

Obsah

1 Úvod	2
1.1 Účel návodu	2
1.2 Další zdroje	2
1.3 Popis funkce	2
1.4 Schválení a certifikace	2
1.5 Symboly, zkratky a konvence	3
2 Bezpečnost	4
2.1 Bezpečnostní symboly	4
2.2 Kvalifikovaný personál	4
2.3 Bezpečnostní opatření	4
3 Instalace	6
3.1 Bezpečnostní pokyny	6
3.2 Instalace STO	6
3.3 Instalace v kombinaci s VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	7
4 Uvedení do provozu	8
4.1 Bezpečnostní pokyny	8
4.2 Aktivace STO	8
4.3 Nastavení parametrů pro funkci STO v kombinaci s VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	8
4.4 Automatické/ruční restartování	8
4.5 Test uvedení funkce STO do provozu	8
4.6 Zabezpečení konfigurace systému	9
4.7 Servis a údržba	9
5 Příklady aplikací	11
5.1 Data SISTEMA	11
5.2 Nouzové zastavení měniče s funkcí Safe Torque Off – kat. 1, PL c, SIL 1	11
5.3 Nouzové zastavení měniče s funkcí Safe Torque Off s pomocí bezpečnostního relé – kat. 3, PL d, SIL 2	12
5.4 Nouzové zastavení měniče s funkcí Safe Torque Off, bezpečnostním relé a výstupním stykačem – kat. 4, PL e, SIL 3	13
5.5 Nouzové zastavení více měničů kmitočtu – kat. 3, PL d, SIL 2	14
6 Technické údaje STO	16
Rejstřík	17

1 Úvod

1.1 Účel návodu

Tento návod obsahuje informace o použití měničů kmitočtu Danfoss VLT® v aplikacích provozní bezpečnosti. Návod obsahuje informace o standardech provozní bezpečnosti, o funkci Safe Torque Off (STO) měničů kmitočtu Danfoss VLT® a související instalaci a uvedení do provozu, a také o servisu a údržbě pro funkci STO.

VLT® je registrovaná ochranná známka.

1.2 Další zdroje

Tento návod je určen pro uživatele, kteří jsou již obeznámeni s měniči kmitočtu VLT®. Je míněn jako dodatek k návodům a příručkám, které jsou k dispozici ke stažení na drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/. Přečtěte si návod přiložený k měniči kmitočtu nebo k doplňku měniče kmitočtu před instalací jednotky a dodržujte pokyny pro bezpečnou instalaci.

1.3 Popis funkce

1.3.1 Úvod

Funkce Safe Torque Off (STO) je součástí bezpečnostního systému. Zabráňuje generování výkonu potřebného k otáčení motoru.

OZNAMENÍ!

Vhodným způsobem vyberte a použijte komponenty bezpečnostního řídicího systému, abyste dosáhli požadované úrovně provozní bezpečnosti. Před integrací a použitím funkce STO je třeba provést v instalaci důkladnou analýzu rizik, aby se zjistilo, zda jsou funkce STO a úrovně bezpečnosti vhodné a dostatečné.

Měnič kmitočtu VLT® je vybaven:

- funkcí Safe Torque Off (STO), definovanou v normě EN IEC 61800-5-2;
- kategorií zastavení 0, definovanou v normě EN 60204-1.

Měnič kmitočtu integruje funkci STO prostřednictvím řídicí svorky 37.

Měnič kmitočtu VLT® s funkcí STO je navržen a schválen tak, aby vyhovoval následujícím požadavkům:

- Kategorie 3 v normě EN ISO 13849-1
- Úroveň vlastností „d“ v normě EN ISO 13849-1.
- SIL 2 v normách IEC 61508 a EN 61800-5-2
- SILCL 2 v normě EN 62061

1.3.2 Výrobky a označení

Funkce STO je k dispozici pro následující typy měničů kmitočtu:

- VLT® HVAC Drive FC 102
- VLT® Refrigeration Drive FC 103
- VLT® AQUA Drive FC 202
- VLT® AutomationDrive FC 301, velikost skříně A1
- VLT® AutomationDrive FC 302
- VLT® Decentral Drive FCD 302
- VLT® Parallel Drive Modules

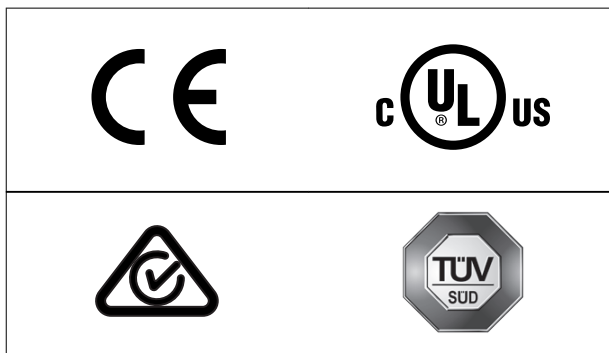
Označení

- Zkontrolujte, zda je měnič kmitočtu nakonfigurován s funkcí STO, pomocí kontroly typového kódu měniče na typovém štítku (viz *Tabulka 1.1*).

Výrobek	Typový kód
VLT® HVAC Drive FC 102	T nebo U na pozici 18 typového kódu
VLT® Refrigeration Drive FC 103	T na pozici 18 typového kódu
VLT® AQUA Drive FC 202	T nebo U na pozici 18 typového kódu
VLT® AutomationDrive FC 301, velikost skříně A1	T na pozici 18 typového kódu
VLT® AutomationDrive FC 302	X, B nebo R na pozici 18 typového kódu
VLT® Decentral Drive FCD 302	X, B nebo R na pozici 18 typového kódu
VLT® Parallel Drive Modules	T nebo U na pozici 18 typového kódu

Tabulka 1.1 Označení v typovém kódu

1.4 Schválení a certifikace



K dispozici jsou další schválení a certifikace. Obratě se na místního partnera Danfoss.

1.4.1 Použité normy a shody

Použití funkce STO na svorce 37 vyžaduje, aby uživatel dodržel všechny bezpečnostní pokyny z příslušných zákonů, předpisů a nařízení.

Integrovaná funkce STO splňuje následující normy:

- IEC/EN 60204-1: 2016 Kategorie zastavení 0 – neřízené zastavení
- IEC/EN 61508: 2010 SIL2
- IEC/EC 61800-5-2: 2016
- IEC/EN 62601: 2015 SIL CL2
- EN ISO 13849-1: 2015 Kategorie 3 PL d

1.5 Symboly, zkratky a konvence

Zkratka	Žádaná hodnota	Popis
B _{10d}		Počet cyklů do okamžiku, kdy se u 10 % komponent vyskytne nebezpečná závada (u pneumatických a elektromechanických komponent).
Kat.	EN ISO 13849-1	Kategorie, úroveň „B, 1–4“
CCF		Obecná chyba
DC		Diagnostické pokrytí rozdělené na úrovně Nízké, Střední a Vysoké.
FIT		Počet poruch za časový interval: 1E-9/hod
HFT	EN IEC 61508	Tolerance hardwarových chyb: HFT = n znamená, že n+1 chyb by způsobilo ztrátu bezpečnostní funkce.
MTTFd	EN ISO 13849-1	Střední doba do nebezpečné poruchy. Jednotka: Roky rozdělené na úrovně Nízké, Střední a Vysoké.
PFH	EN IEC 61508	Pravděpodobnost nebezpečné poruchy za hodinu. Tuto hodnotu je třeba vzít v úvahu, když je bezpečnostní zařízení používáno často nebo spojitě, a frekvence požadavků na činnost v bezpečnostním systému je častější než jednou ročně.
PFD	EN IEC 61508	Průměrná pravděpodobnost chyby na vyžádání; hodnota pro nepříliš časté použití.
PL	EN ISO 13849-1	Samostatná úroveň používaná ke specifikaci schopnosti bezpečnostních částí řídicích systémů vykonávat bezpečnostní funkci za předvídatelných podmínek. Úrovně jsou rozdělené na „a“ až „e“.
PLr		Požadovaná úroveň výkonu (požadovaná úroveň výkonu pro určitou bezpečnostní funkci).
SIL	EN IEC 61508 EN IEC 62061	Úroveň bezpečnostní integrity
STO	EN IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2	Bezpečné zastavení 1
SRECS	EN IEC 62061	Bezpečnostní elektrický řídicí systém
SRP/CS	EN ISO 13849-1	Bezpečnostní části řídicích systémů
PDS/SR	EN IEC 61800-5-2	Systém pohonu (bezpečnostní)

Tabulka 1.2 Zkratky týkající se provozní bezpečnosti

Konvence

Číslované seznamy označují postupy. Seznamy s odrážkami označují jiné informace a popis obrázků.

Kurzíva ozn ačuje:

- Křížový odkaz
- Odkaz
- Název parametru
- Poznámka pod čarou
- Skupina parametrů
- Možnost parametru
- Poplach/výstraha

Všechny rozměry v nákresech jsou uváděny v metrických i imperiálních jednotkách (v závorkách), například: mm (in). Hvězdička (*) označuje výchozí nastavení parametru.

2 Bezpečnost

2

2.1 Bezpečnostní symboly

V tomto návodu jsou použity následující symboly:

VAROVÁNÍ

Označuje potenciálně nebezpečnou situaci, která by mohla mít za následek smrt nebo vážné zranění.

UPOZORNĚNÍ

Označuje potenciálně nebezpečnou situaci, která by mohla mít za následek lehký nebo středně těžký úraz. Lze použít také k upozornění na nebezpečné postupy.

OZNAMENÍ

Označuje důležité informace, včetně situací, které mohou vést k poškození zařízení nebo majetku.

2.2 Kvalifikovaný personál

Produkty smí montovat, instalovat, programovat, uvádět do provozu, provádět údržbu a vyřazovat z provozu pouze osoby s prověřenými znalostmi. Osoby s prověřenými znalostmi

- jsou kvalifikovaní elektroinženýři nebo osoby, které byly proškoleny kvalifikovanými elektroinženýry, a jsou dostatečně zkušené, aby mohli ovládat zařízení, systémy, přístroje a strojní zařízení ve shodě s obecnými normami a směrnicemi pro bezpečnostní technologie;
- jsou osoby obeznámené se základními předpisy týkajícími se ochrany zdraví a bezpečnosti práce/prevence úrazů;
- jsou osoby, které si přečetly bezpečnostní pokyny v tomto návodu a porozuměly jim, a dále si přečetly pokyny v návodu k používání měniče kmitočtu a porozuměly jim;
- jsou osoby dobře obeznámené s obecnými a speciálními normami platnými pro konkrétní aplikaci.

Uživatelé systémů pohonů (bezpečnostních) (PDS(SR)) odpovídají za:

- analýzu nebezpečí a rizik aplikace;
- identifikaci požadovaných bezpečnostních funkcí a přiřazení úrovní SIL nebo PLr jednotlivým funkcím;
- další podsystémy a platnost signálů a příkazů, které z nich přichází;
- návrh patřičných bezpečnostních řídicích systémů (hardware, software, parametrizace a podobně).

Ochranná opatření

- Instalaci a uvedení do provozu bezpečnostních inženýrských systémů musí provádět kvalifikované a odborně zdatné osoby.
- Nainstalujte měnič kmitočtu do rozvaděče IP54 dle IEC 60529 nebo do ekvivalentního prostředí. Ve speciálních aplikacích může být vyžadován vyšší stupeň krytí.
- Kabel mezi bezpečnostním doplňkem a externím bezpečnostním zařízením musí být chráněn proti zkratu podle normy ISO 13849-2, tabulka D.4. Pokud osu motoru ovlivní jakékoli externí síly (např. zavěšená zátěž), je třeba kvůli zamezení nebezpečí podniknout další opatření (např. bezpečnostní přídržnou brzdu).

2.3 Bezpečnostní opatření

Obecná bezpečnostní opatření naleznete v kapitole *Bezpečnost v příslušném návodu k používání*.

UPOZORNĚNÍ

Po instalaci funkce STO proveďte zkoušku instalace při uvedení do provozu dle specifikace v kapitola 4.5 *Test uvedení funkce STO do provozu*. Úspěšně provedený test je podmínkou po první instalaci a po každé změně instalace týkající se bezpečnosti.

VAROVÁNÍ

HROZÍ NEBEZPEČÍ SMRTI NEBO VÁŽNÉHO ÚRAZU

Pokud na motor působí externí síly, např. v jeho vertikální ose (zavěšená zátěž), a nežádoucí pohyby, vyvolané např. gravitací, by mohl způsobit nebezpečí, musí být motor vybaven dalšími prvky ochrany proti pádu z výšky. Například nainstalujte další mechanické brzdy.

VAROVÁNÍ

HROZÍ NEBEZPEČÍ SMRTI NEBO VÁŽNÉHO ÚRAZU

Funkce STO (tj. odpojení napájecího napětí 24 V DC ze svorky 37) nezajišťuje elektrickou bezpečnost. Funkce STO není sama o sobě dostačující jako funkce nouzového vypnutí dle definice v normě EN 60204-1. Nouzové vypnutí vyžaduje opatření zajišťující izolaci od el. sítě, např. vypnutí přívodu el. energie prostřednictvím dalšího stykače.

VAROVÁNÍ**NEBEZPEČÍ ÚRAZU ELEKTRICKÝM PROUDEM**

Funkce STO NEIZOLUJE síťové napětí přicházející do měniče či pomocných obvodů. Práce na elektrických částech měniče kmitočtu nebo motoru lze provádět až po odpojení síťového zdroje a po uplynutí doby vybití uvedené v kapitole *Bezpečnost* v příslušném *návodu k používání*. Nedodržení pokynů k odpojení sítě a vyčkání po specifikovanou dobu může mít za následek smrt nebo vážný úraz.

- Nezastavujte měnič pomocí funkce STO. Pokud běžící měnič vypnete touto funkcí, měnič se vypne a zařízení volně doběhne. Není-li tento postup přijatelný, např. protože je nebezpečný, zastavte měnič kmitočtu a zařízení vhodným způsobem a teprve potom použijte funkci STO. Dle dané aplikace bude možná potřeba použít mechanickou brzdu.
- Funkce STO je vhodná pro provádění mechanických prací na systému měniče nebo pouze v dotčené oblasti stroje. Nezajišťuje bezpečnost před úrazem el. proudem. Funkce STO se nesmí používat pro řízení startu a zastavení měniče.

AUPOZORNĚNÍ**AUTOMATICKÉ RESTARTOVÁNÍ**

Automatické restartování je povoleno pouze v jedné z těchto dvou situací:

- Prevence neúmyslného restartování je implementována jinými částmi instalace STO.
- Je možné fyzicky vyloučit přítomnost v nebezpečné zóně v době, kdy není funkce STO aktivována. Zvláště je nutné dodržet odstavec 6.3.3.2.5 normy ISO 12100: 2010.

VAROVÁNÍ**HROZÍ NEBEZPEČÍ SMRTI NEBO VÁŽNÉHO ÚRAZU**

Funkci STO lze použít pro asynchronní a synchronní motory a motory s permanentními magnety. Může se stát, že ve výkonovém polovodiči měniče kmitočtu dojde ke dvěma chybám. Při použití synchronních motorů nebo motorů s permanentním magnetem může chyba způsobit zbytkovou rotaci. Rotaci lze vypočítat jako $\text{Úhel} = 360 / (\text{počet pólů})$. Se zbytkovou rotací je třeba počítat v aplikacích, které používají synchronní motor nebo motor s permanentními magnety a je třeba se ujistit, že se nejedná o bezpečnostní riziko. U asynchronních motorů není tato situace podstatná.

OZNAMENÍ!

Volbu kategorie zastavení pro každou funkci zastavení je potřeba určit pomocí analýzy rizika ve shodě s normou EN 60204-1:

- Kategorie zastavení 0 se dosáhne okamžitým odpojením napájení aktuátoru, které má za následek neřízený doběh do zastavení. Funkce STO podle normy EN 61800-5-2 splňuje požadavky Kategorie zastavení 0.
- Kategorie zastavení 1 se dosáhne, když je k zastavení použito napájení aktuátorů stroje. Napájení aktuátorů je odpojeno, když je dosaženo zastavení podle normy EN 61800-5-2 Bezpečné zastavení 1 (SS1).
- Kategorie zastavení 2 je řízené zastavení při napájení aktuátorů stroje. Zastavení je následováno přidržetím pozice pod napájením.

OZNAMENÍ!

Při navrhování strojních aplikací je potřeba uvážit čas a vzdálenost pro volný doběh do zastavení (Kategorie zastavení 0 nebo STO). Další informace o kategoriích zastavení naleznete v normě EN 60204-1.

3 Instalace

3

3.1 Bezpečnostní pokyny

⚠ UPOZORNĚNÍ

OHROŽENÍ ELEKTRICKÝM PROUDEM

Provozovatel nebo elektroinstalatér odpovídá za správné uzemnění a za dodržení shody se všemi platnými národními a místními bezpečnostními předpisy.

Další informace naleznete v kapitola 2 *Bezpečnost* a v návodu k používání příslušného měniče kmitočtu. Také se vždy řiďte pokyny výrobce motoru.

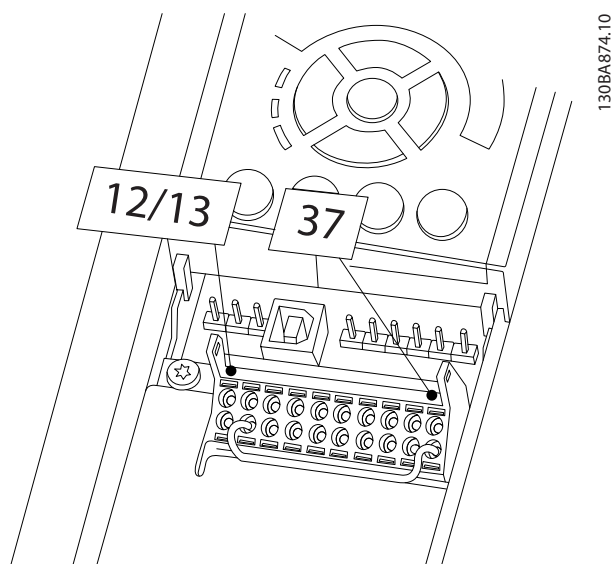
3.2 Instalace STO

Pro připojení motoru, síťové připojení a řídicí kabely dodržujte pokyny pro bezpečnou instalaci v návodu k použití měniče kmitočtu.

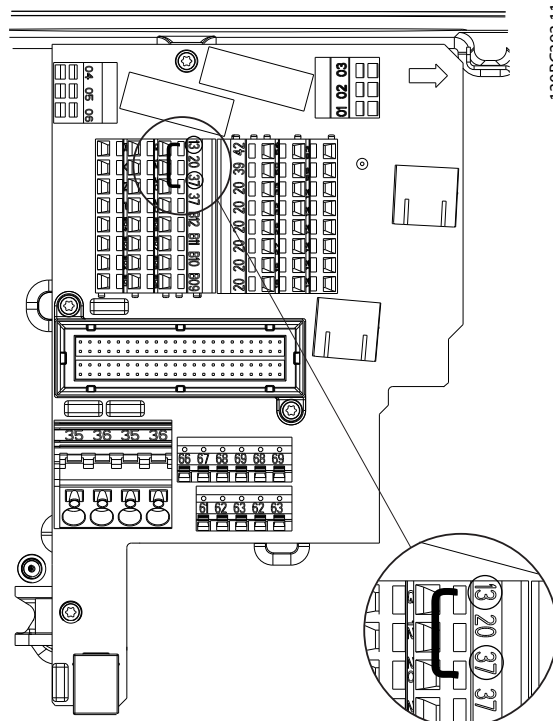
Informace o instalaci s VLT[®] PTC Thermistor Card MCB 112 certifikovanou pro prostředí s nebezpečím výbuchu naleznete v kapitola 3.3 *Instalace v kombinaci s VLT[®] PTC Thermistor Card MCB 112*.

Integrovanou funkci STO zapnete následujícím způsobem:

1. Vyměňte propojku mezi řídicími svorkami 37 a 12 nebo 13. Nestačí propojku přerušit nebo přerušit, protože tím nezabráníte zkratu. (viz propojka na Obrázek 3.1)



Obrázek 3.1 Propojka mezi svorkami 12/13 (24 V) a 37 (platí pro všechny měniče kmitočtu kromě FCD 302)



Obrázek 3.2 Propojka mezi svorkami 13 (24 V) a 37 (FCD 302)

2. Například připojte externí monitorovací bezpečnostní relé, aniž byste použili bezpečnostní funkci, ke svorce 37 (STO) a ke svorce 12 nebo 13 (24 V DC). Příklady zapojení a aplikací naleznete v kapitola 5 *Příklady aplikací*.
3. Dokončete zapojení podle pokynů v návodu k použití měniče kmitočtu.

3.3 Instalace v kombinaci s VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

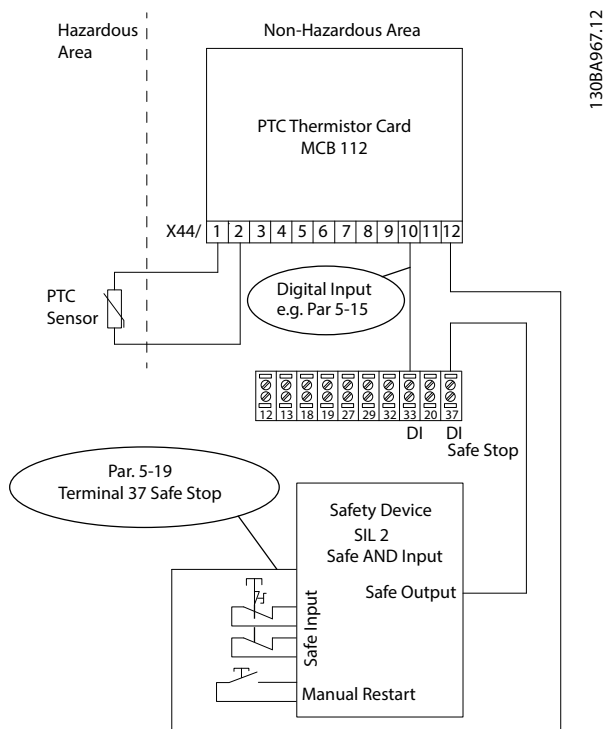
OZNAMENÍ!

Kombinace VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 a funkce STO je k dispozici pouze u modelů VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202, VLT® AutomationDrive FC 302 a VLT® AutomationDrive FC 301, velikost skříně A1.

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 používá svorku 37 jako bezpečnostní vypínací kanál.

- Výstup X44/12 doplňku MCB 112 musí být spojen logickou funkcí AND s bezpečnostním čidlem (např. nouzovým vypínačem a ochranným spínačem), které aktivuje funkci STO. To znamená, že výstup přivádějící signál na svorku 37 STO má VYSOKOU úroveň (24 V) pouze tehdy, když signál z výstupu doplňku MCB 112 X44/12 i signál z bezpečnostního čidla mají VYSOKOU úroveň. Pokud má libovolný ze 2 signálů NÍZKOU úroveň, výstupní signál přiváděný na svorku 37 má rovněž NÍZKOU úroveň.
- Bezpečnostní zařízení spojené logikou AND musí odpovídat požadované bezpečnostní úrovni.
- Připojení výstupu bezpečnostního zařízení pomocí logiky AND ke svorce 37 STO (viz Obrázek 3.3) je nutné chránit proti zkratu.

Obrázek 3.3 zobrazuje restartovací vstup pro externí bezpečnostní zařízení. To znamená, že v této instalaci lze parametr *parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop* nastavit na hodnotu [7] PTC 1 a V relé nebo [8] PTC 1 a P/V relé. Další podrobnosti naleznete v *Návodu k použití VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.



Obrázek 3.3 Použití kombinace funkce STO a doplňku MCB 112

4 Uvedení do provozu

4.1 Bezpečnostní pokyny

⚠️ UPOZORNĚNÍ

OHROŽENÍ ELEKTRICKÝM PROUDEM

Provozovatel nebo elektroinstalatér odpovídá za správné uzemnění a za dodržení shody se všemi platnými národními a místními bezpečnostními předpisy.

Další informace naleznete v kapitola 2 *Bezpečnost* a v *návodu k používání* příslušného měniče kmitočtu. Také se vždy řiďte pokyny výrobce motoru.

4.2 Aktivace STO

Funkce STO se aktivuje odejmutím napětí ze svorky 37 měniče kmitočtu. Připojením měniče kmitočtu k externím bezpečnostním zařízením zajišťujícím bezpečnostní zpoždění získáte instalaci s kategorií zastavení 1. Externí bezpečnostní zařízení musí při připojení ke svorce 37 splňovat požadavky na kat./PL nebo SIL. Funkci STO lze použít pro asynchronní a synchronní motory a motory s permanentními magnety.

Když je aktivována funkce STO (svorka 37), měnič kmitočtu vydá poplach, vypne měnič a nechá motor volně doběhnout. Je potřebný ruční restart. Funkci STO používejte k zastavení měniče kmitočtu v nouzových situacích. V normálním provozním režimu, když není vyžadována funkce STO, používejte běžný způsob zastavení měniče. Před použitím funkce automatického restartování zkontrolujte, zda jsou splněny požadavky podle normy ISO 12100, odstavec 6.3.3.2.5.

4.3 Nastavení parametrů pro funkci STO v kombinaci s VLT[®] PTC Thermistor Card MCB 112

Po připojení doplňku MCB 112 jsou k dispozici další možnosti pro parametr 5-19 *Terminal 37 Safe Stop* ([4] PTC 1 *Poplach* až [9] PTC 1 a V/P relé).

- Možnosti [1]* *Poplach při bezp. zas.* a [3] *Bezp. zastavení – V* jsou stále k dispozici, ale jsou určeny pro instalace bez doplňku MCB 112 nebo externích bezpečnostních zařízení. Pokud je vybrána možnost [1]* *Poplach při bezp. zas.* nebo [3] *Bezp. zastavení – V* a je spuštěn doplněk MCB 112, měnič kmitočtu zareaguje nahlášením *poplachu 72, Nebezp. chyba* a provede bezpečný volný doběh, bez automatického restartování.
- Když je použito externí bezpečnostní zařízení, nesmí se vybrat možnosti [4] PTC 1 *Poplach* a [5]

PTC 1 *Výstraha*. Tyto možnosti používejte jen tehdy, když funkci STO používá pouze doplněk MCB 112.

Pokud je vybrána možnost [4] PTC 1 *Poplach* nebo [5] PTC 1 *Výstraha* a externí bezpečnostní zařízení spustí funkci STO, měnič kmitočtu nahlásí *poplach 72, Nebezp. chyba* a provede bezpečný volný doběh, bez automatického restartování.

- Možnosti [6] PTC 1 a P relé až [9] PTC 1 a V/P relé volte pro kombinaci externího bezpečnostního zařízení a doplňku MCB 112.

⚠️ UPOZORNĚNÍ

AUTOMATICKÉ RESTARTOVÁNÍ

Volby umožňují automatické restartování po deaktivaci externího bezpečnostního zařízení.

Než zvolíte možnost [7] PTC 1 a V relé nebo [8] PTC 1 a P/V relé, zkontrolujte, zda:

- je implementována prevence neúmyslného restartování jinými částmi instalace STO, nebo
- Je možné fyzicky vyloučit přítomnost v nebezpečné zóně v době, kdy není funkce STO aktivována. Zvláště je nutné dodržet odstavec 6.3.3.2.5 normy ISO 12100:2010.

Další podrobnosti naleznete v *Návodu k používání VLT[®] PTC Thermistor Card MCB 112*.

4.4 Automatické/ruční restartování

Ve výchozím nastavení funkce STO zabrání neúmyslnému restartování (Prevence restartování). Postup ukončení STO a obnovení normálního provozu:

- Znovu přiveďte napětí 24 V DC na svorku 37.
- Přiveďte signál resetu (prostřednictvím sběrnice, digitálních I/O nebo tlačítkem [Reset] (Reset)).

Funkci STO nastavíte na automatické restartování nastavením hodnoty par. parametr 5-19 *Terminal 37 Safe Stop* z výchozí hodnoty [1]* *Poplach při bezp. zas.* na hodnotu [3] *Bezp. zastavení – V*.

Automatické restartování znamená, že funkce STO je ukončena a normální provoz obnoven, jakmile bude na svorku 37 přivedeno napětí 24 V DC. Není vyžadován žádný signál resetu.

4.5 Test uvedení funkce STO do provozu

Po instalaci a před prvním zahájením provozu proveďte zkoušku instalace s použitím funkce STO.

Dále proveďte zkoušku po každé úpravě instalace nebo aplikace, která se týkala i funkce STO.

OZNAMENÍ!

Úspěšná zkouška funkce STO po uvedení do provozu je vyžadována po počáteční instalaci a po každé následné změně instalace.

Provedení testu uvedení do provozu:

- dodržujte pokyny v kapitola 4.5.1 *Prevence restartování pro aplikace s použitím funkce STO* pro aplikace bez automatického restartování po bezpečném zastavení, nebo
- dodržujte pokyny v kapitola 4.5.2 *Automatické restartování aplikace s funkcí STO* pro aplikace s automatickým restartováním po bezpečném zastavení.

4.5.1 Prevence restartování pro aplikace s použitím funkce STO

Aplikace, u kterých je par. *parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop* nastaven na výchozí hodnotu [1]* *Poplach při bezp. zas.*, nebo je použita kombinace funkce STO a VLT® PTC Thermistor MCB 112, a par. *parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop* je nastaven na hodnotu [6] *PTC 1 a P relé* nebo [9] *PTC 1 a V/P relé*:

1. Zatímco je motor poháněn měničem kmitočtu (tj. síťové napájení není přerušeno), odejměte napájecí napětí 24 V DC ze svorky 37 pomocí odpojovacího zařízení.
2. Zkontrolujte, zda:
 - 2a motor volně doběhne do zastavení,
 - 2b se aktivuje mechanická brzda (je-li připojena),
 - 2c ovládací panel (LCP), pokud je namontován, zobrazuje *Poplach 68, Bez. zastavení*.
3. Na svorku 37 znovu přiveďte napětí 24 V DC.
4. Zkontrolujte, zda motor zůstane ve stavu volného doběhu a mechanická brzda (je-li připojena) zůstane zapnuta.
5. Odešlete signál resetu (prostřednictvím sběrnice, digitálních V/V nebo tlačítkem [Reset] (Reset)).
6. Zkontrolujte, že motor bude opět uveden do provozu.

Test při uvedení do provozu bude úspěšně dokončen, jestliže budou splněny všechny kroky.

4.5.2 Automatické restartování aplikace s funkcí STO

Aplikace, u které je par. *parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop* nastaven na hodnotu [3] *Bezp. zastavení – V*, nebo je použita kombinace funkce Safe Torque Off a VLT® PTC Thermistor MCB 112, a par. *parametr 5-19 Terminal 37 Safe Stop* je nastaven na hodnotu [7] *PTC 1 a V relé* nebo [8] *PTC 1 a P/V relé*:

1. Zatímco je motor poháněn měničem kmitočtu (tj. síťové napájení není přerušeno), odejměte napájecí napětí 24 V DC ze svorky 37 pomocí odpojovacího zařízení.
2. Zkontrolujte, zda:
 - 2a motor volně doběhne do zastavení,
 - 2b se aktivuje mechanická brzda (je-li připojena),
 - 2c ovládací panel (LCP), pokud je namontován, zobrazuje *Výstrahu 68, Bez. zastavení*.
3. Na svorku 37 znovu přiveďte napětí 24 V DC.
4. Zkontrolujte, že motor bude opět uveden do provozu.

Test při uvedení do provozu bude úspěšně dokončen, jestliže budou splněny všechny kroky.

OZNAMENÍ!

Podívejte se na varování ohledně chování při restartování v kapitola 2.3 *Bezpečnostní opatření*.

4.6 Zabezpečení konfigurace systému

- Bezpečnostní opatření jsou záležitostí uživatele.
- Parametry měniče kmitočtu lze chránit heslem.

4.7 Servis a údržba

K dosažení úrovně PL d nebo SIL2 je nutné provést test funkčnosti každých 12 měsíců, aby se zjistily veškeré závady či selhání funkce STO. Pro nižší úrovně PL nebo SIL se jedná o doporučení.

Test funkčnosti proveďte následujícím postupem (nebo podobným způsobem vhodným pro danou aplikaci):

1. Odeberte napájecí napětí 24 V DC ze svorky 37.
2. Zkontrolujte, zda se na displeji LCP zobrazí *Poplach 68, Bez. zastavení*.
3. Ověřte, zda měnič kmitočtu vypne jednotku.
4. Ověřte, zda motor volně doběhne do úplného zastavení.
5. Ověřte, zda motor nelze spustit.
6. Znovu připojte napájecí napětí 24 V DC na svorku 37.

7. Zkontrolujte, zda se motor automaticky nespustí a zda se restartuje pouze přivedením signálu resetování (prostřednictvím sběrnice, digitálních I/O nebo tlačítkem [Reset] (Reset)).

5 Příklady aplikací

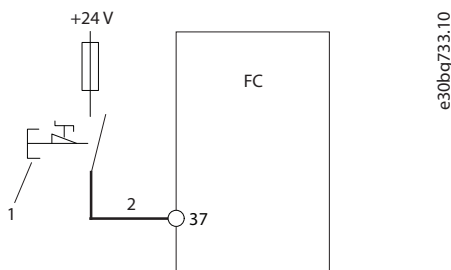
5.1 Data SISTEMA

SISTEMA (Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications – Bezpečnostní softwarový nástroj pro vyhodnocení strojních aplikací) je softwarový nástroj, který poskytuje vývojářům a testovacím pracovníkům bezpečnostních ovládacích prvků komplexní podporu vyhodnocení bezpečnosti v kontextu normy ISO 13849-1.

Údaje o provozní bezpečnosti jsou k dispozici z datové knihovny pro použití s výpočtním nástrojem SISTEMA od IFA (Institut pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci Úřadu sociálního pojištění Spolkové republiky Německo) a jako data pro ruční výpočet. SISTEMA je zdarma k dispozici ke stažení na www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview.

5.2 Nouzové zastavení měniče s funkcí Safe Torque Off – kat. 1, PL c, SIL 1

Obrázek 5.1 ukazuje příklad použití nouzového zastavení s funkcí Safe Torque Off – kat. 1, PL c, SIL 1.



1	Tlačítko nouzového zastavení
2	Kabel chráněný proti zkratu (není-li měnič instalován do rozvaděče IP54). Další informace naleznete v normě ISO 13849-2, tabulka D.4.

Obrázek 5.1 Nouzové zastavení s funkcí Safe Torque Off – kat. 1, PL c, SIL 1

Bezpečnostní funkce

Když nastane nouzová situace, aktivuje se zařízení pro nouzové zastavení. Aktivuje se funkce Safe Torque Off (STO) měniče kmitočtu. Po vydání příkazu k zastavení nebo k nouzovému zastavení se měnič kmitočtu zastaví.

Konstrukční vlastnosti

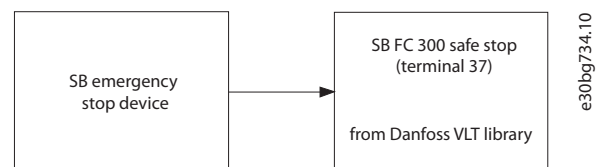
- Obvod lze použít až do kat. 1, PL c (ISO 13849-1) nebo SIL 1 (EN 62061 a IEC 61508).
- Funkce Safe Torque Off (STO) se aktivuje prostřednictvím 1 NC pozitivního spínacího kontaktu (podle norem IEC 60947-1, IEC 60947-5-1 a IEC 60947-5-5).
- K dosažení úrovně PL c je nutné vypočítat kompletní bezpečnostní funkce (MTTFd).
- Použijte základní bezpečnostní principy.
- Zařízení použité pro aktivaci funkce Safe Torque Off (STO) musí být vhodné pro vybranou kategorii PL nebo SIL.

Při implementaci nouzového zastavení věnujte pozornost následujícím tipům:

- Aplikace a její komponenty musí splňovat veškeré nebezpečnostní normy.
- Za výběr vhodných komponent odpovídá návrhář aplikace.
- Kabel zobrazený na Obrázek 5.1 tučně musí být chráněn proti zkratu podle normy ISO 13849-2, tabulka D.4.
- K dosažení úrovně PL c je nutné vypočítat hodnoty MTTFd a DC pro kompletní bezpečnostní funkci.
- Musí být známá hodnota B_{10d} zařízení pro nouzové zastavení. Hodnota B_{10d} musí být dostatečně vysoká, aby splnila požadavek na dobu MTTFd odpovídající úrovni PL c.

Implementace do softwaru SISTEMA pomocí knihovny Danfoss VLT®

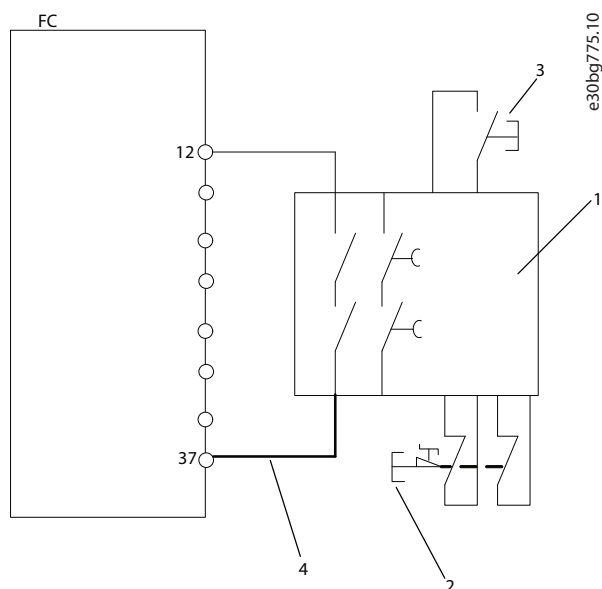
Jako příklad použijte subsystém „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (svorka 37)“. Není potřeba upravovat parametry, které jsou v knihovně nastavené.



Obrázek 5.2 Bezpečnostní blokové schéma

5.3 Nouzové zastavení měniče s funkcí Safe Torque Off s pomocí bezpečnostního relé – kat. 3, PL d, SIL 2

Obrázek 5.3 ukazuje příklad použití nouzového zastavení s funkcí Safe Torque Off s pomocí bezpečnostního relé – kat. 3, PL c, SIL 2.



1	Bezpečnostní relé (kat. 3, PL d nebo SIL 2)
2	Tlačítko nouzového zastavení
3	Tlačítko reset
4	Kabel chráněný proti zkratu (není-li měnič instalován do rozvaděče IP54). Další informace naleznete v normě ISO 13849-2, tabulka D.4.

Obrázek 5.3 Příklad instalace pro dosažení kategorie zastavení 0 (EN 60204-1) s bezpečnostní kategorií 3/PL d (ISO 13849-1) nebo SIL 2 (podle norem EN 62061 a IEC 61508).

Bezpečnostní funkce

Když nastane nouzová situace, aktivuje se zařízení pro nouzové zastavení. Aktivuje se funkce Safe Torque Off (STO) měniče kmitočtu. Po vydání příkazu k zastavení nebo k nouzovému zastavení se měnič kmitočtu zastaví.

Konstrukční vlastnosti

- Obvod lze použít až do kat. 3, PL d (ISO 13849-1) nebo SIL 2 (EN 62061 a IEC 61508).
- K dosažení úrovně PL d je nutné vypočítat kompletní bezpečnostní funkce (MTTFd).
- Použijte základní bezpečnostní principy.
- Zařízení použité pro aktivaci funkce Safe Torque Off (STO) a bezpečnostní relé musí být vhodné pro vybranou kategorii PL a SIL.

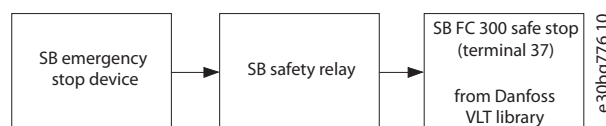
Při implementaci nouzového zastavení věnujte pozornost následujícím tipům:

- Aplikace a její komponenty musí splňovat veškeré nebezpečnostní normy.
- Za výběr vhodných komponent odpovídá návrhář aplikace.
- Kabel zobrazený na Obrázek 5.3 tučně musí být chráněn proti zkratu podle normy ISO 13849-2, tabulka D.4.
- K dosažení úrovně PL d je nutné vypočítat hodnoty MTTFd a DC pro kompletní bezpečnostní funkci.

Toto nastavení lze použít v případě použití duálního pozitivního spínacího zařízení. V závislosti na bezpečnostním relé je také možné připojit několik aktivačních zařízení k 1 funkci Safe Torque Off (STO).

Implementace do softwaru SISTEMA pomocí knihovny Danfoss VLT®

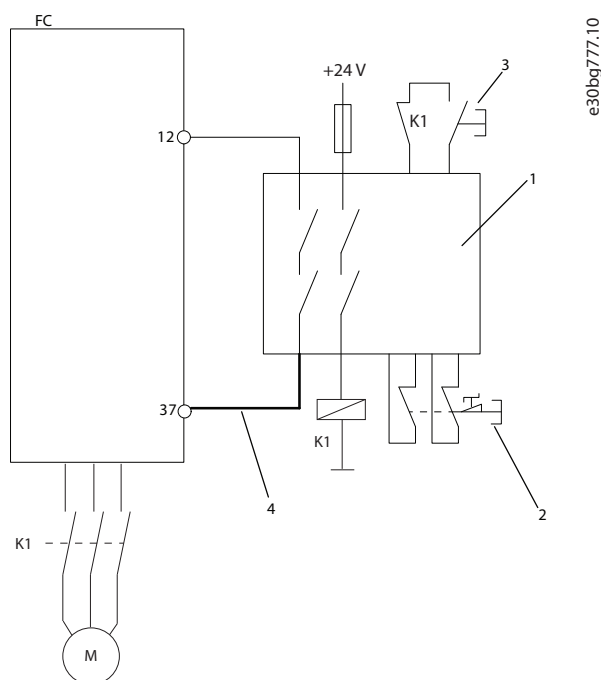
Jako příklad použijte subsystém „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (svorka 37)“. Není potřeba upravovat parametry, které jsou v knihovně nastavené.



Obrázek 5.4 Bezpečnostní blokové schéma

5.4 Nouzové zastavení měniče s funkcí Safe Torque Off, bezpečnostním relé a výstupním stykačem – kat. 4, PL e, SIL 3

Obrázek 5.5 ukazuje nouzové zastavení měniče s funkcí Safe Torque Off, bezpečnostním relé a výstupním stykačem – kat. 4, PL e, SIL 3.



e30bg777.10

1	Bezpečnostní relé (kat. 4, PL e nebo SIL 3)
2	Tlačítko nouzového zastavení
3	Tlačítko reset
4	Kabel chráněný proti zkratu (není-li měnič instalován do rozvaděče IP54). Další informace naleznete v normě ISO 13849-2, tabulka D.4.

Obrázek 5.5 Měnič s funkcí Safe Torque Off, bezpečnostním relé a výstupním stykačem – kat. 4, PL e, SIL 3

Bezpečnostní funkce

Když nastane nouzová situace, aktivuje se zařízení pro nouzové zastavení. Aktivuje se funkce Safe Torque Off (STO) měniče kmitočtu. Po vydání příkazu k zastavení nebo k nouzovému zastavení se měnič kmitočtu zastaví.

Pokud musí bezpečnostní řídicí systém odpovídat úrovni PL e ISO 13849-1 nebo SIL 3 (EN 62061 a IEC 61508), vyžaduje dvoukanálové zastavení pro funkci STO. Jeden kanál lze implementovat pomocí vstupu STO na měnič kmitočtu a druhý pomocí stykače, který je možné zapojit buď do vstupu měniče kmitočtu, nebo do výstupních výkonových obvodů. Stykač musí být monitorován prostřednictvím pomocného řízeného kontaktu, zobrazeného na Obrázek 5.5 jako K1.

Konstrukční vlastnosti

- Obvod lze použít až do kat. 4 a PL e.
- K dosažení úrovně PL e je nutné vypočítat kompletní bezpečnostní funkce (MTTFd).
- Použijte základní bezpečnostní principy.
- Zařízení použité pro aktivaci funkce Safe Torque Off (STO) a bezpečnostní relé musí být vhodné pro vybranou kategorii PL nebo SIL.

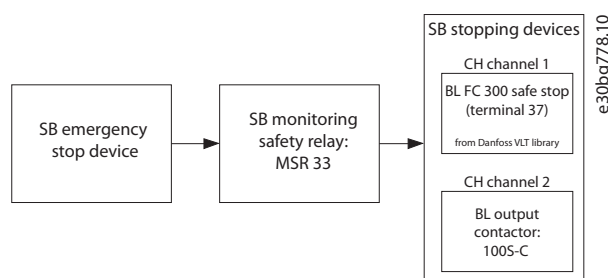
Při implementaci nouzového zastavení věnujte pozornost následujícím tipům:

- Aplikace a její komponenty musí splňovat veškeré nebezpečnostní normy.
- Za výběr vhodných komponent odpovídá návrhář aplikace.
- Kabel zobrazený na Obrázek 5.5 tučně musí být chráněn proti zkratu podle normy ISO 13849-2, tabulka D.4.
- K dosažení úrovně PL e je nutné vypočítat hodnoty MTTFd a DC pro kompletní bezpečnostní funkci.

Toto nastavení lze použít v případě použití duálního pozitivního spínacího zařízení.

Implementace do softwaru SISTEMA pomocí knihovny Danfoss VLT®

Jako příklad použijte blok „VLT® AutomationDrive FC 302 (svorka 37)“. Není potřeba upravovat parametry, které jsou v knihovně nastavené.

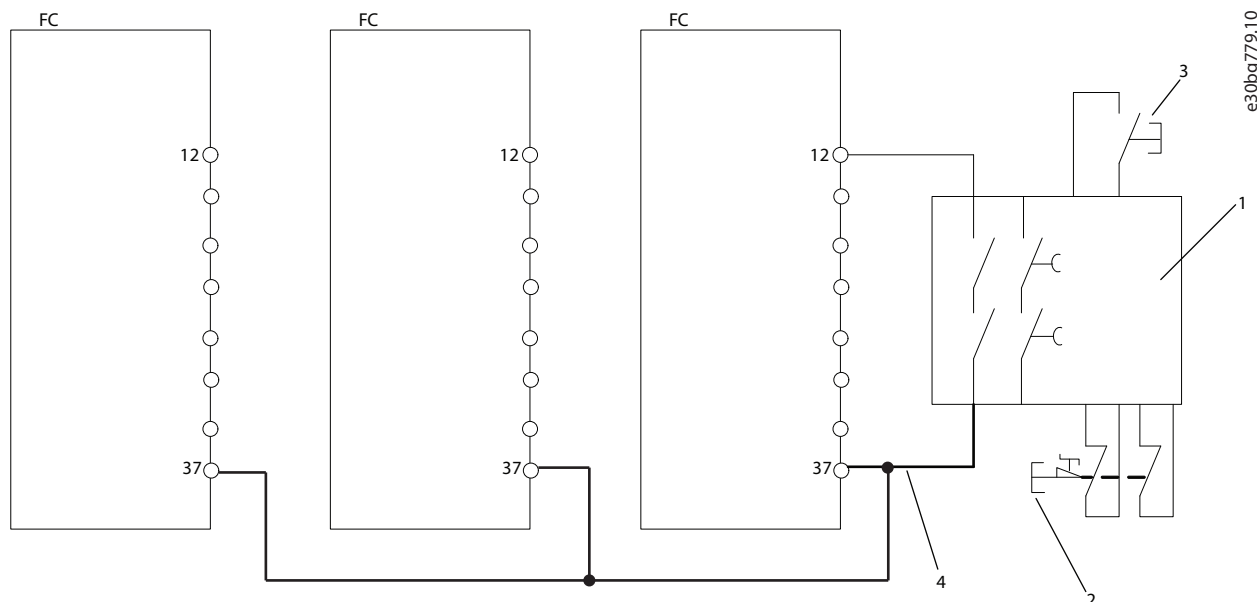


e30bg778.10

Obrázek 5.6 Bezpečnostní blokové schéma

5.5 Nouzové zastavení více měničů kmitočtu – kat. 3, PL d, SIL 2

Obrázek 5.7 ukazuje příklad použití nouzového zastavení více měničů kmitočtu – kat. 3, PL d, SIL 2.



1	Bezpečnostní relé (kat. 3, PL d nebo SIL 2)
2	Tlačítko nouzového zastavení
3	Tlačítko reset
4	Kabel chráněný proti zkratu (není-li měnič instalován do rozvaděče IP54). Další informace naleznete v normě ISO 13849-2, tabulka D.4.

Obrázek 5.7 Nouzové zastavení více měničů kmitočtu – kat. 3, PL d, SIL 2

Bezpečnostní funkce

Když nastane nouzová situace, aktivuje se zařízení pro nouzové zastavení. Aktivuje se funkce Safe Torque Off (STO) měniče kmitočtu. Po vydání příkazu k zastavení nebo k nouzovému zastavení se měnič kmitočtu zastaví.

Vstupy STO je možné přímo spojit, pokud je nutné ovládat více měničů kmitočtu ze stejné řídicí linky.

Spojením vstupů dohromady se zvyšuje pravděpodobnost chyby v nebezpečném směru, protože chyba v 1 měniči kmitočtu může mít za následek ovlivnění všech měničů kmitočtu. Pravděpodobnost chyby 1×10^{-10} za hodinu je natolik nízká, že výsledná pravděpodobnost stále splňuje požadavky úrovně SIL2 pro reálné počty měničů kmitočtu. Doporučujeme nezapojovat paralelně více než 20 vstupů.

OZNAMENÍ!

Při použití 24V DC zdroje (svorka 12) je počet paralelních vstupů (svorka 37) omezen na 3, jinak by došlo k překročení dostupného výstupního výkonu.

Konstrukční vlastnosti

- Obvod lze použít až do kat. 3, PL d nebo SIL 2.
- K dosažení úrovně PL d je nutné vypočítat kompletní bezpečnostní funkce (MTTFd).
- Použijte základní bezpečnostní principy.
- Zařízení použité pro aktivaci funkce Safe Torque Off (STO) a bezpečnostní relé musí být vhodné pro vybranou kategorii PL nebo SIL.

Při implementaci nouzového zastavení věnujte pozornost následujícím tipům:

- Aplikace a její komponenty musí splňovat veškeré nebezpečnostní normy.
- Za výběr vhodných komponent odpovídá návrhář aplikace.
- Kabel zobrazený na *Obrázek 5.7* tučně musí být chráněn proti zkratu podle normy ISO 13849-2, tabulka D.4.
- K dosažení úrovně PL d je nutné vypočítat hodnoty MTTFd a DC pro kompletní bezpečnostní funkci.

Toto nastavení lze použít v případě použití duálního pozitivního spínacího zařízení. V závislosti na bezpečnostním relé je také možné připojit několik aktivačních zařízení k jedné funkci Safe Torque Off.

Implementace do softwaru SISTEMA pomocí knihovny Danfoss VLT®

Jako příklad použijte subsystém „VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (svorka 37)“. Není potřeba upravovat parametry, které jsou v knihovně nastavené. Subsystém musí být zahrnut do bezpečnostní funkce tolikrát, kolikrát je počet měničů kmitočtu přítomen na jedné lince STO.



Obrázek 5.8 Bezpečnostní blokové schéma

6 Technické údaje STO

OZNAMENÍ!

Informace o technických údajích a provozních podmínkách měniče kmitočtu naleznete v příslušném návodu k použití měniče kmitočtu.

OZNAMENÍ!

Signál STO musí být napájen pomocí SELV nebo PELV.

6

Evropské směrnice	Směrnice pro strojní zařízení (2006/42/EC)	EN ISO 13849-1	
		EN IEC 62061	
		EN IEC 61800-5-2	
	EMC směrnice (2014/30/EU)	EN 50011	
		EN 61000-6-3	
		EN 61800-3	
Směrnice pro zařízení nízkého napětí (2014/35/EU)	EN 50178		
	EN 61800-5-1		
Bezpečnostní normy	Bezpečnost strojních zařízení	EN ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 60204-1	
	Provozní bezpečnost	IEC 61508-1 až -7, IEC 61800-5-2	
Bezpečnostní funkce		IEC 61800-5-2	IEC 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	Kategorie zastavení 0
Bezpečný výkon	ISO 13849-1		
	Kategorie	Kat 3	
	Pokrytí diagnostikou	DC: 90% (střední)	
	Střední doba do nebezpečné poruchy	MTTFd: 14000 let (dlouhá)	
	Požadovaná úroveň vlastností	PL d	
	IEC 61508/IEC 62061		
	Úroveň bezpečnostní integrity	SIL 2, SIL CL2	
	Pravděpodobnost nebezpečné poruchy za hodinu	PFH: 1E-10/h; 1E-8/h pro speciální varianty ^{1), 2)} (režim náročného provozu)	
	Pravděpodobnost nebezpečné chyby na vyžádání	PFD: 1E-10; 1E-4 pro speciální varianty ^{1), 2)} (režim nenáročného provozu)	
	Tolerance hardwarových chyb	HFT: 0 (1oo1)	
	Interval zkoušky odolnosti T1	20 let	
	Doba mise TM	20 let	
Reakční doba	Doba odezvy vstup-výstup	Maximálně 20 ms, 60 ms pro speciální varianty ^{1), 2)}	

Tabulka 6.1 Technické údaje

1) VLT[®] HVAC Drive FC 102, VLT[®] Refrigeration Drive FC 103, VLT[®] AQUA Drive FC 202 a VLT[®] Automation Drive FC 301/FC 302 High Power Drives s velikostí skříně F:

- 400 V: 450/500 kW (600/650 hp) – 800/1000 kW (1075/1350 hp) (vysoké přetížení/normální přetížení).
- 690 V: 630/710 kW (850/950 hp) – 1800/2000 kW (2400/2700 hp) (vysoké přetížení/normální přetížení).

2) VLT[®] Parallel Drive Modules:

- 400 V: 250/315 kW (350/450 hp) – 800/1000 kW (1200/1350 hp) (vysoké přetížení/normální přetížení).
- 690 V: 315/400 kW (350/400 hp) – 1000/1200 kW (1150/1350 hp) (vysoké přetížení/normální přetížení).

Rejstřík

A		Ř	
Aktivace.....	8	Řídicí systém.....	4
Automatické restartování.....	8, 9	S	
B		Signál.....	4, 7
Bezpečnostní čidlo.....	7	SIL CL2.....	3
Bezpečnostní spínač.....	7	SIL2.....	3
Bezpečnostní zařízení.....	7	Symbole.....	3
C		T	
Certifikace.....	2	Technické údaje.....	16
D		Test uvedení do provozu.....	9
Data SISTEMA.....	11	Ú	
E		Údržba.....	9
Externí bezpečnostní zařízení.....	8	U	
I		Ukončení.....	8
Instalace.....	7	V	
K		Vypínací kanál.....	7
Karta s termistorem.....	7	Výrobky.....	2
Konvence.....	3	Výstup.....	7
Kvalifikovaný personál.....	4	Z	
M		Zkratky.....	3
Mechanická brzda.....	9		
Možné volby.....	8		
N			
Nastavení parametrů.....	8		
Normy a shody.....	3		
O			
Označení.....	2		
P			
Poplach.....	8		
Prevence neúmyslného restartování.....	8		
Prevence restartování.....	8, 9		
Příkaz.....	4		
R			
Restartování.....	8		

