



| SINAMICS Safety Integrated

SINAMICS Drives Academy

| Kdo prezentuje

Ing. Vít Adamík

Obchodně-technický poradce

DI MC DGMC

Siemens, s.r.o.

Škrobářenská 511/5

617 00 Brno

Mobil: +420 727 896 774

E-mail vit.adamik@siemens.com

Ing. Lukáš Drottner, Ph.D.

Obchodně-technický poradce

DI MC DGMC

Siemens, s.r.o.

Škrobářenská 511/5

617 00 Brno

Mobil: +420 603 459 505

E-mail lukas.drottner@siemens.com

I Kdo programuje

Ing. Karel Kozumplík

Aplikační inženýr

DI MC DGMC

Siemens s.r.o.

Škrobářenská

617 00 Brno

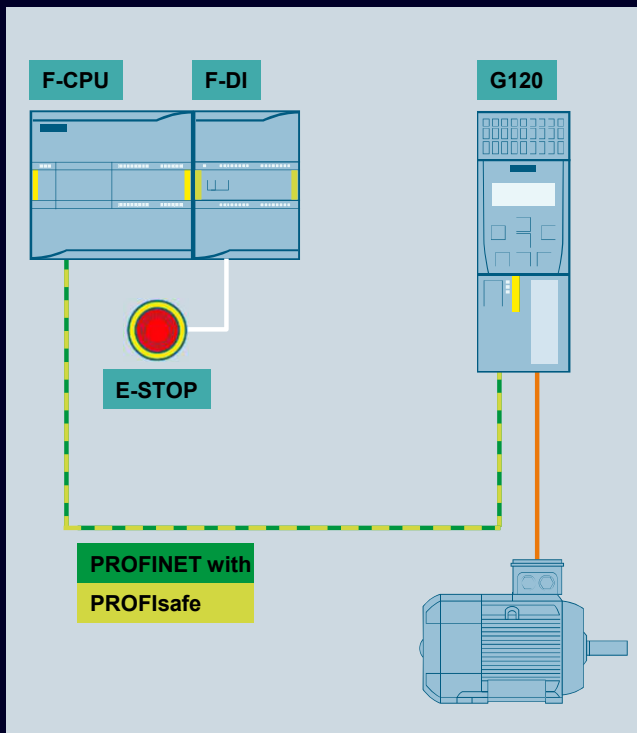
E-Mail kozumplik.karel@siemens.com

www.siemens.cz/pohony

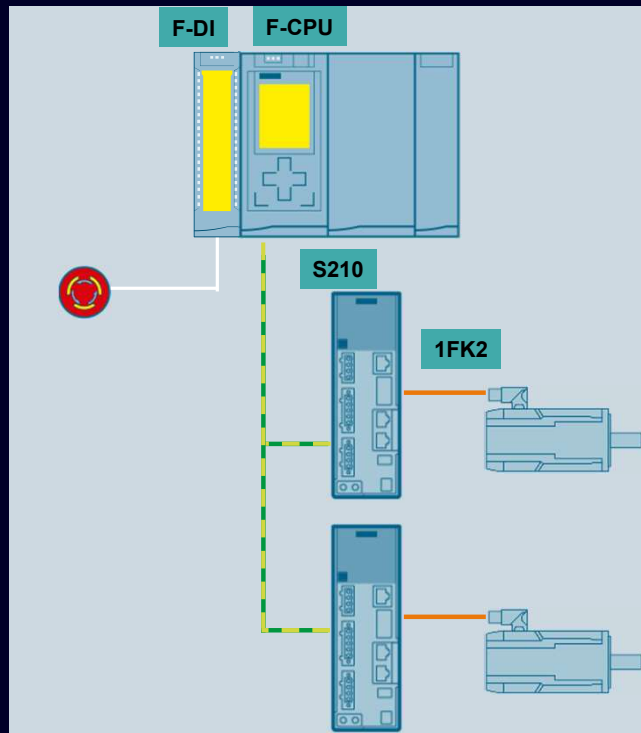
Program

9:00	Úvod Bezpečný stroj podle norem Základní přehled Bezpečnostní funkce Profisafe Test stop Safety Acceptance a Safety Activation Test
10:15 - 10:45	Přestávka
10:45 - 11:55	Programování s demokufry
11:55 - 12:30	Dotazy
12:30	Ukončení akce

Testovací demokufry pro nastavení SINAMICS Safety Integrated pomocí TIA portálu V18



Testovací demokufry pro nastavení SINAMICS Safety Integrated pomocí TIA portálu V18



Bezpečný stroj podle norem

Postup při návrhu bezpečného stroje ČSN EN ISO 12 100

Posouzení rizik

Snižování rizik

Verifikace

Posouzení rizik

- **Identifikace možných nebezpečí a posouzení rizik (čtyři kroky)**

Snižování rizik

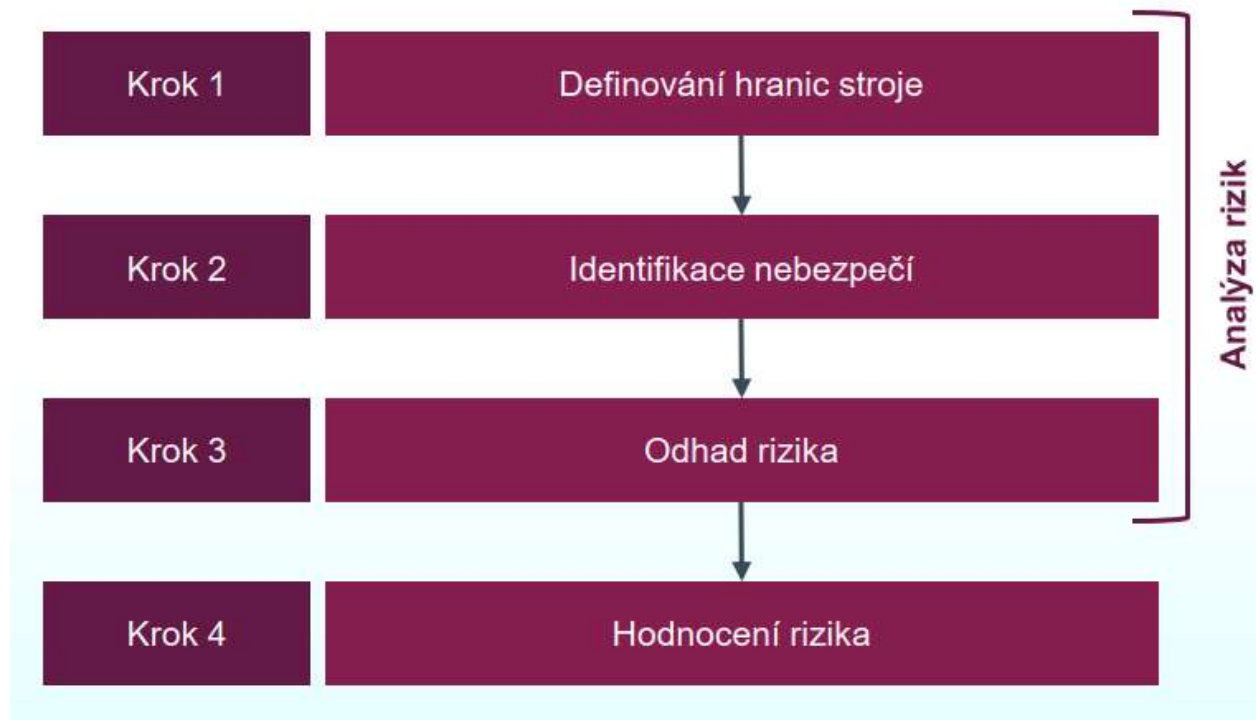
- **Snížení rizika - tři kroky (stupně)**

Verifikace

- **Verifikace/validace stroje – výrobcem (popř. nezávislou organizací)**
- **Vystavení prohlášení o shodě, uvedení na trh**

Kroky k při posuzování rizik

Posuzování rizik je kompletní proces zahrnující analýzu a kvantifikaci rizik, která na stroji mohou vzniknout

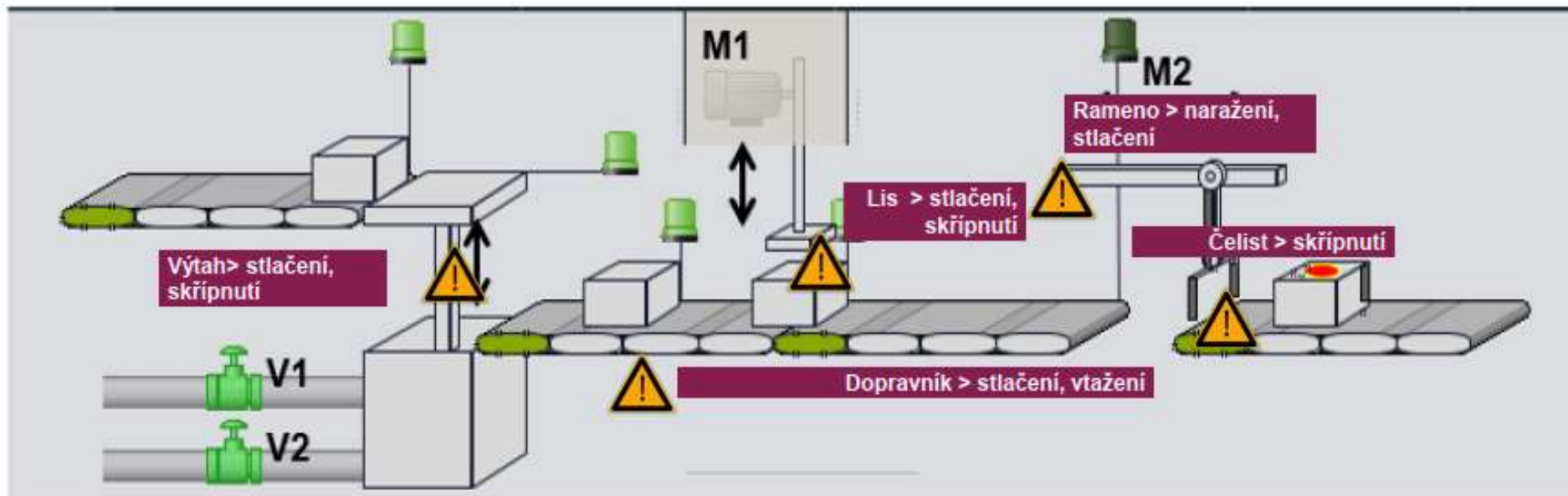


Štítkovací stroj

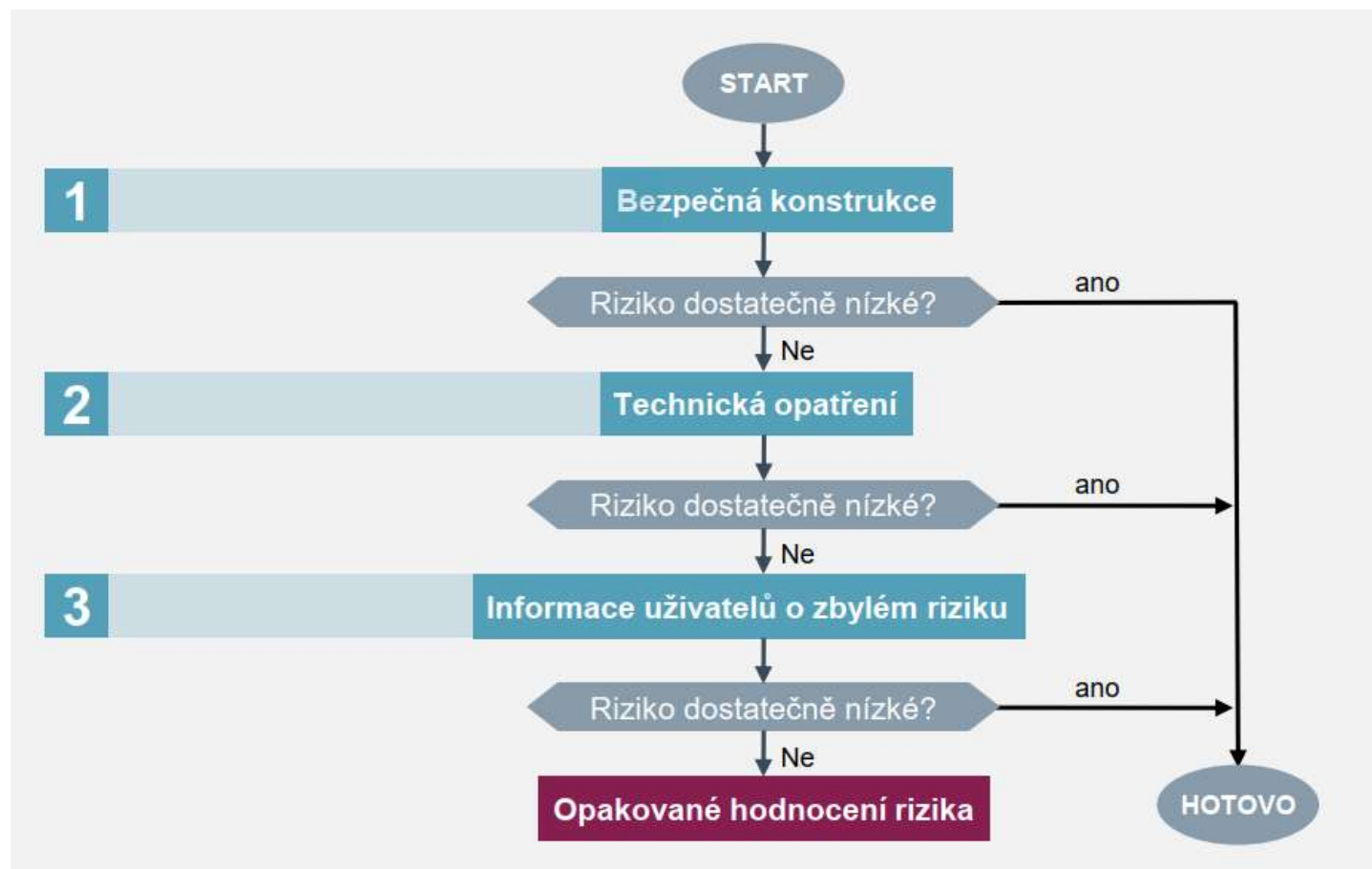
VÝTAH

ŠTÍTKOVÁNÍ

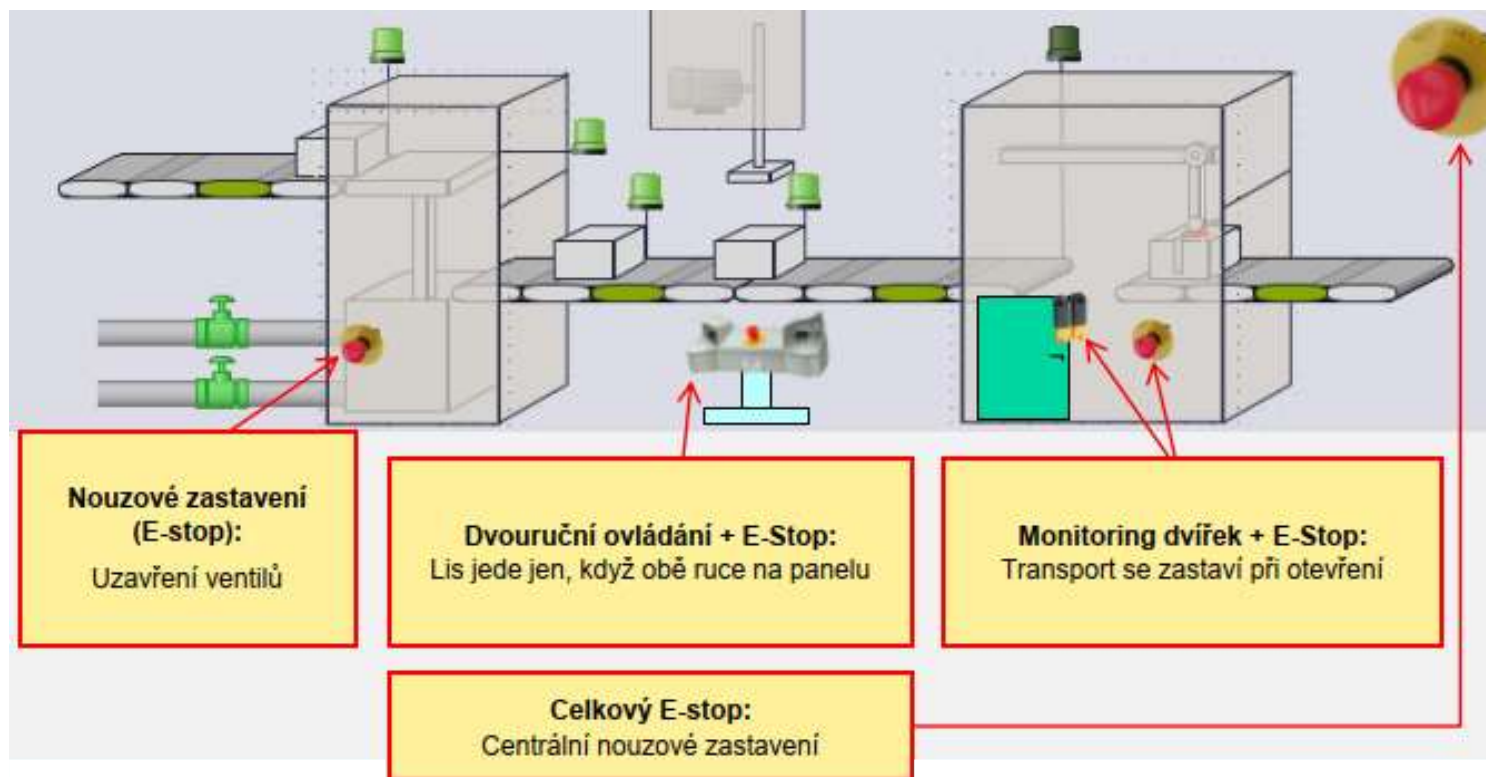
TRANSPORT



Snižování rizik



Snižování rizik



Dvě bezpečnostní funkce + čtyřikrát E-Stop

Určení požadované úrovně bezpečnosti - normy

Kvalita technických ochranných opatření určuje úroveň bezpečnostní funkce

Požadovaná úroveň je daná velikostí rizika

Dvě harmonizované normy pro návrh a realizaci bezpečnostních funkcí pro stroje:



International
Organization for
Standardization

EN ISO 13849-1 (Performance Level PL)

“Safety of machinery — Safety-related parts of control systems”



International
Electrotechnical
Commission

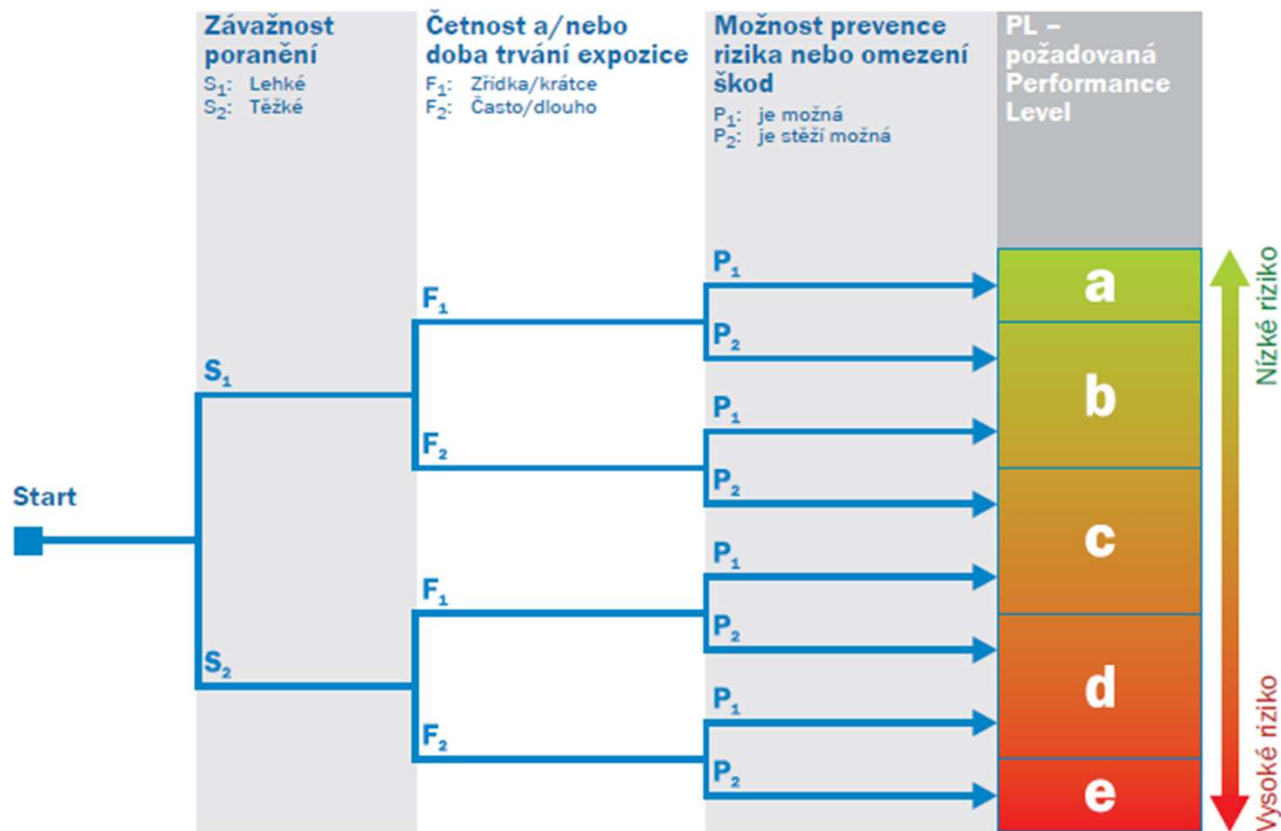
EN IEC 62061 (Safety Integrity Level SIL)

„Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems“

IEC 61508 (Obecná norma pro návrh bezpečnostních systémů)

“Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (E/E/PES)”

Určení požadované úrovně bezpečnosti – ISO 13849



Určení požadované úrovně bezpečnosti – IEC 62061

Účinky	Rozsah škod S	Třída K = F+ W+ P				
		3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
Smrt, ztráta oka nebo končetiny	4	SIL2	SIL2	SIL2	SIL3	SIL3
Permanentní škody, ztráta prstů	3			SIL1	SIL2	SIL3
Reversibilní škody, lékařské ošetření	2				SIL1	SIL2
Reversibilní škody, první pomoc	1					SIL1

Četnost ¹⁾ nebezpečné události F	
$F \geq 1 \times$ za hodinu	5
$1 \times$ za hodinu $> F \geq 1 \times$ za den	5
$1 \times$ za den $> F \geq 1 \times$ za 2 týdny	4
$1 \times$ za 2 týdny $> F \geq 1 \times$ za rok	3
$1 \times$ za rok $> F$	2

Pravděpodobnost výskytu nebezpečné události W	
Častá	5
Pravděpodobná	4
Možná	3
Zřídka	2
Zanedbatelná	1

Možnost prevence nebezpečné události P	
Není možná	5
Možná	3
Pravděpodobná	1

1) Platí pro délku pobytu > 10 min

Rozsah působnosti norem IEC 62061 – ISO 13849

IEC 62061

- Vhodná pro všechny elektrické a elektronické architektury (SIL 1 až 3)
- Programovatelná zařízení musí vyhovět IEC 61508

ISO 13849-1

- Vhodná pro hydraulické, pneumatické a elektromechanické systémy bez omezení
- Pro programovatelné el. systémy je použitelná s omezením (např. určité architektury)
- Programovatelné ovládání PL e (např. PLC) musí vyhovět IEC 61508

Technologie	ČSN ISO 13 849-1	ČSN EN 62 061
Hydraulika	Použitelná	Není možno použít
Pneumatika	Použitelná	Není možno použít
Mechanika	Použitelná	Není možno použít
Elektrika	Použitelná	Použitelná
Elektronika	Použitelná	Použitelná
Programovatelná elektronika	Použitelná	Použitelná

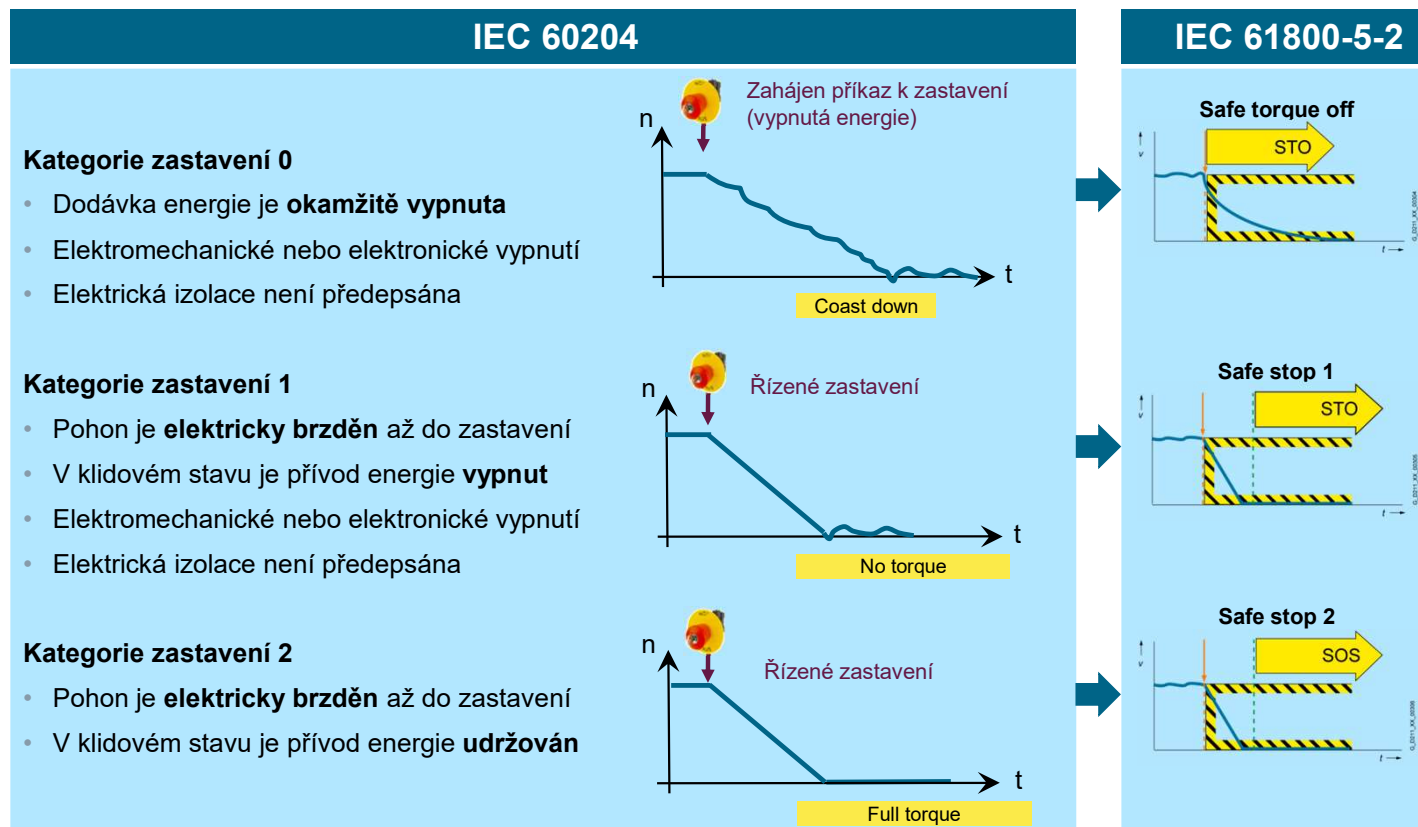
IEC 62061 a ISO 13849-1: Safety Performance

SIL (IEC 62061) a PL (ISO 13849-1) definují jednoznačně hierarchicky odstupňované úrovně bezpečnostní výkonnosti.

PL (ISO 13849-1) Performance level (PL)	průměrná pravděpodobnost nebezpečné chyby za hodinu[1/h]	SIL (IEC 62061) Safety Integrity Level (SIL)
a	$\geq 10^{-5}$ to $< 10^{-4}$	
b	$\geq 3 \times 10^{-6}$ to $< 10^{-5}$	1
c	$\geq 10^{-6}$ to $< 3 \times 10^{-6}$	1
d	$\geq 10^{-7}$ to $< 10^{-6}$	2
e	$\geq 10^{-8}$ to $< 10^{-7}$	3
SIL a PL jsou vzájemně jednoznačně přiřaditelné		

| Kategorie zastavení

Implementace funkcí zastavení podle IEC 60204 (elektrotechnické aspekty) pomocí bezpečnostních funkcí integrovaných v pohonu



Kategorie nouzového zastavení

Stop	Funkce	Akce	Stop funkce dle EN 60204-1	Priorita
Stop A	STO	Volný doběh	Kategorie 0	*****
Stop B	SS1	Brždění OFF 3 → Stop A	Kategorie 1	*****
Stop C	SS2	Brždění OFF 3 → SOS	Kategorie 2	****
Stop D	SOS	Drží pozici až do max. momentu	Kategorie 2	***
Stop E	ESR	Externí stop a zásah	Kategorie 2	**
Stop F		Chyba je detekována, vede ke stopu Stop A, B, C, D nebo E		*



Nouzové zastavení vs. nouzové vypnutí

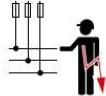
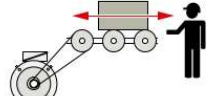
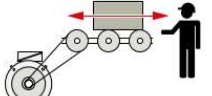
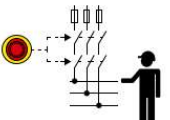
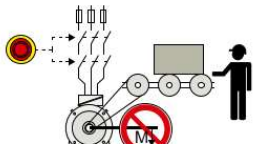
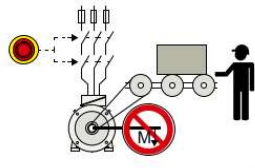
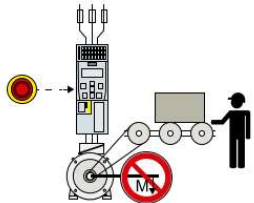
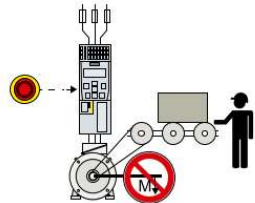
Nouzové vypnutí vs. nouzové zastavení EMERGENCY SWITCHING OFF vs. EMERGENCY STOP

Dle normy EN 60204-1

- **"EMERGENCY OFF"** minimalizuje rizika zranění elektrickým proudem
- **"EMERGENCY STOP"** minimalizuje rizika z neočekávaného pohybu

Nouzové zastavení = EMERGENCY STOP
pro kategorie zastavení 0, 1 a 2.

Pro EMERGENCY STOP jsou využívány bezpečnostní funkce STO a SS1

Action:	EMERGENCY OFF	EMERGENCY STOP Stop Category 0 according to EN 60204-1	EMERGENCY STOP Stop Category 1 according to EN 60204-1
Risk:	 Electric shock	 Unexpected movement	 Movement
Measure to minimize risk:	Switch off the power supply Either completely or partially switch off hazardous voltages	Prevent movement Prevent any hazardous movement	Stop movement Stop hazardous movement and prevent any restart.
Classic solution:			 Brake the motor and switch off the drive power supply
Solution with the STO or SS1 safety function integrated in the drive:	STO and SS1 are not suitable for switching off an electrical voltage.	Select STO: 	Select SS1  It is permissible that you also switch off the converter supply voltage. However, switching off the voltage is not required as a risk reduction measure.

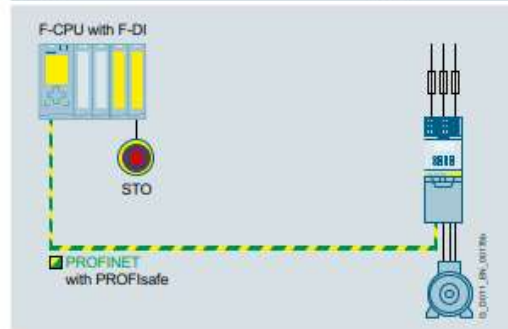
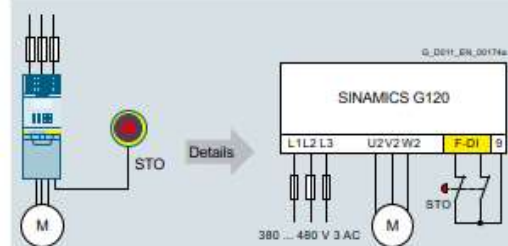
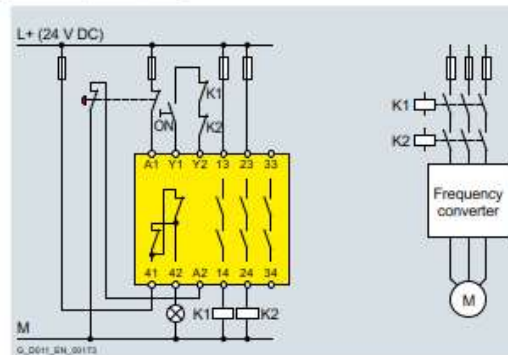
Formy realizace bezpečnostních funkcí

Externí
bezpečnostní
okruh

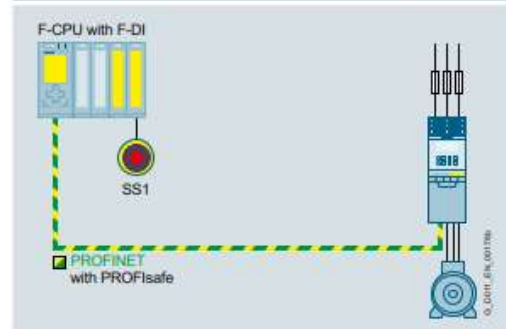
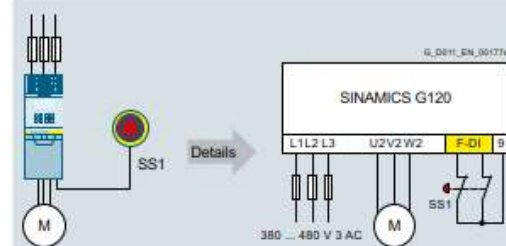
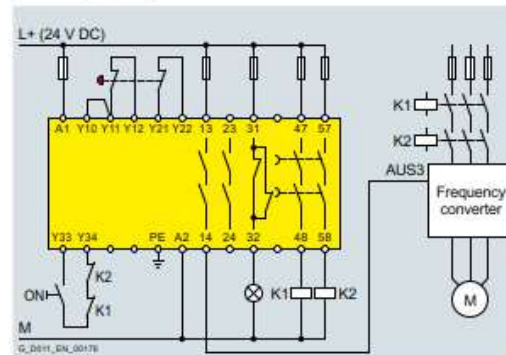
Připojení na
bezpečnostní
vstupy měniče

„Safety
integrated“
realizovaná přes
PROFIsafe

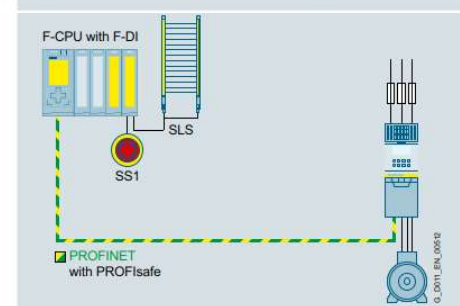
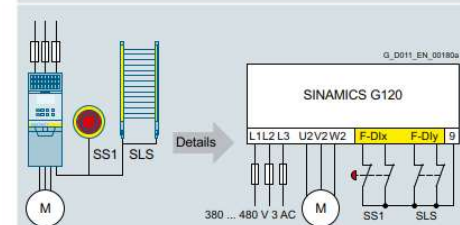
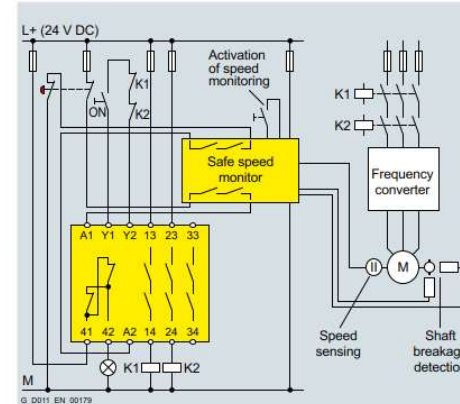
Safe Torque Off (STO)



Safe Stop 1 (SS1)



Safely-Limited Speed (SLS)



SINAMICS Safety Integrated

Přehled

Výhody při používání SINAMICS Safety Integrated

- + Ověřený bezpečnostní koncept s krátkou dobou odezvy
- + Zjednodušené ověření bezpečnosti stroje dle normy ISO 13849 a EN 62061
- + Nejsou potřeba další hardwarové komponenty (stykače, bezpečnostní relé, atd.)
- + Nižší náklady na elektroinstalaci
- + Vysoký stupeň flexibility:
Lze realizovat bezpečnostní a provozní koncepty
- + Vysoký stupeň efektivity nákladů:
Snížení nákladů na hardware a instalaci
- + Vyšší spolehlivost:
Odpadají elektromechanické prvky náchylné k poruchám

Měniče SINAMICS
2.generace
s firmwarem
FW < V6.1
(SINAMICS G1xx,
S1xx & S210)

Certifikace podle:

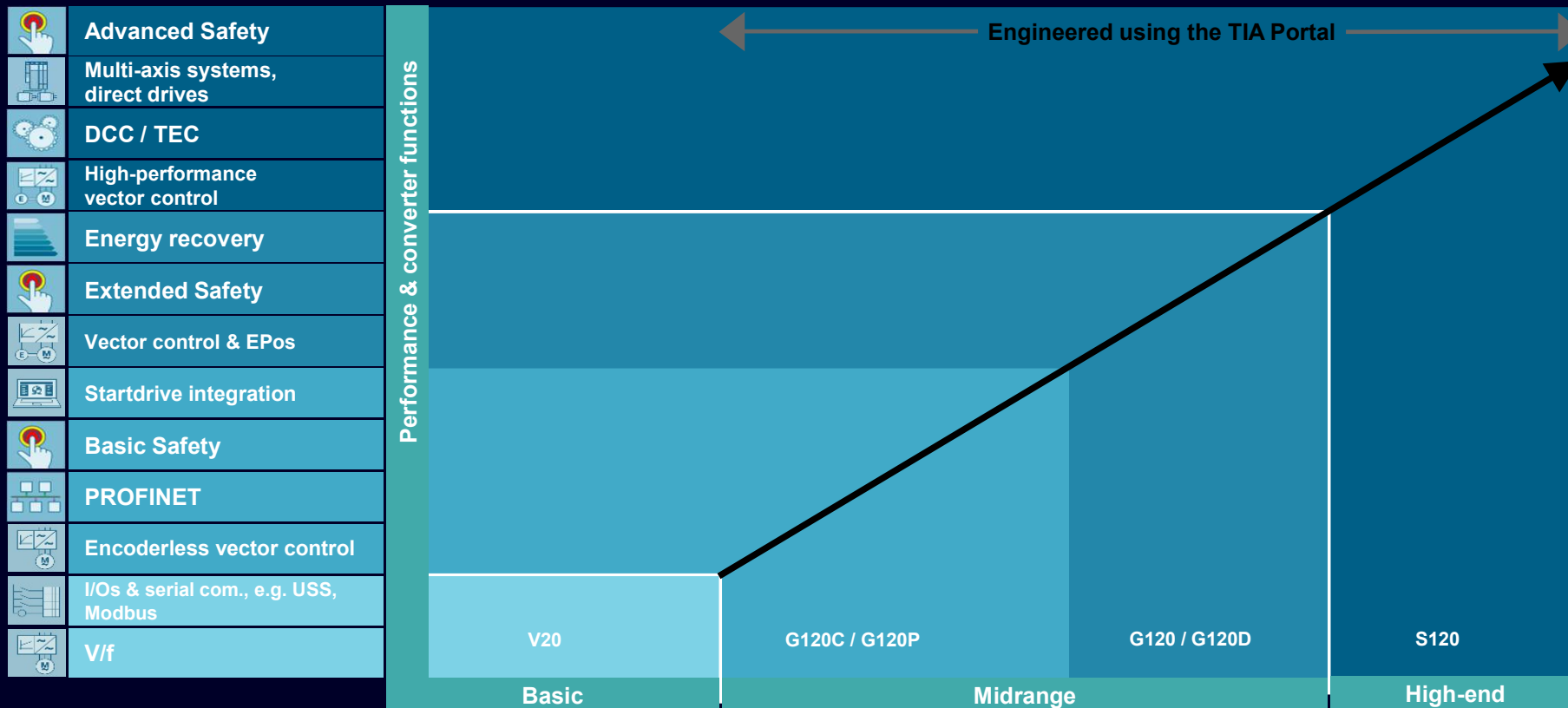
- IEC 61800-5-
SIL 2
- ISO 13849-1
Kat. 3 a PL d

Měniče
3.generace
s firmwarem
FW ≥ V6.1
(SINAMICS G2xx,
S2xx & S210 New)

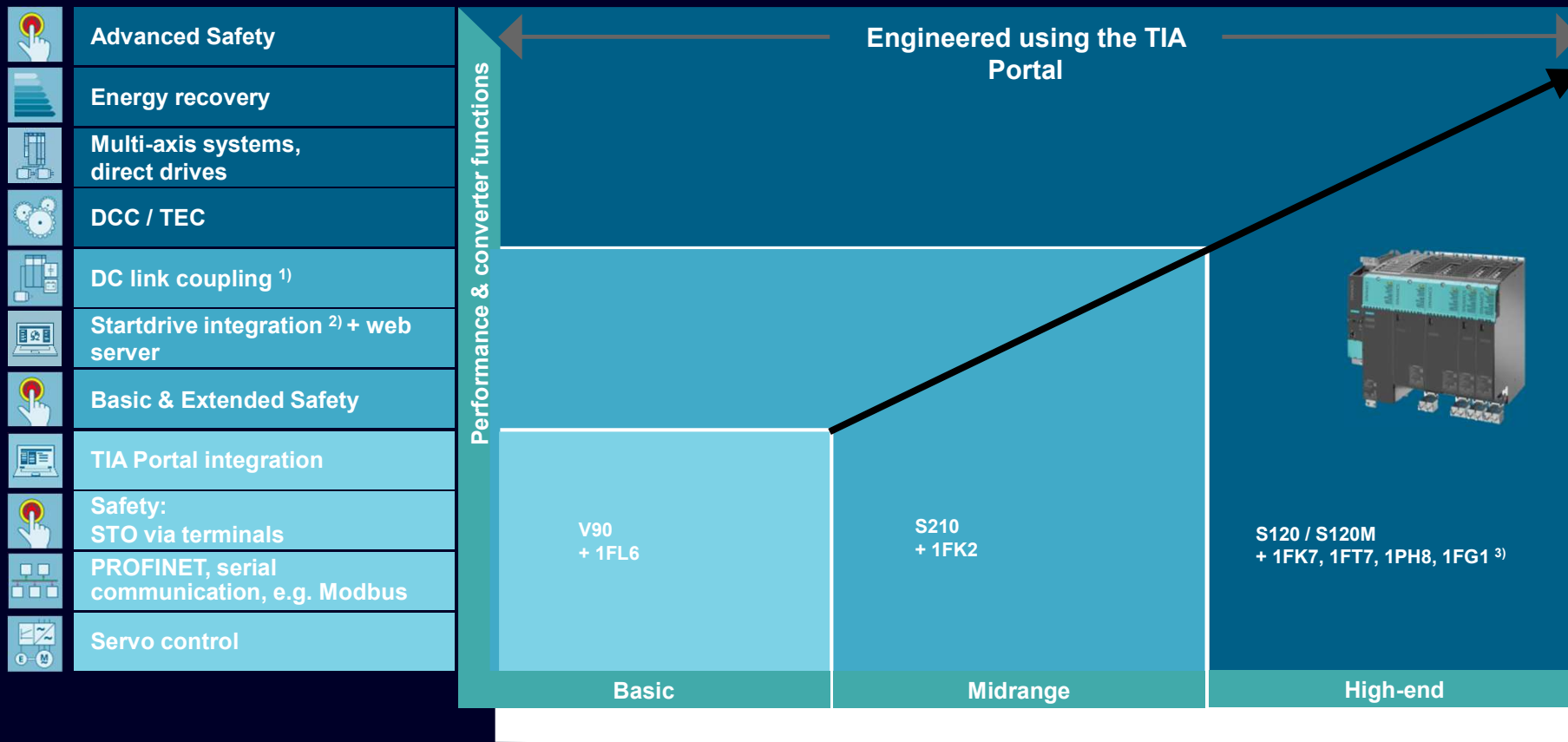
Certifikace podle:

- IEC 61800-5-
SIL 3
- ISO 13849-1
Kat. 4 a PL e

Portfolio měničů SINAMICS pro „continuous motion“



Portfolio měničů SINAMICS pro „discontinuous motion“



Přehled bezpečnostních funkcí podle EN 61800-5-2
Měniče SINAMICS splňují: SIL 2, Kat. 3 a PL d (2.generace)
SIL 3, Kat. 4 a PL e (3.generace)

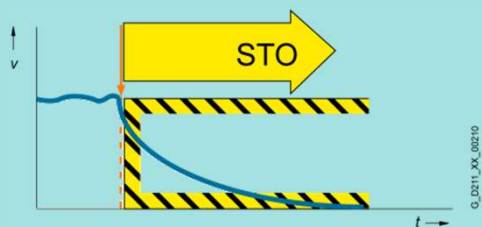
Bezpečné monitorování polohy	Advanced Advanced licenses SINAMICS (A01): 6SL3074-0AA20-0AA0 Safely-Limited Position (SLP) — Safe Position (SP) — Safe Cam (SCA)
Bezpečné monitorování pohybu	Extended Extended licenses 2.generace SINAMICS: 6SL3074-0AA10-0AA0 3.generace SINAMICS: 6SL5977-0AA00-2HA0 Safely-Limited Speed (SLS) — Safely-Limited Acceleration (SLA) — Safe Speed Monitor (SSM) — Safe Direction (SDI)
Bezpečné ovládání brzdy	Basic Safe Brake Control (SBC) — Safe Brake Test (SBT)
Funkce bezpečného zastavení	Safe Torque Off (STO) — Safe Stop 1 (SS1) — Safe Stop 2 (SS2) — Safe Operating Stop (SOS)

SINAMICS Safety Integrated

Bezpečnostní funkce

Funkce bezpečného zastavení Safe Torque Off (STO)

Funkce



- Zabraňuje dodávání energie generující točivý moment do motoru
- Chrání před automatickým restartováním
- Rychlý restart je možný jelikož stejnosměrný meziobvod zůstává nabitý

Aplikace



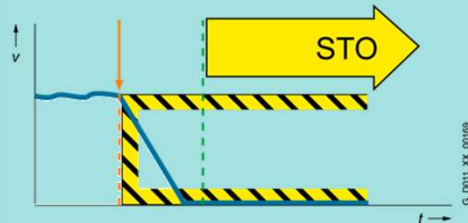
Lze použít ve všech zařízeních, strojích a systémech s pohyblivými osami, např. dopravníková technika

Výhody

- Umožňuje bezpečné provádění práce s otevřenými ochrannými dveřmi (blokování restartu)
- Klasické nouzové zastavení s elektromechanickým odpojením není nutný
- Žádné opotřebené díly, protože vypnutí je čistě elektronické
- Měnič zůstává připojen k napájecí síti – a může být stále plně diagnostikován

Funkce bezpečného zastavení Safe Stop 1 (SS1)

Funkce



- Pohon je elektricky brzděn při spuštění bezpečnostní funkce SS1
- Následuje bezpečné vypnutí energie generující točivý moment (STO)

Aplikace

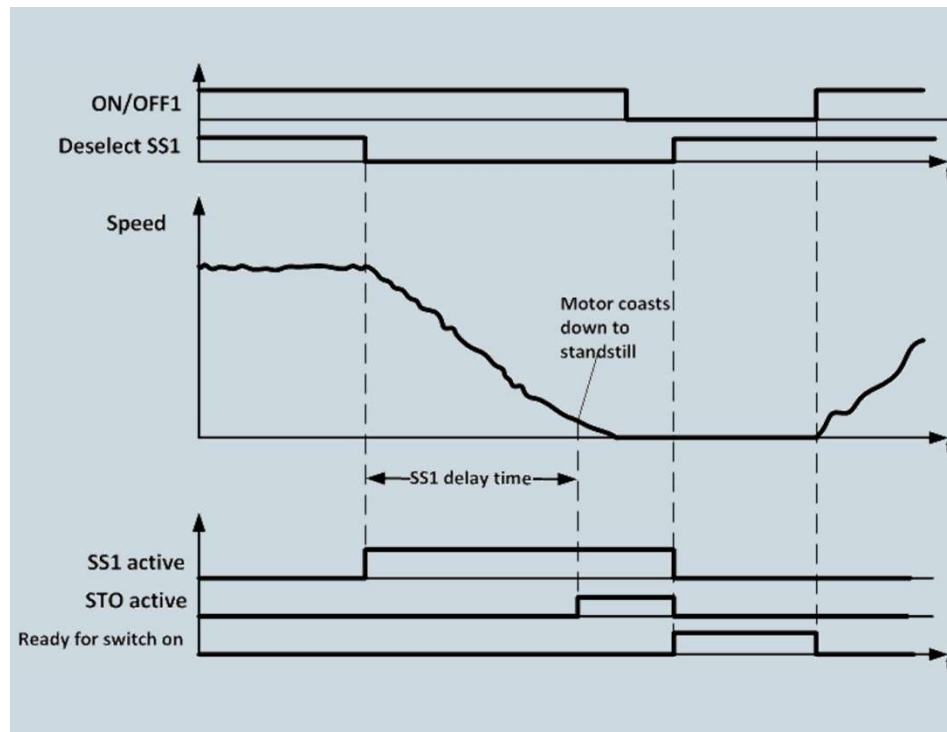


Nejrychlejší možné, bezpečné brzdění vysokých setrvačných zatížení, např. pily, navíječe

Výhody

- Snížené namáhání mechanických brzd v důsledku elektrického brzdění
- Různé verze (SS1-t, SS1-a, SS1-r)
- Zastavení celé skupiny pohonů v synchronizaci (SS1E)

Safe Stop 1 (SS1) Časové zpoždění STO (SS1-t)



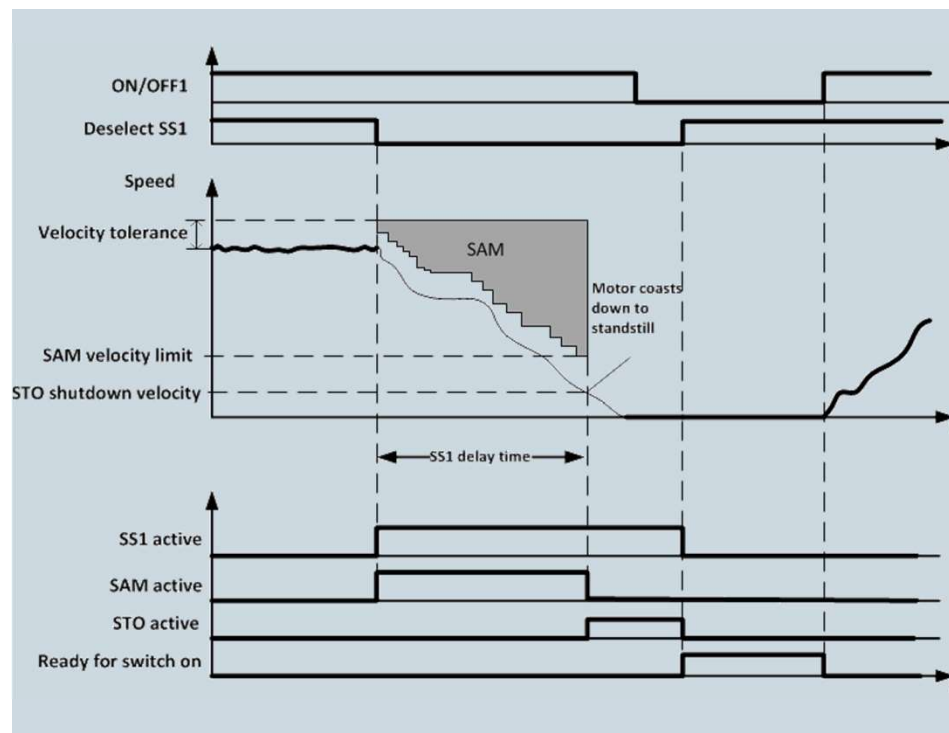
Časová sekvence

- Aktivace SS1-t
- Spustí se doba zpoždění SS1
- Pohon nezávisle brzdí podél rampy OFF3 v režimu řízené rychlosti v uzavřené smyčce
- Po vypršení doby zpoždění SS1:
➔ STO je aktivována

Vlastnosti

- Brzdná rampa není monitorována (ovládá se pouze z časového hlediska)
- Dostupné ze základních funkcí

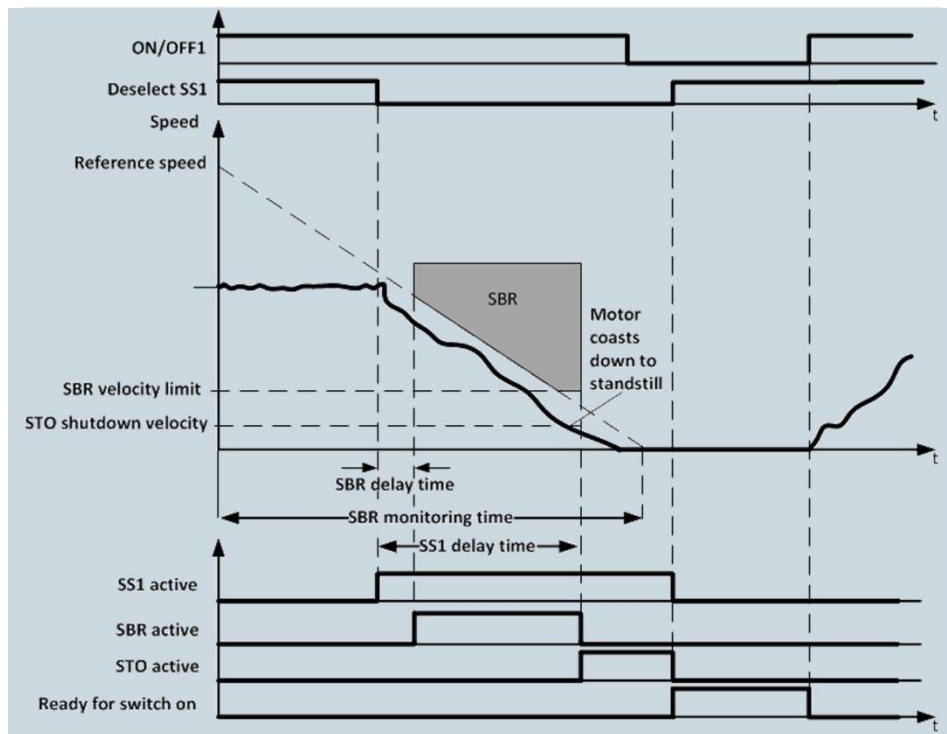
Safe Stop 1 (SS1) S monitoringem zpomalení SAM (SS1-a)



Časová sekvence

- Aktivace SS1-a
- Spustí se doba zpoždění SS1
- Pohon nezávisle brzdí podle rampy OFF3 v režimu řízené rychlosti v uzavřené smyčce
- Brzdění je monitorováno, aby se zajistilo, že pohon nezrychluje (SAM)
- STO je aktivováno:
 - Po vypršení doby zpoždění SS1
 - Po odstavení klesla rychlost pod nastavený limit viz graf
 - Když monitorování zpomalení překročí limit (SAM)

Safe Stop 1 (SS1) S monitoringem brzdné rampy SBR (SS1-r)



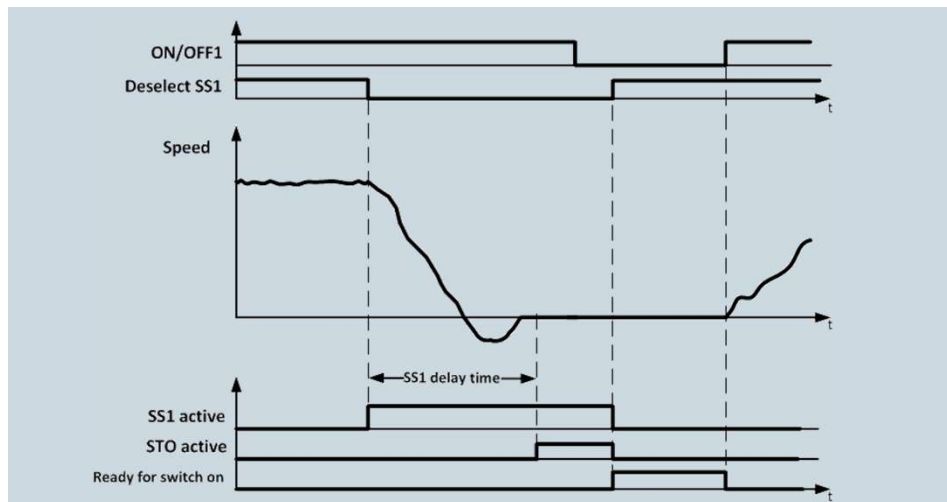
Časová sekvence

- Aktivace SS1-r
- Spustí se doba zpoždění SS1
- Pohon nezávisle brzdí podél rampy OFF3 v režimu řízené rychlosti v uzavřené smyčce
- Brzdění je monitorováno pomocí definovatelného monitorování brzdné rampy (SBR)
- STO je aktivováno:
 - Po vypršení doby zpoždění SS1:
 - Pokud rychlost klesla pod nastavenou hodnotu rychlosti
 - Když monitorování zrychlení reaguje (překročení limitu SBR):

Tip

Monitorování brzdné rampy (SBR) by mělo být parametrizováno současně s rampou OFF3!

Safe Stop 1 (SS1) S externím zastavením (SS1E)



Časová sekvence

- Aktivace SS1E
- Spustí se zpoždění SS1
- Pohon samostatně nebrzdí
- ➔ Zastavení je zahájeno příslušnou požadovanou hodnotou z řídicího systému
- Po vypršení doby zpoždění SS1:
- ➔ STO je aktivováno

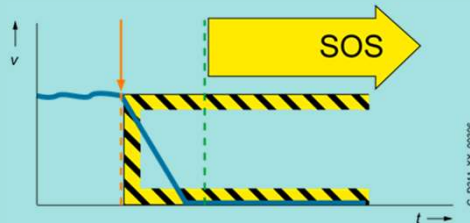
**SS1E je k dispozici pouze pro měniče:
S120 a S210**

Vlastnosti

- Brzdná rampa není monitorována (nastaveno časové zpoždění STO)
- Dostupné ze základních funkcí

Funkce bezpečného zastavení Safe Stop 2 (SS2)

Funkce



- Pohon je elektricky brzděn při zahájení bezpečnostní funkce SS2
- Poté následuje bezpečné monitorování klidového stavu (SOS)

Aplikace



Osa je bezpečně zastavena a je sledována klidová poloha, např. u obráběcích strojů

Výhody

- Snížené namáhání mechanických brzd v důsledku elektrického brzdění
- Pohon zůstává v uzavřené smyčce a může odolávat vnějším silám s maximálním točivým momentem, který má k dispozici

Safe Stop 2 (SS2)

Přehled



Časová sekvence

- Aktivace SS2
- Spustí se doba zpoždění SS2
- Pohon nezávisle brzdí podél rampy OFF3 v režimu řízené rychlosti v uzavřené smyčce
- Po vypršení doby zpoždění SS2:
 - ➔ SOS je aktivována

Vlastnosti

- K dispozici v rozšířených funkcích (Extended Function)
- K dispozici jsou různé verze funkce SS2
- Shodné s SS1: SS1-t, SS1E, SS1-a, SS1-r

Safe Stop 2 (SS2) Způsob fungování

- Pokud je motor při volbě SS2 již v klidu, měnič po uplynutí doby zpoždění aktivuje funkci Safe Operating Stop (SOS) (p9552).
- Pokud není motor v klidu při volbě SS2, je zpomalován po rampě OFF3. Brzdění je monitorováno funkcí Safe Acceleration Monitor (SAM). Pokud je detekováno nesprávné zpomalení pohon je zastaven pomocí funkce STO.

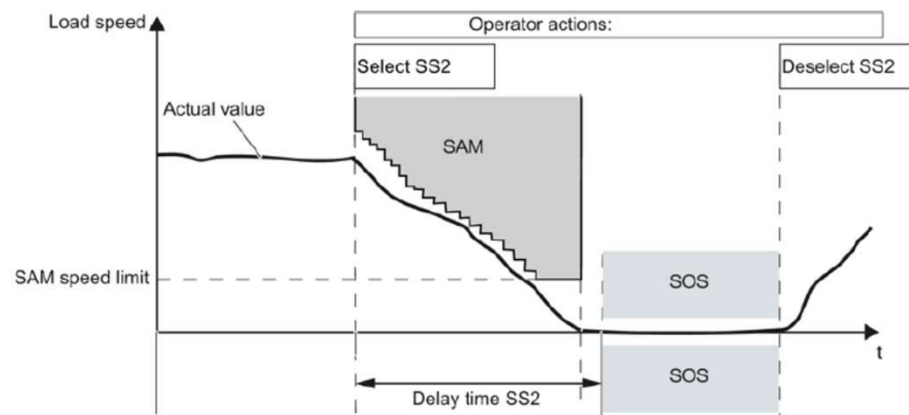
Po časové prodlevě měnič aktivuje funkci Safe Operating Stop (SOS). Tato funkce bezpečně hlídá klidový stav pohonu.

Reakce

Překročen rychlostní limit (SAM): STOP A

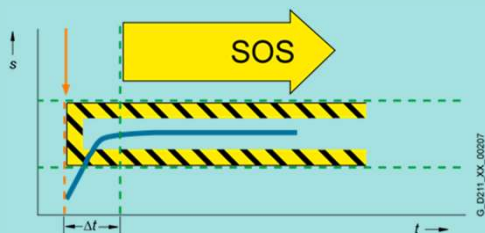
Porušení tolerance zastavení (SOS): STOP B s následným STOP A

Systémová chyba: STOP F s následným STOP A



Funkce bezpečného zastavení Safe Operating Stop (SOS)

Funkce



- Bezpečné monitorování klidového stavu
- Vyšší úroveň regulátoru pohybu stále vydává požadovanou hodnotu (např. S7-1500TF)
- Odezva zastavení SS1 (STOP B) je iniciována při překročení tolerance pro zastavení

Aplikace



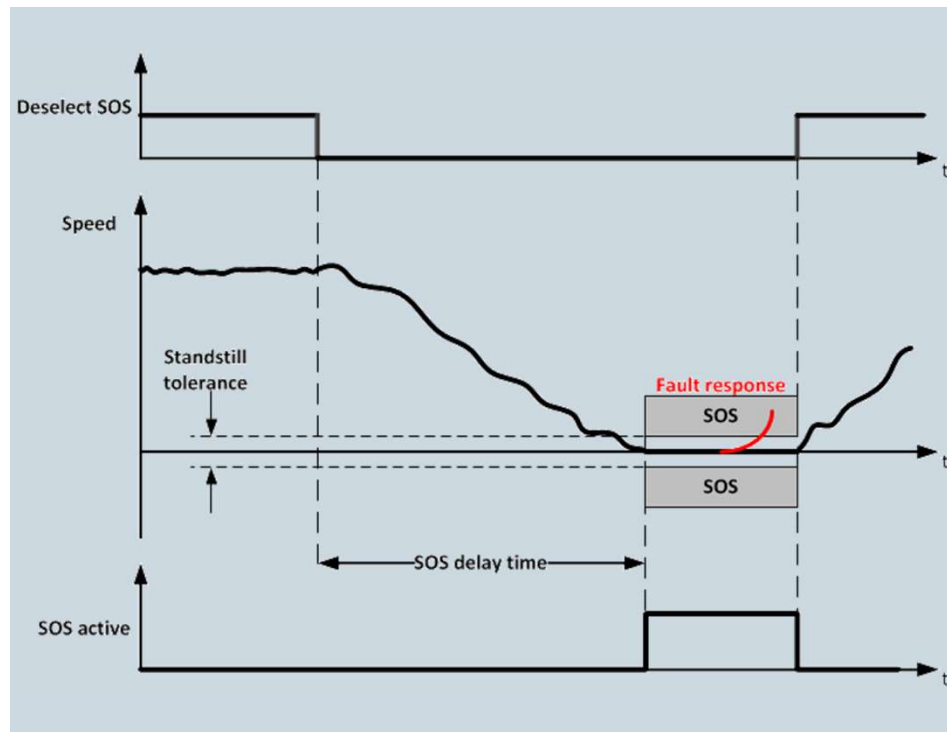
Pro aplikace, kde musejí být části stroje bezpečně udržovány v klidu a je vyžadován přídržný moment – např. pro zavěšená břemena

Výhody

- Pohon zůstává v uzavřené smyčce a může odolávat vnějším silám s maximálním točivým momentem
- Počet cyklů lze zvýšit, pokud je zachována referenční osa a pohon drží aktuální polohu
- Skupinu pohonů lze zastavit koordinovaným způsobem

Safe Operating Stop (SOS)

Přehled

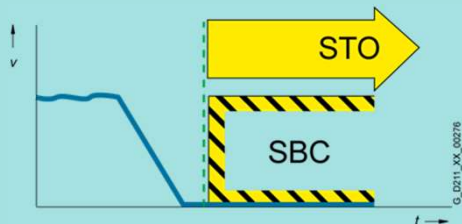


Časová sekvence

- Aktivace SOS
- Spustí se doba zpoždění SOS
- Zastavení je zahájeno příslušnou požadovanou hodnotou z řídicího systému
- Po uplynutí doby zpoždění SOS:
 - Motor je bezpečně monitorován v klidové poloze
 - Proud stále protéká motorem, takže je aktivně držen v klidu
- Deaktivace SOS:
 - ➔ Osu lze okamžitě znovu provozovat

Bezpečné ovládání brzdy Safe Brake Control (SBC)

Funkce



- Brzdy, které pracují podle principu uzavřeného okruhu, lze bezpečně ovládat
- SBC je pevně spojen s STO

Aplikace



Pro aplikace, kde musí být udržována bezpečná poloha, i když je motor v klidovém stavu, např. pro svislé osy

Výhody

- Zabraňuje prohýbání/pádu zavěšených břemen
- Není nutná žádná externí logika ani další spínací prvky
- Zjištění závady v ovládacím prvku brzd

Safe Brake Control (SBC)

Přehled

Booksize



Připojení brzdy na motorový modul
24V DC / 2A

Blocksize



Safe Brake Relay
24V DC / 2,5A

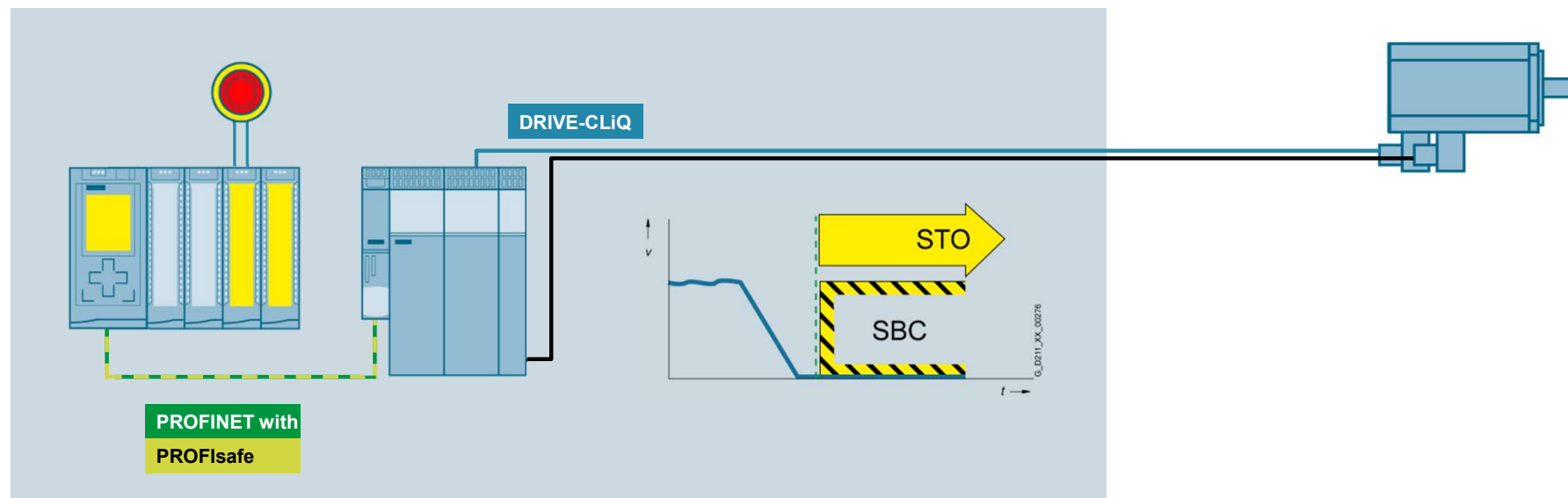
Chassis / Cabinet



Safe Brake Adapter
230V AC / 2A

Safe Brake Control (SBC)

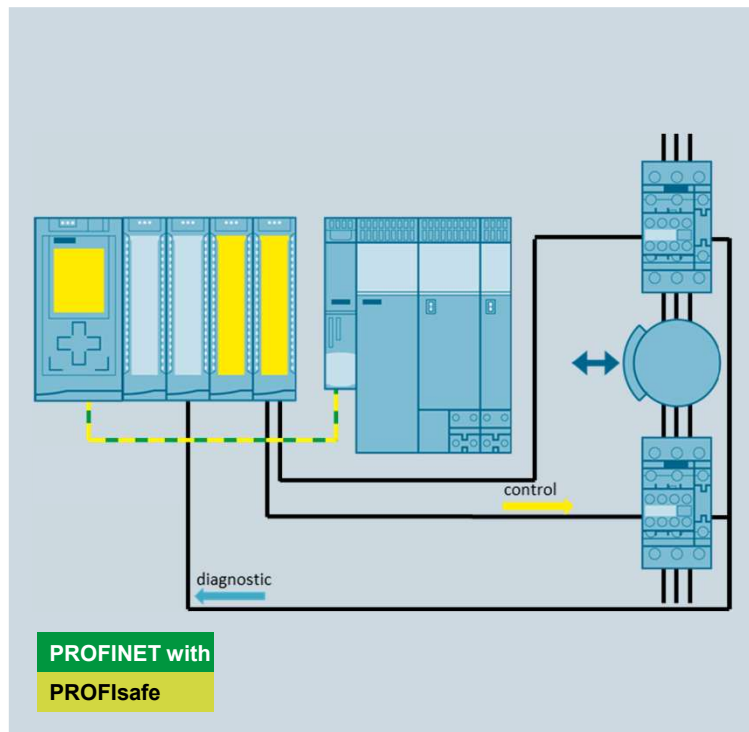
Rízení brzdy motoru pomocí SINAMICS



← Až do PL b (Cat. b) nebo PL c (Cat. 1) →

Safe Brake Control (SBC)

Řízení brzdy pomocí F-PLC a externího relé



Klady



- Nezávisle na napětí/proudu brzdy
- Více než jednu brzdu lze bezpečně ovládat
- Bezproblémově konzistentní řešení s ohledem na portfolio SIMATIC

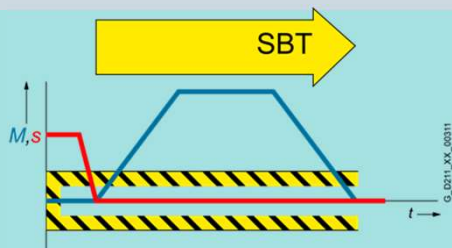
Zápory



- Nejedná se o řešení integrované v pohonu
- Složitější možnosti diagnostiky
- Standardní brzdový signál je přenášen ze systému SINAMICS do F-PLC
 - ➔ Delší doba šíření signálu do zavření brzdy
 - ➔ Zatížení může krátce klesnout / klesnout

Bezpečné ovládání brzdy Safe Brake Test (SBT)

Funkce



- Mechanické brzdy mohou být funkčně testovány stanovením točivého momentu proti uzavřené brzdě
- Dvě brzdy pro každý motor mohou být testovány s různými točivými momenty

Aplikace

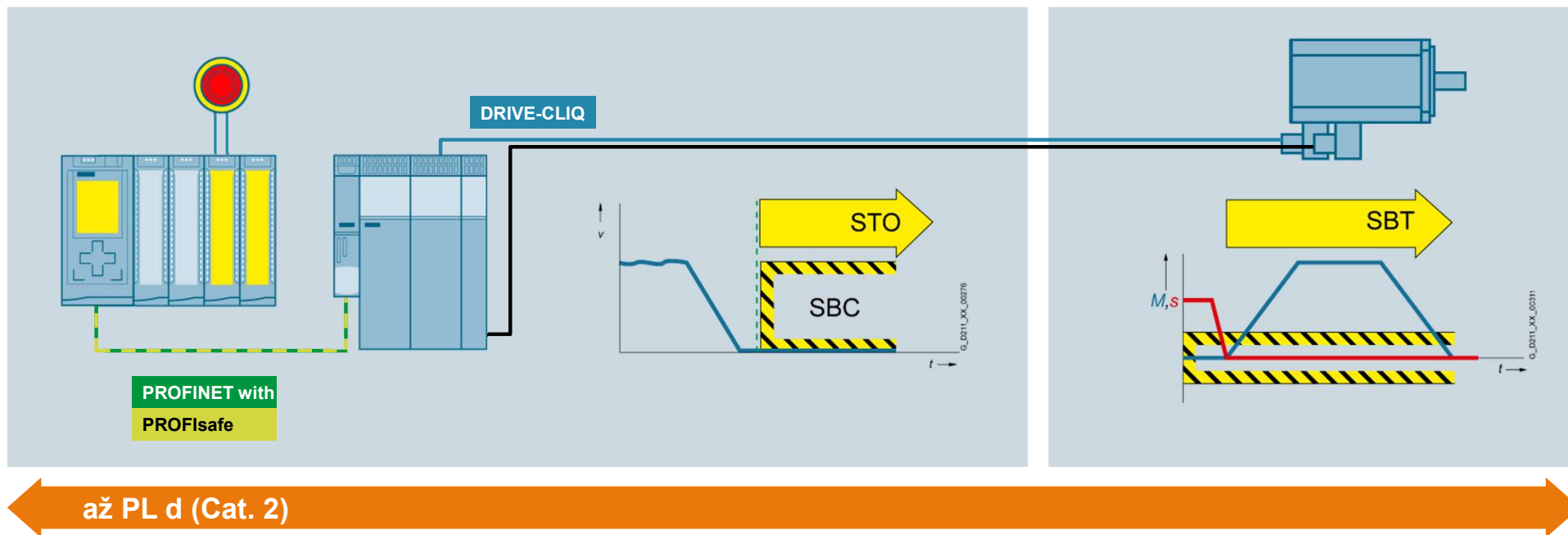


Pro aplikace, kde je brzda realizována ve spojení s SBC, např. jeřáby a lisy

Výhody

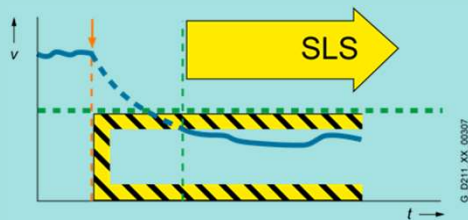
- Lze použít pro externí i motorové brzdy
- Lze identifikovat závady a opotřebení mechaniky brzd
- Nižší náklady na údržbu díky automatickému testování brzd
- Zvýšená bezpečnost a disponibilita stroje

Safe Brake Test (SBT) Řízení brzdy pomocí SBC a SBT



Bezpečné monitorování pohybu Safely-Limited Speed (SLS)

Funkce



- Bezpečné monitorování otáček
- Lze přepínat mezi čtyřmi úrovněmi SLS
- Variabilní mezní hodnoty SLS lze specifikovat pomocí PROFIsafe (S120)
- Při překročení rychlosti lze iniciovat parametrizovatelnou odezvu zastavení

Aplikace



- Pro nastavení provozu a sledování maximální rychlosti
- Rychlostní limit je průběžně sledován v závislosti na průměru navinuté látky

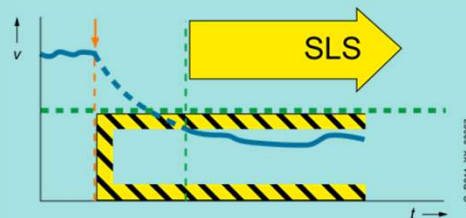
Výhody

- Práce mohou být prováděny přímo na stroji, když je v provozu, v režimu nastavení nebo při provádění údržby na stroji.
- Maximální rychlost je bezpečně omezena, aby byla chráněna obsluha, stroj a samotný obrobek

Safely-Limited Speed (SLS) Přehled



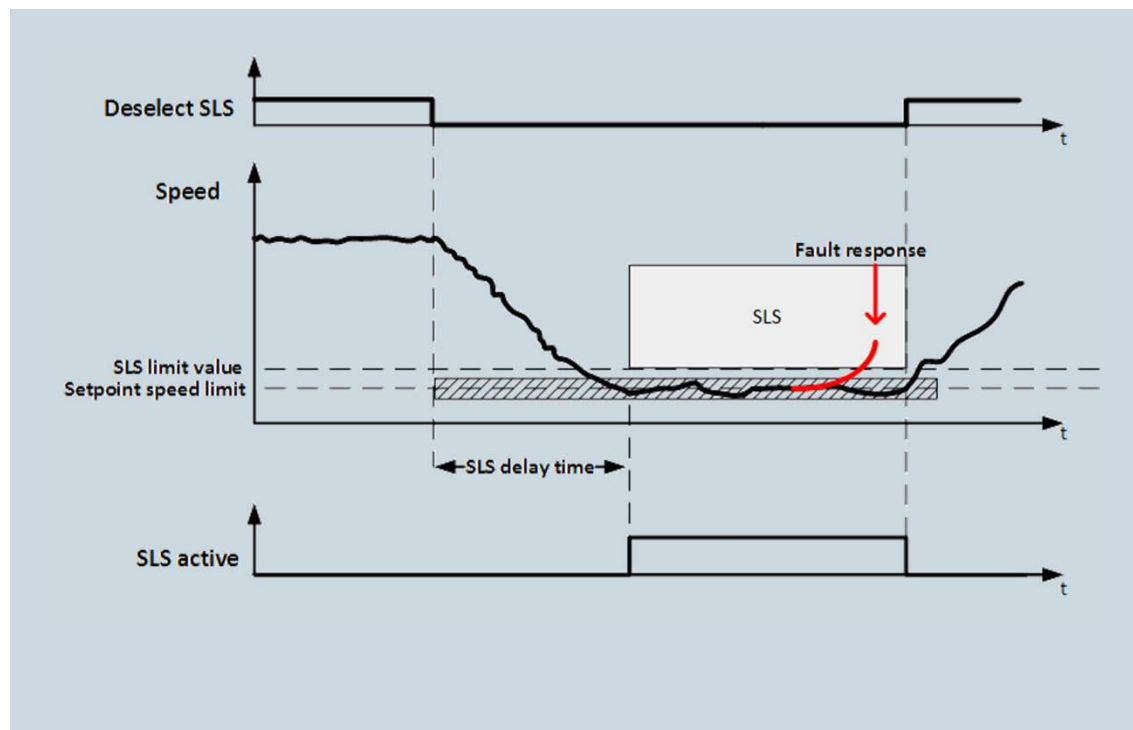
Příklad



Rychlost skladovacího a zakládacího stroje je bezpečně monitorována při požadavku na uvolnění ochranných dveří.

- Rychlost je sledována v kladném a záporném směru otáčení
- Systém může za běhu přepínat mezi čtyřmi hodnotami rychlostních limitů
- Jedna mezní hodnota rychlosti, kterou lze měnit za běhu pomocí PROFIsafe

Safely-Limited Speed (SLS)



Časová sekvence

- Aktivace SLS
- Začíná doba zpoždění SLS
- Pohon nebrzdí nezávisle
 - ➔ Požadovaná hodnota otáček vydaná řídicím systémem je nižší než zvolená mezní hodnota SLS
- Po vypršení doby zpoždění SLS:
 - ➔ SLS je aktivována

Safely-Limited Speed (SLS) Rozdíly - G120, S120 a S210

Počet nastavitelných limitních hodnot

Výběr limitních hodnot

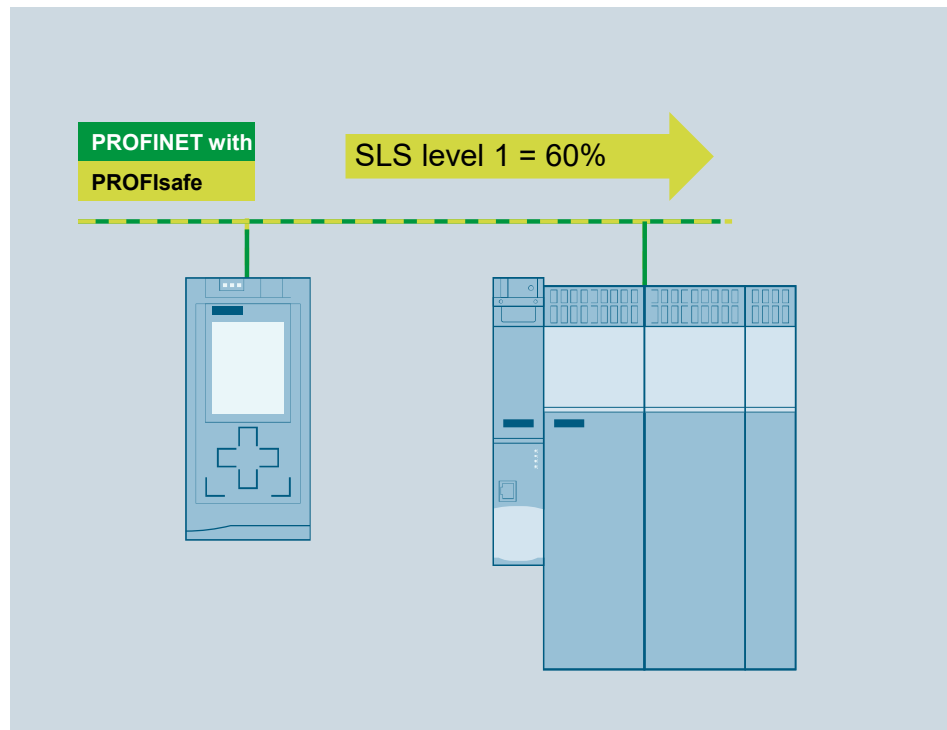
Dynamické přizpůsobení limitů SLS

SLS bez výběru

G120	S120	S210
až 4	až 32.770	až 32.770
PROFIsafe / F-DI	PROFIsafe / F-DI	PROFIsafe
	✓ Level 1	✓ Level 1
	✓	

Safely-Limited Speed (SLS)

Škálovatelnost úrovní SLS – pouze pro SINAMICS S120 a S210



Speciální funkce

- Dynamické přizpůsobení SLS úrovně 1 pomocí PROFIsafe mezi 0,01 % a 100 %

Výhoda

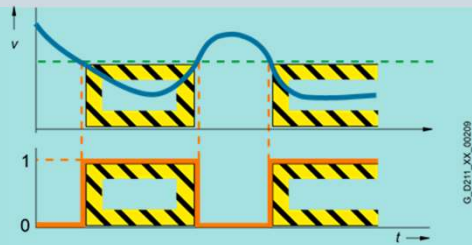
- Platný limit otáček/rychlosti lze flexibilně nastavit bez omezení na 4 mezní hodnoty, např. v závislosti na obsluze, obrobku, poloze atd.

Aplikace

- Skladovací a zakládací stroje, sledování limitu SLS blízko koncových poloh/koncových zastávek
- Soustruhy (různé nástroje), navíječky, ...

Bezpečné monitorování pohybu Safe Speed Monitor (SSM)

Funkce



Bezpečný zpětný signál, zda je rychlost pohonu nižší než nastavená rychlost

Aplikace

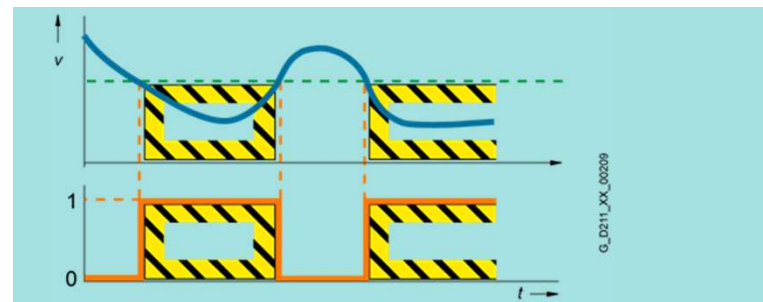
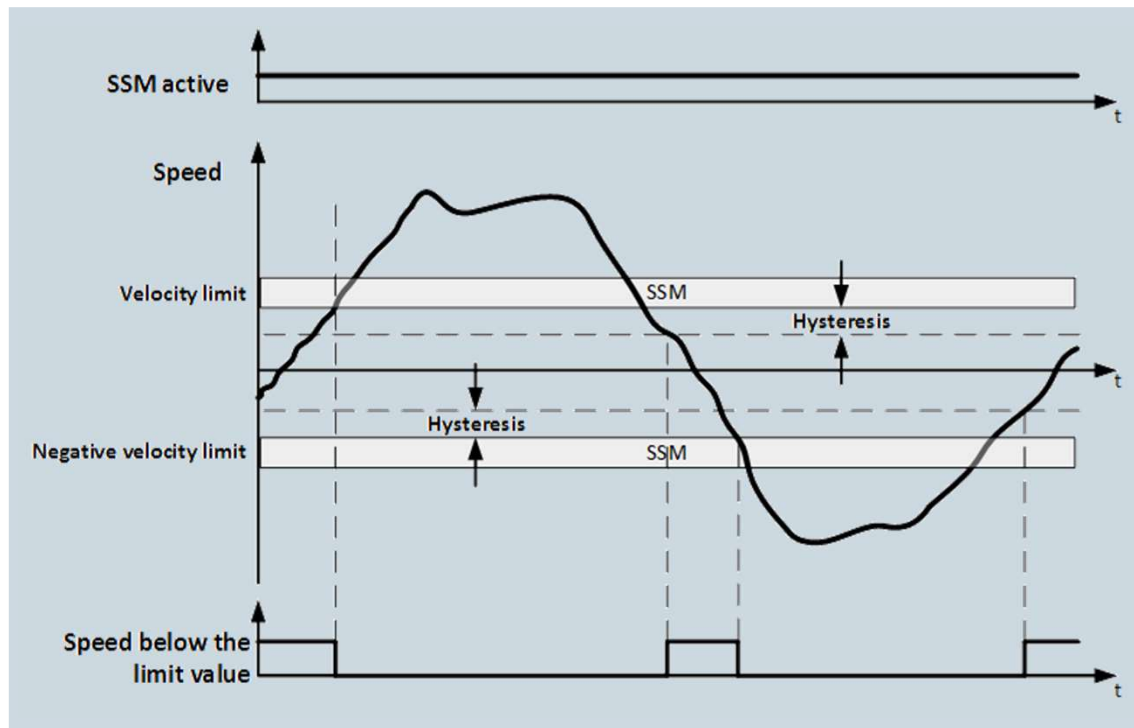


Pro uvolnění ochranných dveří způsobem relevantním pro bezpečnost

Výhody

- Uvolnění pro vstup do stroje pomocí bezpečnostního signálu zpětné vazby SSM
- Není vyžadován žádný další hardware

Safe Speed Monitor (SSM)



SSM poskytuje bezpečný zpětný signál, který indikuje, zda je rychlost pohonu nižší než nastavená hodnota.

Tato zpětná vazba může být použita například k uvolnění ochranných dveří.

Bezpečné monitorování pohybu Safe Direction (SDI)

Funkce



- Bezpečné sledování směru otáčení
- Nadřazený systém posílá stále žádanou hodnotu (např. Simatic S7-1500TF)
- Při nesprávném směru otáčení může být iniciována parametrizovatelná reakce zastavení.

Aplikace

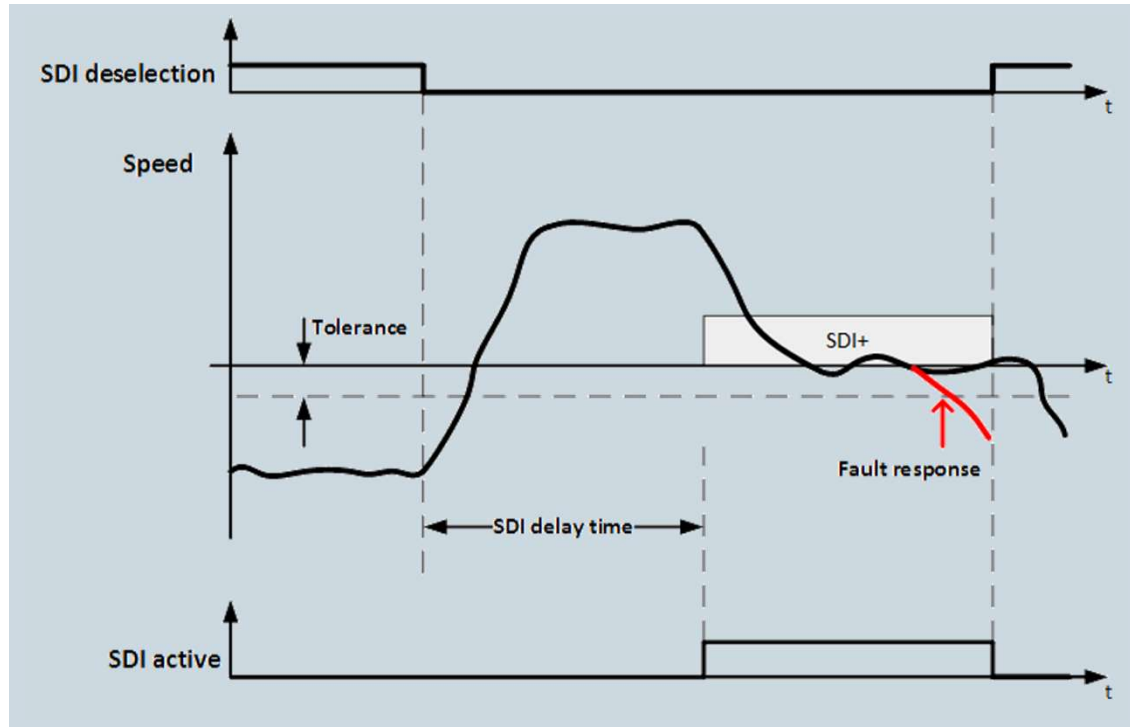


- Pro stroje, kde se materiál musí nakládat nebo odebírat cyklicky
- K ochraně proti nepřipustnému směru otáčení

Výhody

- Tato funkce zvyšuje produktivitu, jelikož lze aktivovat ochranný prostor pro operátora, jakmile operátor pohne se strojem
- Zabraňuje mechanickému poškození stroje při pohybu v nepřipustném směru.

Safe Direction (SDI)



Časová sekvence

- Aktivace SDI (positive nebo negative)
- Zpoždění SDI aktivováno
- Směr otáčení řeší nadřazený systém
- Po uplynutí doby zpoždění SDI:
 - ➔ Bezpečné sledování zvoleného směru otáčení motoru s parametrizovatelnou tolerancí
- Zrušení SDI
 - ➔ Motor lze ihned znovu otáčet v obou směrech otáčení
- Parametrizovatelná odezva zastavení (A-E) při otáčení motoru ve směru otáčení není povolena.
- K dispozici pouze odezva zastavení A a B

Bezpečné monitorování pohybu Safely-Limited Acceleration (SLA)

Funkce



- Bezpečné monitorování zrychlení
- Při překročení zrychlení může být spuštěna parametrizovatelná reakce zastavení

Aplikace



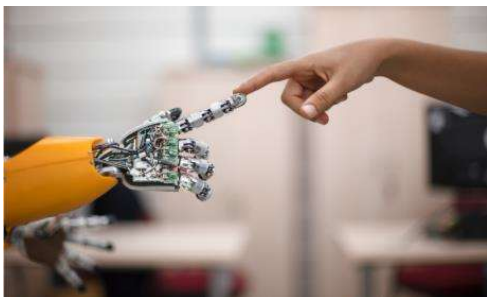
- Pro aplikace, např. v režimu nastavování, kdy by při nekontrolovaném zrychlování motoru došlo k nebezpečné situaci

Výhody

- Maximální přípustná úroveň zrychlení je sledována v režimu nastavení
- Střed nástroje je bezpečně sledován pro různé kinematiky

Safely-Limited Acceleration (SLA)

Všeobecné informace



Příklad



SLA identifikuje, kdy se kinematická osa zrychluje nekontrolovatelným způsobem, a iniciuje reakci zastavení v rané fázi.

- Monitorování zrychlení (je aktivní pouze při zrychlování, ale ne při brzdění!)
- Lze použít pouze v bezpečnostním systému s 1 enkodérem
- Mezi výběrem a aktivací SLA není žádná prodleva
- Parametrizovatelná reakce zastavení při překročení limitní hodnoty SLA

➔ STOP A-E

SINAMICS Safety Integrated

Bezpečnostní funkce bez enkodéru

Bezpečnostní funkce bez enkodéru

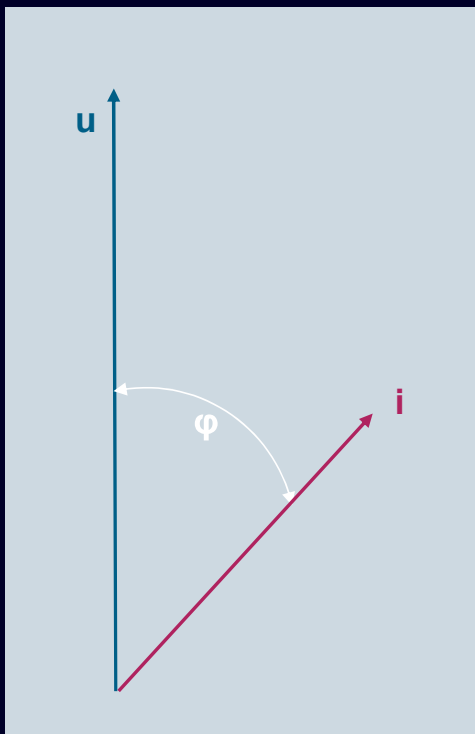
Všeobecné informace

	Basic	Extended	Advanced
Pro všechny druhy řízení (U/f, speed control)	✓	✓	✓
Skupinové motory (několik motoru na jeden měnič)	✓	✓	✓
Uvolněno pro asynchronní motory	✓	✓	✓
Uvolněno pro synchronní-reluktanční motory ¹⁾	✓	✓	✓
Uvolněno pro synchronní motory ¹⁾	✓		
Uvolněno pro zdvihací zařízení, výtahy a odvíječky	✓		
Uvolněno pro aplikace vyžadující rychlou dynamickou odezvu	✓		

¹⁾ Pouze pro S120

Bezpečnostní funkce bez enkodéru

Pravidla



Základy bezpečnostních funkcí bez enkodéru

Je měřen nebo vypočítán:

- Proud i
- Napětí u
- Úhel φ

...na základě toho, bezpečnostně relevantní výpočet aktuálních otáček pro

- **monitorování minimálního proudu**
V zapnutém stavu musí protékat minimální proud
- **monitorování zrychlení**
Není přípustné aby bylo překročeno maximální zrychlení
- **monitorování úhlu natočení**
Sleduje se úhel mezi proudem a napětím

Bezpečnostní funkce bez enkodéru

Omezení



Výkonové moduly PM230

- Jsou podporovány pouze některé bezpečnostní funkce
- Podporuje STO ve spojení s příslušnou CU jednotkou (např. CU240E-2)

Power Module	Article No.	Restriction
Power Module PM230 with IP55 degree of protection	6SL3223-0DE A .	Integrated safety functions cannot be used.
	6SL3223-0DE G .	The STO basic function can be used.
PM230 Power Module in degree of protection IP20 and push through format	6SL321 . -1NE L .	Integrated safety functions cannot be used.
	6SL321 . -1NE G .	The STO basic function can be used.

Výkonový modul PM240 , frame size GX

Umožňuje pouze základní funkce **STO**, **SBC** a **SS1 f**

Bezpečnostní funkce bez enkodéru

Omezení

Letmý restart

Letmý restart by se neměl provádět pokud jsou aktivní bezpečnostní funkce.

Tip Pokud je vyžadován letmý restart: Před letmým restartem je potřeba deaktivovat Safety Integrated (kromě SSM) – po dokončení letmého restartu je potřeba je znovu aktivovat.

Note Je potřeba zvážit, zda je přípustné deaktivovat bezpečnostní funkce během letmého restartu!

Proudové omezení výkonové jednotky

Pokud se projeví proudové omezení jednotky, je potřeba očekávat, že bezpečnostní bezsenzorový výpočet aktuálních hodnot vygeneruje poruchový stav a související odezvu zastavení.

Note Při konstrukci měniče a při parametrizaci limitů proudu nebo momentu je třeba pečlivě zajistit, aby proudové omezení pohonné jednotky nereagovalo.

Bezpečnostní funkce bez enkodéru

Omezení

DC brždění

Tato funkce zahrnuje brždění pomocí stejnosměrného proudu. To může vést k tomu, že bezenkodérové snímání skutečné hodnoty relevantní pro bezpečnost vyvine chybový stav a vydá související odezvu zastavení.

Tip Pokud je použití stejnosměrné brzdy nutné: Před aktivací stejnosměrné brzdy deaktivujte integrované bezpečnostní funkce (s výjimkou SSM) – a poté je znovu aktivujte.

Note Je nutné zvážit, zda je přípustné deaktivovat bezpečnostní funkce při brždění!

Identifikace motorových dat

Při použití měřicích funkcí (stacionární a rotační měření) ke stanovení parametrů motoru je třeba počítat s tím, že bezenkodérové, bezpečnostně relevantní snímání skutečné hodnoty vydá chybové hlášení.

Note Identifikace parametrů motoru by měla být vždy provedena před uvedením bezpečnostních integrovaných funkcí do provozu.

Bezpečnostní funkce pro měniče Sinamics G bez enkodéru

Splňují: SIL 2, Cat. 3 a PL d

Bezpečné
monitorování pohybu

Extended

Safely-Limited Speed (SLS) — Safe Speed Monitor (SSM) — Safe Direction (SDI)

Bezpečné
ovládání brzdy

Basic

Safe Brake Control (SBC)

Funkce bezpečného
zastavení

Safe Torque Off (STO) — Safe Stop 1 (SS1)

Bezpečnostní funkce pro měniče Sinamics S bez enkodéru

Splňují: SIL 2, Cat. 3 a PL d

Bezpečné
monitorování polohy

Advanced

Safe RELATIVE Position (SP)

Bezpečné
monitorování pohybu

Extended

Safely-Limited Speed (SLS) Safe Speed Monitor (SSM) Safe Direction (SDI)

Bezpečné
ovládání brzdy

Basic

Safe Brake Control (SBC)

Funkce bezpečného
zastavení

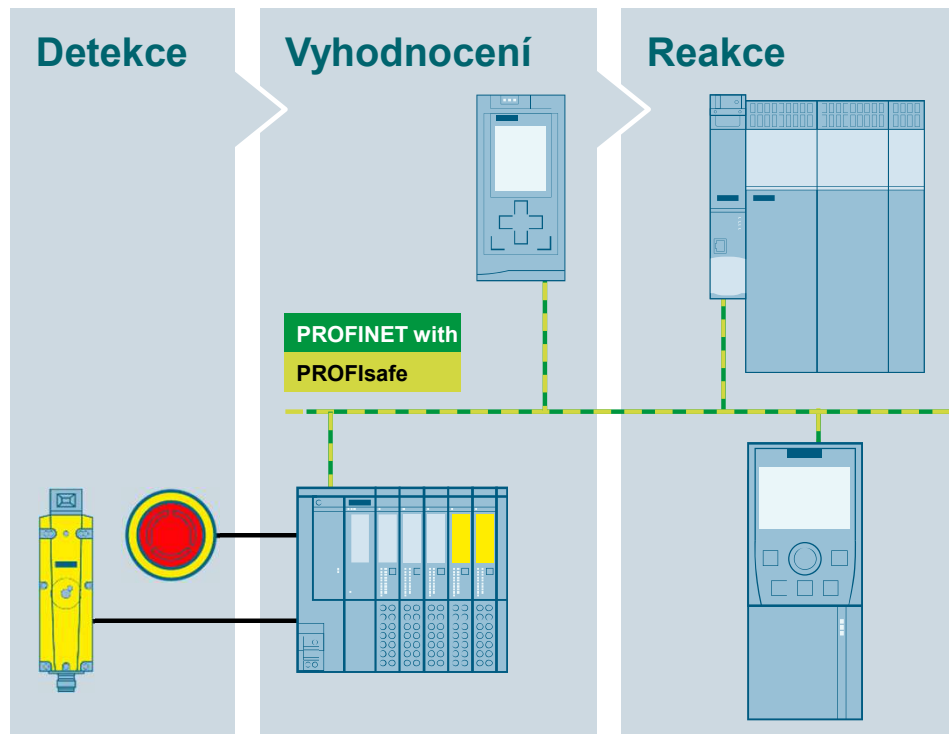
Safe Torque Off (STO) Safe Stop 1 (SS1)



SINAMICS Safety Integrated PROFIsafe

Ovládání bezpečnostních funkcí pomocí PROIsafe

Přehled

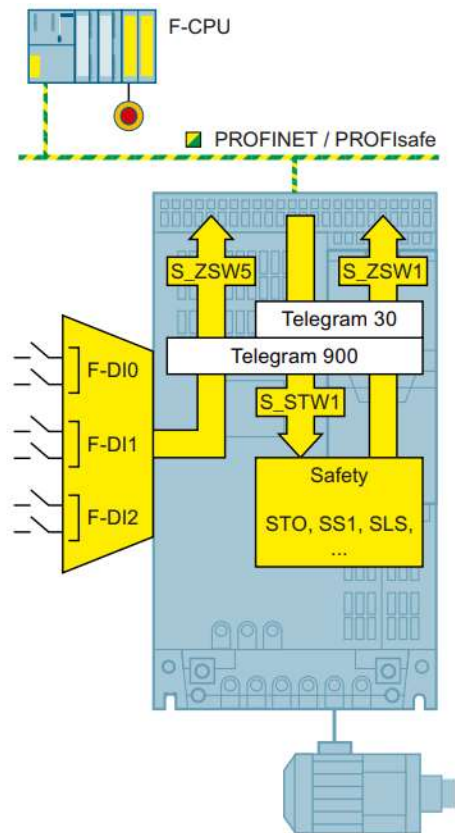


Vlastnosti

- Bezpečnostní sekvence v F-PLC
- Komunikace přes PROFIBUS/PROFINET
- Pohony lze jednoduše integrovat do strojů bez nutnosti dalšího prodrátování

Řízení měničů Sinamics G přes PROFIsafe

Přehled



Telegram 30

- Nadřazený systém aktivuje bezpečnostní funkce pomocí řídicího slova S_STW1
- Měnič posílá statusové slovo S_ZSW1 ohledně stavu bezpečnostních funkcí do nadřazeného systému

Telegram 900

- Navíc obsahuje S_STW5 a S_ZSW5
- Statut bezpečnostních vstupu je zasílán v S_ZSW5

Ovládání bezpečnostních funkcí pomocí PROFIsafe Telegram 30

PROFIsafe control word (S_STW1 in telegram 30)

Byte 1								Byte 0							
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Internal Event Ack	-	-	SLS	-	-	SS1	STO	Internal Event Ack	-	-	SLS	-	-	SS1	STO

PROFIsafe status word (S_ZSW1 in telegram 30)

Byte 1								Byte 0							
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Internal event	-	-	SLS active	-	-	SS1 active	STO active	Internal event	-	-	SLS active	-	-	SS1 active	STO active

2 bytes (user data)

ve směru odesílání i příjmu

- S_STW1
(safety control word 1)
- S_ZSW1
(safety status word 1)

4 bytes (header data)

Ovládání bezpečnostních funkcí pomocí PROFIsafe

Přehled bezpečnostních telegramů

Telegramy v závislosti na bezpečnostních funkcích	STO	SS1	SS2	SOS	SBC	SBT	SLS	SSM	SDI	SLP	SP	SLA	SCA	Transfer F-DI
30	✓	✓	✓	✓	Působí současně s funkcí STO	Nejedná se ve své podstatě o bezpečnostní funkci	✓	✓	✓	✓		✓		
31	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓		✓
900	✓	✓					✓	✓	✓			✓		✓
901	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
902	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
903	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓

Ovládání bezpečnostních funkcí pomocí PROFIsafe

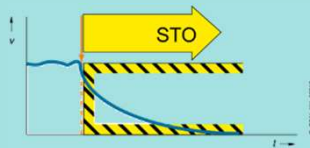
Poruchový scénář - přerušení komunikační sběrnice

Jak měnič reaguje na tuto závalu?



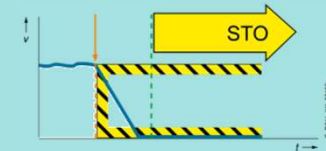
Komunikační kabel (Profinet) mezi F-PLC a zakladačem byl mechanicky přerušen, např. vysokozdvizný vozík přejel kabel.

Zastavení STOP A (STO)



- Pulzy jsou bezpečně zrušeny
- Pohon se zastavuje volným doběhem

Zastavení STOP B (SS1)



- Kontrolované zastavení pohonu (max. 3600s do STO)
- Poté následuje bezpečné zrušení pulzů, parametrizovatelné (p9612)

Snížení namáhání mechanických brzd

Ovládání bezpečnostních funkcí pomocí PROFIsafe

Knihovna LDrvSafe

Výhody

- Knihovna SIMATIC - Failsafe
▶ SIOS-ID:109485794
- Podporuje nasazení bezpečných aplikací ve spojení s SINAMICS Safety Integrated

Podmínky

- Hardware:
S7-1200F/S7-1500F v TIA Portale
- Software:
SIMATIC STEP 7 Safety Advanced

Certifikováno German Trade Association (subgroups wood and metal) (DGUV)
do úrovně **SIL2** (DIN EN 62061) / **PL d, Cat. 3** (EN ISO 13849-1)



Ovládání bezpečnostních funkcí pomocí PROFIsafe

Knihovna LDrvSafe

PROFIsafe řízení

- Řídící slova pro všechny PROFIsafe telegramy
- Statusová slova pro všechny PROFIsafe telegramy

S7-1200F / S7-1500F 



Navíječky

- Bezpečné snímání průměru navíjecí cívky
- Sledování limitu Safely-Limited Speed (SLS) jako funkce snímaného průměru

S7-300F / S7-1200F / S7-1500F 



...další bloky

- Safety Info Channel / Safety Control Channel
- Bezpečné referencování pro bezpečnostní funkce SP, SLP a SCA
- Potvrzení výměny hardwaru poté, co byl vyměněn hardware relevantní pro bezpečnost (např. SMC moduly)

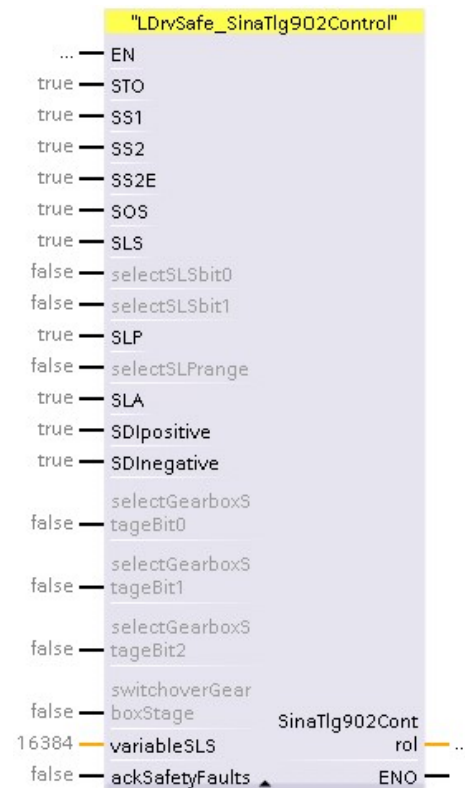
S7-1200F / S7-1500F 



Ovládání bezpečnostních funkcí pomocí PROFIsafe

Knihovna LDrvSafe

- Samostatné řídicí a stavové bloky pro každý PROFIsafe telegram (30, 31, 900, 901, 902, 903)
- U výchozího nastavení všechny bezpečnostní funkce deaktivovány
- Struktura telegramů PROFIsafe namapovaná na uživatelsky definované datové typy (F-UDT)
- Uživatel nepotřebuje znát strukturu PROFIsafe telegramů



SINAMICS Safety Integrated Test Stop

Test stop

Test stop

Funkce

- Splňuje požadavky specifikované v ISO 13849-1 a IEC 61508 (identifikace závad v rané fázi)
- Testuje vnitřní cesty vypínacího signálu a funkčnost, aby se ujistil, že fungují správně
- Provádí se alespoň jednou ročně; častější provádění v závislosti na analýze rizik
(nastavitelný časovač v SINAMICS)

Předpoklady

- Pokud jsou použity výkonové moduly typu Blocksize (např. PM240-2), test stop může být aktivován pouze v klidovém stavu uzavřené regulační smyčky

Vhodné načasování provádění test stopu

- Pokud jsou pohony při zapnutí v klidovém stavu (Power ON)
- V určitém časovém sledu (např. pracovní směny)
- V automatickém modu, v závislosti na čase a události (např. při otevření ochranných dveří)

Test stop pro Basic bezpečnostní funkce

Test stop

Parametrizovatelný test stop časovač

Alespoň jednou za rok (P9659 = 8760h)

Aktivace test stopu

- Aktivace STO, SS1 nebo
- Power ON

Po vypršení časovače

- Aktivován alarm "Motion monitoring functions must be tested"
- Test stop musí být znovu proveden

Test stop pro Extended bezpečnostní funkce

Test stop

Parametrizovatelný test stop časovač

Minimálně jednou za rok

Aktivace test stopu

- Ručně: z programu, operátorská funkce, ...
 - pomocí digitálního vstupu
 - přes nadřazený systém
- Automaticky: když se měnič zapne (pouze u měničů SINAMICS S120 a S210)

Po vypršení časovače nebo power on

- An alarm is output "Motion monitoring functions must be tested"
- Test stop musí být znovu proveden

SINAMICS Safety Integrated Acceptance Test & Activation Test

Proč je acceptance test důležitý?

Ověřování bezpečnostních funkcí není vyžadováno Siemensem – je vyžadováno normou!



Směrnice o strojních zařízeních

EN ISO 13849-2 Section 8

EN ISO 62061 Section 8

“[...] funkční test bezpečnostních funkcí ve všech provozních režimech stroje pro zjištění zda odpovídají stanoveným charakteristikám [...]”

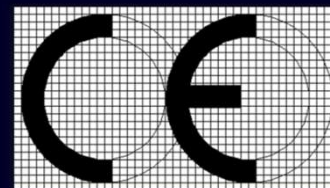
...cesta k získání
prohlášení o shodě
pro nový nebo
repasovaný stroj



Důležitý krok: Verifikace a validace

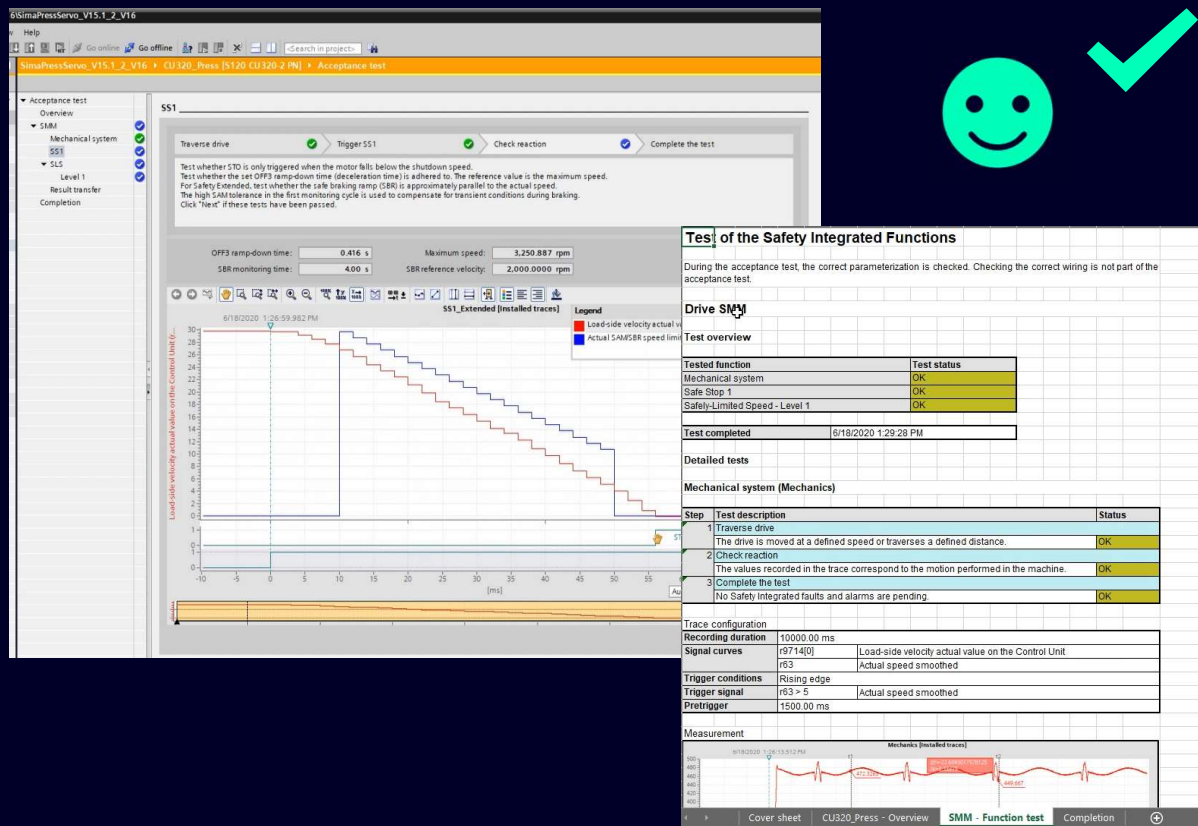
Časově náročný funkční test
→ Otestujte a zdokumentujte , zda
jsou bezpečnostní funkce
implementovány tak , jak bylo
uvedeno výše

CE značka



Každý stroj musí mít CE značku (prohlášení o shodě), které potvrzuje že byly splněny všechny příslušné směrnice

Siemens řešení: Safety Acceptance Test v SINAMICS Startdrive Advanced



Safety Acceptance Test včetně Safety Activation Test

- ✓ **Průvodce** s pokyny krok za krokem
- ✓ Funkční test pro každou bezpečnostní funkci
- ✓ Automatický **přenos výsledků** na stejné osy v projektu
- ✓ **Automatic** generování standardního testovacího protokolu

Safety Acceptance test je součástí inženýrského nástroje pro měniče:
SINAMICS Startdrive Advanced
(je nutná licence)

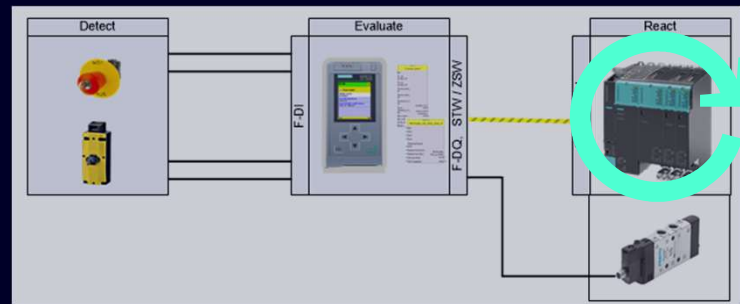
Safety Acceptance a Safety Activation test

Rozdíl

Safety Acceptance test (k dispozici od V15)

Ověření správné **safety parametrizace pro integrated drive safety** funkce. Vyjasnění otázek jako:

- Jsou brzdové rampy nastaveny správně?
- Jsou limitace a reakce na chyby nastaveny správně?
- ...

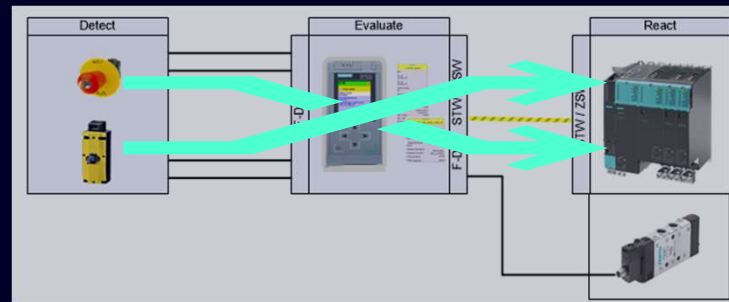


Safety Activation test (NOVĚ v V17)

Ověření **safety řídicího řetězce od sensorů po měnič**.

Vyjasnění otázek jako:

- Vybírá každý pohon správnou bezpečnostní funkci, když je aktivován bezpečnostní senzor?
- Jsou všechny bezpečnostní funkce realizovány podle minimalizace rizik?
- Vyskytli se chyby v zapojení bezpečnostních senzorů?
- ...

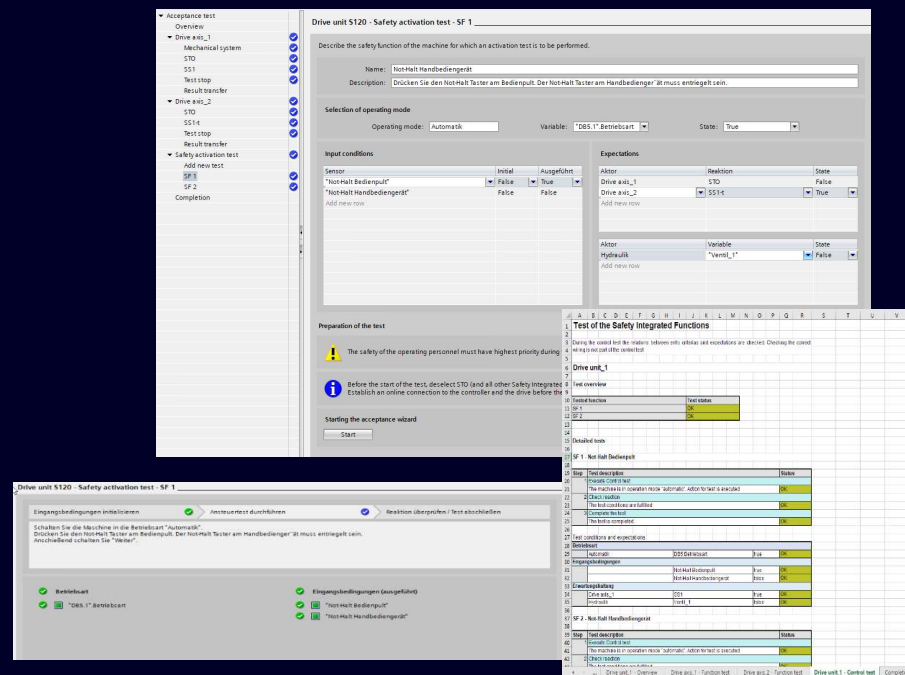


Nový Safety Activation test Workflow & požadované licence

Postup

1. **Definuje** všechny bezpečnostní funkce pomocí **průvodce**: provozní režim, vstupní podmínky, očekávaná reakce (tento krok může provést projektant již předem do fáze uvedení do provozu)
2. Po uvedení do provozu **se provede test** a projde všechny definované bezpečnostní funkce pomocí **průvodce krok za krokem**
3. **Automatické** vytvoření **testovacího protokolu** **protokolu** se všemi potřebnými informacemi

! **Ověření** bezpečnosti je důležitým krokem na cestě k požadovanému **CE označení** stroje!

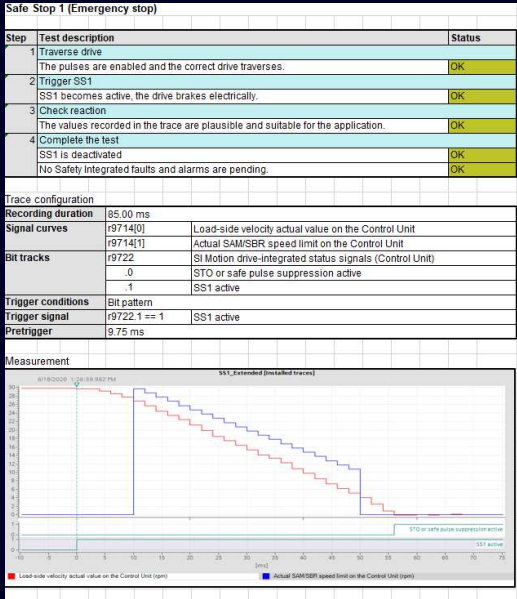


Safety Activation test je součástí Safety Acceptance testu který je součástí SINAMICS **Startdrive Advanced** licence.

Testovací protokol

Control Unit Drive control		
Safety Integrated logbook		
Name	Param.no.	Value
SI checksum to track functional changes	r978[10]	F95E7C0FH
SI checksum to track hardware-specific changes	r978[11]	E744C3H
SI time stamp for checksum to track functional changes	r9782[0]	17.915.1934 h
SI time stamp for checksum to track hardware-specific changes	r9782[1]	17.815.9668 h
Firmware version		
Name	Param.no.	Value
Control Unit firmware version	r18	5.207.307
Drive Drive axis_2		
Firmware version		
Name	Param.no.	Value
Power unit firmware version	r128[0]	5.207.302
Sensor Module firmware version	r148[0]	4.800.200
SI Motion version safety motion monitoring (Motor Module)	r9390	5.20.68.0
SI Motion version safety motion monitoring (Control Unit)	r9590	5.20.68.0
SI version drive-integrated safety function (Control Unit)	r9770	5.20.68.0
SI version drive-integrated safety function (Motor Module)	r9870	5.20.71.0
SI version (Sensor Module)	r9890	0.0.0
Safety Integrated motion monitoring cycle		
Name	Param.no.	Value
SI Motion monitoring clock cycle (Motor Module)	p9300	12.000.00 µs
SI monitoring clock cycle (Control Unit)	r9780	4.00 ms
Parameterization of the Safety Integrated Functions		
Basic Functions		
Name	Param.no.	Value
SI enable functions integrated in the drive (Control Unit)	p9601	8H
SI enable Safe Brake Control (SBC) (Control Unit)	p9602	7H

Přehled relevantních dat
(firmwarová verze, safety parametry)
→ Úspora času ve srovnání s
vytvořením dokumentace klasickým
způsobem



Ověřovací měření pro každý měnič
safety function včetně naměřených
průběhu

Device name		PLC_2	
CPU		CPU 1518F-4 PN/DP	
F-signatures			
Name		Online signature	
Collective F-signature		869736C0	
Drive S120_Demokoffer_With_Brake_WithEnc			
Tested function		Test status	
SF 1 - Test 1		OK	
Test completed		9/27/2021 8:53:33 AM	
Detailed tests			
SF 1 - Test 1			
Step	Test description		Status
1	Initialize input conditions The initialization is completed.		OK
2	Perform Safety Activation Test The machine is in operation mode "Automatic". The test procedure will be executed.		OK
3	Check reaction Test conditions fulfilled.		OK
4	Complete the test The test is completed.		OK
Input conditions and responses			
Operating mode			
Automatic	"STO_axis1"	True	OK
Input conditions (initial)			
	"STO_axis1"	False	OK
Input conditions (executed)			
	"STO_axis1"	True	OK
Reaction			
Drive axis_2	SS14	True	OK
768u	"STO_axis1"	True	OK

Všechny výsledky testování
Activation Testu

I Díky za pozornost