

# Module de sécurité ST6 Manuel

fr  
04/2021  
ID 442651.02

# Sommaire

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Avant-propos</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Informations utilisateur</b>  | <b>5</b>  |
| 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    | Représentation des consignes de sécurité   | 6         |
| 2.6.2    | Balisage   | 7         |
| 2.6.3    | Mathématiques et formules  | 7         |
| <b>3</b> | <b>Consignes de sécurité générales</b>   | <b>8</b>  |
| 3.1      | Normes   | 8         |
| 3.2      | Déclaration de conformité UE   | 8         |
| 3.3      | Personnel qualifié   | 8         |
| 3.4      | Utilisation conforme   | 9         |
| 3.5      | Mise hors service  | 9         |
| <b>4</b> | <b>Module de sécurité ST6</b>  | <b>10</b> |
| <b>5</b> | <b>Construction du système et principe de fonctionnement</b>                           | <b>11</b> |
| <b>6</b> | <b>Caractéristiques techniques</b>   | <b>13</b> |
| 6.1      | Indices déterminants pour la technique de sécurité                                     | 13        |
| 6.2      | Horloges système   | 14        |
| 6.3      | Classification des interfaces  | 15        |
| <b>7</b> | <b>Connexion</b>   | <b>16</b> |
| 7.1      | Connexion conforme aux prescriptions CEM   | 16        |
| 7.2      | Borne X12  | 16        |
| 7.3      | Branchement en parallèle   | 19        |
| <b>8</b> | <b>Mise en service</b>   | <b>20</b> |
| 8.1      | Mise en service du module de sécurité et du servo-variateur                            | 20        |
| 8.2      | Activation des fonctions STO   | 20        |
| 8.3      | Désactivation des fonctions STO  | 21        |
| 8.4      | Remise en service après remplacement de l'appareil                                     | 21        |
| <b>9</b> | <b>STO comme fonction partielle de sécurité au sein d'autres fonctions de sécurité</b> | <b>22</b> |
| 9.1      | SS1-t sur la base de STO   | 22        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>10 Diagnostic .....</b>   | <b>23</b> |
| 10.1 Signification des paramètres.....   | 23        |
| 10.1.1 Groupes de paramètres .....   | 23        |
| 10.1.2 Genres de paramètres et types de données.....   | 24        |
| 10.1.3 Types de paramètres .....   | 25        |
| 10.1.4 Structure des paramètres .....  | 25        |
| 10.1.5 Visibilité des paramètres .....   | 26        |
| 10.2 Paramètres.....   | 27        |
| 10.2.1 E53   Module de sécurité théorique   G6   V3 .....  | 27        |
| 10.2.2 E54   Information module sécurité   G6   V0 .....   | 27        |
| 10.2.3 E67   STO actif   G6   V0 .....   | 27        |
| 10.3 Événements .....  | 28        |
| 10.3.1 Événement 50 : Module de sécurité.....  | 28        |
| <b>11 En savoir plus à propos de la technique de sécurité et du ST6 ? .....</b>                              | <b>29</b> |
| 11.1 SRP/CS : le traitement d'une fonction de sécurité typique .....   | 29        |
| 11.2 Surveillance du câblage de raccordement .....   | 30        |
| 11.2.1 Surveillance au moyen d'un relais de sécurité .....   | 30        |
| 11.2.2 Exclusion de défaut pour les conducteurs et les connexions conformément à la norme EN ISO 13849 ..... | 30        |
| 11.2.3 Surveillance par plausibilisation des signaux (essai de fonctionnement STO).....                      | 31        |
| 11.3 Calcul de mesures de protection appropriées – Exemples .....  | 33        |
| 11.3.1 STO – Génération de schémas de principe et schémas fonctionnels .....                                 | 34        |
| 11.3.2 SS1 – Génération de schémas de principe et schémas fonctionnels.....                                  | 37        |
| 11.3.3 Détermination des indices de sécurité .....   | 40        |
| 11.4 ST6 conformément à la classification d'interfaces (ZVEI) .....  | 43        |
| <b>12 Annexe.....</b>  | <b>46</b> |
| 12.1 Informations complémentaires .....  | 46        |
| 12.2 Signes convenus.....  | 47        |
| 12.3 Abréviations .....  | 48        |
| <b>13 Contact.....</b>   | <b>49</b> |
| 13.1 Conseil, service après-vente, adresse .....   | 49        |
| 13.2 Votre avis nous intéresse.....  | 49        |
| 13.3 À l'écoute de nos clients dans le monde entier .....  | 50        |
| <b>Glossaire .....</b>   | <b>51</b> |

# 1 Avant-propos

Le module de sécurité ST6 ajoute aux STOBER servo-variateurs de la gamme SD6 la fonction de sécurité **Safe Torque Off (STO)** avec description normative dans 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 ST6.

En tant que solution entièrement électronique, ST6 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 superflus.

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 ST6.

### 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 SD6 en combinaison avec le module de sécurité ST6 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 actuelle de la documentation. Vous pouvez télécharger les versions les plus récentes de documents relatives à nos produits sur notre site Web :

<http://www.stoeber.de/fr/download>.

### 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 Représentation des consignes de sécurité

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.

#### PRUDENCE

##### Prudence

signifie qu'un dommage matériel peut survenir

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

#### ⚠ ATTENTION !

##### Attention

La présence d'un triangle de signalisation indique l'éventualité de légères blessures corporelles

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

#### ⚠ AVERTISSEMENT !

##### Avertissement

La présence d'un triangle de signalisation indique l'éventualité d'un grave danger de mort

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

#### ⚠ DANGER !

##### Danger

La présence d'un 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.

|   |   |
|---|---|
| <b>Information importante</b>                                   | 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  |
| <a href="http://www.musterlink.de">http://www.musterlink.de</a> | Renvoi externe  |

## 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 :

- EN ISO 13849-1:2015
- EN ISO 13849-2:2012
- EN 61800-5-2:2007
- EN 61508-x:2010
- EN 60204-1:2018
- EN 62061:2005

Pour une meilleure lisibilité, nous renonçons à indiquer l'année dans les références normatives suivantes.

### 3.2 Déclaration de conformité UE

Nous, la société STÖBER Antriebstechnik GmbH + Co. KG, déclarons que les produits décrits dans le présent document répondent aux exigences des directives du Parlement européen et du Conseil européen.

Mandataire : Stephan Scholze, STÖBER Antriebstechnik GmbH + Co. KG, Kieselbronner Str. 12, 75177 Pforzheim, Allemagne.

Vous trouverez une déclaration de conformité UE intégrale et spécifique à chaque produit sous <http://www.stoeber.de/fr/download> ou gratuitement auprès de notre service.

### 3.3 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 ayant reçu l'autorisation d'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.

## 3.4 Utilisation conforme

Le module de sécurité ST6 peut être combiné avec les servo-variateurs STOBER de la gamme SD6. 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 ST6 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.



### Tension électrique ! Danger de mort par choc électrique !

Une fonction de sécurité STO activée signifie uniquement une génération du champ tournant interrompue au niveau du moteur. De hautes tensions dangereuses peuvent encore y être présentes.

- 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 EN 60204-1.

Lors du montage des servo-variateurs dans les machines, leur mise en service (c.-à-d. le démarrage du fonctionnement conforme à l'emploi prévu) est interdite tant qu'il n'a pas été constaté que la machine satisfait aux dispositions de la législation et des directives locales. Sont applicables pour l'espace européen par exemple :

- Directive Machines 2006/42/CE
- Directive Basse tension 2014/35/UE
- Directive CEM 2014/30/UE

### Utilisation non conforme à l'usage prévu

Il est interdit d'utiliser le module de sécurité en dehors du servo-variateur ou des spécifications techniques applicables.

#### Information

Le module de sécurité ST6 ne permet pas de réaliser un arrêt d'urgence contrôlé selon 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 ST6.

### 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).

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

## 4 Module de sécurité ST6

Le module de sécurité ST6 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.

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 EN 61800-5-2
  - Catégorie d'arrêt 0 conformément à EN 60204-1
- Temps d'arrêt STO < 10 ms
- Sans usure

### Indices de sécurité maximales conformément à EN 61800-5-2 et EN ISO 13849-1

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

## 5 Construction du système et principe de fonctionnement

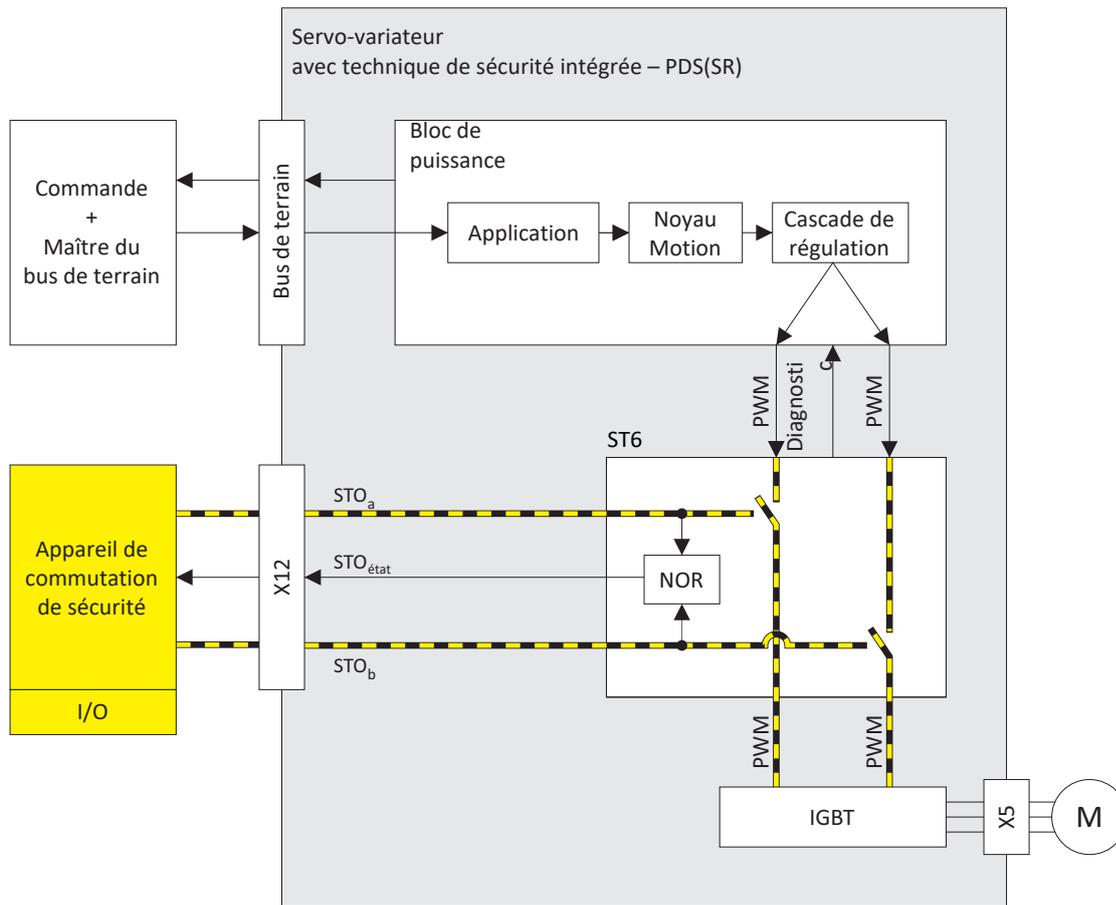


Fig. 1: Servo-variateur et module de sécurité (PDS(SR) – Structure du système

### 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 dans le module IGBT du bloc de puissance. Ce champ tournant est nécessaire au fonctionnement de moteurs synchrones et asynchrones.

Si la fonction de sécurité STO est inactive, le module de sécurité ST6 autorise 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, ST6 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, p. ex. après l'arrêt d'urgence, correspond à la fonction de sécurité STO conformément à la norme EN 61800-5-2. Selon la norme EN 60204-1, ce type de mise hors tension appartient à la catégorie d'arrêt 0.

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

## **AVERTISSEMENT !**

### **Surcourse prolongée ! Mouvement résiduel !**

Le bloc 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  $360^\circ \div (p \times 2)$ .

### **ST6 – Conception**

Le module de sécurité ST6 comprend une structure à double canal. Les deux canaux de sécurité sont indépendants l'un de l'autre et doivent être pilotés simultanément aux entrées associées  $STO_a$  (canal de sécurité 1) et  $STO_b$  (canal de sécurité 2) en vue de la désactivation de la fonction de sécurité – 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'autoriser ou de condamner la génération du champ tournant dans le servo-variateur.

Le module de sécurité est conçu selon le principe de la sécurité intégrée (fail-safe). La défaillance d'un composant ou d'un module entraîne l'activation de la fonction STO.

### **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 :

- 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.
- Paramètres 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 vérification du câblage de raccordement. D'éventuels dérangements sont directement détectés et une analyse des signaux d'état STO devient ainsi superflue.

Pour de plus amples informations, voir le chapitre [Surveillance du câblage de raccordement](#) [▶ 30].

## 6 Caractéristiques techniques

Les conditions de transport, de stockage et de fonctionnement du module de sécurité correspondent à celles du servo-variateur. Les caractéristiques techniques font partie du manuel du servo-variateur (voir chapitre [Informations complémentaires](#) [▶ 46]).

### 6.1 Indices déterminants pour la technique de sécurité

Le tableau contient les indices pertinents en matière technique de sécurité pour le module ST6.

| Indice de sécurité           | Valeur                   |
|------------------------------|--------------------------|
| SIL CL selon EN 62061        | 3                        |
| SIL selon EN 61508           | 3                        |
| PL selon EN ISO 13849        | e                        |
| Catégorie selon EN ISO 13849 | 4                        |
| PFH                          | $5 \times 10^{-9}$ [1/h] |
| Temps de mission ( $T_M$ )   | 20 ans                   |

Tab. 1: ST6 – Indices déterminants pour la technique 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 ST6 sont indiquées dans le tableau suivant.

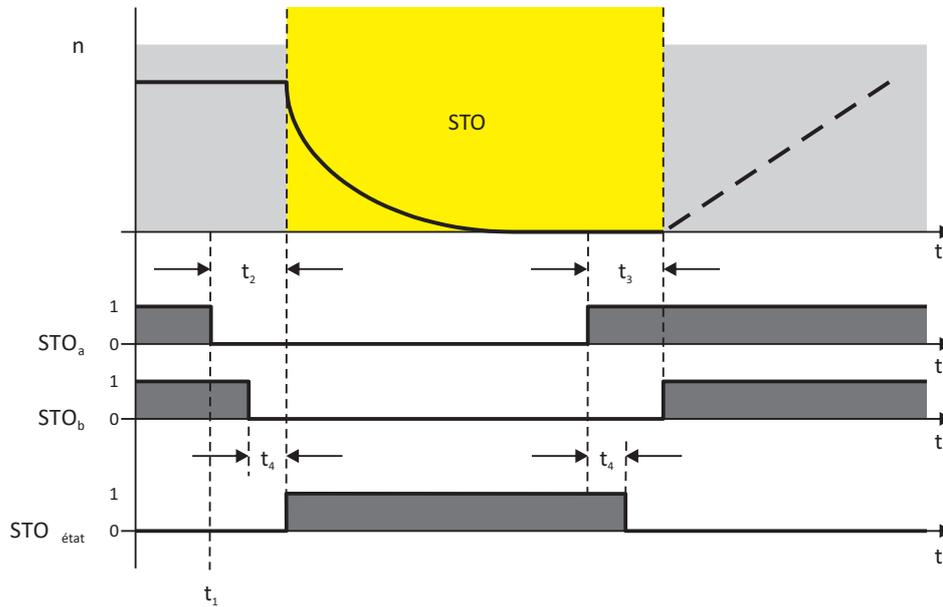


Fig. 2: STO – Relations temporelles (représentation détaillée)

- $t_1$  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](#) [► 29]).

| Horloge système              | Valeur |
|------------------------------|--------|
| Temps de réaction maximal    | 10 ms  |
| Différence de temps maximale | 500 ms |
| Temps de réponse maximal     | 15 ms  |

Tab. 2: STO – Horloges système

## 6.3 Classification des interfaces

Selon la classification d'interfaces 24 V<sub>CC</sub> de la ZVEI, le module de sécurité ST6 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 ST6 comme destinataire d'information des types d'interface C et D, observer les valeurs contenues dans les tableaux<sup>1</sup>.

|   | Min.          | Typ. | Max.        |
|---|---------------|------|-------------|
| Classe                                  | 2             |      |             |
| Durée de l'impulsion de test $t_i$      | —             | —    | 600 $\mu$ s |
| Intervalle de l'impulsion de test $T_i$ | 10 ms         | —    | —           |
| Résistance d'entrée $R_1$               | 1000 $\Omega$ | —    | —           |
| Capacité d'entrée $C_1$                 | —             | —    | 100 nF      |
| Inductance d'entrée $L_1$               | —             | —    | 5 $\mu$ H   |

Tab. 3: ST6 – Indices spécifiques au type d'interface C

|   | Min.             | Typ.             | Max.             |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Classe                                      | 2                |                  |                  |
| Durée de l'impulsion de test $t_i$          | —                | —                | 600 $\mu$ s      |
| Intervalle de l'impulsion de test $T_i$     | 10 ms            | —                | —                |
| Résistance d'entrée $R_1$                   | 500 $\Omega$     | —                | —                |
| Courant d'entrée $I_{1on}$<br>à l'état ON   | 2 $\times$ 10 mA | 2 $\times$ 14 mA | 2 $\times$ 15 mA |
| Courant d'entrée $I_{1off}$<br>à l'état OFF | —                | —                | 3 mA             |
| Capacité d'entrée $C_1$                     | —                | —                | 100 nF           |
| Inductance d'entrée $L_1$                   | —                | —                | 5 $\mu$ H        |

Tab. 4: ST6 – Indices spécifiques au type d'interface D

<sup>1</sup>Voir ZVEI, p. 16, 19 et suiv.

## 7 Connexion

Le module de sécurité ST6 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](#) [► 30].

### 7.1 Connexion conforme aux prescriptions CEM

Pour un raccordement conforme CEM, respectez les recommandations correspondantes dans le manuel du servo-variateur (voir chapitre [Informations complémentaires](#) [► 46]).

### 7.2 Borne X12

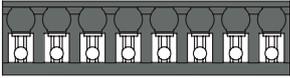
#### Information

#### Incompatibilité des entrées et sorties de sécurité

Les impulsions de test des sorties sont faussées en raison de la capacité d'entrée, le relais de sécurité ou la commande de sécurité se mettent en dérangement. Lors de la sélection des sorties de sécurité, tenez compte de la capacité d'entrée et du courant d'entrée des entrées de la borne X12.

| Spécification                    | Caractéristiques électriques   |
|----------------------------------|--|
| STO <sub>a</sub>                 | $U_{1\max} = 30 V_{CC}$ (PELV)   |
| STO <sub>b</sub>                 | Niveau High = $15 - 30 V_{CC}$<br>Niveau Low = $0 - 8 V_{CC}$<br>$I_{1\max} = 100 \text{ mA}$<br>$I_{1N} = 10 - 15 \text{ mA par canal}$<br>$C_{1\max} = 100 \text{ nF}$ |
| STO <sub>état</sub>              | $U_2 = U_1 - (200 \text{ m}\Omega * I_1)$  |
| Alimentation STO <sub>état</sub> | $U_1 = +24 V_{CC}, +20 \% / -25 \%$<br>$I_{1\max} = 100 \text{ mA}$  |
| GND                              | —  |

Tab. 5: Caractéristiques électriques X12

| Borne  | Broche | Désignation         | Fonction   |
|--|--------|---------------------|--|
| <br>1 2 3 4 5 6 7 8 | 1      | STO <sub>a</sub>    | Entrée canal de sécurité 1   |
|  | 2      |                     |  |
|  | 3      | STO <sub>b</sub>    | Entrée canal de sécurité 2   |
|  | 4      |                     |  |
|  | 5      | 0 V GND             | Potentiel de référence pour STO <sub>a</sub> et STO <sub>b</sub> , shuntage interne avec borne 7 |
|  | 6      | STO <sub>état</sub> | Signal de retour des canaux de sécurité 1 et 2 à des fins de diagnostic                          |
|  | 7      | 0 V GND             | Potentiel de référence pour STO <sub>a</sub> et STO <sub>b</sub> , shuntage interne avec borne 5 |
|  | 8      | U <sub>1état</sub>  | Alimentation STO <sub>état</sub> ; fusible recommandé : 3,15 AT max. <sup>2</sup>                |

Tab. 6: Description du raccordement X12

### Câblage de raccordement

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

Tab. 7: Spécification BCF 3,81 180 SN BK

### Configurations de câble requises

| Caractéristique        | Toutes les tailles |
|------------------------|--------------------|
| Longueur max. du câble | 30 m               |

Tab. 8: Longueur de câble [m]

<sup>2</sup> 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 X12

En vue de la connexion, la conception à double canal du ST6 avec potentiel de référence commun offre différentes possibilités. Les possibilités varient selon que le ST6 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.

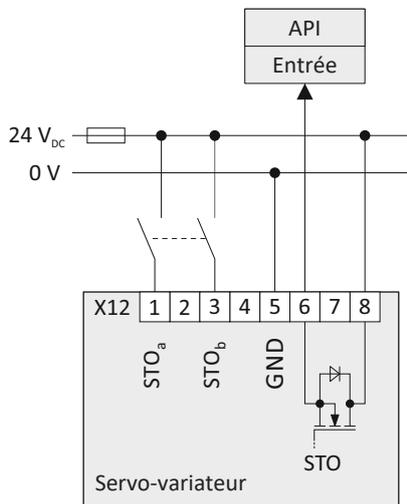


Fig. 3: Câblage X12 – ST6 comme destinataire d'information du type d'interface C

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.

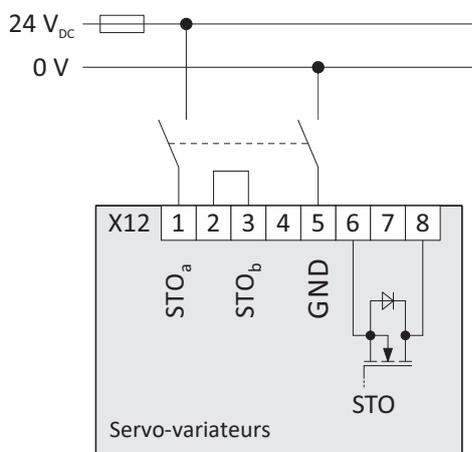


Fig. 4: Câblage X12 – ST6 comme destinataire d'information du type d'interface D

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.

#### Information

En cas de câblage selon le type d'interface D, la sortie d'état sur X12 ne peut pas être utilisée. Alternativement, l'information sur l'état est disponible via le paramètre E67.

## 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 jusqu'à 32 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 \[► 30\]](#)).
- Notez que les sorties  $STO_{\text{état}}$  ne peuvent pas être montées en série pour une analyse commune.

## 8 Mise en service

La mise en service du module de sécurité ST6 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 !

Vous trouverez des informations détaillées sur la mise en service du servo-variateur dans le manuel du servo-variateur (voir chapitre [Informations complémentaires](#) [▶ 46]).

### 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 ST6, 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 la borne X12 pertinente pour la technique de sécurité conformément aux données contenues dans le chapitre Borne X12.
3. Raccordez, puis mettez en service le servo-variateur. Vous trouverez des informations détaillées à ce sujet ainsi que toutes les consignes de sécurité pertinentes dans le manuel du servo-variateur.
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](#) [▶ 30] 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 ST6 !

### 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  $t_r$ , 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).

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. Dans un tel cas, les axes verticaux soumis à la force de gravité risquent de s'affaisser. 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 simultanément 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.

## 8.4 Remise en service après remplacement de l'appareil

### Information

Envoyez les servo-variateurs défectueux avec une description de l'erreur au service STOBER pour une analyse de l'erreur.

En cas de remise en service, procédez à une nouvelle validation au moyen d'un test de fonctionnement STO.

## 9 STO comme fonction partielle de sécurité au sein d'autres fonctions de sécurité

La fonction partielle de sécurité STO fait partie intégrante de nombreuses fonctions de sécurité dans les machines et les installations. Avec un câblage externe approprié, il est possible de réaliser d'autres fonctions de sécurité à partir de la fonction partielle de sécurité STO.

### 9.1 SS1-t sur la base de STO

La fonction de sécurité SS1-t conformément à la norme EN 61800-5-2 correspond à la catégorie d'arrêt 1 conformément à la norme 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.

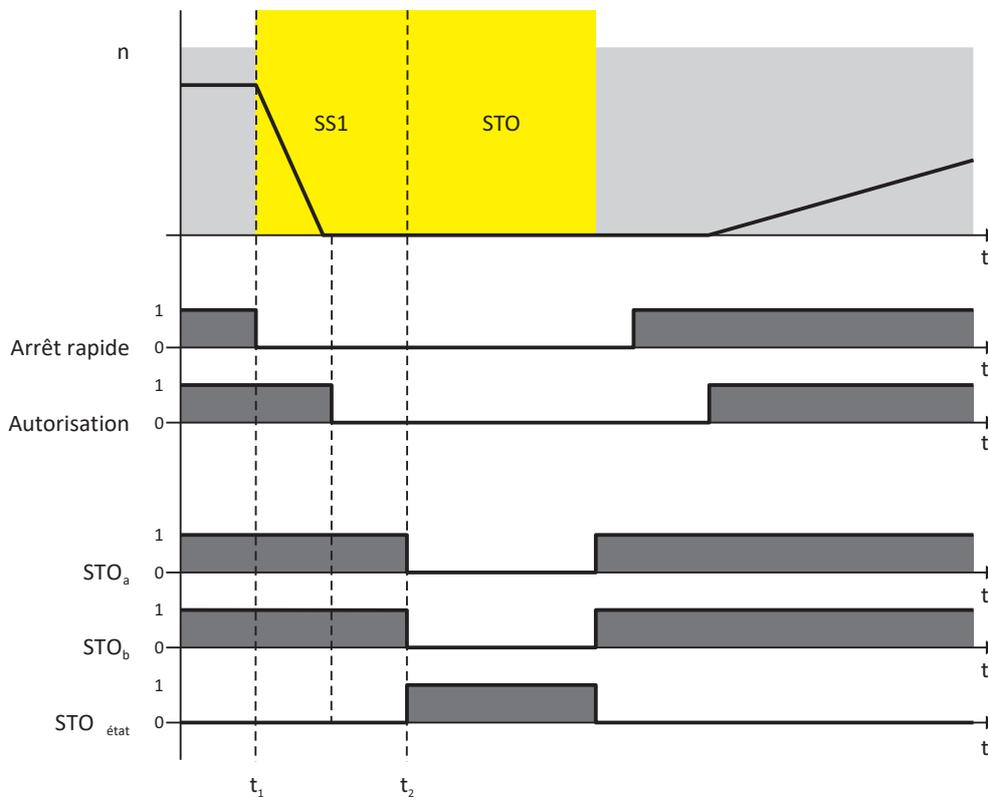


Fig. 5: ST6 et SS1-t – déroulement chronologique

- t<sub>1</sub> Déclenchement SS1
- t<sub>2</sub> 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 t<sub>1</sub>, 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 t<sub>2</sub>. Ce processus correspond à une fonction **SS1-t temporisée** définie dans la norme EN 61800-5-2.

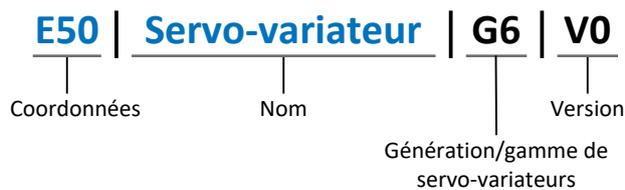
## 10 Diagnostic

### 10.1 Signification des paramètres

Personnalisez les fonctions du servo-variateur à l'aide des paramètres. Les paramètres visualisent par ailleurs les valeurs réelles actuelles (vitesse de rotation réelle, couple réel...) et déclenchent généralement des actions comme Sauvegarder valeurs, Test de phase, etc.

#### 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.



#### 10.1.1 Groupes de paramètres

Les paramètres sont affectés à différents groupes selon des thèmes. Les servo-variateurs STOBER de la 6e génération distinguent les groupes de paramètres suivants.

| Groupe | Thème  |
|--------|--|
| A      | Servo-variateur, communication, temps de cycle   |
| B      | Moteur   |
| C      | Machine, vitesse, couple/force, comparateurs   |
| D      | Valeur de consigne   |
| E      | Affichage  |
| F      | Bornes, entrées et sorties analogiques et numériques, frein  |
| G      | Technologie – 1re partie (en fonction de l'application)  |
| H      | Encodeur   |
| I      | Motion (tous les réglages de mouvement)  |
| J      | Blocs de déplacement   |
| K      | Panneau de commande  |
| L      | Technologie – 2e partie (en fonction de l'application)   |
| M      | Profils (en fonction de l'application)   |
| N      | Fonctions supplémentaires (en fonction de l'application ; boîte à cames étendue)   |
| P      | Paramètres personnalisés (programmation)   |
| Q      | Paramètres personnalisés, en fonction de l'instance (programmation)  |
| R      | Données de fabrication du servo-variateur, du moteur, des freins, de l'adaptateur moteur, du réducteur et du motoréducteur |
| S      | Safety (technique de sécurité)   |
| T      | Scope  |
| U      | Fonctions de protection  |
| Z      | Compteur de dérangements   |

Tab. 9: Groupes de paramètres

## 10.1.2 Genres de paramètres et types de données

Outre le classement par thèmes dans différents groupes, tous les paramètres correspondent à un type de données et à un genre de paramètres précis. Le type de données d'un paramètre est affiché dans la liste de paramètres, tableau Caractéristiques. Les liens qui existent entre les genres de paramètres, les types de données et leur plage de valeurs sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

| Type  | Genre                                  | Longueur                            | Plage de valeurs (décimale)                        |
|---|--|-------------------------------------|--|
| INT8  | Entier ou sélection                    | 1 octet (avec signe)                | -128 – 127   |
| INT16   | Entier                                 | 2 octets (1 mot, avec signe)        | -32768 – 32767                                     |
| INT32   | Entier ou position                     | 4 octets (1 double-mot, avec signe) | -2147483648 – 2147483647                           |
| BOOL  | Nombre binaire                         | 1 bit (interne : LSB en 1 octet)    | 0, 1   |
| OCTET   | Nombre binaire                         | 1 octet (sans signe)                | 0 – 255  |
| WORD  | Nombre binaire                         | 2 octets (1 mot, sans signe)        | 0 – 65535  |
| DWORD   | Nombre binaire ou adresse de paramètre | 4 octets (1 double-mot, sans signe) | 0 – 4294967295                                     |
| REAL32<br>(type single conformément à IEE754) | Nombre à virgule flottante             | 4 octets (1 double-mot, avec signe) | $-3,40282 \times 10^{38} - 3,40282 \times 10^{38}$ |
| STR8  | Texte                                  | 8 caractères                        | —  |
| STR16   | Texte                                  | 16 caractères                       | —  |
| STR80   | Texte                                  | 80 caractères                       | —  |

Tab. 10: Paramètres : types de données, genres, valeurs possibles

### Genres de paramètres : utilisation

- Entier, nombre à virgule flottante  
Dans le cas de processus de calcul généraux  
Exemple : valeurs de consigne et réelles
- Sélection  
Valeur numérique à laquelle est affectée une signification directe  
Exemple : sources d'information de signaux ou de valeurs de consigne
- Nombre binaire  
Informations sur les paramètres orientées bit et réunies sous forme binaire  
Exemple : mots de commande et d'état
- Position  
Entier en combinaison avec les unités correspondantes et les décimales  
Exemple : valeurs réelles et de consigne de positions
- Vitesse, accélération, décélération, à-coups  
Nombre à virgule flottante en combinaison avec les unités correspondantes et les décimales  
Exemple : valeurs réelles et de consigne pour vitesse, accélération, décélération, à-coups
- Adresse de paramètre  
Correspond à l'emplacement mémoire d'un autre paramètre  
Exemple : lecture indirecte – Sources d'information de sorties analogiques et numériques et de mappage du bus de terrain
- Texte  
Sorties ou messages



## 10.1.5 Visibilité des paramètres

La visibilité d'un paramètre dépend du niveau d'accès défini dans le logiciel, de la dépendance des autres paramètres, de l'application sélectionnée ainsi que de la version du micrologiciel correspondant.

### Niveau d'accès

Les possibilités d'accès aux différents paramètres du logiciel sont hiérarchisées et divisées en différents niveaux. Cela signifie qu'il est possible de masquer spécifiquement les paramètres et ainsi de verrouiller leurs possibilités de configuration à partir d'un certain niveau. Les niveaux suivants existent :

- Niveau 0  
Paramètres élémentaires
- Niveau 1  
Paramètres essentiels d'une application
- Niveau 2  
Paramètres essentiels pour la maintenance avec de nombreuses possibilités de diagnostic
- Niveau 3  
Tous les paramètres nécessaires pour la mise en service et l'optimisation d'une application

Le paramètre A10 Niveau d'accès règle l'accès général aux paramètres :

- Via l'affichage du servo-variateur SD6 (A10[0])
- Via CANopen ou EtherCAT (A10[2])
- Via PROFINET (A10[3])

### Fonctions de masquage

Les fonctions de masquage sont utilisées pour masquer les paramètres en ce qui concerne leurs relations logiques avec les autres modules optionnels ou les autres paramètres.

Exemple : un servo-variateur peut analyser un encodeur via la borne X120 dans la mesure où le module de borne XI6 est monté. L'analyse correspondante est activée via le paramètre H120. Ce paramètre n'est toutefois visible que si le module de borne XI6 a été initialement sélectionné lors de la planification de l'entraînement.

### Applications

Les applications se distinguent en règle générale par leurs fonctions et leur commande. Par conséquent, chaque application offre des paramètres différents.

### Micrologiciel

L'introduction de nouveaux paramètres peut éventuellement nécessiter une version de micrologiciel plus récente. Les paramètres configurés pour les fichiers d'un micrologiciel d'une version plus ancienne ne sont éventuellement pas visibles dans les versions plus récentes. Dans ces cas, la description de paramètre concernée comporte une indication correspondante.

## 10.2 Paramètres

Les paramètres d'affichage ci-dessous sont cruciaux pour la technique de sécurité en combinaison avec le module de sécurité ST6.

### 10.2.1 E53 | Module de sécurité théorique | G6 | V3

Module de sécurité à l'étude.

### 10.2.2 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

### 10.2.3 E67 | STO actif | G6 | V0

État STO du module de sécurité :

- [0] : STO demandée par le canal de sécurité 1 ou le canal de sécurité 2  
Source : liaison OU logique de E67[1] et E67[2], y compris une temporisation de mise hors tension de 32 ms
  - 0: Inactif = pas demandée
  - 1: Actif = demandée
- [1] : STO demandée par le canal de sécurité 1  
Source ST6, SR6 : borne X12.1/.2, signal  $STO_s = 0$  ; source SE6, SY6, SU6 : module de sécurité interne
  - 0: Inactif = pas demandée
  - 1: Actif = demandée
- [2] : STO demandée par le canal de sécurité 2  
Source ST6, SR6 : borne X12.3/.4, signal  $STO_s = 0$  ; source SE6, SY6, SU6 : module de sécurité interne
  - 0: Inactif = pas demandée
  - 1: Actif = demandée

## 10.3 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

### PRUDENCE

#### Domage matériel dû à l'interruption de l'arrêt rapide ou au freinage d'urgence !

Si un dérangement survient pendant l'exécution d'un arrêt rapide ou pendant un freinage d'urgence, ou si STO 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.

### Information

Afin de faciliter la configuration de l'interface utilisateur (HMI) aux programmeurs de la commande, servez-vous de la liste des événements et de leurs causes disponible dans le centre de téléchargement STOBER à l'adresse <http://www.stoerber.de/fr/download>.

### 10.3.1 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
- Le comportement des freins dépend de la configuration du module de sécurité et d'une commande prioritaire de déblocage optionnelle (F06)

| Cause                                |   | Contrôle et mesure   |
|--------------------------------------|---|--|
| 1: Demande inconsistante (monocanal) | Erreur de raccordement  | Contrôlez le raccordement et corrigez-le si nécessaire ; l'erreur n'est validable qu'après la requête par les deux canaux de transmission de la fonction STO pendant 100 ms au minimum |
| 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                    |

Tab. 12: Événement 50 – Causes et solutions

# 11 En savoir plus à propos de la technique de sécurité et du ST6 ?

Les chapitres ci-après résument les notions essentielles, les relations et les mesures en rapport avec le module de sécurité ST6 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 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<sub>a</sub>)
- Logique (SRP/CS<sub>b</sub>)
- Sortie (SRP/CS<sub>c</sub>)
- Connexions, p. ex. électriques ou optiques

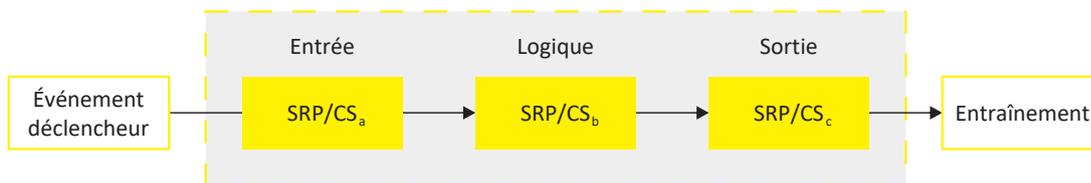


Fig. 6: Composants SRP/CS en vue du traitement d'une fonction de sécurité typique

|  |   |
|--|---|
| 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 ST6 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 ST6 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 ST6 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 EN ISO 13849 ou
- surveillance du câblage de raccordement par plausibilisation des signaux de commande de STO<sub>a</sub> et STO<sub>b</sub> 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<sub>a</sub> et STO<sub>b</sub> 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 les connexions conformément à la norme EN ISO 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 EN ISO 13849-2.

| Défaillances analysées   | Exclusion de défaut  | Remarques   |
|--|--|---|
| Court-circuit entre deux conducteurs quelconques   | Courts-circuits entre des conducteurs <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ qui sont posés à demeure et protégés contre les détériorations externes, p. ex. au moyen d'un caniveau de câbles, d'une conduite blindée ou</li> <li>▪ dans différents conducteurs sous gaine ou</li> <li>▪ à l'intérieur d'un local d'installation électrique (voir remarque) ou</li> <li>▪ qui sont protégés séparément par une prise de terre</li> </ul> | 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 du conducteur 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  | –   |

Tab. 13: EN ISO 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 avant chaque désactivation de la fonction STO.

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 différents peuvent être possibles ou 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. Une autorisation du servo-variateur n'est plus permise.

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

Veuillez 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**.

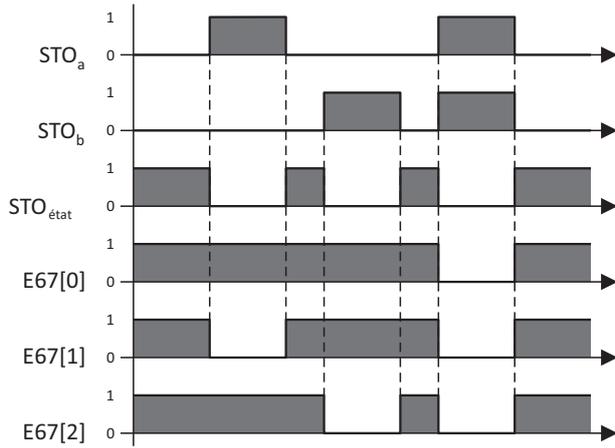


Fig. 7: Essai de fonctionnement – Séquences logiques

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| STO <sub>a</sub> , STO <sub>b</sub> | Entrées des deux canaux de sécurité  |
| STO <sub>état</sub>                 | Signal d'état STO sur la borne X12   |
| E67[0]                              | Au moins un canal de sécurité requiert une activation STO (STO <sub>a</sub> = 0 V ou STO <sub>b</sub> = 0 V) |
| E67[1]                              | STO <sub>a</sub> requiert une activation STO (STO <sub>a</sub> = 0 V)  |
| E67[2]                              | STO <sub>b</sub> requiert une activation STO (STO <sub>b</sub> = 0 V)  |

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

Notez que les sorties STO<sub>état</sub> ne peuvent pas être montées en série en vue d'un diagnostic.

|   |
|---|
| <b>Information</b>  |
| <p>Afin de garantir un câblage correct de servo-variateurs branchés en parallèle, vous devez contrôler séparément le signal STO<sub>état</sub> de chaque servo-variateur.</p> |

## 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.

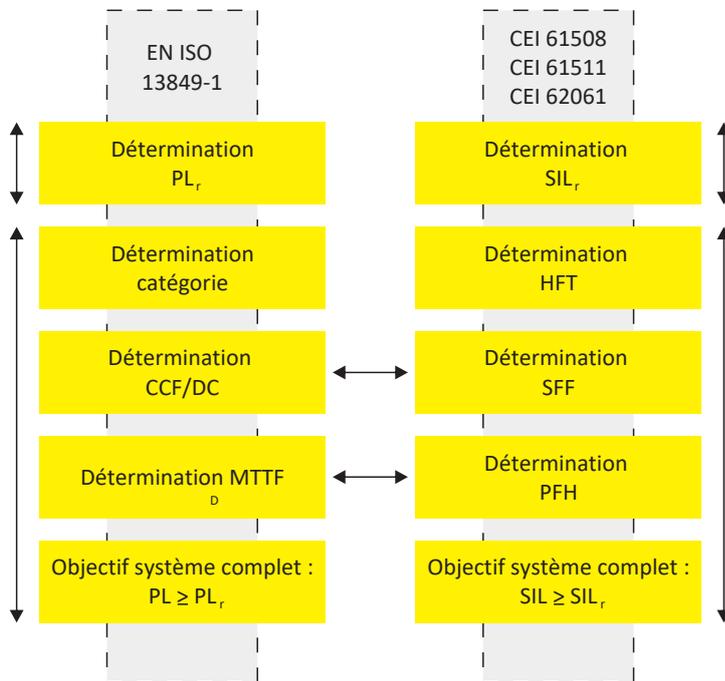


Fig. 8: Déterminer et évaluer les mesures de protection

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 indices 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 indices, le logiciel gratuit SISTEMA<sup>3</sup> 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 indices de sécurité requis pour les différents systèmes et finalement pour le système complet.

<sup>3</sup> 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.<sup>4</sup>

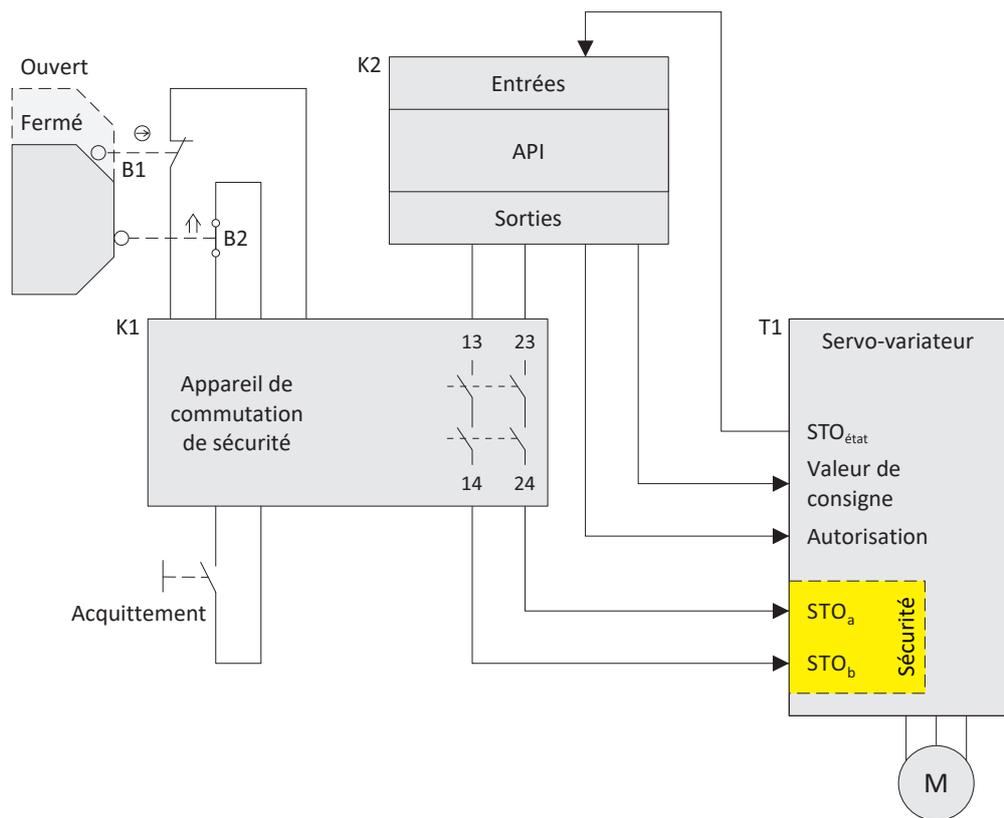


Fig. 9: STO – Schéma de principe

|        |  |
|--------|--|
| B1, B2 | Interrupteur de position                             |
| K1     | Relais de sécurité                                   |
| K2     | Commande   |
| T1     | Servo-variateurs avec module de sécurité intégré ST6 |

<sup>4</sup> 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 ST6 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.

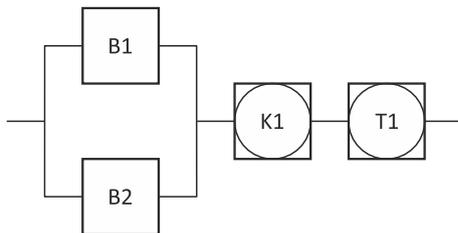


Fig. 10: Schéma fonctionnel relatif à la sécurité

|        |   |
|--------|---|
| B1, B2 | Interrupteur de position  |
| K1     | Relais de sécurité (sous-système encapsulé)                                   |
| T1     | Servo-variateurs avec module de sécurité intégré ST6 (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).

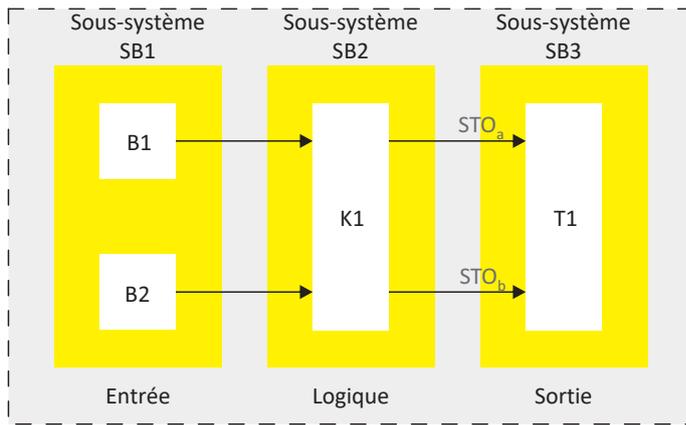


Fig. 11: Schéma fonctionnel relatif à la sécurité avec sous-systèmes

|           |  |
|-----------|--|
| 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 ST6 |

Le dispositif de protection avec les interrupteurs de position forment le sous-système 1, le relais de sécurité le sous-système 2, le servo-variateur avec le module de sécurité intégré ST6 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 (p. ex. 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 EN ISO 13849-2, Tableau D.4. Les nouvelles défaillances doivent être détectées et le système doit ensuite basculer dans un état hors tension. 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 EN ISO 13849-2, Tableau D.3 avec contact à ouverture forcée conformément à la norme 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.

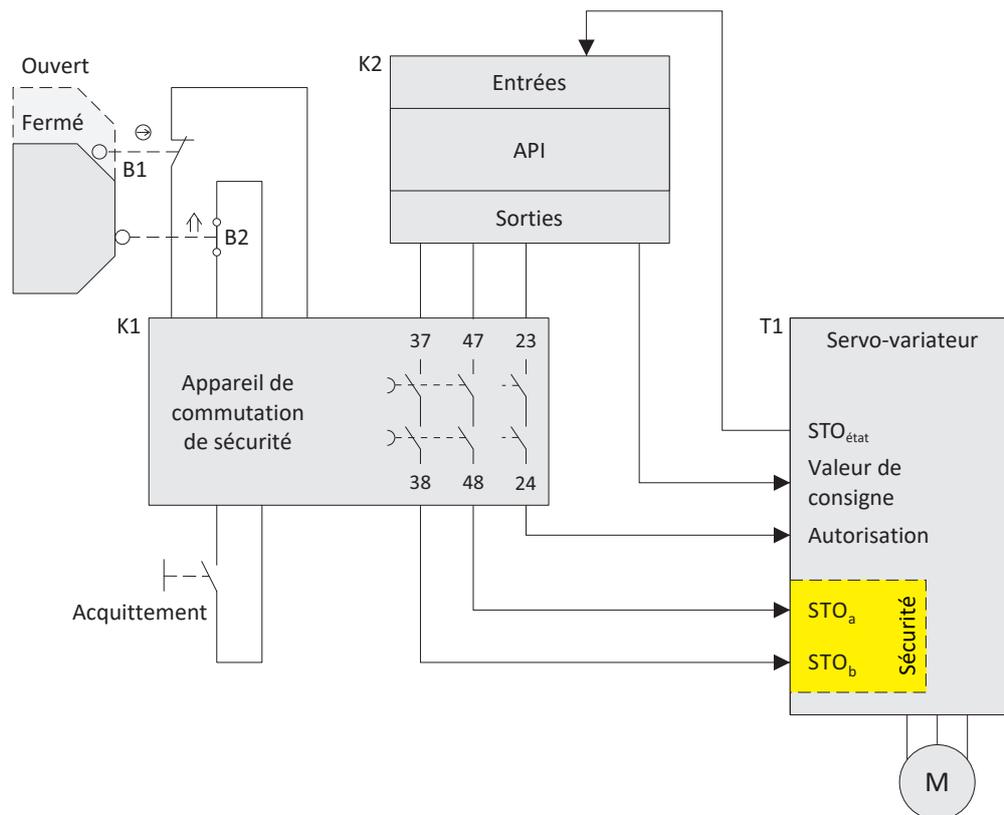


Fig. 12: SS1 – Schéma de principe

|        |  |
|--------|--|
| B1, B2 | Interrupteur de position                             |
| K1     | Relais de sécurité                                   |
| K2     | Commande   |
| T1     | Servo-variateurs avec module de sécurité intégré ST6 |

## 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<sub>a</sub> et STO<sub>b</sub> 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 ST6 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.

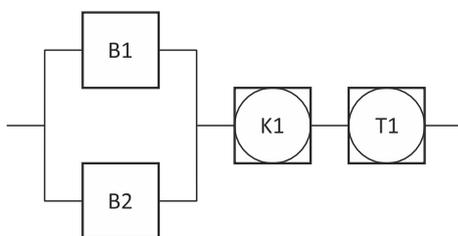


Fig. 13: Schéma fonctionnel relatif à la sécurité

|        |   |
|--------|---|
| B1, B2 | Interrupteur de position  |
| K1     | Relais de sécurité (sous-système encapsulé)                                   |
| T1     | Servo-variateurs avec module de sécurité intégré ST6 (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).

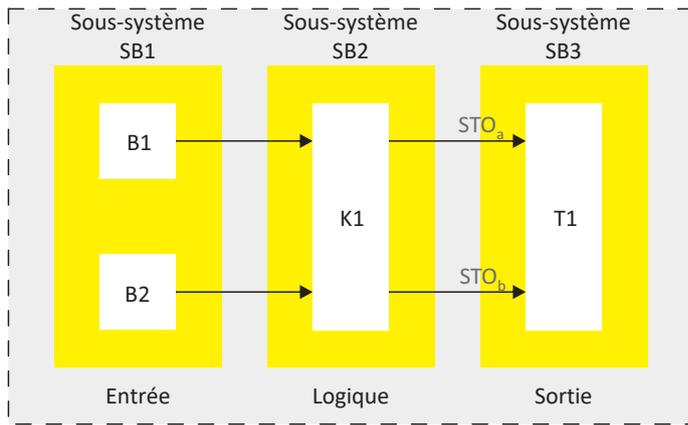


Fig. 14: Schéma fonctionnel relatif à la sécurité avec sous-systèmes

|           |  |
|-----------|--|
| 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 ST6 |

Le dispositif de protection avec les interrupteurs de position forment le sous-système 1, le relais de sécurité le sous-système 2, le servo-variateur avec le module de sécurité intégré ST6 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 (p. ex. 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 EN ISO 13849-2, Tableau D.4. Les nouvelles défaillances doivent être détectées et le système doit ensuite basculer dans un état hors tension. 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 EN ISO 13849-2, Tableau D.3 avec contact à ouverture forcée conformément à la norme 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 indices de sécurité

En vue de la détermination des indices de sécurité du système complet, il est indispensable de rechercher, de calculer et d'évaluer les indices 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 présupposée 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<sub>D</sub> : 285 ans
- B2  
MTTF<sub>D</sub> : 143 ans

Calcul : SISTEMA

**Probabilité d'une défaillance dangereuse –  $PFH_D$** 

B1 et B2

PFH<sub>D</sub> :  $2,47 \times 10^{-8}$

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<sub>D</sub> =  $2,31 \times 10^{-9}$  [1/h]
- Contacts à coupure temporisée (SS1)  
PFH<sub>D</sub> =  $2,34 \times 10^{-9}$  [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 SD6, y compris le module de sécurité ST6.

#### Niveau de performance – PL et catégorie

- PL = e
- Catégorie = 4

Source : STÖBER Antriebstechnik GmbH + Co. KG

#### Probabilité d'une défaillance dangereuse – PFH<sub>D</sub>

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

Source : STÖBER Antriebstechnik 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 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 Indices de sécurité du système complet

Le tableau suivant contient les indices de sécurité déterminés 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)<br>$PFH_D = 2,34 \times 10^{-9}$ (SS1) |
| SB3 – Sortie    | Indications du fabricant | $PFH_D = 5,0 \times 10^{-9}$   |
| Système complet | Calcul SISTEMA           | $PFH_D = 3,2 \times 10^{-8}$   |

Tab. 14: PFH<sub>D</sub> – 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                 | $\geq 10^{-8}$ à $< 10^{-7}$                   | 3                      |

Tab. 15: PL, PFH<sub>D</sub>, SIL – Système complet

Lors de la détermination du niveau de performance, les exigences structurelles 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<sub>avg</sub> : élevée
- CCF : exigence remplie
- MTTF<sub>D</sub> : élevée

## 11.4 ST6 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 \[▶ 46\]](#)), qui traite de la classification des interfaces binaires 24 V<sub>CC</sub> 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 ST6 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 d'information 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**

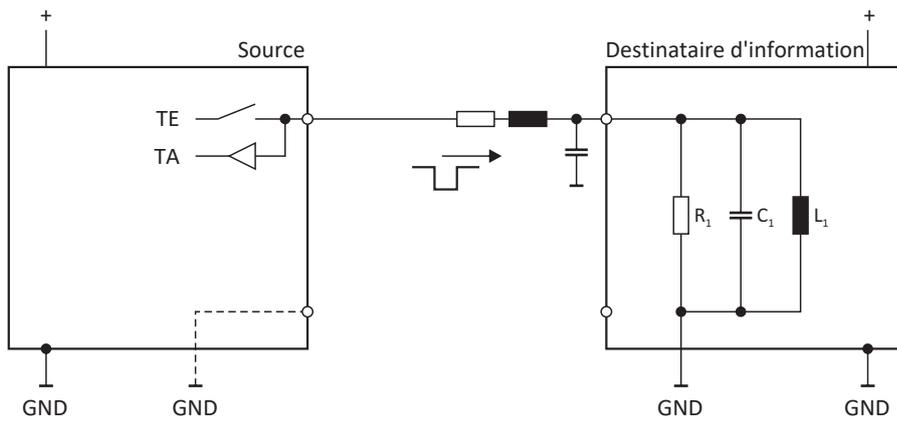


Fig. 15: Classification des interfaces – Type d'interface C

|                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| TE             | Génération de l'impulsion de test |
| TA             | Évaluation de l'impulsion de test |
| GND            | Potentiel de référence            |
| R <sub>1</sub> | Résistance d'entrée               |
| C <sub>1</sub> | Capacité d'entrée                 |
| L <sub>1</sub> | Inductance d'entrée               |

Le type d'interface C<sup>5</sup> 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 d'information correspondant, p. ex. le module de sécurité ST6, ne doit en aucun cas, par définition, réagir à ces impulsions de test.

**Type d'interface D**

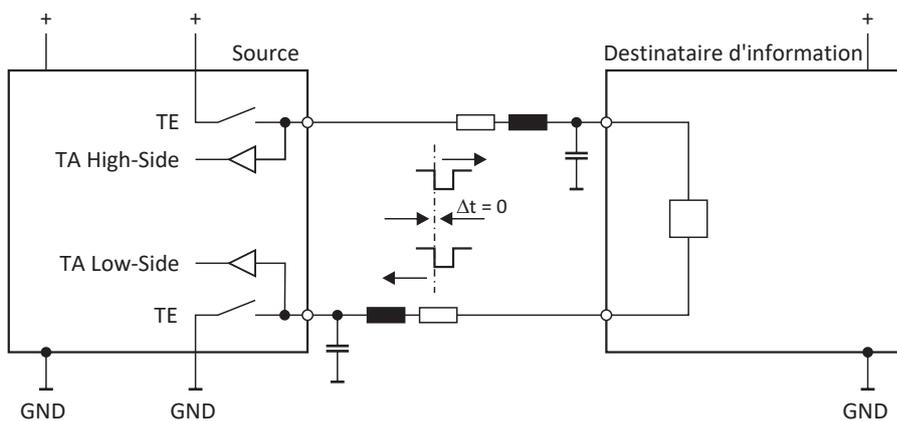


Fig. 16: Classification des interfaces – Type d'interface D

|                 |  |
|-----------------|--|
| 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 <sub>i</sub> | Intervalle de temps                                      |

<sup>5</sup>Voir ZVEI, p. 13 et suiv.

Le type d'interface D<sup>6</sup> est employé soit en vue de la commutation en toute sécurité des actionneurs (contacteurs, moteurs, soupapes), soit en vue de la désactivation 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 mode de raccordement 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 à double canal par le biais de deux conducteurs. Un seul 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 d'information 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 d'information.

Le destinataire d'information, p. ex. le module de sécurité ST6, peut comporter des charges inductives, capacitatives et ohmiques. La source est habituellement une commande de sécurité ou un relais de sécurité à sortie bipolaire.

---

<sup>6</sup>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 <http://www.stoerber.de/fr/download>.

| Appareil / logiciel | Documentation | Contenus  | ID     |
|---------------------|---------------|---|--------|
| Servo-variateur SD6 | Manuel        | Structure du système, caractéristiques techniques, planification, stockage, montage, raccordement, mise en service, fonctionnement, service après-vente, diagnostic | 442589 |

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/prax/softwa/sistema/kochbuch/sistema\\_cookbook1\\_end.pdf](http://www.dguv.de/medien/ifa/en/prax/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/>

## 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)   |
| $\Delta t$      | 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   |
| $R_1$           | $\Omega$ | Résistance d'entrée  |
| $T_i$           | ms       | Intervalle de l'impulsion de test  |
| $t_i$           | $\mu s$  | 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 <sub>D</sub> | 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                 | Save 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) |

## 13 Contact

### 13.1 Conseil, service après-vente, adresse

Nous nous ferons un plaisir de vous aider !

Vous trouverez sur notre site Web de nombreux services et informations concernant nos produits :

<http://www.stoeber.de/fr/service>

Pour tout renseignement complémentaire ou des informations personnalisées, n'hésitez pas à contacter notre service de conseil et de support :

<http://www.stoeber.de/fr/support>

Vous avez besoin de notre System Support :

Tél +49 7231 582-3060

systemsupport@stoeber.de

Vous avez besoin d'un appareil de rechange :

Tél +49 7231 582-1128

replace@stoeber.de

Assistance téléphonique 24 heures sur 24 :

Tél +49 7231 582-3000

Notre adresse :

STÖBER Antriebstechnik GmbH + Co. KG

Kieselbronner Straße 12

75177 Pforzheim, Allemagne

### 13.2 Votre avis nous intéresse

Nous avons rédigé la présente documentation avec le plus grand soin afin de vous aider à étendre et perfectionner, de manière profitable et efficace, vos connaissances spécifiques à notre produit.

Vos suggestions, avis, souhaits et critiques constructives nous aident à garantir et perfectionner la qualité de notre documentation.

Si vous désirez nous contacter pour une des raisons susmentionnées, n'hésitez pas à nous écrire à l'adresse :

documentation@stoeber.de

Nous vous remercions pour votre intérêt.

L'équipe de rédaction STOBER

## 13.3 À l'écoute de nos clients dans le monde entier

Nous vous assistons avec compétence et disponibilité et intervenons dans plus de 40 pays :

|   |   |
|---|---|
| <b>STOBER AUSTRIA</b><br><a href="http://www.stoeber.at">www.stoeber.at</a><br>Tél. +43 7613 7600-0<br><a href="mailto:sales@stoeber.at">sales@stoeber.at</a>       | <b>STOBER SOUTH EAST ASIA</b><br><a href="http://www.stober.sg">www.stober.sg</a><br><a href="mailto:sales@stober.sg">sales@stober.sg</a>                                     |
| <b>STOBER CHINA</b><br><a href="http://www.stoeber.cn">www.stoeber.cn</a><br>Tél. +86 512 5320 8850<br><a href="mailto:sales@stoeber.cn">sales@stoeber.cn</a>       | <b>STOBER SWITZERLAND</b><br><a href="http://www.stoeber.ch">www.stoeber.ch</a><br>Tél. +41 56 496 96 50<br><a href="mailto:sales@stoeber.ch">sales@stoeber.ch</a>            |
| <b>STOBER FRANCE</b><br><a href="http://www.stober.fr">www.stober.fr</a><br>Tél. +33 4 78.98.91.80<br><a href="mailto:sales@stober.fr">sales@stober.fr</a>          | <b>STOBER TAIWAN</b><br><a href="http://www.stober.tw">www.stober.tw</a><br>Tél. +886 4 2358 6089<br><a href="mailto:sales@stober.tw">sales@stober.tw</a>                     |
| <b>STOBER ITALY</b><br><a href="http://www.stober.it">www.stober.it</a><br>Tél. +39 02 93909570<br><a href="mailto:sales@stober.it">sales@stober.it</a>             | <b>STOBER TURKEY</b><br><a href="http://www.stober.com">www.stober.com</a><br>Tél. +90 216 510 2290<br><a href="mailto:sales-turkey@stober.com">sales-turkey@stober.com</a>   |
| <b>STOBER JAPAN</b><br><a href="http://www.stober.co.jp">www.stober.co.jp</a><br>Tél. +81 3 5875 7583<br><a href="mailto:sales@stober.co.jp">sales@stober.co.jp</a> | <b>STOBER UNITED KINGDOM</b><br><a href="http://www.stober.co.uk">www.stober.co.uk</a><br>Tél. +44 1543 458 858<br><a href="mailto:sales@stober.co.uk">sales@stober.co.uk</a> |
| <b>STOBER USA</b><br><a href="http://www.stober.com">www.stober.com</a><br>Tél. +1 606 759 5090<br><a href="mailto:sales@stober.com">sales@stober.com</a>           |   |

# Glossaire

## 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 ISO 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<sub>D</sub>)

---

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)

---

Conformément à la norme DIN EN ISO 13849-1 : dimension de fiabilité d'une fonction de sécurité ou d'un module. Le niveau de performance se mesure à l'aide d'une échelle, de a à e (du niveau de performance le plus faible au plus élevé). Plus le niveau de performance est élevé, plus la fonction considérée est sûre et fiable. Le niveau de performance peut être affecté à un niveau SIL défini. À l'inverse, il n'est pas possible de déduire le niveau de performance à partir d'un niveau SIL.

---

### 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<sub>D</sub>)

---

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<sub>D</sub>, 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 de mise à l'arrêt 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 la mise à l'arrêt 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 B10D

---

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).

## Index des illustrations

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 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 – ST6 comme destinataire d'information du type d'interface C.....   | 18 |
| Fig. 4  | Câblage X12 – ST6 comme destinataire d'information du type d'interface D .....  | 18 |
| Fig. 5  | ST6 et SS1-t – déroulement chronologique .....                                  | 22 |
| Fig. 6  | Composants SRP/CS en vue du traitement d'une fonction de sécurité typique ..... | 29 |
| Fig. 7  | Essai de fonctionnement – Séquences logiques .....                              | 32 |
| Fig. 8  | Déterminer et évaluer les mesures de protection .....                           | 33 |
| Fig. 9  | STO – Schéma de principe.....   | 34 |
| Fig. 10 | Schéma fonctionnel relatif à la sécurité.....                                   | 35 |
| Fig. 11 | Schéma fonctionnel relatif à la sécurité avec sous-systèmes .....               | 36 |
| Fig. 12 | SS1 – Schéma de principe.....   | 37 |
| Fig. 13 | Schéma fonctionnel relatif à la sécurité.....                                   | 38 |
| Fig. 14 | Schéma fonctionnel relatif à la sécurité avec sous-systèmes .....               | 39 |
| Fig. 15 | Classification des interfaces – Type d'interface C .....                        | 44 |
| Fig. 16 | Classification des interfaces – Type d'interface D.....                         | 44 |

## Index des tableaux

|         |  |    |
|---------|--|----|
| Tab. 1  | ST6 – Indices déterminants pour la technique de sécurité .....                         | 13 |
| Tab. 2  | STO – Horloges système .....   | 14 |
| Tab. 3  | ST6 – Indices spécifiques au type d'interface C .....                                  | 15 |
| Tab. 4  | ST6 – Indices spécifiques au type d'interface D .....                                  | 15 |
| Tab. 5  | Caractéristiques électriques X12 .....   | 16 |
| Tab. 6  | Description du raccordement X12 .....  | 17 |
| Tab. 7  | Spécification BCF 3,81 180 SN BK.....  | 17 |
| Tab. 8  | Longueur de câble [m] .....  | 17 |
| Tab. 9  | Groupes de paramètres .....  | 23 |
| Tab. 10 | Paramètres : types de données, genres, valeurs possibles .....                         | 24 |
| Tab. 11 | Types de paramètres.....   | 25 |
| Tab. 12 | Événement 50 – Causes et solutions.....  | 28 |
| Tab. 13 | EN ISO 13849, tableau D.4 – Défauts et exclusions de défauts – Conducteurs/câbles..... | 30 |
| Tab. 14 | PFH <sub>D</sub> – Sous-systèmes et système complet.....                               | 42 |
| Tab. 15 | PL, PFH <sub>D</sub> , SIL – Système complet .....                                     | 43 |



4 4 2 6 5 1 . 0 2

04/2021

STÖBER Antriebstechnik GmbH + Co. KG  
Kieselbronner Str. 12  
75177 Pforzheim  
Germany  
Tel. +49 7231 582-0  
mail@stoeber.de  
www.stober.com

24 h Service Hotline  
+49 7231 582-3000



**STÖBER**

www.stober.com