uživatelům přidělit roli "operátor". Operátoři mají k programu Desk pouze omezený přístup.
Pilot	Pilot je uživatelské rozhraní na rameni, které slouží k navádění a ovládání ramene a/nebo stolu Desk. Zahrnuje Pilot-Grip a Pilot-Disc.

SLOVNÍČEK

Pojmenování	Popis
Pilot-Disc	Pilot-Disc je součástí systému Pilot a slouží k interakci s ramenem a/nebo stolem.
Pilot-Grip	Rukojeť Pilot-Grip je součástí systému Pilot a slouží k ručnímu vedení.
Pozice	Póza je kombinace polohy a orientace v prostoru.
Ochranná opatření	Ochrannými opatřeními se dosahuje snížení rizika podle bodu 3.19 normy ISO 12100. Jsou prováděna a posuzována těmito osobami: Projektant a/nebo integrátor (inherentně bezpečná konstrukce, zajištění a doplňková ochranná opatření, informace pro použití). Odpovědná osoba/Integrátor (organizace: bezpečné pracovní postupy, dohled, systémy povolení k práci; zajištění a používání doplňkových ochranných opatření; používání osobních ochranných prostředků; školení).
Odpovědná osoba	Odpovědná osoba odpovídá za dodržování předpisů o ochraně zdraví při práci a vyhlášky o bezpečnosti provozu. Odpovědnou osobou pro Franka Research 3 je mimo jiné podnikatel, ředitel ústavu, zaměstnavatel nebo pověřená osoba odpovědná za používání Franka Research 3.
Směrnice RoHS 2011/65/EU	Směrnice RoHS (2011/65/EU), dále jen směrnice RoHS, omezuje používání některých nebezpečných látek v elektrických a elektronických zařízeních v rámci Evropského hospodářského prostoru, Švýcarska a Turecka.
Chráněný prostor	Zabezpečení obvodu vymezuje chráněný prostor. Další informace naleznete v části Klasifikace prostorů v kapitole Správná instalace
Bezpečnostní pravidla	Bezpečnostní pravidlo se skládá z parametrizované bezpečnostní funkce, volitelných podmínek aktivace a reakce, která se provede při porušení bezpečnostní funkce.
Bezpečnostní scénáře	Soubor bezpečnostních pravidel definovaných v programu Watchman pokrývající konkrétní rizikovou situaci, např. scénář "Test & Jog" zahrnující všechna pravidla pro režim Test & Jog.
Bezpečnostní nastavení	Definice obecných nastavení důležitých pro bezpečnost, jako je bezpečné chování vstupů nebo kolizní model koncového efektoru.
SEEPS	Bezpečnostní funkce "Bezpečné vypnutí koncového efektoru". Podrobnosti viz kapitola Bezpečnostní funkce.
Rozhraní nastavení	Rozhraní Settings (Nastavení) je uživatelské rozhraní přístupné přes webový prohlížeč, které slouží k nastavení parametrů systému Franka Research 3 nesouvisejících s bezpečností, např. nastavení sítě, uživatelských rolí nebo hesel. Je součástí softwarového rámce Franka UI.
Jednotný kontrolní bod (SPoC)	Single Point of Control (SPoC) je funkce, která umožňuje pouze jednomu uživateli v daném okamžiku spouštět kritické akce, tj. upravovat nastavení systému a úlohy nebo spouštět aktivní akce robota, jako je odemykání kloubů a spouštění úloh.
SLD	Bezpečnostní funkce "Bezpečně omezená vzdálenost". Podrobnosti viz kapitola Bezpečnostní funkce.
SLP-C	Bezpečnostní funkce "Bezpečně omezená kartézská poloha". Podrobnosti viz kapitola Bezpečnostní funkce.
SLP-J	Bezpečnostní funkce "Bezpečně omezený úhel kloubu". Podrobnosti viz kapitola Bezpečnostní funkce.

SLOVNÍČEK

Pojmenování	Popis
SLS-C	Bezpečnostní funkce "Bezpečně omezená kartézská rychlost". Podrobnosti viz kapitola Bezpečnostní funkce.
SLS-J	Bezpečnostní funkce "Bezpečně omezená kloubová rychlost". Podrobnosti viz kapitola Bezpečnostní funkce.
SMSS	Bezpečnostní funkce "Bezpečně monitorovaný klidový režim". Podrobnosti viz kapitola Bezpečnostní funkce.
Brzdná dráha	Dráha zastavení je vzdálenost, kterou rameno urazí po přijetí požadavku na zastavení, dokud rameno zcela nezastaví.
Doba zastavení	Doba zastavení je doba, která uplyne po přijetí požadavku na zastavení, např. nouzovým zařízením, do úplného zastavení ramene.
Úloha	Úloha v aplikaci Desk představuje celou automatizační rutinu. Úloha se skládá z jedné nebo několika aplikací.
Výuka	Výuka popisuje proces parametrizace úlohy a obsažených aplikací (Apps) ručním vedením robota nebo koncového efektoru. Patří sem mimo jiné výuka "póz" naváděním robota do této pózy.
Chyba sledování	Skutečný pohyb ramene sleduje cílový pohyb s malou odchylkou, tzv. chybou sledování.
Watchman	Watchman je uživatelské rozhraní přístupné přes webový prohlížeč, které slouží k nastavení a vizuálnímu ověření parametrů souvisejících s bezpečností systému Franka Research 3, např. sledované rychlosti související s bezpečností nebo sledovaných prostorů souvisejících s bezpečností. Je součástí uživatelského rozhraní programu Franka.
Webový prohlížeč	Softwarová aplikace spuštěná na zařízení s rozhraním, která slouží jako připojení k uživatelskému rozhraní Franka. Webový prohlížeč poskytuje prostředí pro rozhraní Desk, Watchman a Settings. Mezi příklady patří následující: Chrome, Edge a Firefox.

19 INDEX

Dodatečné vybavení.....	48	Polní sběrnice.....	129, 130
Správce.....	38	Franka.....	8, 200
Aplikace.....	98, 145, 146, 166	Řídicí rozhraní Franka.....	110, 155, 156
Arm	13, 17, 40, 48, 56, 66	FCI.....	110, 155, 156
Ruční přesun ramene	24	Franka Store.....	200
Vybalení zařízení	57	Franka UI	8, 21, 27, 139
Osy	126	Franka World.....	144, 166, 176
Zálohování.....	169	Správa aplikací a aktualizací.....	166
Konfigurace koncového efektoru.....	170	Aktualizace.....	168
Konfigurace Modbus.....	170	Gelenk-Referenz-Position des Armes.....	84
Nastavení sítě	170	Glosář	199
Konfigurace bezpečnosti.....	169	Průvodce	
Uložení vytvořených úloh	171	Navádění / ruční navádění.....	28
Kartézský	30	Tlačítko navádění.....	43, 130, 159
Kartézský prostor.....	126	Režim navádění	149
Hmotnostní střed (CoM).....	19, 133, 159	Tlačítko režimu navádění	43
Certifikáty	11	Ruční.....	41, 46, 49
Čištění.....	172	Manipulace	54, 55, 87
Prostor pro spolupráci.....	132	Nečinnost	27, 28, 130
Spojovací kabel.....	57, 76	Instalace.....	18, 47, 49, 56
Ovládání.....	14, 18, 39, 48, 56, 67	Příprava místa instalace.....	65
Stůl	41, 77, 140	Zapojení a elektrická instalace	71
Likvidace	12, 172, 173	Integrátor.....	20, 37
Nouzový.....	15, 18	Zamýšlené použití.....	17
Zařízení pro nouzové zastavení	15	Interakce.....	41, 92
Instalace nouzového zastavení	23	Zařízení rozhraní.....	39, 49, 96
Štítek pro nouzové odblokování	13	Označení na zařízení.....	13
Nouzové odblokování	13	Štítek s označením funkční země	14
Nástroj pro nouzové odblokování	24	Štítek polohy úchopu	14
Směrnice 2014/30/EU o elektromagnetickém rušení.....	200	Stažení protokolu.....	176
Povolovací tlačítko.....	28, 94, 152, 159	Přihlášení	139
Koncový efektor.....	46, 80, 87, 144, 159	Směrnice o nízkém napětí 2014/35/ES	201
Externí povolovací zařízení	15, 48, 73, 94	Směrnice o strojních zařízeních 2006/42/ES.....	17
obnovení továrního nastavení	38	Údržba.....	172
Obnovení továrního nastavení	176	Maximální prostor.....	54, 61, 81, 90
Systém uzamčení při poruše	24, 133, 159	Zneužití	17, 20
Pravidlo FCC 47 CFR část 15	200	Provozní režimy.....	130
		Obsluha.....	26, 27, 30, 37

INDEX

Pilot.....	40, 41	Bezpečnostní pravidla.....	26
Pilot-Disc.....	41	Bezpečnostní protokol.....	177
Pilot-Grip.....	41	SEEPO.....	30
Pilotní režim.....	41	Autotest.....	93
Porty.....	72	Servis a podpora.....	159, 174
C2.....	74	Výměna hardwaru.....	177
X1.....	44	Settings-Schnittstelle.....	143
X2.....	72	Jednotný kontrolní bod (Spoc).....	127
X3.....	73	Jednotný řídicí bod (SPoC).....	21, 127
X4.....	73	Místo instalace.....	62, 64
X5.....	74	SLD.....	31
X6.....	74	SLP-J.....	31
Pozice.....	126	SLS-C.....	30
Praktické tipy pro použití a polohování.....	82, 151	SLS-J.....	31
Ochranná opatření.....	18	SMSS.....	30
Odpovědná osoba.....	8, 36, 37	Software-Einrichtung.....	96
Opětovné spuštění.....	110	Brzdná dráha.....	24
Směrnice RoHS 2011/65/EU.....	11	Zastavovací funkce.....	31
Role a osoby		Zastavení kategorie 0.....	31
Správce.....	38	Zastávka kategorie 1.....	31
Odpovědná osoba.....	36	Zastavení kategorie 2.....	31
Role a osoby.....	36	Doba zastavení.....	24
Role a osoby		Doba zastavení a vzdálenosti.....	181, 198
Odpovědná osoba.....	36	Vypnutí.....	110, 164, 165
Role a osoby		Zapnutí.....	90
Integrátor.....	37	Úkol.....	94, 100, 126, 146
Role a osoby		Výuka.....	91, 131, 133, 145, 146, 154, 159
Operátor.....	37	Výuka úkolu.....	91, 131, 145, 146, 154
Role a osoby		Technické specifikace.....	50
Administrátor.....	37	Chybné sledování.....	153
Role a osoby		Přeprava.....	54, 56, 87, 90
Bezpečnostní operátor.....	38	Přebalování ramene.....	87
Role a osoby		Vybalování.....	58
Přirazení uživatelských rolí.....	38	Řešení problémů.....	159
Bezpečnost.....	16	Uživatelské rozhraní.....	37, 41, 96, 102
Instalace bezpečnostních periférií.....	23	Watchman.....	26, 112, 143
Bezpečné vstupy.....	29	Vytváření a úprava pravidel.....	119
Bezpečné výstupy.....	31	Vytváření sfér pro modelování obálky koncového efektoru.....	117
Zabezpečený prostor.....	61	Úprava bezpečnostní konfigurace.....	114
Koncepce bezpečnosti.....	26	Konfigurace koncového efektoru.....	116
Bezpečnostní funkce.....	29		

INDEX

Obečná nastavení bezpečnosti	116
Konfigurace bezpečného vstupu	116
Konfigurace bezpečnosti.....	112

Nastavení bezpečnosti.....	116
Struktura pravidla	119
Ověřit	122

20 TABULKA ČÍSEL

Obr. 3.1: Typový štítek	13	Obr. 10.8: Vyjmutí ramene.....	60
Obr. 3.2: Štítek nouzového odemknutí.....	13	Obr. 10.9: Otevřete krabici ovládání.....	61
Obr. 3.3: Štítek horkého povrchu	14	Obr. 10.10: Vyjmutí obalu.....	61
Obr. 3.4: Štítek funkční země.....	14	Obr. 10.11: Vyjmutí ovládání.....	61
Obr. 3.5: Štítek polohy zvedání.....	14	Obr. 10.12: Rozdělení prostorů.....	62
Obr. 3.6: Kontrolní typový štítek	14	Obr. 10.13: Příprava základní desky.....	66
Obr. 3.7: Typový štítek vnějšího zařízení	15	Obr. 10.14: Vrtací šablona	67
Obr. 3.8: Typový štítek zařízení pro nouzové zastavení.....	15	Obr. 10.15: Montáž ramene	70
Obr. 4.1: Připojení zařízení nouzového zastavení.....	24	Obr. 10.16: Přehledové schéma připojení	72
Obr. 4.2: Nouzové odblokování.....	26	Obr. 10.17: Rozhraní X2.....	73
Obr. 4.3: Ruční odtlačení.....	27	Obr. 10.18: X3 - bezpečné vstupy.....	73
Obr. 4.4: Stavby při normálním provozu.....	29	Obr. 10.19: Rozhraní X6.....	74
Obr. 6.1: Přehled zařízení	40	Obr. 10.20: Připojení funkčního uzemnění.....	75
Obr. 6.2: Přehled ramene	41	Obr. 10.21: Připojení propojovacího kabelu ramene	76
Obr. 6.3: Pilot.....	42	Obr. 10.22: připojení připojovacího kabelu k ovládání.....	77
Obr. 6.4: stav přepínání Povolovací tlačítko.....	43	Obr. 10.23: Připojení externího označovacího zařízení	77
Obr. 6.5: Zapínací tlačítko	43	Obr. 10.24: Připojení ovládacího zařízení	78
Obr. 6.6: Tlačítko režimu navádění.....	44	Obr. 10.25: Připojení ochranného zařízení (zde povelové zařízení pro nouzové zastavení)	80
Obr. 6.7: Tlačítko režimu navádění.....	44	Obr. 10.26: Měřicí body měření ESD.....	83
Obr. 6.8: Tlačítko navádění Obr. 6.8: Tlačítko navádění.....	44	Obr. 10.27: Konstrukce pracovního prostoru	84
Obr. 6.9: Vodicí tlačítko	45	Obr. 10.28: Kloubová referenční poloha ramene	84
Obr. 6.10: Připojovací porty na základně robota.....	45	Obr. 10.29: Vzdálenost k rameni narážejícímu na hlavu	85
Obr. 6.11: Příruba koncového efektoru	47	Obr. 10.30: Vzdálenost k nárazu ramene na hlavu	85
Obr. 6.12: Rozměry a připojovací otvory ovládání	47	Obr. 10.31: Vzdálenost k rameni mačkajícímu ruku	85
Obr. 6.13.....	48	Obr. 10.32: Ochranné pomůcky nenosí šperky ...	86
Obr. 7.1: rozsah dodávky Rameno	49	Obr. 10.33: Balení paže	93
Obr. 7.2: rozsah dodávky Ovládání	49	Obr. 10.34: Uzavírání krabice.....	94
Obr. 7.3: Rozsah dodávky zařízení	49	Obr. 11.1: Zapnutí ovládání	95
Obr. 7.4: Rozsah dodávky Připojovací kabel	50	Obr. 11.2: Modré stavové kontrolky na rameni... ..	96
Obr. 9.1: Polohy zvedání	56	Obr. 11.3: Výběr jazyka Počáteční konfigurace.....	105
Obr. 10.1: Přehled rozhraní.....	57	Obr. 11.4: Počáteční konfigurace sítě.....	105
Obr. 10.2: Balení	58	Obr. 11.5: Registrace Franka World.....	106
Obr. 10.3: Rozbalení hlavní krabice.....	59	Obr. 11.6: Vytvoření správce.....	107
Obr. 10.4: Vyjmutí jednotlivých kartonů.....	59	Obr. 11.7: Nastavení koncového efektoru	107
Obr. 10.5: Vnitřní kartony	59		
Obr. 10.6: Otevření krabice z ramene	60		
Obr. 10.7: Vybalení ramene.....	60		

TABULKA ČÍSEL

Obr. 11.8 Síťové připojení pro použití FCI.....	109	Obr. 13.13: Stažení uživatelské příručky.....	154
Obr. 11.9 Nastavení sítě.....	110	Obr. 13.14: Pracovní stůl.....	154
Obr. 11.10 Ubuntu - konfigurace sítě Ethernet.....	111	Obr. 13.15: Postranní panel stolu.....	Error! Bookmark not defined.
Obr. 11.11 Ubuntu - nastavení statické IP adresy	111	Obr. 13.16: Strážce.....	160
Obr. 11.12 Rozhraní TUI-Interface	114	Obr. 13.17: Nastavení nabídky.....	160
Obr. 12.1: Watchman.....	121	Obr. 13.18: Parametrizace aplikace	164
Obr. 12.2: Ověřená pravidla	123	Obr. 13.19: Rozhraní aplikace	165
Obr. 12.3: Přepnutí do režimu "Návrh"	123	Obr. 13.20: Jemné nastavení polohy	166
Obr. 12.4: Režim "Draft	124	Obr. 13.21: Přehled přepínání mezi režimy vedení rukou.....	167
Obr. 12.5: Validací značky	124	Obr. 13.22: Ilustrace ručního vedení.....	167
Obr. 12.6: Konfigurace koncového efektoru	130	Obr. 13.23: Nastavení, pokud je zvolen "Uživatelský režim"	167
Obr. 12.7: Konfigurace koulí.....	131	Obr. 13.24: Schválení ručního vedení.....	169
Obr. 12.8: Příklad koulí pro ruku Franka.....	132	Obr. 13.25: Zkouška & Jog.....	171
Obr. 12.9: Příklad konfigurace koulí pro ruku Franka s holí.....	132	Obr. 13.26: Zpráva "Byl porušen limit kloubu" ..	177
Obr. 12.10: Pravidla úprav	133	Obr. 13.27: Zpráva se zobrazením vadného kloubu	177
Obr. 12.11: struktura pravidla	133	Obr. 13.28: Potvrzení, že kloub je opět v limitu ..	178
Obr. 12.12: Konfigurace "Aktivačního prostoru"	135	Obr. 13.29: Zpráva "Zjištěna chyba polohy kloubu" ..	178
Obr. 12.13: sledování.....	135	Obr. 13.30: Zpráva se zobrazením chybného kloubu	179
Obr. 12.14: Vytvoření kubické oblasti.....	136	Obr. 13.31: Obnovení zablokovaného kloubu ...	179
Obr. 12.15: Nastavení rychlosti	136	Obr. 13.32: Obnovení kloubu připravené k pohybu	180
Obr. 12.16: Struktura validace	137	Obr. 13.33: Dosažení konformační polohy	180
Obr. 12.17: Validace.....	137	Obr. 13.34: Potvrzené obnovení kloubu.....	181
Obr. 12.18: Validace pravidel.....	138	Obr. 13.35: Zpráva Tlačítko není drženo	181
Obr. 12.19: Validace Strážce	139	Obr. 13.36: Zpráva při nedosažení referenční polohy.....	182
Obr. 12.20 Bezpečnostní zpráva.....	139	Obr. 13.37: Potvrzení úplného zotavení	182
Obr. 13.1: Požadavek na kontrolu.....	142	Obr. 14.1: Správa aplikací a funkcí přes Franka World.....	185
Obr. 13.2: Řízení uživatele čekající na schválení.....	142	Obr. 14.2: Síťové připojení ovládání.....	186
Obr. 13.3: Žádost uživatele.....	142	Obr. 16.1: Záchraný systém	198
Obr. 13.4: Vynucení kontroly	143	Obr. 16.2: Síť.....	198
Obr. 13.5: Přehled provozních režimů.....	144	Obr. 16.3: Stažení protokolu a obnovení továrního nastavení.....	199
Obr. 13.6: postup	145	Obr. 17.1: Ilustrace stavů rozšíření.....	211
Obr. 13.7: Asistenční operace	146	Obr. 17.2: Vzdálenost; Stopp Cat 1; Joint 1, 33%	212
Obr. 13.8: Přiřazení oblasti.....	149	Obr. 17.3: Čas; Stopp Cat 1; Joint 1 33 %	212
Obr. 13.9: Pracovní operace	149		
Obr. 13.10: Indikace asistenčního režimu.....	151		
Obr. 13.11: Podmínky pro povolení pohybu v asistenčním režimu	151		
Obr. 13.12: Uživatelské rozhraní pro přihlášení Franka.....	153		

TABULKA ČÍSEL

Obr. 17.4: Vzdálenost; Stopp Cat 1; kloub 1 66 %	213	Obr. 17.31: Čas; zastavení kat. 2; kloub 2 33 %	222
Obr. 17.5: Čas; Zastavení kat. 1; kloub 1 66%...213		Obr. 17.32: Vzdálenost; zastavení kat. 2; kloub 2 66 %	223
Obr. 17.6: Vzdálenost; zastavení kat. 1; kloub 1 100%.....	213	Obr. 17.33: Čas; zastavení kat. 2; kloub 2 66 %	223
Obr. 17.7: Čas; zastavení kat. 1; kloub 1 100% .214		Obr. 17.34: Vzdálenost; zastavení kat. 2; kloub 2 100%.....	223
Obr. 17.8: Vzdálenost; zastavení kat. 1; kloub 2 33 %	214	Obr. 17.35: Čas; zastavení kat. 2; kloub 2 100%	224
Obr. 17.9: Čas; zastavení kat. 1; kloub 2 33 %...214		Obr. 17.36: Vzdálenost; zastavení kat. 2; kloub 3 41 %	224
Obr. 17.10: Vzdálenost; zastávka kat. 1; kloub 2 66 %	215	Obr. 17.37: Čas; zastavení kat. 2; kloub 3 41 %	224
Obr. 17.11: Čas; Zastavení kat. 1; kloub 2 66 %215		Obr. 17.38: Vzdálenost; zastavení kat. 2; kloub 3 66 %	225
Obr. 17.12: Vzdálenost; Stopp Cat 1; kloub 2 100%	215	Obr. 17.39: Čas; zastavení kat. 2; kloub 3 66 %	225
Obr. 17.13: Čas; zastavení kat. 1; kloub 2 100%	216	Obr. 17.40: Vzdálenost; zastavení kat. 2; kloub 3 100%.....	225
Obr. 17.14: Vzdálenost; Zastavení kat. 1; kloub 3 33%	216	Obr. 17.41: Čas; zastavení kat. 2; kloub 3 100%	226
Obr. 17.15: Čas; zastavení kat. 1; kloub 3 33 %	216	Obr. 17.42: Vzdálenost; zastavení kat. 2; kloub 4 66 %	226
Obr. 17.16: Vzdálenost; zastavení kat. 1; kloub 3 66 %	217	Obr. 17.43: Čas; zastávka kat. 2; kloub 4 66%...226	
Obr. 17.17: Čas; zastavení kat. 1; kloub 3 66 %	217	Obr. 17.44: Vzdálenost; zastavení kat. 2; kloub 4 100%.....	227
Obr. 17.18: Vzdálenost; zastavení kat. 1; kloub 3 100%.....	217	Obr. 17.45: Zeit; Stopp Cat 2; Joint 4 100%.....	227
Obr. 17.19: Čas; zastavení kat. 1; kloub 3 100%	218		
Obr. 17.20: Vzdálenost; zastavení kat. 1; kloub 4 66 %	218		
Obr. 17.21: Čas; zastavení kat. 1; kloub 4 66 %	218		
Obr. 17.22: Vzdálenost; zastavení kat. 1; kloub 4 100%.....	219		
Obr. 17.23: Čas; zastavení kat. 1; kloub 4 100%	219		
Obr. 17.24: Vzdálenost; zastavení kat. 2; kloub 1 33 %	220		
Obr. 17.25: Čas; zastavení kat. 2; kloub 1 33 %	220		
Obr. 17.26: Vzdálenost; zastavení kat. 2; kloub 1 66 %	221		
Obr. 17.27: Čas; zastavení kat. 2; kloub 1 66 %	221		
Obr. 17.28: Vzdálenost; zastavení kat. 2; kloub 1 100%.....	221		
Obr. 17.29: Čas; zastavení kat. 2; kloub 1 100%	222		
Obr. 17.30: Vzdálenost; zastavení kat. 2; kloub 2 33 %	222		

Franka Robotics GmbH
Frei-Otto-Strasse 20
80797 Mnichov
Německo