

Intern



Module de sécurité PMC SR6

Pilz

1	Avant-propos	4
2	Informations utilisateur.....	5
2.1	Conservation et remise à des tiers	5
2.2	Produit décrit.....	5
2.3	Actualité	5
2.4	Langue originale	5
2.5	Limitation de responsabilité	5
2.6	Conventions de représentation.....	6
2.6.1	Utilisation de symboles	6
2.6.2	Balisage	7
2.6.3	Mathématiques et formules	7
3	Consignes de sécurité générales.....	8
3.1	Normes	8
3.2	Personnel qualifié	8
3.3	Utilisation conforme	9
3.4	Mise hors service.....	9
4	Module de sécurité PMC SR6	10
5	Construction du système et principe de fonctionnement	11
6	Caractéristiques techniques.....	13
6.1	Indicateurs pertinents en matière de sécurité.....	13
6.2	Horloges système	14
6.3	Classification des interfaces	15
7	Connexion	16
7.1	Raccordement conforme aux prescriptions CEM	16
7.2	Borne X12.....	16
7.3	Branchement en parallèle.....	19
8	Mise en service	20
8.1	Mise en service du module de sécurité et du servo-variateur	20
8.2	Activation des fonctions STO.....	21
8.3	Désactivation des fonctions STO.....	21
9	PMC SR6 et SS1	22
10	Diagnostic	23
10.1	Paramètres	23
10.1.1	E53 Module de sécurité théorique G6 V3.....	23
10.1.2	E54 Information module sécurité G6 V0.....	23
10.1.3	E67 STO actif G6 V0	23
10.2	Événements	24
10.2.1	Événement 50 : Module de sécurité	24

11	En savoir plus à propos de la technique de sécurité et du PMC SR6 ?	25
11.1	SRP/CS : le traitement d'une fonction de sécurité typique	25
11.2	Surveillance du câblage de raccordement.....	26
11.2.1	Surveillance au moyen d'un relais de sécurité	26
11.2.2	Exclusion de défaut pour les conducteurs et connexions conformément à la norme DIN EN 13849.....	27
11.2.3	Surveillance par plausibilisation des signaux (essai de fonctionnement STO).....	27
11.2.3.1	Essai de fonctionnement STO	28
11.3	Calcul de mesures de protection appropriées – Exemples	30
11.3.1	STO – Génération de schémas de principe et schémas fonctionnels	31
11.3.1.1	Génération d'un schéma de principe	31
11.3.1.2	Génération de schémas fonctionnels	32
11.3.2	SS1 – Génération de schémas de principe et schémas fonctionnels.....	34
11.3.2.1	Génération d'un schéma de principe	34
11.3.2.2	Génération de schémas fonctionnels	35
11.3.3	Détermination des caractéristiques de sécurité.....	37
11.3.3.1	Sous-système SB1	37
11.3.3.2	Sous-système SB2	38
11.3.3.3	Sous-système SB3	39
11.3.3.4	Câblage des sous-systèmes.....	39
11.3.3.5	Caractéristiques de sécurité du système complet	39
11.4	PMC SR6 conformément à la classification d'interfaces (ZVEI)	40
12	Annexe.....	42
12.1	Informations complémentaires.....	42
12.2	Signes convenus	44
12.3	Abréviations	45
	Glossaire	46
	Index des illustrations.....	48
	Index des tableaux.....	49

1 Avant-propos

Le module de sécurité PMC SR6 ajoute la fonction de sécurité **Safe Torque Off (STO)** aux servo-variateurs Pilz des gammes PMC SC6 ou PMC SI6 (description normative dans DIN EN 61800-5-2).

Dans un servo-variateur, la fonction STO empêche la génération d'un champ tournant électrique, indispensable au fonctionnement des moteurs synchrones et asynchrones. Sur la base de la fonction STO et à condition de disposer d'un câblage externe compatible, il est possible de réaliser d'autres fonctions de sécurité, comme par exemple Safe Stop 1 (SS1-t).

Pour le pilotage de la fonction STO dans un servo-variateur, différentes interfaces sont disponibles – notamment le module de sécurité à bornes PMC SR6.

En tant que solution entièrement électronique, PMC SR6 se distingue par un fonctionnement rapide et sans usure. De plus, le module de sécurité est conçu de telle manière que les tests du système, qui interrompaient régulièrement la production, appartiennent désormais au passé.

Dans la pratique, cela se traduit par une disponibilité accrue des machines et des installations. De plus, la planification et la documentation, bien souvent très complexes, des essais de fonctionnement deviennent superflues.

Les servo-variateurs avec module de sécurité intégré peuvent être employés dans les systèmes exigeants du point de vue de la sécurité technique jusqu'à SIL 3, PL e, catégorie 4. La conformité avec les exigences normatives a été contrôlée par un organisme de contrôle externe dans le cadre de l'examen de type.

2 Informations utilisateur

La présente documentation contient toutes les informations relatives à l'utilisation conforme à l'emploi prévu du servo-variateur en combinaison avec le module de sécurité PMC SR6.

2.1 Conservation et remise à des tiers

Comme la présente documentation contient des informations importantes à propos de la manipulation efficace et en toute sécurité du produit, conservez-la impérativement, jusqu'à la mise au rebut du produit, à proximité directe du produit en veillant à ce que le personnel qualifié puisse la consulter à tout moment.

En cas de remise ou de vente du produit à un tiers, n'oubliez pas de lui remettre la présente documentation.

2.2 Produit décrit

La présente documentation est obligatoire pour :

les servo-variateurs de la gamme PMC SC6 ou PMC SI6 en combinaison avec le module de sécurité PMC SR6 et le logiciel DriveControlSuite (DS6) à partir de V 6.4-E et le micrologiciel correspondant à partir de V 6.4-E.

2.3 Actualité

Vérifiez si le présent document est bien la version la plus récente de la documentation. Vous pouvez télécharger les versions les plus récentes de documents relatives à nos produits sur notre site Web : <https://www.pilz.com/fr-INT>.

2.4 Langue originale

La langue originale de la présente documentation est l'allemand ; toutes les versions en langues étrangères ont été traduites à partir de la langue originale.

2.5 Limitation de responsabilité

La présente documentation a été rédigée en observant les normes et prescriptions en vigueur et reflète l'état actuel de la technique.

STOBER exclut tout droit de garantie et de responsabilité pour les dommages résultant de la non-observation de la documentation ou d'une utilisation non conforme du produit. Cela vaut en particulier pour les dommages résultant de modifications techniques individuelles du produit ou de sa planification et de son utilisation par un personnel non qualifié.

2.6 Conventions de représentation

Afin que vous puissiez rapidement identifier les informations particulières dans la présente documentation, ces informations sont mises en surbrillance par des points de repère tels que les mentions d'avertissement, symboles et balisages.

2.6.1 Utilisation de symboles

Les consignes de sécurité sont accompagnées des symboles ci-dessous. Elles attirent l'attention sur les dangers particuliers liés à l'utilisation du produit et sont accompagnées de mots d'avertissement correspondants qui indiquent l'ampleur du danger. Par ailleurs, les conseils pratiques et recommandations en vue d'un fonctionnement efficient et irréprochable sont également mis en surbrillance.



ATTENTION !

Attention signifie qu'un dommage matériel peut survenir

- lorsque les mesures de précaution mentionnées ne sont pas prises.



PRUDENCE !

Prudence avec triangle de signalisation indique l'éventualité de légères blessures corporelles

- lorsque les mesures de précaution mentionnées ne sont pas prises.



AVERTISSEMENT !

Avertissement avec triangle de signalisation indique l'éventualité d'un grave danger de mort

- lorsque les mesures de précaution mentionnées ne sont pas prises.



DANGER !

Danger avec triangle de signalisation indique l'existence d'un grave danger de mort

- lorsque les mesures de précaution mentionnées ne sont pas prises.



Information

La mention Information accompagne les informations importantes à propos du produit ou la mise en surbrillance d'une partie de la documentation, qui nécessite une attention toute particulière.

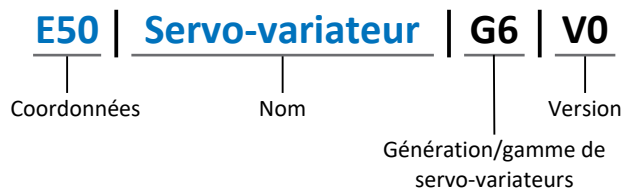
2.6.2 Balisage

Certains éléments du texte courant sont représentés de la manière suivante.

Information importante	Mots ou expressions d'une importance particulière
Interpolated position mode	En option : nom de fichier, nom de produit ou autres noms
<u>Informations complémentaires</u>	Renvoi interne
http://www.musterlink.de	Renvoi externe

Mode de lecture identifiant de paramètre

Un identifiant de paramètre est composé des éléments suivants, les formes abrégées, c.-à-d. uniquement la saisie d'une coordonnée ou la combinaison d'une coordonnée et d'un nom, étant possibles.



2.6.3 Mathématiques et formules

Pour l'affichage de relations et formules mathématiques, les caractères suivants sont utilisés.

-	Soustraction
+	Addition
×	Multiplication
÷	Division
	Montant

3 Consignes de sécurité générales

Le produit décrit dans la présente documentation est source de dangers éventuels qui peuvent être toutefois évités à condition de respecter les messages d'avertissement et consignes de sécurité mentionnés, ainsi que les règlements et prescriptions techniques.

3.1 Normes

Les normes européennes suivantes s'appliquent au produit spécifié dans la présente documentation :

- ▶ DIN EN ISO 13849-1:2016
- ▶ DIN EN ISO 13849-2:2013
- ▶ DIN EN 61800-5-2:2017-11
- ▶ DIN EN 61508-x:2011
- ▶ DIN EN 60204-1:2007
- ▶ DIN EN 62061:2016

Pour une meilleure lisibilité, nous ne précisons pas l'année respective des renvois aux normes ci-après.

3.2 Personnel qualifié

Dans le cadre de l'exécution des tâches expliquées dans la présente documentation, les personnes chargées de ces tâches doivent disposer des qualifications professionnelles inhérentes et être en mesure d'évaluer les risques et dangers résiduels liés à la manipulation des produits. C'est la raison pour laquelle tous les travaux sur les produits, ainsi que leur utilisation et leur élimination, sont strictement réservés à un personnel qualifié.

Par personnel qualifié on entend les personnes dûment autorisées à exécuter les tâches mentionnées, soit par une formation de technicien, soit après avoir suivi une initiation dispensée par des personnes qualifiées.

Par ailleurs, il incombe de lire attentivement, comprendre et respecter les dispositions en vigueur, les prescriptions légales, les règlements applicables, la présente documentation ainsi que les consignes de sécurité inhérentes.

3.3 Utilisation conforme

Le module de sécurité PMC SR6 peut être combiné avec les servo-variateurs Pilz de la gamme PMC SC6 ou PMC SI6. Le module doit être câblé dans le respect des normes CEM.

En cas d'utilisation d'un servo-variateur avec le module de sécurité intégré PMC SR6 au sein d'une application liée à la sécurité, le module de sécurité doit impérativement être contrôlé par un relais de sécurité ou une commande de sécurité.



DANGER !

Tension électrique ! Danger de mort par électrocution !

L'activation de la fonction de sécurité STO implique simplement une génération intermittente de champ tournant sur le moteur. De hautes tensions dangereuses peuvent toujours encore traverser le moteur.

- Veillez à ne pas toucher les pièces sous tension.
- Lorsqu'il s'avère nécessaire de couper la tension d'alimentation, observez les exigences de la norme DIN EN 60204-1.

Utilisation non conforme

Toute exploitation du module de sécurité à l'extérieur du servo-variateur ou au-delà des spécifications techniques en vigueur est interdite.



Information

Le module de sécurité PMC SR6 ne permet pas de réaliser un arrêt d'urgence contrôlé selon DIN EN 60204-1 !

Veillez observer cette norme pour la différenciation entre **Arrêt d'urgence contrôlé** et **Arrêt d'urgence** en liaison avec **Safe Torque Off**.

Modification

En votre qualité d'utilisateur, il vous est interdit de modifier la construction et les caractéristiques techniques ou électriques du module de sécurité PMC SR6.

Maintenance

Le module de sécurité est sans entretien.

Prenez les mesures qui s'imposent afin de pouvoir localiser et exclure d'éventuelles défaillances sur le câblage de raccordement (voir chapitre Surveillance du câblage de raccordement).

Durée de vie du produit

Un servo-variateur avec module de sécurité intégré doit être mis hors service 20 ans après sa date de fabrication. La date de fabrication d'un servo-variateur est indiquée sur la plaque signalétique correspondante.

3.4 Mise hors service

Dans le cas d'applications de sécurité, notez le temps de mission $T_M = 20$ ans dans les caractéristiques techniques relatives à la sécurité.

4 Module de sécurité PMC SR6

Le module de sécurité PMC SR6 ajoute la fonction de sécurité STO (Safe Torque Off) au servo-variateur. La fonction STO empêche, en cas d'erreur ou sur requête externe, la formation d'un champ tournant dans le bloc de puissance du servo-variateur. Le module de sécurité fait passer le servo-variateur à l'état STO.

Sur la base de la fonction STO et à condition de disposer d'un câblage externe compatible, il est possible de réaliser d'autres fonctions de sécurité, par exemple SS1-t (Safe Stop 1).

Caractéristiques

- ▶ Deux entrées numériques unipolaires en vue de l'activation des fonctions de sécurité :
 - Couple déconnecté en toute sécurité – STO conformément à DIN EN 61800-5-2
 - Catégorie d'arrêt 0 conformément à DIN EN 60204-1
- ▶ Temps d'arrêt STO < 20 ms
- ▶ Sans usure

Certifications conformément à DIN EN 61800-5-2 et DIN EN ISO 13849-1

- ▶ Safety Integrity Level (SIL) (SIL) 3
- ▶ Performance Level (PL) (PL) e
- ▶ Catégorie 4

5 Construction du système et principe de fonctionnement

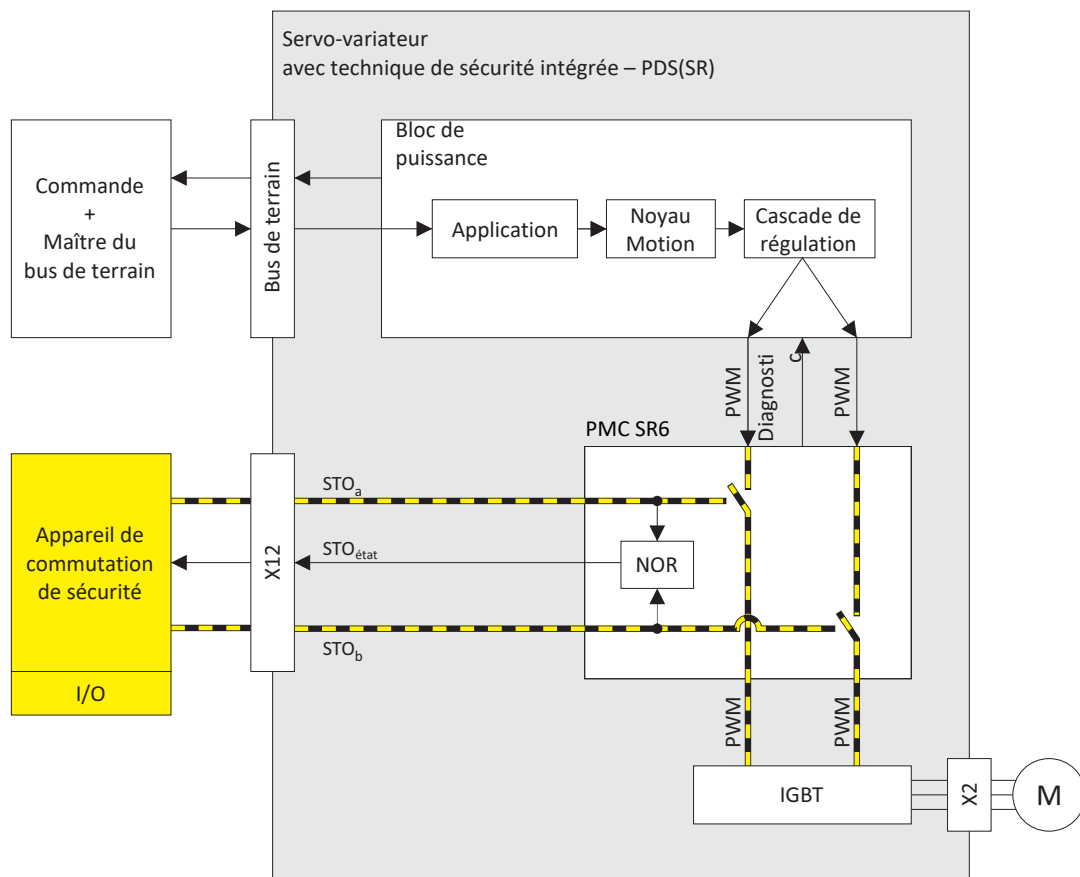


Fig. 1: Servo-variateur et module de sécurité (PDS(SR)) – Structure du système

Principe de fonctionnement

La pièce de commande du servo-variateur génère un modèle d'impulsions (MLI) en vue de la génération d'un champ tournant sur le module **IGBT** du bloc de puissance. Ce champ tournant est nécessaire au fonctionnement de moteurs synchrones et asynchrones.

Lorsque la fonction de sécurité est désactivée, le module de sécurité **PMC SR6** active la génération du champ tournant dans le bloc de puissance ; le moteur raccordé peut générer un champ tournant. Lorsque la fonction de sécurité est active, **PMC SR6** bloque la génération du champ tournant dans le bloc de puissance et le servo-variateur ne parvient pas à générer de couple dans le moteur raccordé.

La mise hors tension immédiate après l'arrêt d'urgence correspond à la fonction de sécurité **STO** conformément à la norme DIN EN 61800-5-2. Selon la norme DIN EN 60204-1, ce type de mise hors tension appartient à la catégorie d'arrêt 0.

Une mise hors tension temporisée après l'arrêt d'urgence correspond à la fonction de sécurité **SS1-t** conformément à la norme DIN EN 61800-5-2. Selon la norme DIN EN 60204-1, ce type de mise hors tension appartient à la catégorie d'arrêt 1.

**AVERTISSEMENT !****Surcourse prolongée ! Mouvement résiduel !**

Le module de sécurité ne peut pas empêcher une défaillance de la partie fonctionnelle du servo-variateur (p. ex. en cas de mise à l'arrêt commandée) pendant l'exécution de la fonction de sécurité SS1-t. D'où l'impossibilité d'utiliser SS1-t lorsque cette défaillance est susceptible de provoquer une situation dangereuse dans l'application finale. Tenez compte de ce fait lors de la planification.

En cas d'erreur dans le bloc de puissance du servo-variateur – bien que la fonction STO soit active – un passage de courant statique est possible dans le moteur, l'arbre du moteur pouvant ici se déplacer, au maximum, de l'angle $360^\circ \div (p \times 2)$.

PMC SR6 – Conception

Le module de sécurité PMC SR6 comprend une structure à double canal. Les deux canaux de sécurité sont indépendants l'un de l'autre et doivent être pilotés simultanément et indépendamment l'un de l'autre aux entrées associées STO_a (canal de sécurité 1) et STO_b (canal de sécurité 2) – soit directement avec une tension $24 V_{CC}$ par le biais de contacts sans potentiel soit par des sorties semi-conducteur $24 V_{CC}$ avec série de tests prioritaire.

Les deux entrées STO_a et STO_b permettent d'activer ou de condamner la génération du champ tournant dans le servo-variateur.

Surveillance du câblage de raccordement

Afin de pouvoir contrôler l'état du câblage de raccordement et de la fonctionnalité des canaux de sécurité, vous pouvez utiliser les signaux d'état :

- ▶ le signal $STO_{\text{état}}$ via la borne X12
 $STO_{\text{état}}$ est le résultat d'un opérateur logique NOR des deux entrées STO_a et STO_b , cela signifie que la sortie $STO_{\text{état}}$ est alors toujours 1 (niveau High) lorsque l'entrée STO_a est égale à 0 (niveau Low) et que l'entrée STO_b est égale à 0 (niveau Low). Le signal est émis par la borne X12 du servo-variateur.
- ▶ À propos du paramètre E67
En ce qui concerne le paramètre E67, il s'agit d'un paramètre Array, qui visualise l'état détaillé des deux canaux de sécurité.

**Information**

Lorsque les deux entrées STO sont pilotées via des sorties avec des impulsions de test, p. ex. Type d'interface C ou D, la commande génératrice de signaux se charge de la surveillance du câblage de raccordement. D'éventuels dérangements sont directement détectés et une analyse des signaux d'état STO devient ainsi superflue.

6 Caractéristiques techniques

Les conditions de transport, de stockage et de fonctionnement du module de sécurité sont indiquées dans les caractéristiques techniques du servo-variateur (voir chapitre Informations complémentaires).

6.1 Indicateurs pertinents en matière de sécurité

Le tableau contient les indicateurs pertinents en matière de sécurité technique pour le module PMC SR6.

<u>SIL CL</u>	3
<u>SIL</u>	3
<u>PL</u>	e
<u>Catégorie</u>	4
<u>PFH</u>	5×10^{-9} [1/h]
<u>Temps de mission</u>	20 ans

PMC SR6 – Indicateurs pertinents en matière de sécurité

6.2 Horloges système

Le diagramme ci-dessous visualise les relations temporelles pendant le pilotage et l'exécution de la fonction STO ; les valeurs correspondantes pour le servo-variateur en combinaison avec le module de sécurité PMC SR6 sont indiquées dans le tableau suivant.

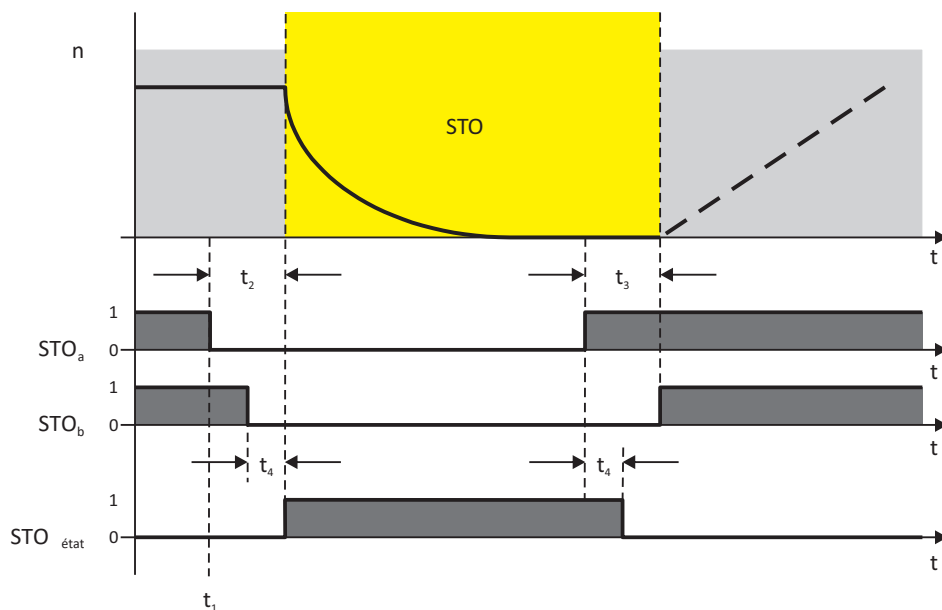


Fig. 2: STO – Relations temporelles (représentation détaillée)

- t_1 Déclenchement STO
- t_2 Temps de réaction maximal
- t_3 Différence de temps maximale
- t_4 Temps de réponse maximal

Veuillez noter que, pour le calcul d'un temps de réponse total spécifique au cas d'application, vous devez tenir compte des temps de réponse des différents sous-systèmes (voir chapitre [SRP/CS : le traitement d'une fonction de sécurité typique](#) [ 25]).

Temps de réaction maximal	20 ms
Différence de temps maximale	500 ms
Temps de réponse maximal	20 ms

STO – Horloges système

6.3 Classification des interfaces

Selon la classification d'interfaces 24 V_{CC} de la ZVEI, le module de sécurité PMC SR6 peut être employé comme destinataire d'information (destinataire) des types d'interface C et D et être piloté par le biais des sources d'information (sources) des mêmes types d'interface.

Pour PMC SR6 comme destinataire d'information des types d'interface C et D, observer les valeurs contenues dans les tableaux¹

	Min.	Typ.	Max.
<u>Classe</u>	1		
Durée de l'impulsion de test t_i	—	—	1000 µs
Intervalle de l'impulsion de test T_i	10 ms	—	—
Résistance d'entrée R_i	300 Ω	—	—
Capacité d'entrée C_i	—	—	1,5 nF
Inductance d'entrée L_i	—	—	10 µH

PMC SR6 – Indicateurs spécifiques au type d'interface C

	Min.	Typ.	Max.
<u>Classe</u>	1		
Durée de l'impulsion de test t_i	—	—	1000 µs
Intervalle de l'impulsion de test T_i	10 ms	—	—
Résistance d'entrée R_i	150 Ω	—	—
Courant d'entrée I_{ion} à l'état ON	—	—	60 mA
Courant d'entrée I_{ioff} à l'état OFF	—	—	1 mA
Capacité d'entrée C_i	—	—	3 nF
Inductance d'entrée L_i	—	—	5 µH

PMC SR6 – Indicateurs spécifiques au type d'interface D

¹ Voir ZVEI, p. 16, 19 et suiv.

7 Connexion

Le module de sécurité PMC SR6 se raccorde par le biais de la borne X12 du servo-variateur.

Pour de plus amples informations à propos des défauts du câblage de raccordement, de son exclusion et d'un essai de fonctionnement STO, reportez-vous au chapitre [Surveillance du câblage de raccordement](#) [ 26].

7.1 Raccordement conforme aux prescriptions CEM

Afin de garantir un raccordement conforme aux prescriptions CEM, observez les recommandations correspondantes dans la documentation du servo-variateur (voir chapitre [Informations complémentaires](#) [ 42]).

7.2 Borne X12

Spécification	Caractéristiques électriques
STO _a	$U_{1\max} = 30 V_{CC}$ (PELV) Niveau High = 15 – 30 V _{CC} Niveau Low = 0 – 8 V _{CC} $I_{1\max} = 100 \text{ mA}$ (< 30 mA pour 24 V _{CC}) $I_{\max} = 4 \text{ A}$ $C_{1\max} = 10 \text{ nF}$
STO _b	
STO _{Statut}	$U_2 = U_1 - (1,5 \Omega * I_1)$
Alimentation STO _{état}	$U_1 = +24 V_{CC}, +20 \% / -25 \%$ $I_{1\max} = 100 \text{ mA}$
GND	—

Caractéristiques électriques X12

Borne	Broche	Désignation	Fonction
 1 2 3 4 5 6 7 8	1	STO _a	Entrée canal de sécurité 1
	2	STO _b	Entrée canal de sécurité 2
	3		
	4	GND	Potentiel de référence pour STO _a et STO _b , shuntage interne avec borne 7
	5		
	6	STO _{Statut}	Signal de retour des canaux de sécurité 1 et 2 à des fins de diagnostic
	7	GND	Potentiel de référence pour STO _a et STO _b , shuntage interne avec borne 5
	8	U _{1état}	Alimentation STO _{état} ; fusible recommandé : 3,15 AT max. ²

Description du raccordement X12

² L'utilisation d'un fusible 3,15 A (à action retardée) est prescrite pour une utilisation conforme UL. Le fusible doit être homologué conformément à UL 248 pour la tension CC.

Câblage de raccordement

Caractéristique	Type de conducteur	Valeur
Pas	—	3,81 mm
Courant nominal à $\vartheta_{amb} = 40\text{ °C}$	—	CE/UL/CSA : 16 A/10 A/11 A
Section de conducteur max.	Flexible sans BP	1,5 mm ²
	Flexible avec BP sans collerette en plastique	1,0 mm ²
	Flexible avec BP avec collerette en plastique	1,0 mm ²
	2 conducteurs flexibles avec double BP avec collerette en plastique	—
	AWG conformément à UL/CSA	16
Section de conducteur min.	Flexible sans BP	0,14 mm ²
	Flexible avec BP sans collerette en plastique	0,25 mm ²
	Flexible avec BP avec collerette en plastique	0,25 mm ²
	2 conducteurs flexibles avec double BP avec collerette en plastique	—
	AWG conformément à UL/CSA	26
Longueur de dénudage	—	10 mm
Couple de serrage	—	—

Spécification BCF 3,81 180 SN BK

Configurations de câble requises

Caractéristique	Toutes les tailles
Longueur max. du câble	30 m

Longueur de câble [m]

Câblage X12

En vue de la connexion, la conception à double canal du PMC SR6 avec potentiel de référence commun offre différentes possibilités. Les possibilités varient selon que le PMC SR6 est utilisé avec des contacts ou comme destinataire d'information du type d'interface C ou D de la classification d'interfaces de la ZVEI.

Les graphiques ci-dessous visualisent les options de commande sur la base des contacts logiques correspondants. Un pilotage par le biais des sorties semi-conducteur avec des impulsions de test est également autorisé.

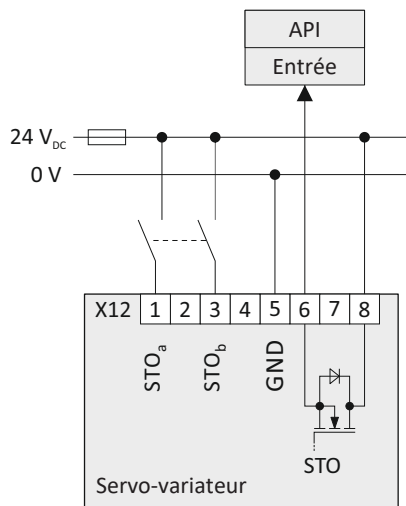


Fig. 3: Câblage X12 – PMC SR6 comme destinataire d'information du type d'interface C

Les deux entrées STO_a et STO_b sont connectées par le biais de deux canaux distincts, le potentiel de référence GND est câblé à demeure.

En cas de câblage par contacts, il n'est pas possible de garantir une détection systématique des défaillances du câblage de raccordement. Les courts-circuits de STO_a et STO_b aux alentours de GND sont identifiés au moyen du fusible placé en amont, ceux aux alentours de $24 V_{CC}$ passent inaperçus. D'éventuels courts-circuits ou courts-circuits transversaux peuvent uniquement être détectés en testant les conducteurs et sorties.

Un câblage redondant compatible avec le type d'interface C permet de détecter les courts-circuits et courts-circuits transversaux dans le câblage de raccordement.

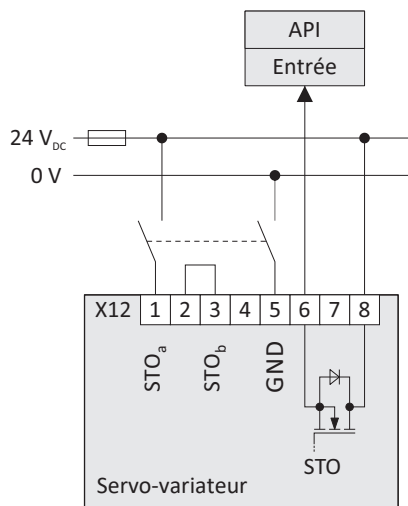


Fig. 4: Câblage X12 – PMC SR6 comme destinataire d'information du type d'interface D

Les deux entrées STO_a et STO_b sont interconnectées, le potentiel de référence GND fait office de deuxième canal de mise hors circuit indépendant.

En cas de pilotage par contacts, il n'est pas possible de garantir une détection systématique des défaillances du câblage de raccordement. D'éventuels courts-circuits ou courts-circuits transversaux peuvent uniquement être détectés en testant les conducteurs et sorties.

Un câblage compatible avec le type d'interface D permet de détecter les courts-circuits et courts-circuits transversaux dans le câblage de raccordement.

7.3

Branchement en parallèle

Par le biais de la sortie d'un relais de sécurité, il est possible d'activer simultanément la fonction STO sur plusieurs servo-variateurs. En fonction de l'indice de sécurité exigé, il est possible de réaliser un branchement en parallèle de plusieurs servo-variateurs.



AVERTISSEMENT !

Dommages corporels et matériels en raison de la perte de la fonction de sécurité !

Dans le cas d'un branchement en parallèle, d'éventuels défauts de câblage ou de pilotage peuvent annihiler la fonction de sécurité de tous les servo-variateurs.

- Prenez les mesures qui s'imposent afin de détecter ou d'exclure les erreurs de câblage (voir chapitre [Surveillance du câblage de raccordement](#) [26]).
- Notez que les sorties $STO_{état}$ ne peuvent pas être montées en série pour une analyse commune.

8 Mise en service

La mise en service du module de sécurité PMC SR6 et l'activation et la désactivation de la fonction de sécurité STO sont décrites dans ce chapitre.



Information

Le module de sécurité est un composant intégré à demeure au servo-variateur, il est interdit à l'utilisateur de modifier sa construction ou ses caractéristiques électriques ou techniques !

Pour de plus amples informations relatives à la mise en service du servo-variateur, consultez les instructions de mise en service applicables (voir chapitre).

8.1 Mise en service du module de sécurité et du servo-variateur

Pour mettre en service le servo-variateur avec module de sécurité intégré PMC SR6, procédez de la manière suivante.

1. Contrôlez si la technique de sécurité à l'étude satisfait aux exigences en matière de sécurité de votre système complet.
2. Câblez les bornes X12 affectées à la sécurité technique conformément aux informations fournies dans le chapitre [Borne X12](#) [ 16] et assurez-vous de l'absence d'éventuelles erreurs de câblage (en option).
3. Raccordez puis mettez en service le servo-variateur. Pour de plus amples informations à ce sujet et toutes les consignes de sécurité associées, consultez les instructions de mise en service applicables.
4. Réalisez d'abord un essai de fonctionnement STO. À cet effet, procédez de la manière décrite dans le chapitre [Surveillance du câblage de raccordement](#) [ 26] et les sous-chapitres correspondants. Documentez les résultats de tous vos tests.



Information

Veuillez noter que les étapes mentionnées doivent également être exécutées et documentées avant chaque remise en service après un remplacement du servo-variateur et du module de sécurité associé PMC SR6 !

8.2 Activation des fonctions STO

Pour activer les fonctions de sécurité STO, les signaux de commande des entrées STO_a et STO_b doivent être désactivés ou interrompus. Après le temps de réaction t_2 , le bloc de puissance du servo-variateur ne peut pas générer de champ tournant et le moteur est sans couple (voir également chapitre [Horloges système](#) [ 14]).

Avant de pouvoir réactiver le servo-variateur, les deux entrées STO_a et STO_b doivent être désactivées pendant minimum 100 ms.



DANGER !

Danger de mort sous l'effet d'axes verticaux soumis à la force de gravité de l'arrêt par inertie du moteur !

Lorsque la fonction de sécurité STO est activée, le servo-variateur ne parvient pas à générer de couple à l'intérieur du moteur. Cela entraîne l'abaissement des axes verticaux soumis à la force de gravité. Si le moteur venait à se déplacer en cas d'activation d'une fonction STO, il s'arrête par inertie de manière non contrôlée.

- Sécurisez les axes verticaux soumis à la force de gravité à l'aide de freins ou de mesures similaires.
- Assurez-vous que l'arrêt par inertie du moteur n'engendre aucun danger.

8.3 Désactivation des fonctions STO

Pour désactiver la fonction de sécurité STO, les entrées STO_a et STO_b doivent être amorcées avec une tension de $24 V_{cc}$ en l'espace de 500 ms.

Si la fonction de sécurité est désactivée, le bloc de puissance du servo-variateur sur le moteur peut générer le couple requis afin de réaliser un mouvement actif.

9 PMC SR6 et SS1

Le module de sécurité PMC SR6 permet, à condition de disposer d'un câblage externe compatible, de réaliser d'autres fonctions de sécurité, comme par exemple SS1-t. La fonction de sécurité SS1-t conformément à la norme DIN EN 61800-5-2 correspond à la catégorie d'arrêt 1 conformément à la norme DIN EN 60204-1. Les deux reposent sur les fonctionnalités STO.

Le diagramme ci-dessous visualise les déroulements temporels pendant la commande d'un servo-variateur en vue de la réalisation de la fonction de sécurité SS1-t.

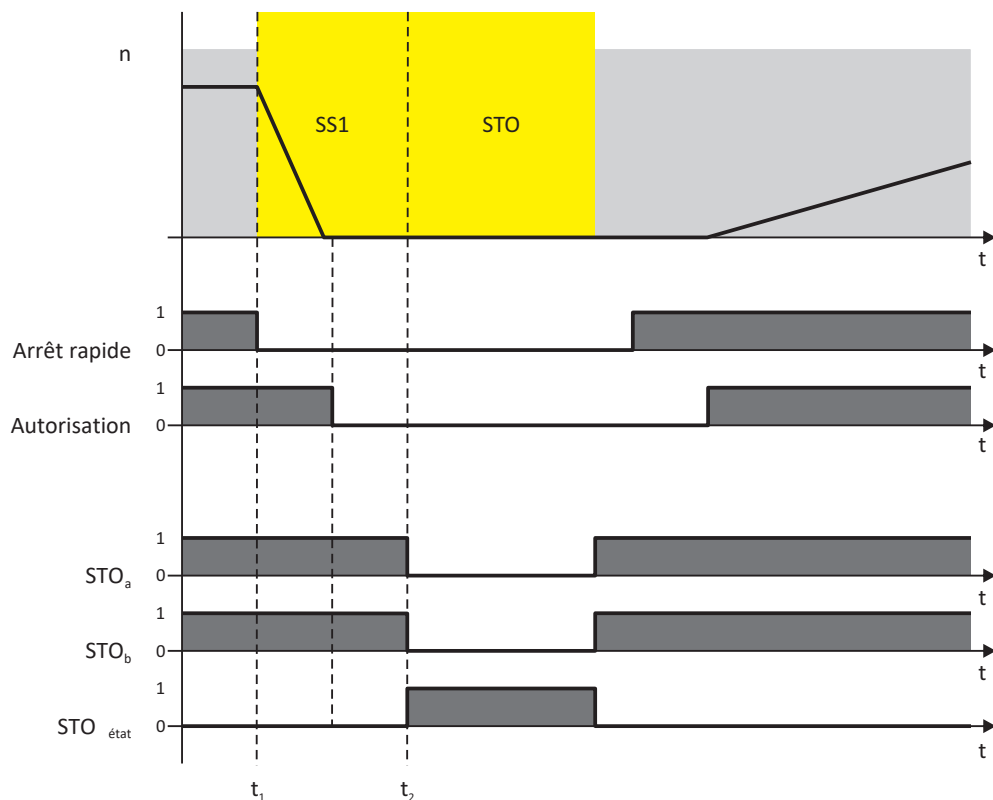


Fig. 5: PMC SR6 et SS1-t – Déroulement chronologique

t₁ Déclenchement SS1
t₂ Déclenchement STO

La fonction de sécurité SS1-t est divisée en deux parties :

- 1re partie : mise à l'arrêt commandée
- 2e partie : mise hors tension sécurisée du servo-variateur (STO)

Un relais de sécurité active une mise à l'arrêt commandée dans le servo-variateur à l'instant t₁, p. ex. via la fonction **Arrêt rapide**. Après expiration du temps planifié SS1-t dans le relais de sécurité, la fonction STO est activée à l'instant t₂. Ce processus correspond à une fonction **SS1-t temporisée** définie dans la norme DIN EN 61800-5-2.

10 Diagnostic

10.1 Paramètres

Les paramètres d'affichage ci-dessous sont cruciaux pour la technique de sécurité en combinaison avec le module de sécurité PMC SR6.

10.1.1 E53 | Module de sécurité théorique | G6 | V3

Module de sécurité à l'étude.

10.1.2 E54 | Information module sécurité | G6 | V0

Caractéristiques clés du module de sécurité.

- ▶ [0] : type
- ▶ [1] : version du matériel
- ▶ [2] : numéro de production
- ▶ [3] – [5] : réservés
- ▶ [6] : code de diagnostic

10.1.3 E67 | STO actif | G6 | V0

État STO du module de sécurité :

- ▶ [0] : STO a été déclenché par le signal d'entrée $STO_a = 0$ ou $STO_b = 0$
 - 0: Inactif = pas déclenché
 - 1: Actif = déclenché
- ▶ [1] : STO a été déclenché par le signal d'entrée $STO_a = 0$
 - 0: Inactif = pas déclenché
 - 1: Actif = déclenché
- ▶ [2] : STO a été déclenché par le signal d'entrée $STO_b = 0$
 - 0: Inactif = pas déclenché
 - 1: Actif = déclenché

10.2 Événements

Le servo-variateur est équipé d'un système d'auto-surveillance qui protège le système d'entraînement de dommages grâce à des règles de contrôle. La violation des règles de contrôle déclenche un événement correspondant. En qualité d'utilisateur, vous n'avez aucune influence sur certains événements, comme par exemple un Court-circuit/mise à la terre. En revanche, vous pouvez influencer les incidences et les réactions d'autres événements.

Incidences possibles :

- ▶ Message : information pouvant être analysée par la commande
- ▶ Avertissement : information pouvant être analysée par la commande et qui se transforme en dérangement au bout d'une période définie si la cause n'a pas été éliminée
- ▶ Dérangement : réaction immédiate du servo-variateur ; le bloc de puissance est bloqué et le mouvement de l'axe n'est plus contrôlé par le servo-variateur ou l'axe est immobilisé à la suite d'un arrêt rapide ou d'un freinage d'urgence



ATTENTION !

Dommage matériel dû à l'interruption de l'arrêt rapide ou au freinage d'urgence

Si un autre dérangement survient pendant l'exécution d'un arrêt rapide ou pendant un freinage d'urgence, ou si une fonction de sécurité est activée, l'arrêt rapide ou le freinage d'urgence sont interrompus. Dans ce cas, il y a risque d'endommagement de la machine dû à un mouvement incontrôlé de l'axe.

Les événements, leurs causes inhérentes et les mesures appropriées sont énumérés ci-dessous. Une fois la cause de l'erreur éliminée, vous pouvez en règle générale acquitter l'erreur directement. Si, par contre, un redémarrage du servo-variateur est nécessaire, vous trouverez une indication correspondante dans les mesures.

10.2.1 Événement 50 : Module de sécurité

Le servo-variateur bascule dans l'état de dérangement :

- ▶ Le bloc de puissance est verrouillé et le servo-variateur ne contrôle plus le mouvement de l'axe
- ▶ Les freins ne sont plus contrôlés par le servo-variateur et se serrent lorsque la commande prioritaire de déblocage est inactive (F06)

Cause		Contrôle et mesure
1: Demande inconsistante (monocanal)	Connexion incorrecte	Contrôler et corriger la connexion le cas échéant ; avant de pouvoir acquitter la défaillance, la fonction STO doit préalablement être demandée pendant minimum 100 ms sur deux canaux
2: Module sécurité erroné	Le module de sécurité planifié E53 ne correspond pas au E54[0] détecté par le système	Contrôlez la planification et le servo-variateur et, le cas échéant, corrigez la planification ou remplacez le servo-variateur ; le dérangement n'est pas validable
16: Validation hors service !	Requête STO lorsque le bloc de puissance est actif	Envoyer une requête STO seulement lorsque le bloc de puissance est inactif
		Envoyer simultanément à la requête STO une requête d'autorisation désactivée sans arrêt rapide (Drive Based A44)

Événement 50 – Causes et solutions

11 En savoir plus à propos de la technique de sécurité et du PMC SR6 ?

Les chapitres ci-après résument les notions essentielles, les relations et les mesures en rapport avec le module de sécurité PMC SR6 et la technique de sécurité.

11.1 SRP/CS : le traitement d'une fonction de sécurité typique

Lorsque des dangers émanent d'une machine ou d'une installation et que ces dangers ne peuvent pas être éliminés au moyen de mesures liées à la construction, il incombe de définir et d'employer des dispositifs de protection et fonctions de sécurité appropriés en vue de la réduction du potentiel de danger.

Les fonctions de sécurité requises et les exigences inhérentes en ce qui concerne le niveau d'intégrité de sécurité et le niveau de performance (SIL, PL) dépendent de l'application respective et des dangers potentiels. Les fonctions de sécurité sont définies dans la norme DIN EN 61800-5-2 pour les entraînements électriques de puissance à vitesse de rotation réglable.

En général, les fonctions de sécurité sont exécutées par les pièces relatives à la sécurité des commandes (Safety Related Parts of Control Systems, SRP/CS).

Une fonction de sécurité typique est une combinaison de pièces relatives à la sécurité d'une commande (SRP/CS) avec les composants suivants :

- ▶ Entrée (SRP/CS_a)
- ▶ Logique (SRP/CS_b)
- ▶ Sortie (SRP/CS_c)
- ▶ Connexions, par ex. électriques ou optiques

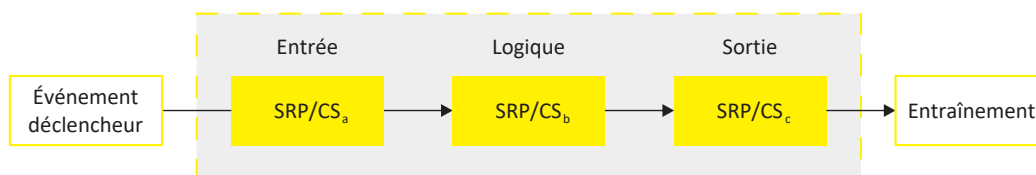


Fig. 6: Composants SRP/CS en vue du traitement d'une fonction de sécurité typique

Entrée	Capteur, p. ex. fin de course
Logique	Commande de sécurité ou relais de sécurité
Sortie	Actionneur, p. ex. servo-variateur, y compris le module de sécurité
Événement à l'origine du déclenchement	Ouverture d'un protecteur ou actionnement manuel d'un bouton-poussoir
Entraînement	Moteur ou vérin

Explication

Comme composante initiale, un capteur détecte la situation à l'origine du déclenchement de la fonction de sécurité. La composante logique traite les signaux enregistrés, l'actionneur pilote finalement le mouvement dangereux potentiel en tant que composante finale.

Le servo-variateur en combinaison avec le module de sécurité intégré PMC SR6 fait partie intégrante de l'actionneur SRP/CS.

L'utilisation d'une commande de sécurité ou d'un relais de sécurité comme composant logique d'une SRP/CS dépend aussi bien de leur complexité que des niveaux SIL et PL requis.

11.2 Surveillance du câblage de raccordement

Le module de sécurité PMC SR6 ne nécessite aucun entretien, il n'est cependant pas en mesure de détecter les erreurs de câblage externes.



AVERTISSEMENT !

Perte de la fonction de sécurité et mouvements d'entraînement inattendus en cas d'erreur de câblage !

Le module de sécurité PMC SR6 ne détecte aucune erreur dans le câblage de raccordement de X12 !

Afin de pouvoir identifier ou exclure de telles erreurs et afin d'éviter qu'une éventuelle erreur de câblage ou de commande de la fonction de sécurité ne compromette la sécurité, prenez l'une des mesures suivantes.

- Surveillance permanente du câblage de raccordement au moyen d'un relais de sécurité ou
- exclusion de défaut pour les conducteurs et connexions conformément à la norme DIN EN 13849 ou
- surveillance du câblage de raccordement par plausibilisation des signaux de commande de STO_a et STO_b vis-à-vis des signaux d'état STO (par le biais de l'essai de fonctionnement STO).

11.2.1 Surveillance au moyen d'un relais de sécurité

Si les entrées STO_a et STO_b sont pilotées par des sorties surveillées, le relais de sécurité correspondant contrôle le câblage et la capacité de commutation des sorties au moyen d'impulsions de test.

En cas d'erreur, mettez toujours hors tension via l'autre entrée STO puis remédiez à l'erreur.

11.2.2 Exclusion de défaut pour les conducteurs et connexions conformément à la norme DIN EN 13849

Les défauts du câblage de raccordement de modules et composants peuvent annihiler les fonctions de sécurité. D'éventuelles exclusions de défauts et les indications relatives aux exclusions de défauts sont fournies dans le tableau D.4 de la norme DIN EN ISO 13849-2.

Défaillances analysées	Exclusion de défaut	Remarques
Court-circuit entre deux conducteurs quelconques	Courts-circuits entre des conducteurs ▸ qui sont posés à demeure et protégés contre les détériorations externes, par ex. au moyen d'un caniveau de câbles, d'une conduite blindée ou ▸ dans différents conducteurs sous gaine ou ▸ à l'intérieur d'un local d'installation électrique (voir remarque) ou ▸ qui sont protégés séparément par une prise de terre	Cela implique que les conducteurs tout comme le local d'installation satisfont aux exigences respectives (voir CEI 60204-1)
Court-circuit entre un conducteur quelconque et une pièce conductrice sans protection ou la terre ou une connexion à connecteur de protection	Courts-circuits entre un conducteur et chaque pièce conductrice sans protection à l'intérieur d'un local d'installation (voir remarque)	
Interruption d'un conducteur	Non	—

DIN EN 13849, tableau D.4 – Défauts et exclusions de défauts – Conducteurs/câbles

11.2.3 Surveillance par plausibilisation des signaux (essai de fonctionnement STO)

L'état du câblage de raccordement ainsi que la fonctionnalité des canaux de sécurité peuvent être contrôlés au moyen de la plausibilisation.

Pour plausibiliser les signaux de commande des deux entrées STO_a et STO_b vis-à-vis des signaux d'état STO, procédez à un essai de fonctionnement STO après chaque désactivation de la fonction STO ou avant l'activation.

En fonction du domaine d'application respectif, de l'utilisation conforme du relais de sécurité ou des exigences spécifiques aux machines et installations, des cycles de contrôle plus rapprochés peuvent s'avérer nécessaires.

En présence d'une défaillance, mettez toujours hors circuit par le biais de l'autre entrée STO puis remédiez à la défaillance.

11.2.3.1

Essai de fonctionnement STO

Un essai de fonctionnement STO implique que les deux signaux STO_a et STO_b soient commutés en alternance et plausibilisés avec les signaux d'état STO en résultant. En cas d'erreur, la fonction de sécurité doit être activée aux deux entrées STO. Le servo-variateur ne doit plus être activé.

Le signal $STO_{\text{état}}$ est directement mis à disposition sur la borne X12 du servo-variateur à des fins de surveillance. Si vous travaillez avec un système de bus de terrain, vous obtiendrez des informations détaillées sur l'état en transmettant les paramètres E67 État STO, Array E67[0] – E67[2]. Ceux-ci peuvent être utilisés à la place de $STO_{\text{état}}$ pour la plausibilisation.

Dans les cas d'applications à exigences élevées en matière de sécurité comme SIL 3, PL e, une commande de sécurité doit contrôler le câblage de raccordement. Dans les cas d'applications à exigences réduites en matière de sécurité, c.-à-d. jusqu'à SIL 2, PL d, un système de commande standard peut exécuter l'essai de fonctionnement STO. Pour de plus amples informations sur l'utilisation d'une commande standard, voir le rapport IFA 2/2016 *Logiciel d'application lié à la sécurité de machines – la méthode matricielle de l'IFA*, voir chapitre 9.5 *Utilisation de composants standard pour les mesures visant à maîtriser les défauts*.



Information

Pendant l'essai de fonctionnement STO, le servo-variateur bascule dans l'état de service **Mise en marche désactivée**.

Séquences logiques et résultats de test

Le graphique ci-dessous montre les séquences logiques de STO_a et STO_b ainsi que les résultats escomptés. Tous les résultats de test divergents doivent être évalués comme des défaillances. Si tel est le cas, contrôlez le câblage, éliminez les éventuels défauts puis répétez l'essai de fonctionnement STO. Si les erreurs se reproduisent, recourez à nos prestations SAV et contactez notre assistance technique.



Information

Veillez noter que la durée maximale des impulsions de test ne doit jamais dépasser 500 ms. À partir d'une durée de 500 ms, le servo-variateur considère les impulsions comme une demande incohérente et bascule dans l'état de service **Dérangement**.

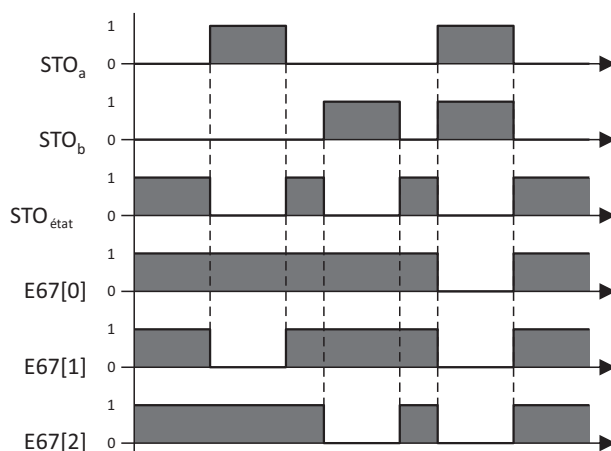


Fig. 7: Essai de fonctionnement – Séquences logiques

STO_a , STO_b	Entrées des deux canaux de sécurité PMC SR6
$STO_{\text{état}}$	Signal d'état STO sur la borne X12
E67[0]	Au moins un canal de sécurité PMC SR6 exige une activation STO ($STO_a = 0$ V ou $STO_b = 0$ V)
E67[1]	STO_a exige une activation STO ($STO_a = 0$ V)
E67[2]	STO_b requiert une activation STO ($STO_b = 0$ V)

Essai de fonctionnement STO lorsque les servo-variateurs sont branchés en parallèle

Notez que les sorties $STO_{\text{état}}$ ne peuvent pas être montées en série en vue d'un diagnostic.



Information

Afin de garantir un câblage correct de servo-variateurs branchés en parallèle, vous devez contrôler séparément le signal $STO_{\text{état}}$ de chaque servo-variateur.

11.3 Calcul de mesures de protection appropriées – Exemples

Afin de pouvoir évaluer et calculer les mesures de protection appropriées qui s'imposent, les pièces relatives à la sécurité des systèmes de commande de machines doivent satisfaire à certaines exigences.

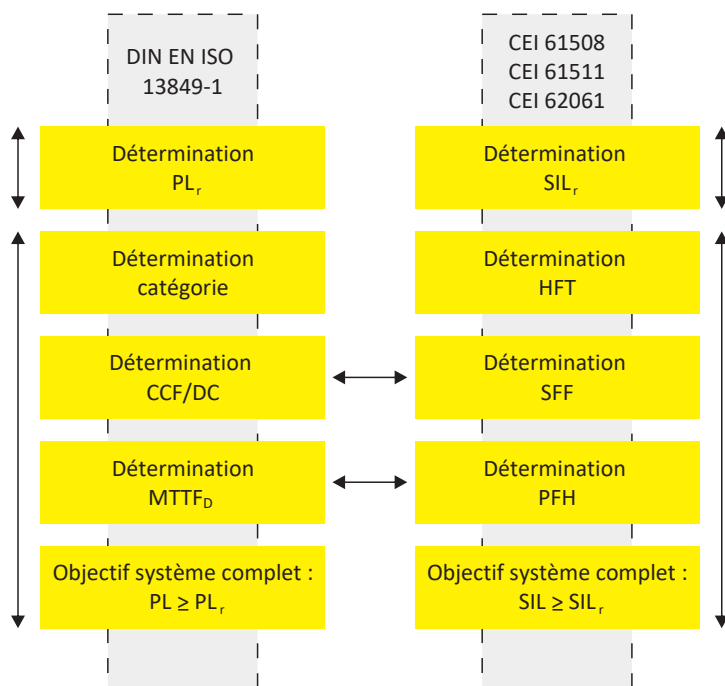


Fig. 8: Déterminer et évaluer les mesures de protection

En vue de la détermination du niveau de performance requis pour un système, nous recommandons de toujours employer le même workflow.

Avant les calculs proprement dits, nous recommandons de regrouper sur un schéma de principe tous les modules relatifs à la technique de sécurité dont une défaillance risquerait de compromettre l'activation de la fonction de sécurité.

À partir du schéma de principe, il est ensuite possible de déduire un schéma fonctionnel, qui divise le système complet en plusieurs sous-systèmes. Pour chaque sous-système, les indicateurs pertinents en matière de technique de sécurité figurent soit dans les indications respectives du fabricant, soit dans les sources définies. Lorsqu'il s'avère nécessaire de calculer soi-même les indicateurs, le logiciel gratuit SISTEMA³ constitue par exemple une solution fiable.

Les chapitres suivants décrivent la réalisation des fonctions de sécurité STO et SS1-t au moyen d'exemples de schémas de principe et de schémas fonctionnels ainsi que le calcul correspondant des caractéristiques de sécurité requis pour les différents systèmes et finalement pour le système complet.

³ Le logiciel gratuitement mis à disposition par la DGUV en vue de l'évaluation des systèmes de commande de sécurité des machines et du calcul conforme aux normes des indicateurs de sécurité.

11.3.1 STO – Génération de schémas de principe et schémas fonctionnels

Afin de garantir un calcul fiable des mesures de protection adaptées à un système, générez d'abord un schéma de principe de votre système avec tous les modules pertinents. À partir de ce schéma de principe, vous pouvez ensuite déduire les schémas fonctionnels relatifs à la sécurité.

11.3.1.1 Génération d'un schéma de principe

Le graphique ci-dessous montre un exemple de réalisation de la fonction de sécurité STO en liaison avec un protecteur mobile équipé d'interrupteurs de position. La fonction de sécurité se déclenche en ouvrant la porte de protection.

Le schéma de principe montre, entre autres, le câblage des interrupteurs de position, la connexion des entrées STO_a et STO_b , un relais de sécurité ainsi qu'une commande. De plus, il explique les interactions entre les capteurs et la logique.⁴

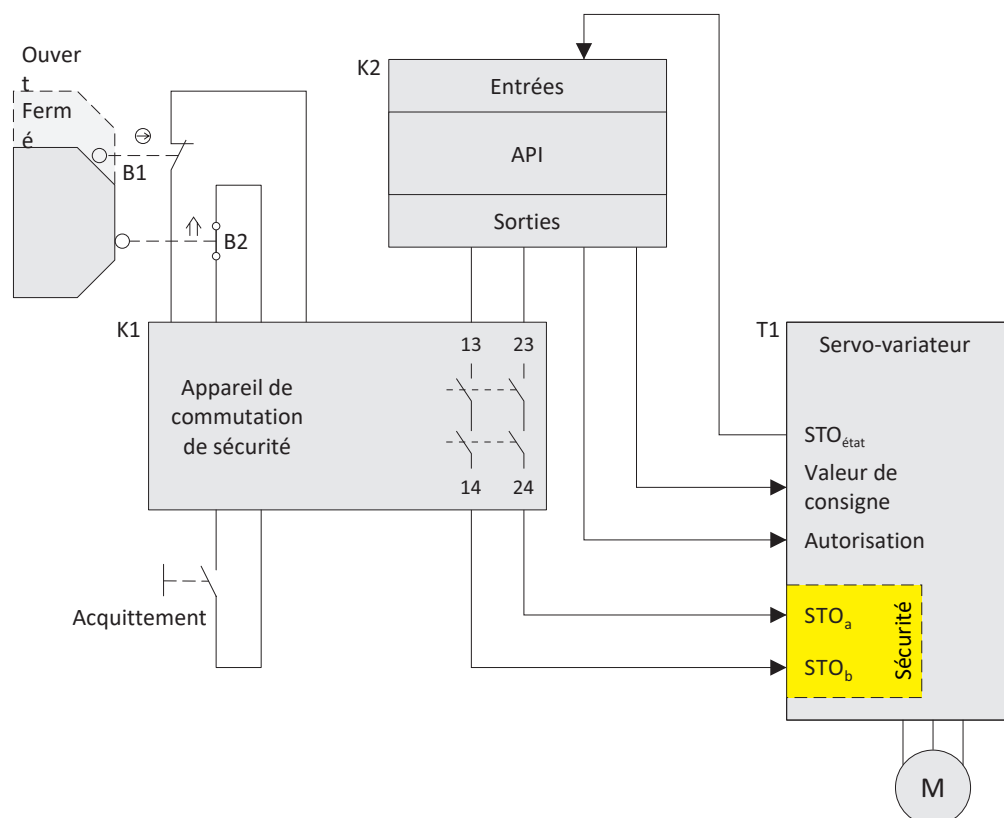


Fig. 9: STO – Schéma de principe

B1, B2	Interrupteur de position
K1	Relais de sécurité
K2	Commande
T1	Servo-variateurs avec module de sécurité intégré PMC SR6

⁴ Le schéma de principe et l'explication correspondante reposent sur le Rapport IFA, 07 / 2013, p. 64 et suiv.

Explication

L'API K2 se charge du contrôle fonctionnel de l'entraînement. Elle transmet les valeurs de consigne au servo-variateur T1, commute les deux entrées STO_a et STO_b et peut démarrer ou arrêter l'entraînement par le biais de l'activation. L'API n'est pas impliquée dans la fonction de sécurité.

La zone de danger est sécurisée au moyen d'une porte de protection mobile. L'ouverture du dispositif de protection est enregistrée par les deux interrupteurs de position B1 et B2 et analysée par le relais de sécurité K1. Indépendamment de l'API, le module K1 désactive les entrées STO dans le servo-variateur T1. Cela permet d'empêcher efficacement la génération d'un champ tournant dans l'entraînement.

Le relais de sécurité K1 détecte d'éventuelles défaillances dans les interrupteurs de position par le biais d'une comparaison de la plausibilité. Le module K1 en soi est équipé de fonctions de surveillance automatique appropriées, qui ouvrent les chemins d'activation en cas de détection de défaillances.

Une défaillance du module de sécurité PMC SR6 déclenche la fonction de sécurité STO et permet d'éviter un redémarrage de l'entraînement en présence d'une défaillance.

Lorsque cela s'avère nécessaire, un câblage de raccordement STO non conforme de K1, K2 et T1 peut être détecté par l'API K2 par le biais d'une comparaison de la plausibilité. Dans un tel cas, le servo-variateur T1 envoie un message de statut STO correspondant à l'API K2. Ce dernier fait partie intégrante du circuit de sécurité.

11.3.1.2

Génération de schémas fonctionnels

Les schémas fonctionnels se concentrent sur les relations entre la construction et la logique des modules du schéma de principe correspondant.

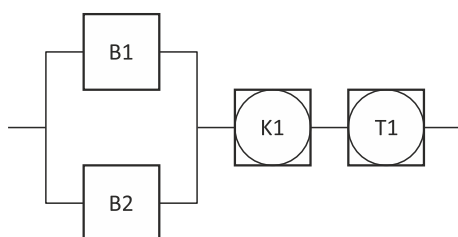


Fig. 10: Schéma fonctionnel relatif à la sécurité

B1, B2	Interrupteur de position
K1	Relais de sécurité (sous-système encapsulé)
T1	Servo-variateurs avec module de sécurité intégré PMC SR6 (sous-système encapsulé)

Chaque composant d'une fonction de sécurité fait partie intégrante d'une structure fixe définie. Celle-ci est appelée catégorie dans la norme EN ISO 13849-1. Les catégories constituent la base du calcul des indices de sécurité résultants, p. ex. dans le logiciel SISTEMA. Un sous-système y correspond soit à un groupe de blocs d'une catégorie, soit à un composant de sécurité avec les indications du fabricant à propos du PL, de la catégorie, de la valeur PFH, etc. (= sous-système encapsulé).

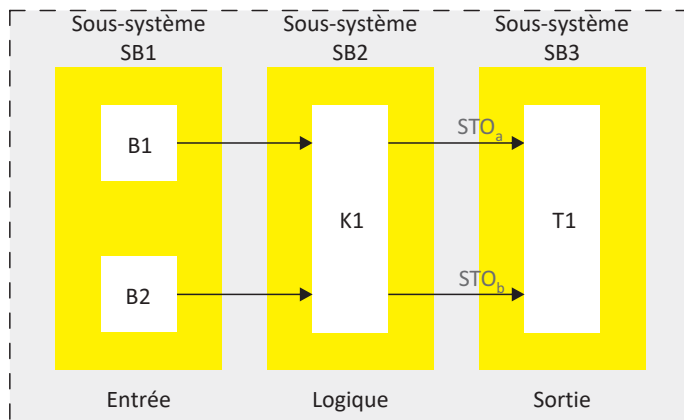


Fig. 11: Schéma fonctionnel relatif à la sécurité avec sous-systèmes

SB1 – SB3	Sous-systèmes (entièrement blindés) 1 – 3
B1, B2	Interrupteur de position
K1	Relais de sécurité
T1	Servo-variateurs avec module de sécurité intégré PMC SR6

Le dispositif de protection avec les interrupteurs de position forme le sous-système 1, le relais de sécurité le sous-système 2, le servo-variateur avec le module de sécurité intégré PMC SR6 est représenté dans le sous-système 3.

Caractéristiques de construction

Les principes de sécurité fondamentaux et éprouvés ainsi que les exigences spécifiques à la structure de la commande de la catégorie B sont respectés ; des circuits de protection (fusibles des contacts, mise à la terre du circuit électrique de commande, etc.) sont prévus.

Pendant la planification, prendre en compte les courts-circuits et courts-circuits transversaux sur les conducteurs de connexion électrique conformément à la norme DIN EN ISO 13849-2, Tableau D.4. Les nouvelles défaillances doivent être détectées et le système doit ensuite basculer dans un état sécurisé. Les conducteurs doivent sinon être posés en veillant à permettre une exclusion de défaut pour les courts-circuits et courts-circuits transversaux.

Pour les interrupteurs de position électromécaniques B1 et B2, le mécanisme de démarrage doit être construit et fixé conformément à l'utilisation prévue. Sécuriser les éléments d'actionnement et interrupteurs de position de manière à exclure tout changement de position. Seule l'utilisation de pièces mécaniques rigides (et non pas d'éléments élastiques) est autorisée. L'interrupteur de position B1 est un module éprouvé conformément à la norme DIN EN ISO 13849-2, Tableau D.3 avec contact à ouverture forcée conformément à la norme DIN EN 60947-5-1, Annexe K.

Le relais de sécurité satisfait aux exigences des catégories 4 et PL e.

Le modèle T1 est un servo-variateur avec fonction de sécurité STO intégrée. Les exigences des catégories 4 et PL e sont remplies.

11.3.2 SS1 – Génération de schémas de principe et schémas fonctionnels

Afin de garantir un calcul fiable des mesures de protection adaptées à un système, générez d'abord un schéma de principe de votre système avec tous les modules pertinents. À partir de ce schéma de principe, vous pouvez ensuite déduire les schémas fonctionnels relatifs à la sécurité.

11.3.2.1 Génération d'un schéma de principe

Le graphique ci-dessous montre un exemple de réalisation de la fonction de sécurité SS1-t en liaison avec un protecteur mobile équipé d'interrupteurs de position. La fonction de sécurité se déclenche en ouvrant la porte de protection.

Le schéma de principe montre, entre autres, le câblage des interrupteurs de position, la connexion des entrées STO_a et STO_b , un relais de sécurité équipé de contacts à coupure temporisée ainsi qu'une commande. De plus, il explique les interactions entre les capteurs et la logique.

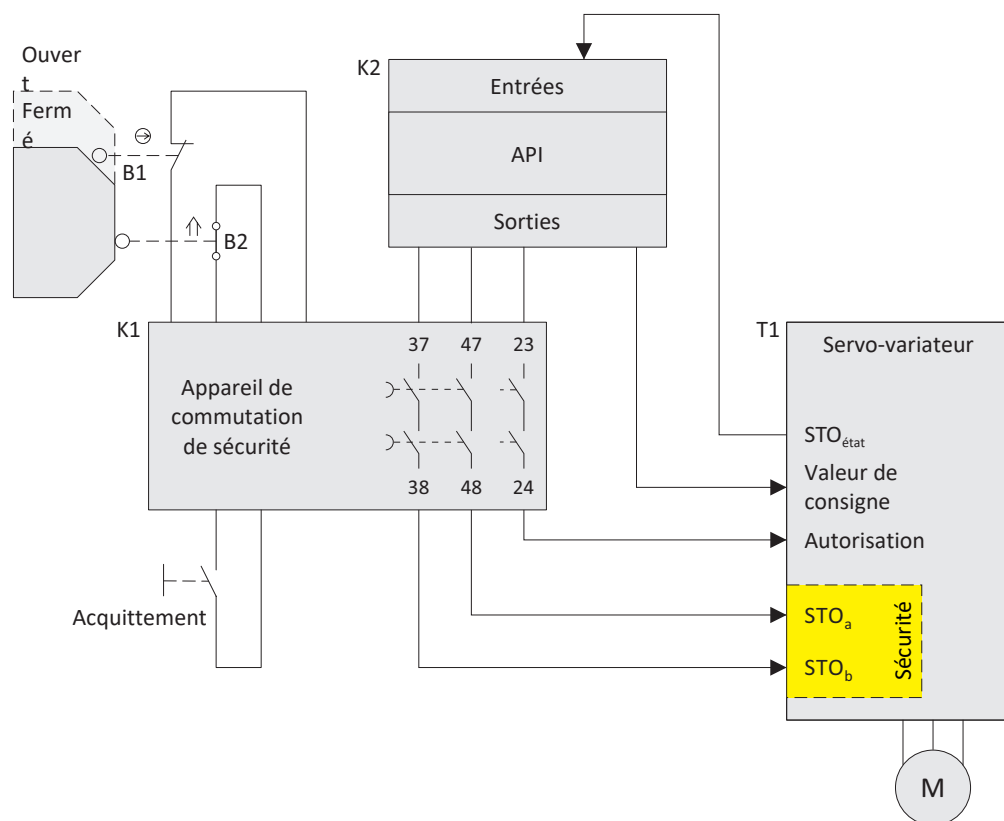


Fig. 12: SS1 – Schéma de principe

B1, B2	Interrupteur de position
K1	Relais de sécurité
K2	Commande
T1	Servo-variateurs avec module de sécurité intégré PMC SR6

Explication

L'API K2 se charge du contrôle fonctionnel de l'entraînement. Elle transmet les valeurs de consigne au servo-variateur T1, commute les deux entrées STO_a et STO_b et peut démarrer ou arrêter l'entraînement par le biais de l'activation. L'API n'est pas impliquée dans la fonction de sécurité.

La zone de danger est sécurisée au moyen d'une porte de protection mobile. L'ouverture du dispositif de protection est enregistrée par les deux interrupteurs de position B1 et B2 et analysée par le relais de sécurité K1.

Après expiration d'une temporisation définie, les entrées STO sont désactivées, indépendamment de l'API, par les chemins d'activation à coupure temporisée du module de commande de sécurité.

Durant cette coupure STO temporisée, l'entraînement est immobilisé de manière contrôlée soit par le servo-variateur soit par l'API. Si, comme dans cet exemple, le servo-variateur déclenche l'immobilisation contrôlée, il est possible d'activer et de paramétrer la fonction **Arrêt rapide en cas d'annulation de l'activation**.

Le relais de sécurité K1 détecte d'éventuelles défaillances dans les interrupteurs de position par le biais d'une comparaison de la plausibilité. Le module K1 est équipé de fonctions de surveillance automatique appropriées, qui ouvrent les chemins d'activation en cas de détection de défaillances.

Une défaillance du module de sécurité PMC SR6 déclenche la fonction de sécurité STO et permet d'éviter un redémarrage de l'entraînement en présence d'une défaillance.

Lorsque cela s'avère nécessaire, un câblage de raccordement STO non conforme de K1, K2 et T1 peut être détecté par l'API K2 par le biais d'une comparaison de la plausibilité. Dans un tel cas, le servo-variateur T1 envoie un message de statut STO correspondant à l'API K2. Ce dernier fait partie intégrante du circuit de sécurité.

11.3.2.2

Génération de schémas fonctionnels

Les schémas fonctionnels se concentrent sur les relations entre la construction et la logique des modules du schéma de principe correspondant.

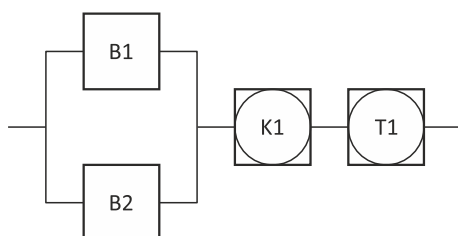


Fig. 13: Schéma fonctionnel relatif à la sécurité

B1, B2	Interrupteur de position
K1	Relais de sécurité (sous-système encapsulé)
T1	Servo-variateurs avec module de sécurité intégré PMC SR6 (sous-système encapsulé)

Chaque composant d'une fonction de sécurité fait partie intégrante d'une structure fixe définie. Celle-ci est appelée catégorie dans la norme EN ISO 13849-1. Les catégories constituent la base du calcul des indices de sécurité résultants, p. ex. dans le logiciel SISTEMA. Un sous-système y correspond soit à un groupe de blocs d'une catégorie, soit à un composant de sécurité avec les indications du fabricant à propos du PL, de la catégorie, de la valeur PFH, etc. (= sous-système encapsulé).

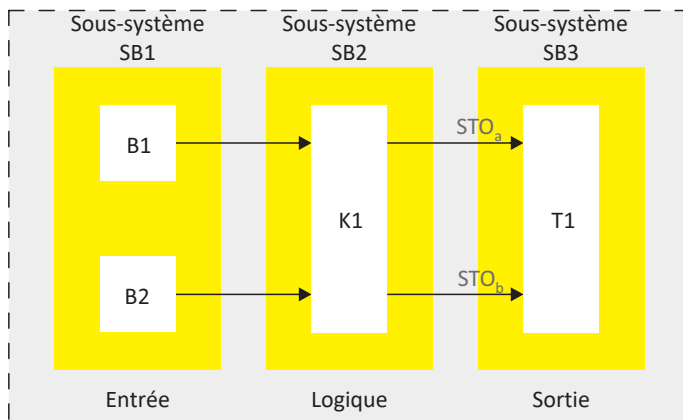


Fig. 14: Schéma fonctionnel relatif à la sécurité avec sous-systèmes

SB1 – SB3	Sous-systèmes (entièrement blindés) 1 – 3
B1, B2	Interrupteur de position
K1	Relais de sécurité
T1	Servo-variateurs avec module de sécurité intégré PMC SR6

Le dispositif de protection avec les interrupteurs de position forme le sous-système 1, le relais de sécurité le sous-système 2, le servo-variateur avec le module de sécurité intégré PMC SR6 est représenté dans le sous-système 3.

Caractéristiques de construction

Les principes de sécurité fondamentaux et éprouvés ainsi que les exigences spécifiques à la structure de la commande de la catégorie B sont respectés ; des circuits de protection (fusibles des contacts, mise à la terre du circuit électrique de commande, etc.) sont prévus.

Pendant la planification, prendre en compte les courts-circuits et courts-circuits transversaux sur les conducteurs de connexion électrique conformément à la norme DIN EN ISO 13849-2, Tableau D.4. Les nouvelles défaillances doivent être détectées et le système doit ensuite basculer dans un état sécurisé. Les conducteurs doivent sinon être posés en veillant à permettre une exclusion de défaut pour les courts-circuits et courts-circuits transversaux.

Pour les interrupteurs de position électromécaniques B1 et B2, le mécanisme de démarrage doit être construit et fixé conformément à l'utilisation prévue. Sécuriser les éléments d'actionnement et interrupteurs de position de manière à exclure tout changement de position. Seule l'utilisation de pièces mécaniques rigides (et non pas d'éléments élastiques) est autorisée. L'interrupteur de position B1 est un module éprouvé conformément à la norme DIN EN ISO 13849-2, Tableau D.3 avec contact à ouverture forcée conformément à la norme DIN EN 60947-5-1, Annexe K.

Le relais de sécurité satisfait aux exigences des catégories 4 et PL e.

Le modèle T1 est un servo-variateur avec fonction de sécurité STO intégrée. Les exigences des catégories 4 et PL e sont remplies.

11.3.3 Détermination des caractéristiques de sécurité

En vue de la détermination des caractéristiques de sécurité du système complet, il est indispensable de rechercher, calculer et évaluer les caractéristiques des différents sous-systèmes. Comme les sous-systèmes dans les deux exemples (STO et SS1) sont quasiment identiques, les chapitres suivants s'appliquent aussi bien aux fonctions STO que SS1.

11.3.3.1 Sous-système SB1

Le sous-système SB1 abrite les deux interrupteurs de position B1 et B2. Dans le cas présent, les interrupteurs mécaniques du type PSEN me4 de l'entreprise Pilz GmbH und Co. KG font office d'exemple concret.

Average Diagnostic Coverage (Couverture de diagnostic moyenne) – DC_{avg}

- ▶ DC_{avg} sous-système SB1 : 99 %
- ▶ En ce qui concerne la plausibilité, les courts-circuits et les courts-circuits transversaux, les interrupteurs B1 et B2 sont surveillés par le relais de sécurité K1.

Source : DIN EN ISO 13849-1, Annexe E, Tableau E.1

Défaillance d'origine commune – CCF

Les mesures suivantes sont prises afin de satisfaire aux exigences en matière de prévention de défaillances d'origine commune. Un nombre défini de points est attribué à chaque catégorie de mesures. La valeur maximale pour CCF s'élève à 100 points. À partir de 65 points, on considère que toutes les exigences CCF sont remplies.

- ▶ Séparation du câblage : 15 points dans la catégorie « Séparation / coupure »
- ▶ Utilisation de contacts NF et NO : 20 points dans la catégorie « Diversité »
- ▶ Protection contre les surtensions et utilisation de modules éprouvés : 20 points dans la catégorie « Ébauche / application / expérience »
- ▶ FMEA de l'exemple de câblage : 5 points dans la catégorie « Évaluation / analyse »
- ▶ Les interrupteurs de position se définissent conformément aux spécifications du fabricant : 10 points dans la catégorie « Environnement »
- ▶ -> CCF sous-système SB1 : total de 70 points

Source : DIN EN ISO 13849-1, Annexe F, Tableau F.1

Durée de vie nominale – B_{10D}

Une exclusion de défaut pour le contact électrique est possible pour l'interrupteur de position avec ouverture forcée B1. La valeur B_{10D} de 2 000 000 de cycles est présumée pour le contact à fermeture électrique de B2. Cela est également valable pour la partie mécanique de B1 et B2.

- ▶ $B1_{(NC)}$
Possibilité d'exclusion de défaut de composants dangereux pour le contact électrique
 B_{10D} (mécanique) : 2 000 000 cycles
- ▶ $B2_{(NO)}$
 B_{10D} (mécanique) : 2 000 000 cycles
- ▶ $B2_{(NO)}$
 B_{10D} (électrique) : 2 000 000 cycles

Source : Pilz GmbH und Co. KG



Information

Si le fournisseur n'a pas fourni d'indices, vous pouvez vous référer au tableau C.1 dans l'Annexe C de la norme DIN EN ISO 13849-1 pour connaître les indices.

Fréquence de commutation – n_{op}

Avec 365 jours ouvrables par an, 16 heures de travail par jour et un temps de cycle de 5 minutes, cela implique pour B1 et B2 un cycle de commutation respectif de $n_{op} = 70\,080$ cycles par an.

Source : DIN EN ISO 13849-1, Annexe C, Tableau C.1, calcul : SISTEMA

Temps moyen de fonctionnement jusqu'à une défaillance dangereuse – $MTTF_D$

- ▶ B1
 $MTTF_D$: 285 ans
- ▶ B2
 $MTTF_D$: 143 ans

Calcul : SISTEMA

Probabilité d'une défaillance dangereuse – PFH_D

B1 et B2
 PFH_D : $2,47 \times 10^{-8}$

Calcul : SISTEMA

11.3.3.2

Sous-système SB2

Le sous-système SB2 est un sous-système entièrement encapsulé, c'est-à-dire un composant de sécurité pour lequel PL, PFH et catégorie sont déjà prédéfinis par le fabricant.

Le sous-système SB2 comporte le relais de sécurité K1. L'appareil du type PNOZ S5 de la société Pilz GmbH und Co. KG est ici employé comme exemple concret.

Niveau de performance – PL, catégorie

- ▶ PL = e
- ▶ Catégorie = 4

Source : Pilz GmbH und Co. KG

Probabilité d'une défaillance dangereuse – PFH_D

- ▶ Contacts à action instantanée (STO)
 $PFH_D = 2,31 \times 10^{-9}$ [1/h]
- ▶ Contacts à coupure temporisée (SS1)
 $PFH_D = 2,34 \times 10^{-9}$ [1/h]

Source : Pilz GmbH und Co. KG

11.3.3.3 Sous-système SB3

Le sous-système SB3 est également un sous-système entièrement encapsulé dont les données relatives à la sécurité sont définies par le fabricant.

Le sous-système SB3 abrite le servo-variateur T1 de la gamme PMC SC6 ou PMC SI6, y compris le module de sécurité PMC SR6.

Niveau de performance – PL et catégorie

- ▶ PL = e
- ▶ Catégorie = 4

Source : Pilz GmbH & Co. KG

Probabilité d'une défaillance dangereuse – PFH_D

$$PFH_D = 5 \times 10^{-9} [1/h]$$

Source : Pilz GmbH & Co. KG

11.3.3.4 Câblage des sous-systèmes

Le relais de sécurité K1 est configuré et câblé de manière à surveiller la plausibilité, les courts-circuits et les courts-circuits transversaux des deux interrupteurs de position B1 et B2 et leur câblage respectif. En raison du montage de ces modules à l'intérieur d'un local d'installation électrique, on suppose une exclusion de défaut conformément à la norme DIN EN ISO 13849-2, Annexe D, Tableau D 5.2 pour le câblage entre le relais de sécurité K1 et le servo-variateur T1.

11.3.3.5 Caractéristiques de sécurité du système complet

Le tableau suivant contient les caractéristiques de sécurité déterminées des différents sous-systèmes ainsi que la probabilité en résultant d'une défaillance totale.

Sous-système	Source de valeurs	Probabilité d'une défaillance dangereuse [1/h]
SB1 – Entrée	Calcul SISTEMA	$PFH_D = 2,47 \times 10^{-8}$
SB2 – Logique	Indications du fabricant	$PFH_D = 2,31 \times 10^{-9}$ (STO) $PFH_D = 2,34 \times 10^{-9}$ (SS1)
Sortie SB3	Indications du fabricant	$PFH_D = 5,0 \times 10^{-9}$
Système complet	Calcul SISTEMA	$PFH_D = 3,2 \times 10^{-8}$

PFH_D – Sous-systèmes et système complet

La détermination et le calcul de la probabilité de défaillances dangereuses par heure pour les exemples de systèmes avec les fonctions de sécurité STO et SS1 permettent d'obtenir une valeur de $3,2 \times 10^{-8} [1/h]$, ce qui correspond respectivement à un système avec PL e et SIL 3 et un mode d'exploitation élevé en continu (voir tableau suivant).

Performance Level	Probabilité d'une défaillance dangereuse [1/h]	Safety Integrity Level
a	$\geq 10^{-5}$ à $< 10^{-4}$	Aucune correspondance
b	$\geq 3 \times 10^{-6}$ à $< 10^{-5}$	1
c	$\geq 10^{-6}$ à $< 3 \times 10^{-6}$	1
d	$\geq 10^{-7}$ à $< 10^{-6}$	2
e	$\geq 10^{-8}$ bis $< 10^{-7}$	3

PL, PFH_D, SIL – Système complet

Lors de la détermination du niveau de performance, les exigences structurales doivent être prises en compte en plus des exigences spécifiques à la probabilité de défaillance.

Du point de vue des structures de la commande, les sous-systèmes SB1 à SB3 remplissent les exigences minimales des systèmes de la catégorie 4 :

- ▶ DC_{avg} : élevée
- ▶ CCF : exigence remplie
- ▶ $MTTF_D$: élevée

11.4

PMC SR6 conformément à la classification d'interfaces (ZVEI)

En 2016, la Fédération allemande de l'industrie électrotechnique et électronique (ZVEI) a publié une prise de position (voir chapitre Informations complémentaires), qui traite de la classification des interfaces binaires 24 V_{CC} dans le domaine de la sécurité fonctionnelle.

La prise de position définit les notions spécialisées, fait ressortir les caractéristiques déterminantes des différents types d'interface (types d'interface) avec des impulsions de test dynamiques et décrit les informations produit de chaque fabricant et les caractéristiques techniques pour les types d'interface examinés.

En raison de l'une des classifications présentées dans cette prise de position, le module de sécurité PMC SR6 peut être utilisé comme destinataire d'information (destinataire) des types d'interface C et D et être piloté par le biais des sources d'information (sources) des mêmes types d'interface. Les destinataires et sources des types d'interface C et D sont classifiés en fonction du comportement temporel des impulsions de test, une classe plus élevée impliquant ici des impulsions de test plus courtes. En ce qui concerne la combinaison du destinataire et de la source, il incombe de veiller à ce qu'une source sélectionnée appartienne au moins à la même classe que le destinataire sélectionné.

Type d'interface C

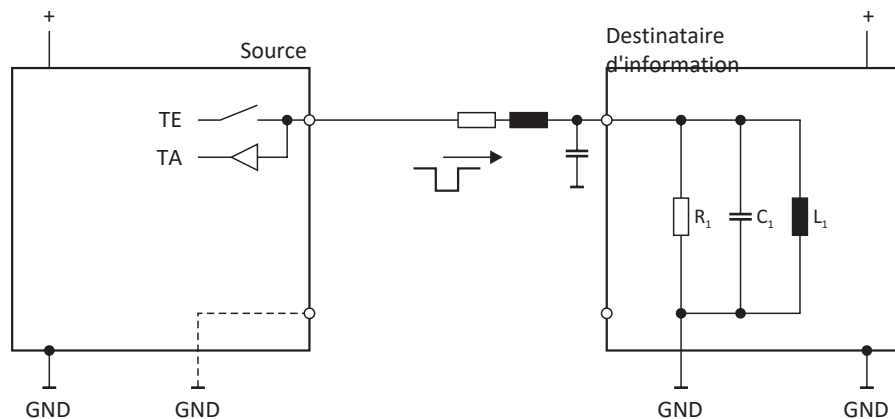


Fig. 15: Classification des interfaces – Type d'interface C

TE	<u>Génération de l'impulsion de test</u>
TA	<u>Évaluation de l'impulsion de test</u>
GND	Potentiel de référence
R_1	Résistance d'entrée
C_1	Capacité d'entrée
L_1	Inductance d'entrée

Le type d'interface C⁵ est fréquemment employé comme sortie OSSD – par exemple pour les sorties de sécurité affectées aux barrières lumineuses et détecteurs de proximité (à comportement défini dans des conditions de défaut conformément à la norme EN 60947-5-3). En tant que sources, les appareils associés contrôlent, au moyen d'impulsions de test, le fonctionnement de leurs sorties ; le destinataire correspondant, par ex. le module de sécurité PMC SR6, ne doit, par définition, pas réagir à ces impulsions de test.

Type d'interface D

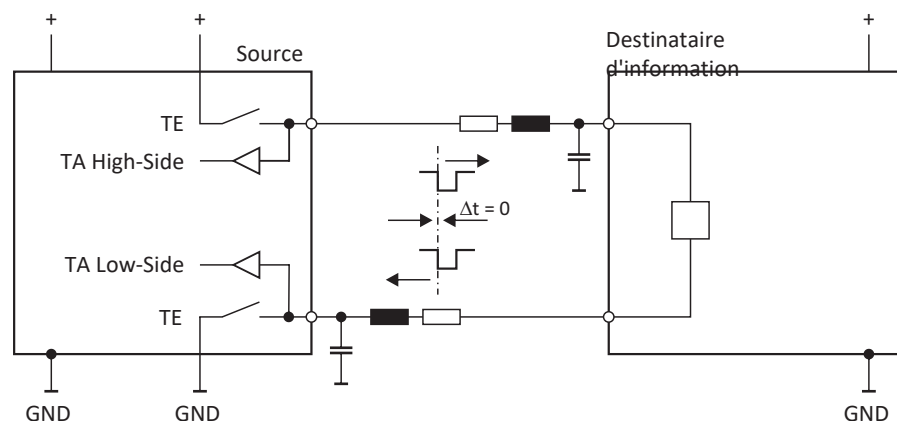


Fig. 16: Classification des interfaces – Type d'interface D

TE	Génération de l'impulsion de test
TA	Évaluation de l'impulsion de test
TA High-Side	Évaluation de l'impulsion de test interrupteur High-Side
TA Low-Side	Évaluation de l'impulsion de test interrupteur Low-Side
GND	Potentiel de référence
Δt_i	Intervalle de temps

Le type d'interface D⁶ est employé soit en vue de la commutation en toute sécurité des actionneurs (contacteurs, moteurs, soupapes), soit en vue de l'activation intégrale de la tension de service de modules et appareils électriques ou électroniques. La différence par rapport à la sortie réservée à la génération d'impulsions du type d'interface C réside surtout dans le câblage et les tests de la ligne de retour.

D'éventuelles défaillances de la ligne de retour telles que des courts-circuits peuvent être détectées aux alentours de 0 V. Ce type de connexion permet d'éviter les tensions résiduelles au moyen d'un point de raccordement 0 V commun flottant.

De plus, il est possible de procéder à une mise hors circuit sur deux canaux par le biais de deux conducteurs. Un simple court-circuit sur l'une des lignes ne provoque donc pas une commutation non autorisée de l'actionneur. À cet effet, la source envoie au destinataire des impulsions de test, qui sont analysées à leur tour par la source. Les impulsions de test ne sont ni faussées ni temporisées par le destinataire.

Le destinataire, par ex. le module de sécurité PMC SR6, peut comporter des charges inductives, capacitatives et ohmiques. La source est habituellement une commande de sécurité ou un relais de sécurité à sortie bipolaire.

⁵ Voir ZVEI, p. 13 et suiv.

⁶ Voir ZVEI, p. 17 et suiv.

12 Annexe

12.1 Informations complémentaires

Les documents indiqués dans le tableau ci-dessous contiennent des informations complémentaires relatives au servo-variateur.

Les versions actuelles des documents sont disponibles à l'adresse <https://www.pilz.com/fr-INT>.

Appareil / logiciel	Documentation	Contenus	ID
Servo-variateur PMC SC6	Manuel	Structure du système, caractéristiques techniques, planification, stockage, montage, raccordement, mise en service, fonctionnement, service après-vente, diagnostic	1005343
Servo-variateur PMC SC6	Instructions de mise en service	Structure du système, caractéristiques techniques, stockage, montage, raccordement, mise en service	1005357
Système modulaire avec PMC SI6 et PMC PS6	Manuel	Structure du système, caractéristiques techniques, planification, stockage, montage, raccordement, mise en service, fonctionnement, service après-vente, diagnostic	1005342
Système modulaire avec PMC SI6 et PMC PS6	Instructions de mise en service	Structure du système, caractéristiques techniques, stockage, montage, raccordement, mise en service	1005356

Informations complémentaires et sources sur lesquelles repose la présente documentation ou dont proviennent les citations :

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (association allemande d'assurance-accidents légale), 2013. *Systèmes de commande d'entraînement sécurisés avec convertisseurs de fréquence [Article disponible en allemand]* [en ligne]. *Rapport IFA 7 / 2013*.

Sankt Augustin : Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (association allemande d'assurance-accidents légale, DGUV)

[Consultation le 01/08/2016]. Disponible à l'adresse

<http://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2013/ifa-report-7-2013/index-2.jsp>

Institut pour la sécurité au travail de la Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (association allemande d'assurance-accidents légale) (IFA), 2010. *Le livre de recettes SISTEMA 1. Du schéma des connexions au niveau de performance : quantification des fonctions de sécurité à l'aide de SISTEMA [Article disponible en allemand]* [en ligne]. *Version 1.0 (FR) / 2010*.

Sankt Augustin : Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (association allemande d'assurance-accidents légale, DGUV)

[Consultation le 01/08/2016]. Disponible à l'adresse

http://www.dguv.de/medien/ifa/en/pra/softwa/sistema/kochbuch/sistema_cookbook1_end.pdf

Institut pour la sécurité au travail de la Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (association allemande d'assurance-accidents légale) (IFA). *SISTEMA 1.1.9 [Logiciel]. Évaluation des systèmes de commande de sécurité des machines conformément à la norme DIN EN ISO 13849 [Article disponible en allemand]*.

Sankt Augustin : Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (association allemande d'assurance-accidents légale, DGUV)

[Consultation le 01/08/2016]. Disponible à l'adresse

<http://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/practical-solutions-machine-safety/software-sistema/alle-sistema-versionen/index.jsp>

Fédération allemande de l'industrie électrotechnique et électronique (ZVEI). *Classification des interfaces binaires 24 V avec série de tests dans le domaine de la sécurité fonctionnelle [Article disponible en allemand]* [en ligne]. Édition 2.0, novembre 2016.

Francfort-sur-le-Main : ZVEI – Fédération allemande de l'industrie électrotechnique et électronique (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e. V., Fédération de l'automation)

[Consultation le 17/11/2016]. Disponible à l'adresse

<https://www.zvei.org/en/press-media/publications/classification-of-binary-24-v-interfaces-functional-safety-aspects-covered-by-dynamic-testing/>

Institut pour la sécurité au travail de la Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Association allemande d'assurance-accidents légale) (IFA), 2016. *Logiciel d'application lié à la sécurité de machines – la méthode matricielle de l'IFA [en ligne]. Rapport IFA 2/ 2016*.

Sankt Augustin : Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (Association allemande d'assurance-accidents légale, DGUV)

[Consultation le 14/02/2020]. Disponible à l'adresse

<https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2016/ifa-report-2-2016/index.jsp>

12.2 Signes convenus

Signes convenus	Unité	Explication
B_{10D}	–	Nombre de cycles à la fin desquels jusqu'à 10 % des composants sont tombés en panne, compromettant la sécurité
C_1	F	Capacité d'entrée
C_{1max}	F	Capacité d'entrée maximale
DC	%	Diagnostic Coverage (couverture de diagnostic)
DC_{avg}	%	Average Diagnostic Coverage (couverture de diagnostic moyenne)
Δt	s	Intervalle de temps
I_{max}	A	Courant maximal
I_{1max}	A	Courant d'entrée maximal
I_{1off}	A	Courant d'entrée à l'état OFF
I_{1on}	A	Courant d'entrée à l'état ON
L_1	H	Inductance d'entrée
MTTF	Année, a	Temps moyen avant défaillance
$MTTF_D$	Année, a	Temps moyen avant défaillance dangereuse
n_{op}	1/a	Nombre moyen d'actionnements par an (fréquence de commutation)
p	–	Nombre de paires de pôles
PFH_D	1/h	Probabilité moyenne d'une défaillance dangereuse par heure
R_1	Ω	Résistance d'entrée
T_i	ms	Intervalle de l'impulsion de test
t_i	μs	Durée de l'impulsion de test
T_M	Année, a	Temps de mission
U_1	V	Tension d'entrée
U_{1max}	V	Tension d'entrée maximale
U_2	V	Tension de sortie

12.3 Abréviations

Abréviation	Signification
AWG	American Wire Gauge
CCF	Common Cause Failure (fr. : défaillance d'origine commune)
CEM	Compatibilité Électromagnétique
FMEA	Failure Modes and Effects Analysis (fr. : analyse des modes de défaillance et de leurs effets)
HFT	Hardware Fault Tolerance (fr. : tolérance aux anomalies du matériel)
OSSD	Output Signal Switching Device (fr. : sortie avec impulsions de test prioritaires)
PDS(SR)	Power Drive System(Safety Related) (fr. : entraînement de puissance à fonction de sécurité intégrée)
PELV	Protective Extra-Low Voltage (fr. : très basse tension de protection, TBTP)
PFH, PFH _D	Probability of a (dangerous) Failure per Hour (fr. : probabilité d'une défaillance (dangereuse) par heure)
PL	Performance Level (fr. : niveau de performance)
MLI	Modulation de largeur d'impulsion
SFF	Safe Failure Fraction (fr. : proportion de défaillance en sécurité)
SIL	Safety Integrity Level (fr. : niveau d'intégrité de sécurité)
SIL CL	Safety Integrity Level Claim Limit (fr. : limite de revendication du niveau d'intégrité de sécurité)
SRECS	Safety Related Electrical Control System (fr. : système de commande électr. relatif à la sécurité d'une machine)
SRP/CS	Safety Related Part of a Control System (fr. : pièce relative à la sécurité d'une commande)
SS1	Safe Stop 1 (fr. : arrêt fiable 1)
SS1-t	Safe Stop 1-time (fr. : arrêt fiable 1, contrôlé par minuterie)
STO	Safe Torque Off (fr. : absence sûre de couple)
TA	Testimpulsauswertung (fr. : évaluation de l'impulsion de test)
TE	Testimpulserzeugung (fr. : génération de l'impulsion de test)
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (fr. : fédération allemande de l'industrie électrotechnique et électronique)

Average Diagnostic Coverage (DC_{avg})

Conformément à la norme DIN EN ISO 13849-1 : couverture de diagnostic moyenne. Mesure d'efficacité du diagnostic qui peut être déterminée comme rapport du taux de défaillance des défaillances dangereuses remarquées et du taux de défaillance de l'ensemble des défaillances dangereuses. Cela peut s'appliquer au système complet ou à certaines parties d'un système relatif à la sécurité.

Catégorie

Conformément à la norme DIN EN ISO 13849-1 : classification des pièces relatives à la sécurité en ce qui concerne leur résistance aux défaillances et leur comportement consécutif à une éventuelle défaillance. Une catégorie est atteinte en fonction de la structure et de l'agencement des pièces, de leur détection des défaillances et / ou de leur fiabilité. Désignations possibles des catégories, cela signifie que les classifications sont B, 1, 2, 3, 4.

Classe

Conformément à la Fédération allemande de l'industrie électrotechnique et électronique : quantité de sources et destinataires d'information avec des caractéristiques techniques compatibles du point de vue des impulsions de test au sein d'un type d'interface.

Common Cause Failure (CCF)

Défaillance d'origine commune. Conformément à la norme DIN EN 61800-5-2 : défaillance qui est le résultat d'un ou plusieurs événements, qui provoquent des défaillances simultanées de deux ou plusieurs canaux indépendants au sein d'un système à plusieurs canaux et provoquent une défaillance de la fonction de sécurité.

Destinataire d'information (destinataire)

Conformément à la Fédération allemande de l'industrie électrotechnique et électronique : destinataire d'une information en provenance d'une source d'information. Le destinataire d'information dispose d'une entrée à connecter à la sortie de la source. Un destinataire peut simultanément satisfaire aux exigences de différents types d'interface. Le terme Destinataire réfère à l'analyse d'une information et non pas à l'analyse des impulsions de test inhérentes.

Évaluation de l'impulsion de test (TA)

Conformément à la Fédération allemande de l'industrie électrotechnique et électronique : partie du circuit qui analyse les impulsions de test indispensables au diagnostic du point de vue de la sécurité technique.

Fréquence de commutation (n_{op})

Conformément à la norme DIN EN 13849-1 : nombre moyen d'actionnements annuels.

Génération de l'impulsion de test (TE)

Conformément à la Fédération allemande de l'industrie électrotechnique et électronique : partie du circuit qui génère les impulsions de test indispensables au diagnostic.

Impulsion de test

Conformément à la Fédération allemande de l'industrie électrotechnique et électronique : modification limitée dans le temps d'un niveau de tension du signal en vue du contrôle du bon fonctionnement de la sortie ou de l'appareil ou en vue du contrôle de la voie de transmission.

Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)

Transistor bipolaire à grille isolée. Élément de construction à semi-conducteurs et à quatre couches, qui est piloté via une passerelle et combine les avantages des transistors bipolaires et des transistors à effet de champ. On emploie principalement les IGBT dans le domaine de l'électronique de puissance.

Mean Time to dangerous Failure (MTTF_D)

Conformément à la norme DIN EN ISO 13849-1 : valeur escomptée du temps moyen jusqu'à une défaillance dangereuse de systèmes ou sous-groupes. Ordre de grandeur statistique déterminé sur la base d'essais et de valeurs empiriques. Ne garantit ni une durée de vie ni un temps de fonctionnement avant panne.

Opérateur logique NOR

Opérateur logique NON-OU. Par opérateurs logiques, on entend les combinaisons d'états de signalisation binaires (0 ou 1) de variables par le biais d'une fonction. Avec la négation NON et les opérateurs logiques ET et OU, il est possible de réaliser toutes les variantes d'opérateurs logiques. Avec un opérateur logique NOR, le résultat d'un opérateur logique OU est inversé, cela signifie que la variable de sortie correspond uniquement au signal 1 lorsque toutes les variables d'entrée fournissent un signal 0.

Performance Level (PL)

En vertu de la norme DIN EN 13849-1, dimension de fiabilité d'une fonction de sécurité ou d'un module. Le niveau de performance est mesuré à l'aide d'une échelle de a à e (du PL le plus faible au PL le plus élevé). Plus le PL est élevé, plus la fonction considérée est sûre et fiable.

Power Drive System(Safety Related) (PDS(SR))

Conformément à la norme DIN EN 61800-5-2 : entraînement électrique de puissance à fonction de sécurité intégrée et vitesse de rotation réglable, qui convient à une utilisation au sein d'applications relatives à la sécurité.

Probabilité de défaillance dangereuse par heure (PFH_D)

Conformément aux normes DIN EN 61508/ DIN EN 62061 : probabilité moyenne d'une défaillance dangereuse d'un appareil par heure. Constitue, avec PFH, l'une des bases de calcul fondamentales de la fiabilité de la fonction de sécurité d'appareils, la classification SIL.

Probabilité de défaillance par heure (PFH)

Conformément aux normes DIN EN 61508/ DIN EN 62061 : probabilité moyenne d'une défaillance dangereuse d'un appareil par heure. En combinaison avec PFH_D, PFH constitue l'une des bases de calcul fondamentales pour la fiabilité de la fonction de sécurité d'appareils, la classification SIL.

Safe Stop 1 (SS1)

Conformément à la norme DIN EN 61800-5-2 : procédé pour l'immobilisation d'un PDS(SR). En ce qui concerne la fonction de sécurité SS1, le PDS(SR) exécute l'une des fonctions suivantes : a) Déclencher et contrôler l'importance du ralentissement moteur dans les limites définies et déclenchement de la fonction STO si la vitesse de rotation du moteur est inférieure à une valeur limite définie (SS1-d), ou b) Déclencher et superviser l'importance du ralentissement moteur dans les limites définies et déclenchement de la fonction STO si la vitesse de rotation du moteur est inférieure à une valeur limite définie (SS1-r), ou c) Déclencher le ralentissement moteur et, après une temporisation spécifique à l'application, déclenchement de la fonction STO (SS1-t). SS1(-t) correspond dans ce cas à l'immobilisation contrôlée par minuterie selon la norme CEI 60204-1, catégorie d'arrêt 1(-t).

Safe Torque Off (STO)

Conformément à la norme DIN EN 61800-5-2 : procédé pour l'immobilisation d'un PDS(SR). Avec la fonction de sécurité STO, le moteur n'est pas alimenté en énergie pouvant provoquer une rotation (ou un mouvement avec un moteur linéaire). Le PDS(SR) ne fournit pas d'énergie au moteur pouvant générer un couple (ou une force avec un moteur linéaire). La fonction STO est la fonction de sécurité la plus fondamentale intégrée dans l'entraînement. Elle correspond à la mise à l'arrêt non contrôlée conformément à la norme DIN EN 60204-1, catégorie d'arrêt 0.

Safety Integrity Level (SIL)

Conformément à la norme DIN EN 61800-5-2 : probabilité de défaillance d'une fonction de sécurité. La classification SIL comporte quatre niveaux, de 1 à 4 (du niveau le plus faible au plus élevé). Le SIL garantit une évaluation précise des systèmes et sous-systèmes. Plus le SIL est élevé, plus la fonction considérée est sûre et fiable.

Safety Integrity Level Claim Limit (SIL CL)

SIL maximal pouvant être sollicité – par rapport aux limitations structurelles et à l'intégrité systématique de la sécurité d'un sous-système SRECS. Un niveau SIL CL dépend de la tolérance aux anomalies du matériel (HFT) et de la proportion de défaillance en sécurité des sous-systèmes (SFF).

Safety Related Part of a Control System (SRP/CS)

Conformément à la norme DIN EN ISO 13849-1 : pièce relative à la sécurité d'un système de commande, qui réagit aux signaux d'entrée relatifs à la sécurité et génère des signaux de sortie relatifs à la sécurité.

Sortie OSSD

Sortie avec impulsions de test intégrés. Avec des impulsions de test courtes, les appareils correspondants vérifient le fonctionnement de ce type de sortie pendant le fonctionnement.

Source d'information (source)

Conformément à la Fédération allemande de l'industrie électrotechnique et électronique : expéditeur d'une information à destination du destinataire d'information. La source dispose d'une sortie à connecter à l'entrée du destinataire. Une source peut simultanément satisfaire aux exigences de différents types d'interface. Le terme Source d'information réfère à la génération d'une information et non pas à la génération des impulsions de test inhérentes.

Temps d'arrêt STO

Intervalle de temps à partir de l'activation de la fonction de sécurité jusqu'à la mise hors tension sécurisée du bloc de puissance du servo-variateur.

Temps de mission (T_M)

Conformément à la norme DIN EN 61800-5-2 : temps de fonctionnement cumulé défini du PDS(SR) pendant sa durée de vie totale.

Temps de réaction STO

Temps entre l'activation de la fonction de sécurité STO (flanc de 1 à 0) et la condamnation du modèle d'impulsions sur le bloc de puissance.

Temps de réponse STO

Temps entre l'activation ou la désactivation de la fonction de sécurité STO et le retour dans les signaux d'état STO.

Type d'interface

Conformément à la Fédération allemande de l'industrie électrotechnique et électronique : interface standardisée entre les expéditeurs (« sources d'information ») et les destinataires (« destinataires d'information ») de signaux avec des déterminations à propos de la génération des impulsions de test inhérentes.

Valeur B_{10D}

Conformément à la norme DIN EN ISO 13849-1 : nombre de cycles jusqu'à ce que 10 % des composants subissent une défaillance dangereuse (pour les composants pneumatiques et électromécaniques).

Fig. 1	Servo-variateur et module de sécurité (PDS(SR) – Structure du système.....	11
Fig. 2	STO – Relations temporelles (représentation détaillée).....	14
Fig. 3	Câblage X12 – PMC SR6 comme destinataire d'information du type d'interface C	18
Fig. 4	Câblage X12 – PMC SR6 comme destinataire d'information du type d'interface D	19
Fig. 5	PMC SR6 et SS1-t – Déroulement chronologique	22
Fig. 6	Composants SRP/CS en vue du traitement d'une fonction de sécurité typique.....	25
Fig. 7	Essai de fonctionnement – Séquences logiques.....	29
Fig. 8	Déterminer et évaluer les mesures de protection.....	30
Fig. 9	STO – Schéma de principe	31
Fig. 10	Schéma fonctionnel relatif à la sécurité	32
Fig. 11	Schéma fonctionnel relatif à la sécurité avec sous-systèmes	33
Fig. 12	SS1 – Schéma de principe	34
Fig. 13	Schéma fonctionnel relatif à la sécurité	35
Fig. 14	Schéma fonctionnel relatif à la sécurité avec sous-systèmes	36
Fig. 15	Classification des interfaces – Type d'interface C	40
Fig. 16	Classification des interfaces – Type d'interface D	41

Tab. 1	PMC SR6 – Indicateurs pertinents en matière de sécurité.....	13
Tab. 2	STO – Horloges système	14
Tab. 3	PMC SR6 – Indicateurs spécifiques au type d'interface C	15
Tab. 4	PMC SR6 – Indicateurs spécifiques au type d'interface D	15
Tab. 5	Caractéristiques électriques X12.....	16
Tab. 6	Description du raccordement X12	16
Tab. 7	Spécification BCF 3,81 180 SN BK	17
Tab. 8	Longueur de câble [m].....	17
Tab. 9	Événement 50 – Causes et solutions	24
Tab. 10	DIN EN 13849, tableau D.4 – Défauts et exclusions de défauts – Conducteurs/câbles	27
Tab. 11	PFH _D – Sous-systèmes et système complet	39
Tab. 12	PL, PFH _D , SIL – Système complet	39

Intern

► Support technique

Pilz vous propose une assistance technique 24 heures sur 24.

Amérique

Brésil

+55 11 97569-2804

Canada

+1 888-315-PILZ (315-7459)

Mexique

+52 55 5572 1300

USA (appel gratuit)

+1 877-PILZUSA (745-9872)

Asie

Chine

+86 21 60880878-216

Corée du sud

+82 31 450 0680

Japon

+81 45 471-2281

Australie

+61 3 95600621

Europe

Allemagne

+49 711 3409-444

Autriche

+43 1 7986263-0

Belgique, Luxembourg

+32 9 3217575

Espagne

+34 938497433

France

+33 3 88104000

Irlande

+353 21 4804983

Italie, Malte

+39 0362 1826711

Pays-Bas

+31 347 320477

Royaume-Uni

+44 1536 462203

Scandinavie

+45 74436332

Suisse

+41 62 88979-30

Turquie

+90 216 5775552

Pour joindre notre hotline internationale, composez le :

+49 711 3409-444

support@pilz.com

Pilz développe des produits qui protègent l'environnement grâce à l'utilisation de matériaux écologiques et de techniques à faible consommation d'énergie. Notre production est effectuée dans des bâtiments de conception écologique qui respectent l'environnement et avec une faible consommation d'énergie. Pilz favorise ainsi le développement durable en vous offrant des produits avec efficacité énergétique et des solutions écologiques.



Pilz GmbH & Co. KG
Felix-Wankel-Straße 2
73760 Ostfildern, Allemagne
Tel. : +49 711 3409-0
Fax : +49 711 3409-133
info@pilz.com
www.pilz.com

CMSE®, InduraNET p®, PAS4000®, PAScal®, PASconfig®, Pilz®, PLOT®, PLID®, PMCPirotego®, PMCiendo®, PMD®, PMi®, PNOZ®, PSEN®, PSS®, PVS®, SafetyBUS p®, SafetyEYE®, SafetyNET p®, THE SPIRIT OF SAFETY® sont, dans certains pays, des marques déposées de Pilz GmbH & Co. KG. Nous vous signalons que les caractéristiques des produits peuvent diverger des indications fournies dans ce document en fonction de la mise à l'impression et de l'étendue de la présentation. Nous déclinons toute responsabilité quant à la validité, l'exactitude et l'intégralité des informations fournies dans les textes et les images. Si vous avez des questions, veuillez prendre contact avec notre assistance technique.

1005344-fr-01, 06/2020 Printed in Germany
© Pilz GmbH & Co. KG, 2015