



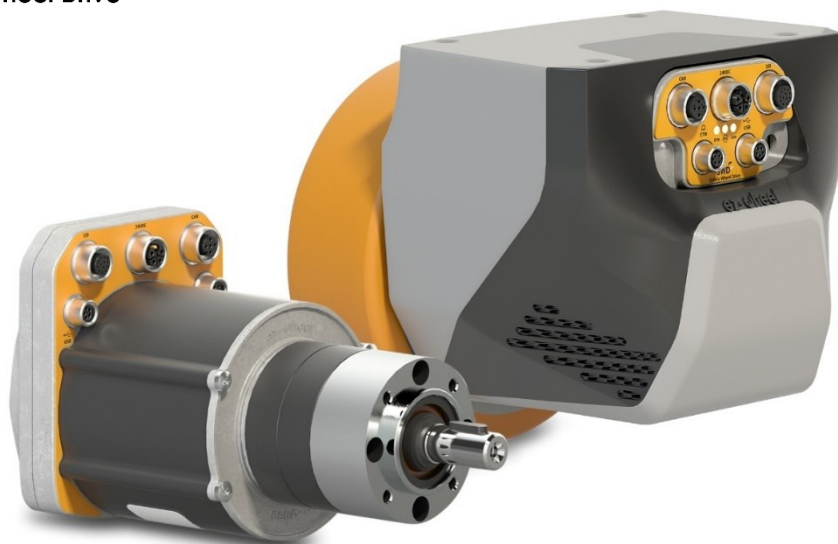
ez-wheel

SWD[®]

SAFETY DRIVE & WHEEL DRIVE

Notice d'instruction

Version 2.0.x-a – Notice originale



ez-Wheel[®]

Une marque du Groupe IDEC Corporation

Table des matières

1.	Préambule	6
1.1.	A qui est destiné ce manuel ?	6
1.2.	Terminologie	6
1.3.	Ressources additionnelles	6
1.4.	Déclarations de conformité	6
1.5.	Informations importantes concernant le manuel	6
1.6.	Avertissement de responsabilité	7
2.	Consignes de sécurité – Précautions relatives aux produits SWD®	8
3.	Description	9
3.1.	Présentation et caractéristiques principales	9
	SWD® Core	9
	SWD® 125	10
	SWD® 150	11
3.2.	Fonctions de sécurité.....	12
3.3.	Conditions d'utilisation.....	13
	Etanchéité du produit.....	13
3.4.	Etiquette du produit	14
3.5.	Applications	14
4.	Synoptique.....	15
5.	Interfaces.....	16
5.1.	Vue d'ensemble	16
	Identification des ensembles mécaniques	16
	Identification des connecteurs et LEDs	18
5.2.	Connecteurs.....	20
	Plan d'implantation des connecteurs	20
	Connecteur I/O	20
	Connecteur 24 VDC	21
	Connecteur CAN	21
	Connecteur USB	21
	Connecteur ETH.....	22
	Connecteur Frein externe	22
6.	Information et montage mécaniques.....	23
6.1.	Dimensions du conditionnement et contenu du pack	23
	SWD® Core	23
	SWD® 125	24
	SWD® 150	24
6.2.	Dimensions hors tout et poids.....	25
	SWD® Core	25
	SWD® 125	26
	SWD® 150	27
6.3.	Spécifications mécaniques de montage et d'utilisation	28
	SWD® Core	28
	SWD® 125	31
	SWD® 150	31
7.	Voyants d'état du SWD®	32
7.1.	Mode d'affichage des voyants du SWD®	32
7.2.	Affichage du voyant d'état Status LED	32
7.3.	Affichage du voyant d'état du bus CAN	33

8.	Alimentation.....	33
8.1.	Alimentation 32A.....	33
8.2.	Alimentation 2A et 4A	33
9.	Bus CAN et Protocole CANopen	35
9.1.	Caractéristique du bus.....	35
9.2.	Bitrate du nœud CAN (Baudrate)	35
9.3.	Identifiant du nœud CAN (Node-ID).....	36
9.4.	Résistance de terminaison.....	36
9.5.	Identité du produit SWD®.....	38
9.6.	Protocole NMT (Network Management) et Machine à états	38
9.7.	PDO (Process Data Object)	40
	Paramètres de communication	40
	Paramètres de mapping	43
	Valeurs par défaut.....	44
9.8.	Emergency (EMCY)	48
	Présentation	48
	Error code.....	50
	Error register	51
	Classe et historique des erreurs	52
	EMCY COB-ID.....	52
9.9.	SRDO (Safety-Relevant Data Object)	52
	Contrôle de la périodicité entre messages (SCT) :.....	53
	Contrôle de temps entre les trames CAN (SRVT)	53
	Contrôle de la cohérence des données	53
	Paramètres de communication	53
	Valeurs par défaut.....	54
9.10.	Sauvegarde et restitution des configurations	60
10.	CiA 402 : Profil d'appareils de commande moteur	62
10.1.	Machine à états	62
	6040 _h Controlword	66
	6041 _h Statusword	66
	Exemple de démarrage	67
	Modes de fonctionnement.....	67
10.2.	Fonctionnement du 'velocity mode' (vl).....	69
	Présentation	69
	Limitations de vitesse.....	72
	Limitation de vitesse et fonctions de sécurité.....	73
	Rampes.....	73
	Contrôle de la fonction rampe	75
10.3.	Configuration.....	78
	6007 _h Abort connection option code	78
	605A _h Quick stop option code.....	78
	605B _h Shutdown option code.....	79
	605C _h Disable operation option code.....	79
	605D _h Halt option code	79
	605E _h Fault reaction option code	80
11.	Fonctions de sécurité	81
11.1.	Fonctions de sécurité présentes dans le SWD®.....	81
11.2.	Usages typiques des fonctions de sécurité.....	82
11.3.	Synthèse des niveaux de sécurité.....	83
11.4.	Activation d'une fonction de sécurité	85

Types de capteurs permettant l'activation	85
Configuration des fonctions de sécurité	85
Mappings par défaut des 'Safety words'	88
11.5. Recommandations de mises en œuvre	91
Activation du STO par arrêt d'urgence	91
Réarmement du STO	91
Activation du STO et réarmement avec un relais de sécurité à réarmement	92
Activation d'une fonction de sécurité via une paire d'entrée de sécurité	93
Désactivation permanente du STO et activation d'une fonction de sécurité	93
Activation du STO par sorties OSSDs	94
Utilisation d'une entrée simple de sécurité	94
Activation du STO par deux arrêts d'urgence.....	94
Echanges de l'état des entrées de sécurité sur le bus CANopen Safety.....	96
Connexion à un contrôleur de sécurité CANopen safety	97
11.6. Etats de fonctions de sécurités.....	97
11.7. Fonctions de sécurité.....	98
Activation du STO	98
Activation du SBC	100
Activation du SBU	101
Activation du SDI	101
Activation du SLS	103
Activation du SLSa	104
Activation du SMS	106
11.8. Signatures.....	107
Méthode de calcul.....	107
Signature des SRDOs	108
Signature de la fonction STO	110
Signature des fonctions SBC / SBU	110
Signatures des fonction SLS.....	111
Signature des fonctions SLSa.....	112
Signatures des fonctions SDI	113
Signature de la fonction SMS	114
11.9. Contrôles périodiques	115
11.10. CANopen safety - SRDO	115
Contraintes liées au calcul des caractéristiques du système	115
Responsabilités de l'utilisateur.....	116
Temps de réaction.....	116
Information & contact.....	118
Annexes	119
Récapitulatif des versions 'Firmware'	120
Notes diffusion	121
Notes diffusion 'Firmware 1.0.3'	121
Notes diffusion 'Firmware 1.1.4'	121
Notes diffusion 'Firmware 1.2.0'	121
Notes diffusion 'Firmware 2.0.2'	122
Notes diffusion 'Firmware 2.0.4'	123
SWD® - Quick start.....	124
SWD® standalone without load.....	124

Table des figures

Figure 1 - Synoptique général du produit	15
Figure 2 - Vue d'ensemble des interfaces mécaniques – SWD® Core	16
Figure 3 - Vue d'ensemble des interfaces mécaniques – SWD® 125	16
Figure 4 - Vue d'ensemble des interfaces mécaniques – SWD® 150	17
Figure 5 - Identification des connecteurs.....	18
Figure 6 - Vue arrière, identification des LEDs et du connecteur frein	18
Figure 7 - Identification des connecteurs et des LEDs – SWD® 150	19
Figure 8 - Plan d'implantation des connecteurs.....	20
Figure 9 - Dimensions hors tout – SWD® Core nu.....	25
Figure 10 - Dimensions hors tout – SWD® Core avec réducteur(s).....	25
Figure 11 - Dimensions hors tout - SWD® Core - avec frein externe	25
Figure 12 - Dimensions hors tout – ' SWD® 125 1-stage'.....	26
Figure 13 - Dimensions hors tout – ' SWD® 125 2-stages'	26
Figure 14 - Dimensions hors tout – ' SWD® 125 2-stages' et frein externe	26
Figure 15 - Dimensions hors tout – ' SWD® 150 2-stages'	27
Figure 16 - Dimensions hors tout – ' SWD® 150 2-stages' avec frein externe	28
Figure 17 - Tolérance sur l'arbre moteur - SWD® Core nu.....	28
Figure 18 - Schéma électrique interne du bus CAN	35
Figure 19 - Activation de la résistance de terminaison interne	37
Figure 20 - Diagramme d'initialisation du bus CAN.....	37
Figure 21 - Diagramme de machine à état NMT d'un périphérique CANopen	39
Figure 22 - Description des PDO	42
Figure 23 - TPDO mapping	43
Figure 24 - RPDO mapping	44
Figure 25 - EMCY error state machine	48
Figure 26 - SWD® CANopen Object Dictionary, vignettes de téléchargements.....	61
Figure 27 - Interface de gestion des états du variateur	62
Figure 28 - CiA 402, machine à état et transitions	63
Figure 29 - Configuration des fonctions selon les états de la machine à état CiA 402	65
Figure 30 - Synoptique du contrôle moteur	65
Figure 31 - Interface du 'contrôle en vitesse'.....	69
Figure 32 - Architecture 'contrôle en vitesse'	70
Figure 33 - Sens de rotation positif (+).....	71
Figure 34 - Gestion des limitations de vitesse.....	72
Figure 35 - Gestion des rampes d'accélération / décélération (1/2)	74
Figure 36 - Gestion des rampes d'accélération / décélération (2/2)	74
Figure 37 - Utilisation des bits du controlword en mode velocity	75
Figure 38 - Contrôleur en vitesse	77
Figure 39 - Usage des fonctions de sécurité	82
Figure 40 - Exemple de configuration des commandes de sécurité par le CANopen	86
Figure 41 - Exemple de configuration des commandes de sécurité par les SafeInputs	87
Figure 42 - Diagramme d'activation et d'acquiescement du STO.....	99
Figure 43 - Diagramme d'activation du SDI.....	102
Figure 44 - Diagramme d'activation du SLS.....	103
Figure 45 - Diagramme d'activation du SLSa.....	105
Figure 46 - Diagramme du SMS (Safe Maximum Speed)	106
Figure 47 - Exemple de plages de temps de réactions	116

 **Il convient de lire attentivement ce document avant la première utilisation du produit.**

1. Préambule

1.1. A qui est destiné ce manuel ?

Ce manuel s'adresse aux intégrateurs de machines industrielles.

La connaissance et la compréhension des systèmes électriques d'entraînement à vitesse variable est nécessaire à la mise en œuvre du produit **SWD®**.

1.2. Terminologie

Les termes utilisés dans ce manuel sont liés au domaine technique des machines industrielles et plus particulièrement aux systèmes d'entraînements pilotés par bus de terrain.

Pour une lecture précise du manuel, une bonne maîtrise des référentiels suivants est recommandée :

- Directive Machine (2006/42/CE)
- Exigences générales de sécurité pour l'équipement électrique des machines (EN 60204-1)
- Entraînements électriques de puissance à vitesse variable (EN 61800-5)
- Description du protocole CANopen (EN 50325 et CiA/DS 301) et CANopen Safety (CiA 304)
- Profil applicatif CANopen pour variateurs de moteurs (CiA 402)

1.3. Ressources additionnelles

Les documents suivants relatifs au produit **SWD®** sont disponibles sur le site ez-wheel.com :




- Fiche technique des produits **SWD®**
- Brochure générale de la gamme **SWD® Safety Wheel Drive**
- Plans mécaniques 2D et 3D des produits **SWD®**

1.4. Déclarations de conformité

Les produits **SWD®** sont développés conformément aux exigences réglementaires en vue de leur commercialisation.

Les déclarations de conformité des produits **SWD® ont été établies par IDEC Corporation avec l'organisme de certification INERIS** pour les fonctionnalités sécuritaires certifiées.

1.5. Informations importantes concernant le manuel

	Information importante – A lire attentivement
	Valeur paramétrable
	Information complémentaire

1.6. Avertissement de responsabilité

Les renseignements techniques inclus dans ce manuel peuvent faire l'objet de modifications. Aucune responsabilité n'est assumée à l'égard du caractère complet, à jour ou exact des données et illustrations fournies.

Les données textuelles et visuelles incluses dans ce manuel sont la propriété de la société **APEM SAS**, entreprise du groupe **IDEC Corporation**.


Les marques **ez-Wheel** et **SWD Safety Wheel Drive** sont déposées.

Les désignations peuvent être des marques de commerce et/ou des droits d'auteur de leurs fabricants respectifs, dont l'utilisation par des tierces parties à leurs propres fins pourrait contrevenir aux droits desdits propriétaires.

« NOTICE D'INSTRUCTION »
Version originale Français 2024
©2024 par APEM SAS – TOUS DROITS RÉSERVÉS
PREMIÈRE ÉDITION, FEVRIER 2022

APEM SAS
Division IDEC Mobility Solutions
LE MOULIN DE L'ABBAYE - 135 ROUTE DE BORDEAUX
16400 LA COURONNE - FRANCE

2. Consignes de sécurité – Précautions relatives aux produits SWD®

	<p>Ne pas ouvrir. Ne pas exposer à une source de chaleur. Ne pas exposer au feu. Ne pas insérer de pièces métalliques dans les connecteurs. En aucun cas, le produit ne doit subir de modifications non autorisées par IDEC. Ne pas tenter de modifier les performances techniques du produit. Le produit ne doit pas être sollicité pour un usage allant au-delà des performances techniques spécifiées par IDEC. Une utilisation non appropriée entraîne l'annulation de la garantie. L'ouverture du produit entraîne l'annulation de la garantie.</p>
---	--

3. Description

Message d'avertissement applicable aux produits SWD® équipés de l'option frein de parking.

⚠ La surface du frein peut faire l'objet de fortes montées en température avoisinant les 100°C et peut ainsi présenter un risque de brûlure lors de la manipulation du produit après une phase d'utilisation.

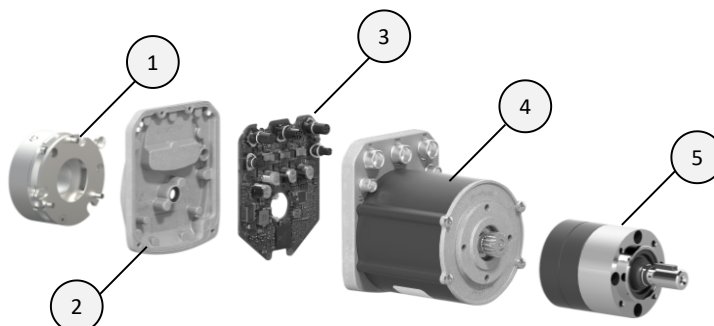
Un pictogramme d'avertissement « Danger surface chaude » localisé sur l'étiquette technique vient identifier cette zone de risque :



3.1. Présentation et caractéristiques principales

SWD® Core

Présentation :



1	Option frein
2	Boitier
3	Contrôleur sécuritaire
4	Moteur BLDC PM
5	Réducteur planétaire 1, 2 ou 3 étage(s)

Caractéristiques principales :

Sortie d'arbre moteur	Claveté, Ø 14 mm
Usage typique	Convoyage ou levage sécuritaire
Indice IP	IP66 (boîtier électronique)
Tension nominale	24 VDC
Moteur	BLDC PM
Puissance nominale	Jusqu'à 250 W (S1)
Transmission	sans, 1, 2 ou 3-étages
Option(s)	Frein de stationnement /B

Transmissions disponibles :

Référence commerciale	Product ID	Stage(s)	Ratio (exact value)	Nominal speed (rpm)	Nominal torque (Nm)
EW2A-000N00x	ezSWDcore.0x/C	0	1	1400	1.7
EW2A-000N04x	ezSWDcore.4x/C	1	4 (3.71)	370	5.0
EW2A-000N14x*	ezSWDcore.14x/C	2	14 (13.73)	100	17
EW2A-000N25x	ezSWDcore.25x/C		25 (25.01)	56	25
EW2A-000N50x	ezSWDcore.50x/C	3	50 (50.89)	28	25
EW2A-000N99x	ezSWDcore.100x/C		100 (99.51)	14	25

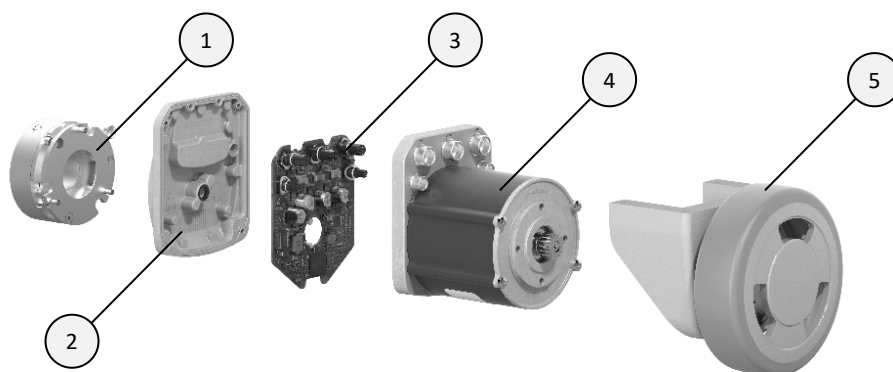
*référence commerciale standard

Valeurs de la référence standard **EW2A-000N14x** :

Vitesse	0 à 130 rpm
Performance nominale	17 Nm à 100 rpm
Couple de pointe	37 Nm
Transmission	Planétaire – 2 étages ratio 14:1 valeur exacte $(63/17)^2$

SWD® 125

Présentation :



1	Option frein
2	Boitier
3	Contrôleur sécuritaire
4	Moteur BLDC PM
5	Roue Ø 125 mm avec réducteur intégré

Caractéristiques principales :

Format roue	Ø125 mm
Type de bandage	PU 80 sh. A - Profilé plat
Charge verticale max.	250 kg

Usage typique	Robot jusqu'à 500 kg à 2m.s ⁻¹
Indice IP	IP66 (boîtier électronique)
Moteur	BLDC PM
Puissance nominale	Jusqu'à 200 W (S1)
Transmission	1 ou 2-étages
Option(s)	Frein de stationnement /B

Transmissions disponibles :

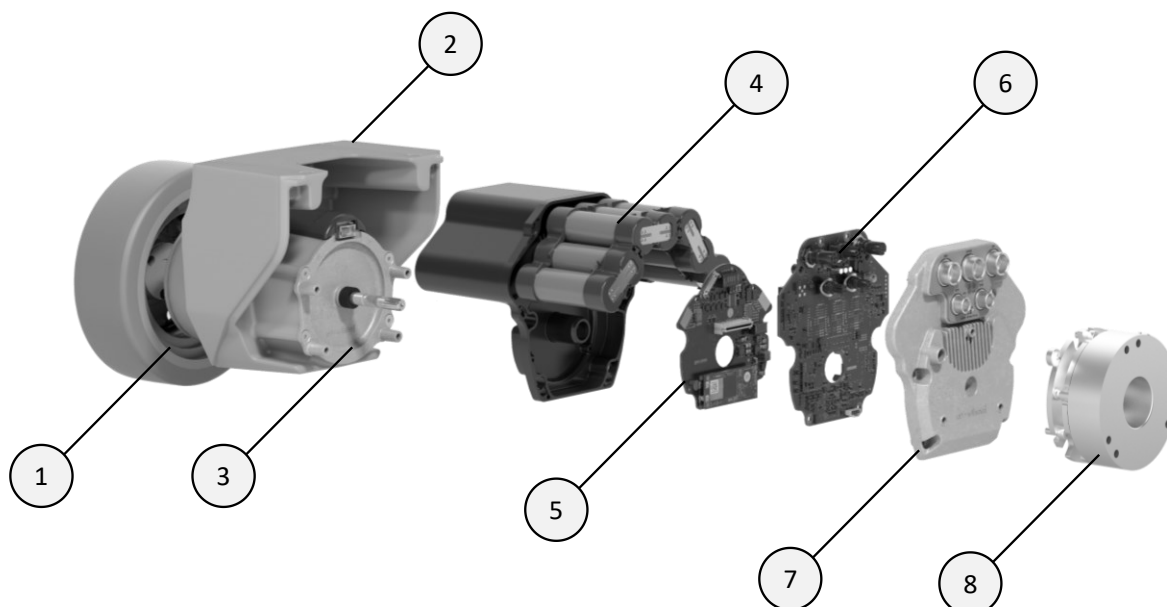
Référence commerciale	Product ID	Stage(s)	Ratio (exact value)	Nominal speed (rpm)	Nominal torque (Nm)
EW2A-125HN04x*	ezSWD125IM.4x/C	1	4 (3.65)	380	7.9
EW2A-125HN14x	ezSWD125IM.14x/C	2	14 (13.53)	100	27

*référence commerciale standard

Valeurs de la référence standard **EW2A-125HN04x** :

Vitesse	0 à 11 km/h
Effort de poussée	20 daN – déplace 500 kg
Performance nominale	7.9 Nm à 380 rpm
Couple de pointe	13 Nm
Transmission	Planétaire- 1 étage ratio 4:1 valeur exacte 62/17

SWD® 150



1	Roue Ø 150 mm avec réducteur intégré
2	Structure porteuse en fonte
3	Moteur BLDC PM
4	Cellules batterie

5	BMS
6	Contrôleur sécuritaire
7	Boitier
8	Option frein

Caractéristiques principales :

Format roue	Ø 150 mm
Type de bandage	PU 92 sh. A - Profilé plat
Charge verticale max.	700 kg
Usage typique	Robot jusqu'à 1 500 kg par moteur à 1m.s ⁻¹
Indice IP	IP66 (boîtier électronique)
Tension nominale	24 VDC
Moteur	BLDC PM
Puissance nominale	185 W (S1)
Transmission	2-étages
Option(s)	Batterie interne 100 Wh Frein de stationnement /B

Transmissions disponibles :

Référence commerciale	Product ID	Stages	Ratio (exact value)	Nominal speed (rpm)	Nominal torque (Nm)
EW2A-150Hx14x*	ezSWD150IH.14x/Cx	2	14 (13.73)	100	23
EW2A-150Hx25x	ezSWD150IH.25x/Cx		25 (25.01)	56	42


*référence commerciale standard

Valeurs de la référence standard **EW2A-150Hx14x** :

Vitesse	0 à 3,7 km/h
Effort de poussée	60 daN – déplace 1 500 kg
Performance nominale	23 daN à 100 rpm
Couple de pointe	45 Nm
Transmission	Planétaire - 2 étages ratio 14:1 valeur exacte (63/17) ²

3.2. Fonctions de sécurité

Déconnexion du couple moteur	STO (Safe Torque Off) - up to SIL3/PLe/Cat4
-------------------------------------	---

Contrôle moteur	SMS (Safe Maximum Speed), SLS (Safe Limited Speed), SLSa ¹ ,SDI - (Safe Direction) up to SIL2/PLd/ Cat3	
Freinage	SBC (Safe Brake Control) up to SIL2/PLd/Cat3, SBU ² - (Safe Brake Unlock) up to SIL2/PLd/Cat3	
Codeur	30 ppr (motor shaft, before reduction) - SIL2/PLd/Cat3	
Interface	CANopen Safety® Safety Inputs, OSSDs compliant	

3.3. Conditions d'utilisation

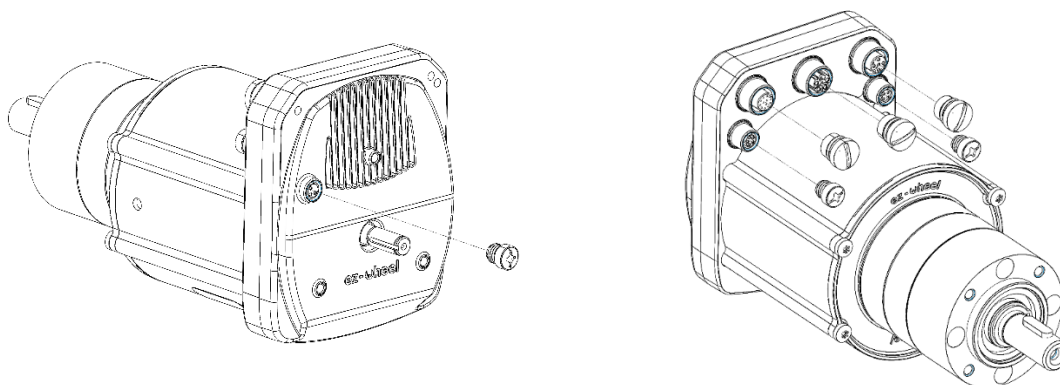
Températures	0 to +40°C
Indice IP	IP66 (boîtier électronique)
Période de maintenance	5 years ³

⚠ Le produit est destiné à être intégré dans une machine. Il est recommandé de capoter la machine pour éviter l'accès direct des utilisateurs finaux à la motorisation.

Étanchéité du produit

Pour garantir la durée de vie des produits **SWD**®, nous recommandons de boucher les connecteurs non utilisés par les bouchons de connecteurs fournis.

Des bouchons compatibles sont disponibles au catalogue IDEC ez-Wheel.



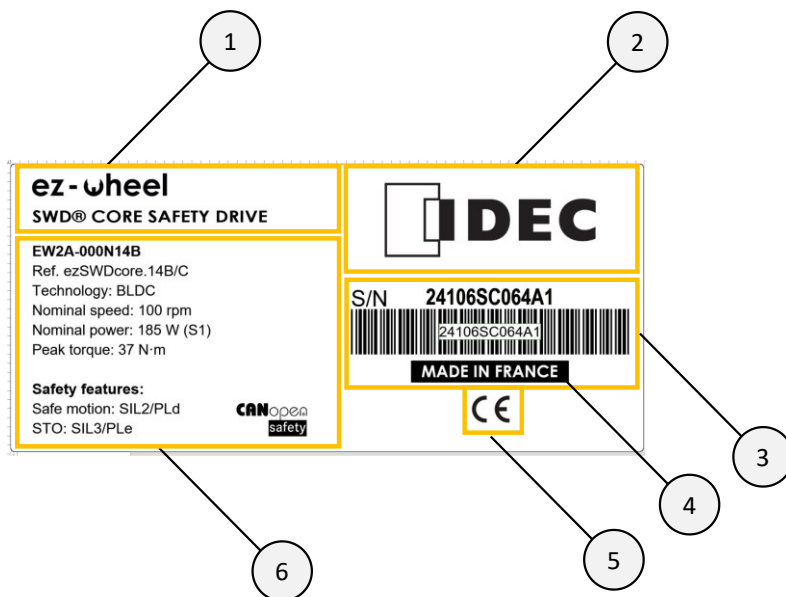
¹ SLSa, vitesse sûre asymétrique, fonction spécifique ez-Wheel®, non spécifiée par la norme CEI 61800-5-2.

² SBU, désengagement sûr du frein, fonction spécifique ez-Wheel®, non spécifiée par la norme CEI 61800-5-2.

³ Les valeurs de référence, basées sur des conditions standard de test, peuvent varier en fonction des différents cas d'usage.

3.4. Etiquette du produit

Exemple d'étiquette pour le produit **SWD® Core EW2A-000N14B** :



1	Identification de la famille de produit et de la gamme
2	Identification du fabricant et de la marque commerciale
3	Code article
4	Origine géographique du produit
5	Pictogramme réglementaire
6	Reference commerciale, Performance du moteur, Fonctions sécuritaires

3.5. Applications

Les produits **SWD®** sont destinés aux applications de déplacement de charges contrôlées en vitesse, pour lesquelles l'appréciation du risque justifie la mise en œuvre d'une supervision sûre des mouvements.

- Robots mobiles
- Navettes à palettes
- Chariots à levage
- Convoyeurs



4. Synoptique

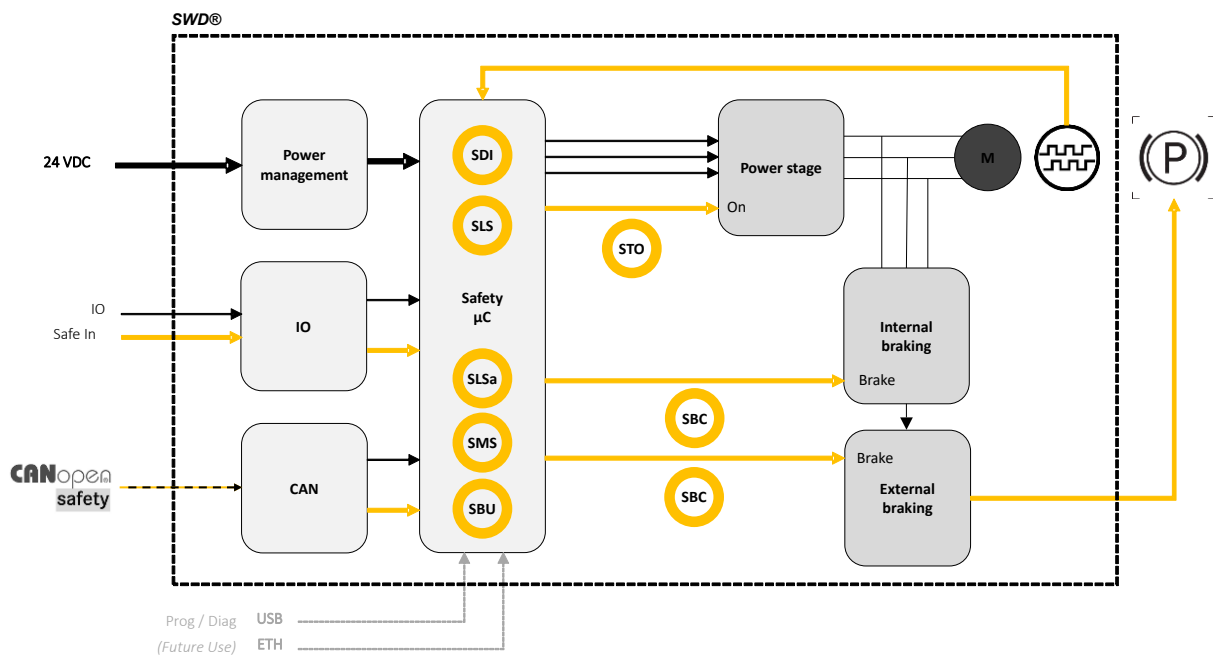


Figure 1 - Synoptique général du produit

⚠ Les fonction SBC, SLSa, SMS et SBU sont implémentées à partir de la version logiciel 'Firmware 2.0.x'

	Moteur et Réducteur
	Codeur de sécurité
	Frein externe de sécurité

5. Interfaces

5.1. Vue d'ensemble

Identification des ensembles mécaniques

SWD® Core

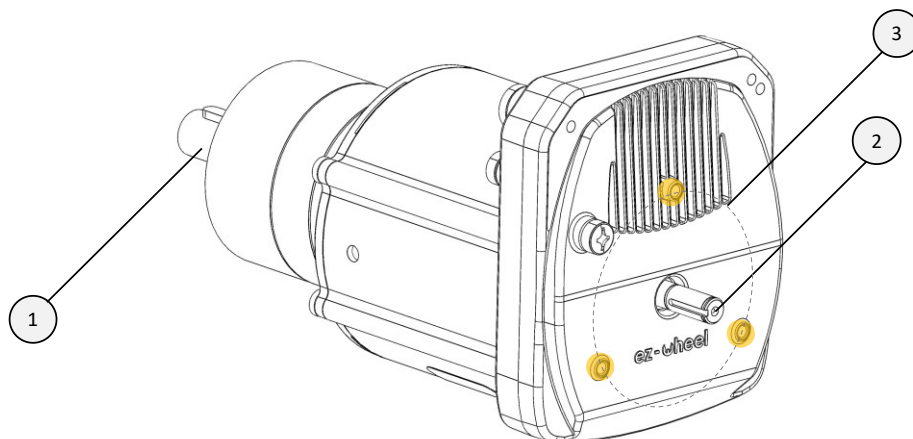


Figure 2 - Vue d'ensemble des interfaces mécaniques – SWD® Core

1	Bride de montage du réducteur
2	Axe de montage du frein
3	Plots de montage du frein

SWD® 125

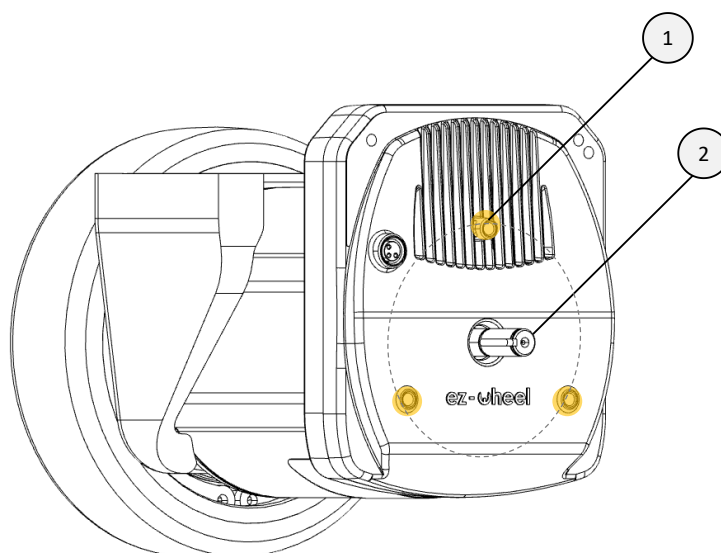


Figure 3 - Vue d'ensemble des interfaces mécaniques – SWD® 125

1	Plots de montage du frein
2	Axe de montage du frein

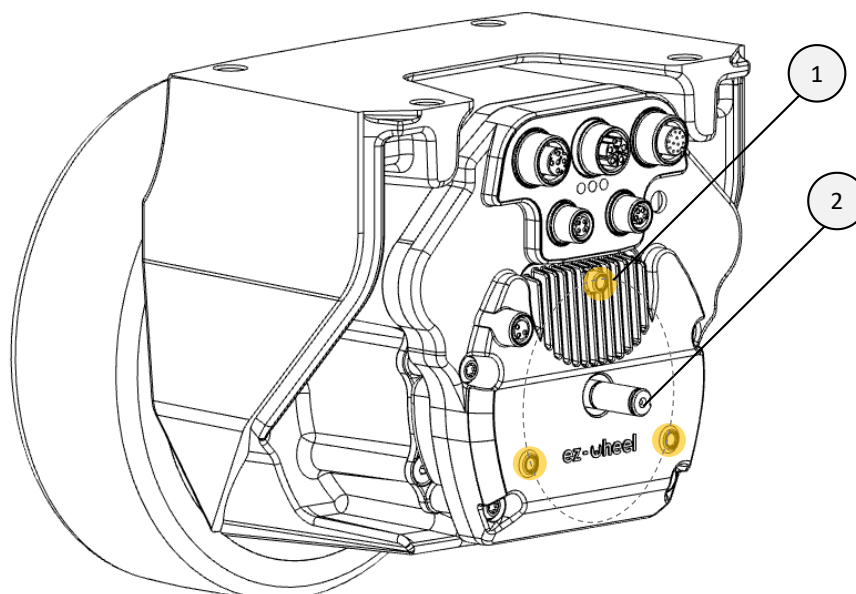
SWD® 150

Figure 4 - Vue d'ensemble des interfaces mécaniques – SWD® 150

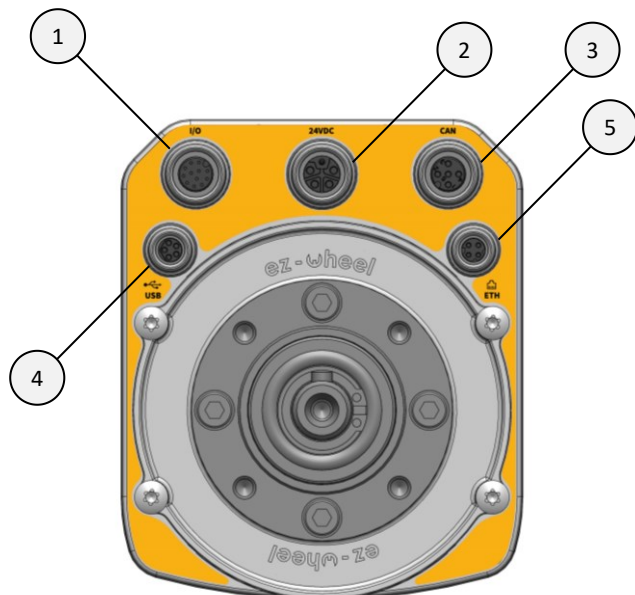
1	Plots de montage du frein
2	Axe de montage du frein

Identification des connecteurs et LEDs

SWD® Core

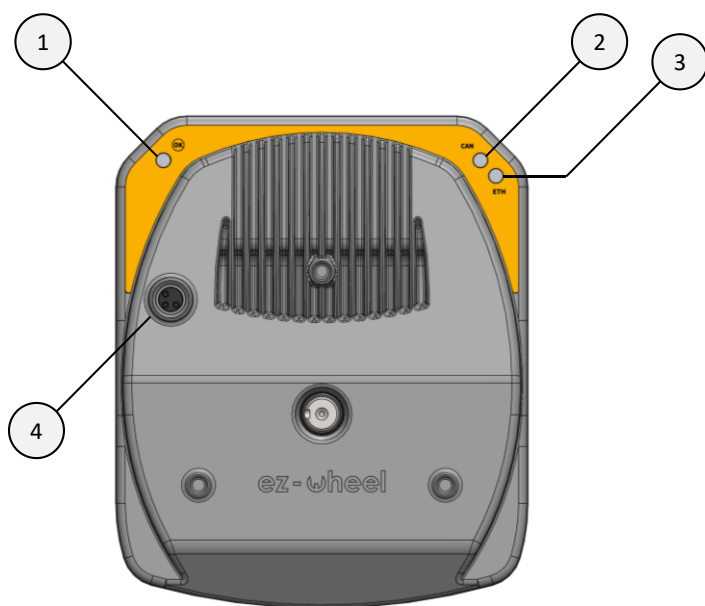
Et,

SWD® 125



1	Connecteur I/O
2	Connecteur 24VDC
3	Connecteur CAN
4	Connecteur USB
5	Connecteur ETH (Réservé à un usage futur)

Figure 5 - Identification des connecteurs



1	LED Statut
2	LED CAN
3	LED ETH (Réservé à un usage futur)
4	Connecteur frein

Figure 6 - Vue arrière, identification des LEDs et du connecteur frein

SWD® 150

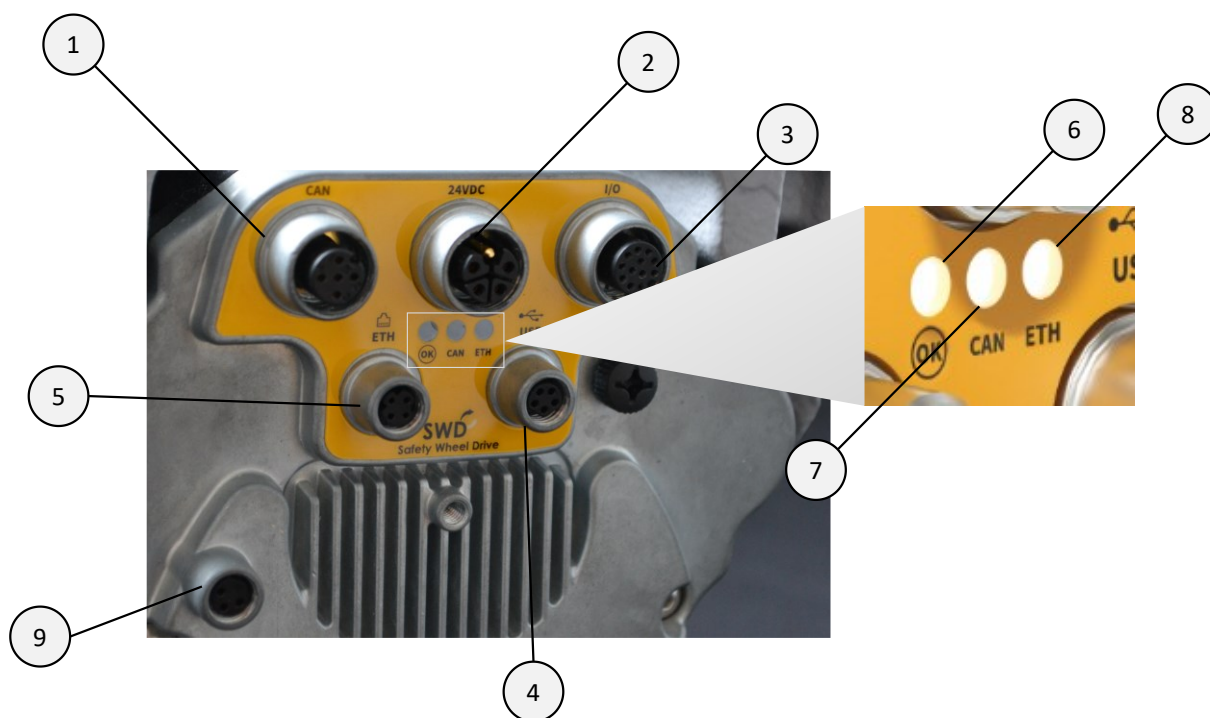


Figure 7 - Identification des connecteurs et des LEDs – SWD® 150

1	Connecteur CAN
2	Connecteur 24VDC
3	Connecteur I/O
4	Connecteur USB
5	Connecteur ETH <i>(Réservé à un usage futur)</i>
6	LED Status
7	LED CAN
8	LED ETH <i>(Réservé à un usage futur)</i>
9	Connecteur frein

5.2. Connecteurs

L'utilisation de câbles blindés est fortement recommandée ainsi qu'une longueur totale inférieure à 30 mètres pour le bus CAN.

Plan d'implantation des connecteurs

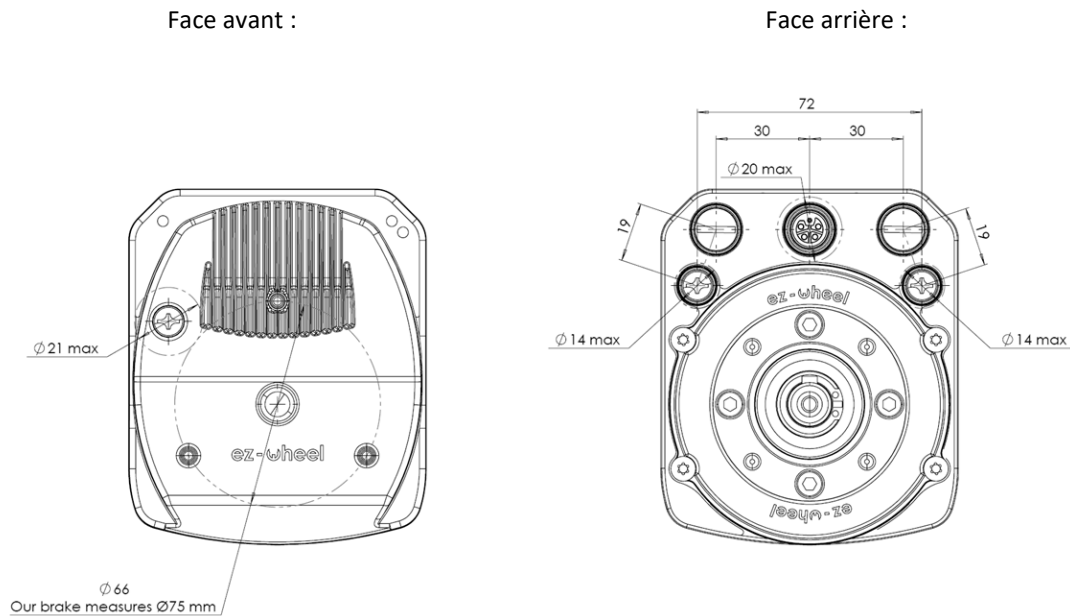


Figure 8 - Plan d'implantation des connecteurs

Connecteur I/O

Le connecteur I/O est de type M12, 12 pôles, codage-A, femelle. Il regroupe les entrées de sécurité (INSafe) et de mise en route du produit (STO). Il peut aussi servir d'interface CAN (en plus du connecteur CAN dédié), et de déport d'alimentation 24V pour des périphériques tierces.

Pin #	Désignation
1	CAN H
2	INSafe_4
3	CAN L
4	24 VDC sortie alimentation (2A) – si activée =
5	STO_1: (0V: Safe State / 24 VDC: Drive enable)
6	GND sortie alimentation (2A)
7	INSafe_1
8	STO_2: (0V: Safe State / 24 VDC: Drive enable)
9	INSafe_3
10	INSafe_2
11	GND IN (From external device)
12	ON : Tirer à GND pour mettre à ON (Réservé à un usage futur)

Ce connecteur ne peut être utilisé comme source d'alimentation du **SWD**[®]

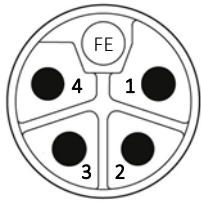
Les câbles suivants peuvent être utilisés pour s'interfacer au connecteur I/O :

- Câbles compatibles disponibles au catalogue IDEC ez-Wheel

Connecteur 24 VDC

Le connecteur d'alimentation 24 VDC est de type M12 Power, 5 pôles, codage-L (4+FE), femelle. Nous préconisons de mettre la source d'alimentation au plus proche du **SWD**[®] afin de limiter la dissipation de puissance dans les câbles. Une longueur maximale de cinq mètres entre la source d'alimentation et le **SWD**[®] est conseillée.

Pin #	Désignation
1	+ Alimentation 24 VDC (16A)
2	+ Alimentation 24 VDC (16A)
3	GND Alimentation (16A)
4	GND Alimentation (16A)
FE	Masse mécanique reliée au châssis




Les câbles suivants peuvent être utilisés pour s'interfacer au connecteur 24 VDC :

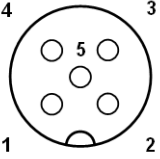
- Câbles compatibles disponibles au catalogue IDEC ez-Wheel
- Phoenix Contact SAC-5P-M12MSL/ 1,5-280 FE SH – 1414884, 1.5m
- Phoenix Contact SAC-5P-M12MRL/ 1,5-280 FE SH - 1414851, 1.5m (*Uniquement pour SWD[®]-150*)


Connecteur CAN

Le connecteur CAN est de type M12, 5 pôles, codage-A, femelle. Il peut servir d'interface CANopen et de déport d'alimentation 24V pour des périphériques tierces, comme des capteurs additionnels.

L'implantation est conforme à la norme CiA 303-1 sur les interfaces CAN standardisées.

Pin #	Désignation
1	Masse mécanique
2	24 VDC sortie alimentation (4A) - si activée = 
3	GND Alimentation (4A)
4	CAN H
5	CAN L



 Ce connecteur ne peut être utilisé comme source d'alimentation du **SWD**[®]

Les câbles suivants peuvent être utilisés pour s'interfacer au connecteur CAN :

- Câbles compatibles disponibles au catalogue IDEC ez-Wheel
- Phoenix Contact SAC-5P-MR/ 2,0-923 CAN SCO – 1419044, 2m
- TE Connectivity 2273100, 1.5m

Connecteur USB

Le connecteur USB est de type M8, 5 pôles, codage-B, femelle. Il sert uniquement pour la mise à jour et le diagnostic du produit, et ne doit être utilisé qu'avec l'accord explicite d'IDEC pour des raisons de sécurité, sous peine de perdre toute garantie.

Pin #	Désignation
1	V_USB
2	USB D+

3	USB D-	
4	GND USB	
5	USB Id (NC)	

Les câbles suivants peuvent être utilisés pour s'interfacer au connecteur USB :

- Câbles compatibles disponibles au catalogue IDEC ez-Wheel
- Phoenix Contact SAC-5P-M 8MSB/ 1,5-115 – 1404461, 1.5m
- Phoenix Contact SAC-5P-M 8MS/ 2,0-920 – 1575712, 2.0m
- Phoenix Contact SAC-5P-M 8MR/920/... – 1575903 'Made to order.'

Connecteur ETH

Le connecteur ETH est réservé à un usage futur et ne doit pas être connecté.

Connecteur Frein externe

Le connecteur de frein externe est de type M8, 3 pôles, codage-A, femelle. Il est utilisé pour brancher un frein électromécanique, actionné par la sortie SBC (Safe Brake Control)⁴.

Pin #	Désignation	
1	Command SBC	
3	V_SBC	
4	GND_SBC	

Consultez votre revendeur pour obtenir un frein compatible avec votre produit.

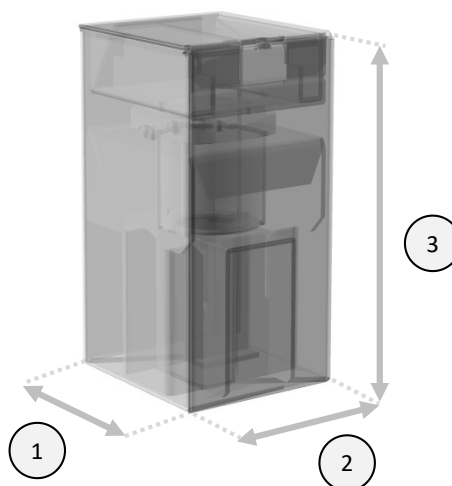
⁴ Implémenté à partir de la version logiciel 'Firmware' (2.0.x)

6. Information et montage mécaniques

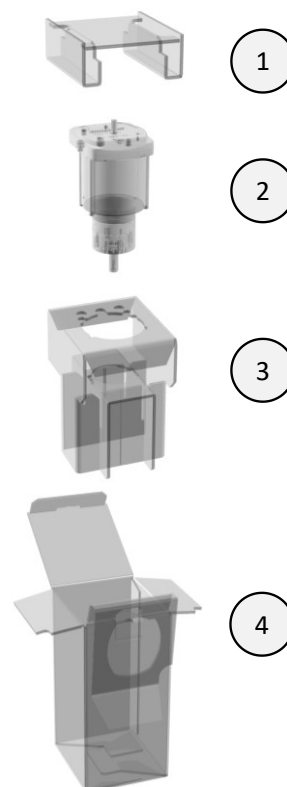
6.1. Dimensions du conditionnement et contenu du pack

SWD® Core

1	Profondeur : 170 mm
2	Largeur : 150 mm
3	Hauteur : 306 mm



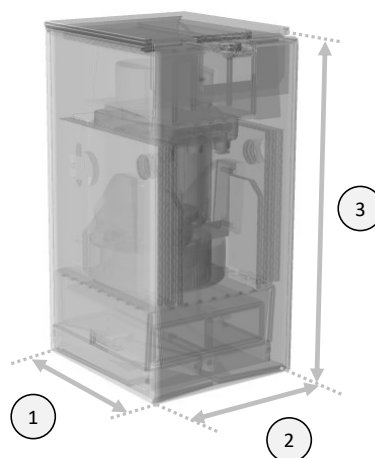
1	Cale supérieure
2	Produit SWD® Core
3	Cale inférieure
4	Conditionnement



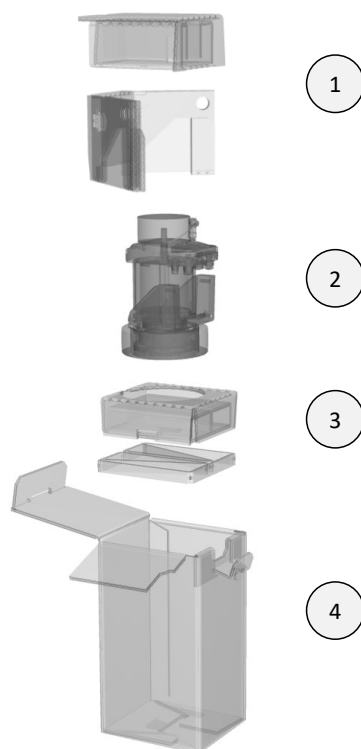
- ⚠ Pour toutes les opérations de logistique du moteur seul, utiliser de préférence le conditionnement d'origine.
- ⚠ Ce conditionnement n'est pas prévu pour un envoi unitaire (risque de dommages sur le produit). En cas d'envoi du colis seul : prévoir une protection supplémentaire.

SWD® 125

1	Profondeur : 170 mm
2	Largeur : 150 mm
3	Hauteur : 310 mm



1	Cale supérieure
2	Produit SWD® 125
3	Cale inférieure
4	Conditionnement



SWD® 150

Définition du packaging en cours.

6.2. Dimensions hors tout et poids⁵

SWD® Core

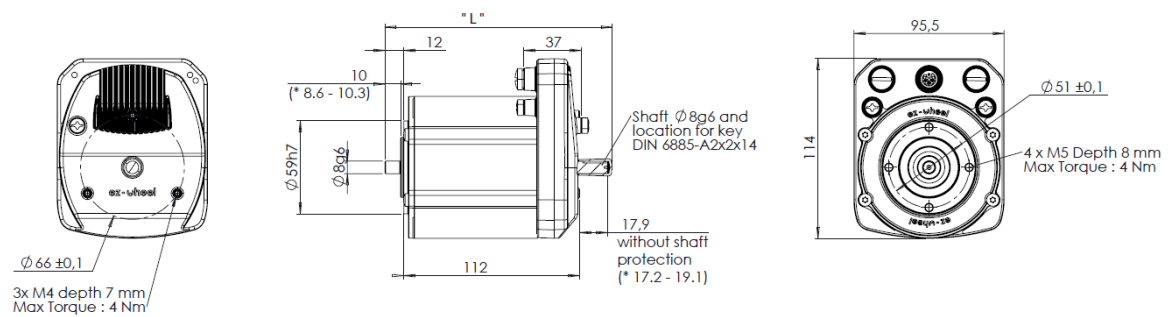


Figure 9 - Dimensions hors tout – SWD® Core nu

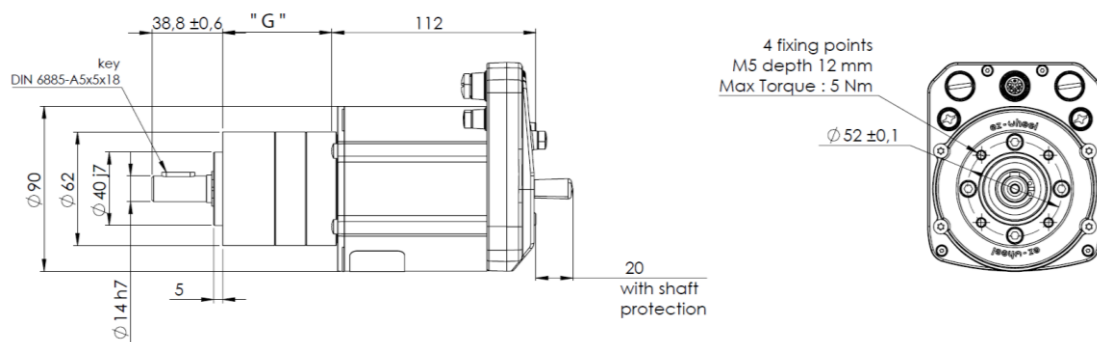


Figure 10 - Dimensions hors tout – SWD® Core avec réducteur(s)

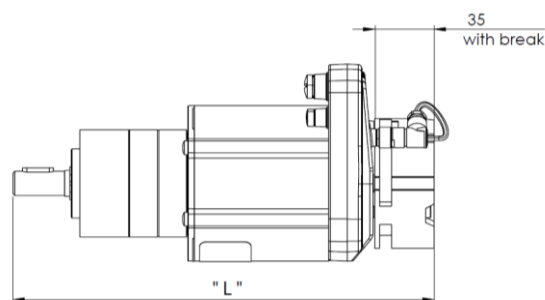


Figure 11 - Dimensions hors tout - SWD® Core - avec frein externe

⁵ Valeurs indicatives +/- 10%

Gearbox Dim "G" ± 0.3 (mm)			Avec frein externe	Dim "L" ± 2 (mm)	Poids ± 10% (kg)
1-stage	2-stages	3-stages			
-	-	-	✗	144	2.7
42.9	-	-	✗	214	3.5
42.9	-	-	✓	229	4.1
-	59.8	-	✗	231	3.6
-	59.8	-	✓	246	4.4
-	-	76.8	✗	248	3.9
-	-	76.8	✓	263	4.7

SWD® 125

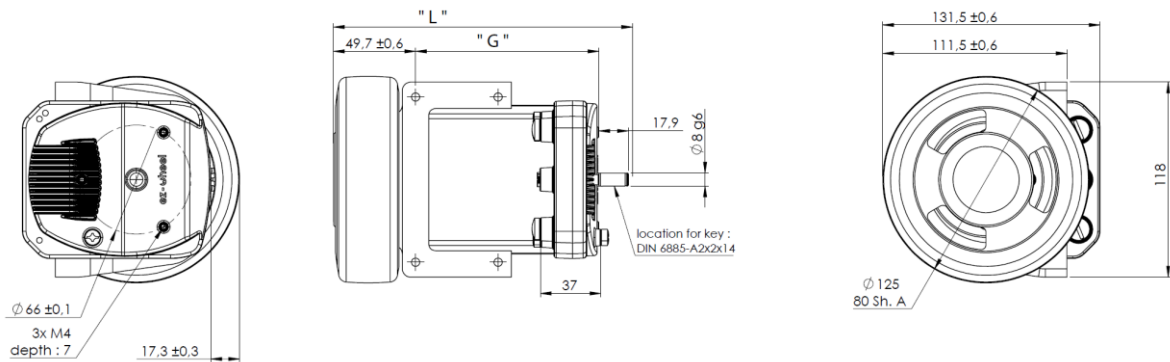


Figure 12 - Dimensions hors tout – 'SWD® 125 1-stage'

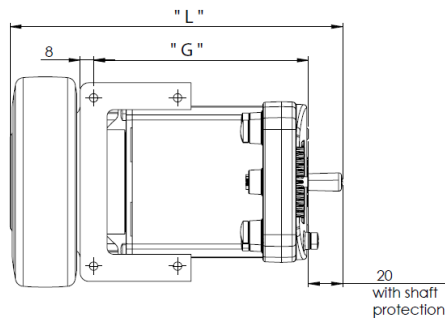


Figure 13 - Dimensions hors tout – 'SWD® 125 2-stages'

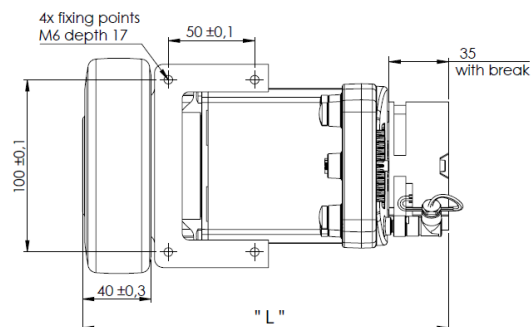


Figure 14 - Dimensions hors tout – 'SWD® 125 2-stages' et frein externe

Gearbox Dim "G" ± 0.3 (mm)		Avec frein externe	Dim "L" ± 2 (mm)	Poids ± 10% (kg)
1-stage	2-stages			
111	-	x	181	6.2
111	-	✓	196	7
-	128	x	198	6.5
-	128	✓	213	7.3

SWD® 150

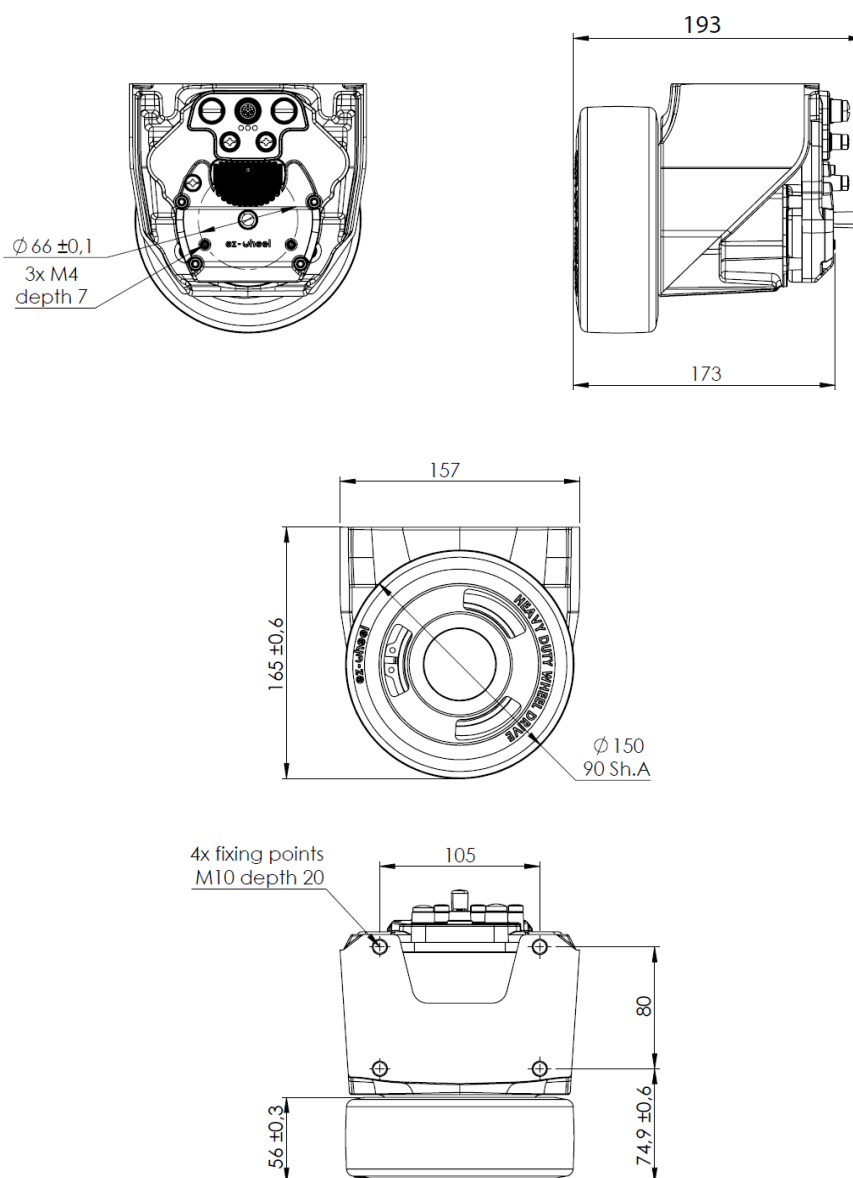


Figure 15 - Dimensions hors tout – 'SWD® 150 2-stages'

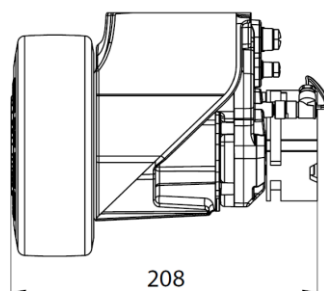


Figure 16 - Dimensions hors tout – ‘SWD® 150 2-stages’ avec frein externe

SWD® 150 versions	Poids ± 10% (kg)
SWD® 150 avec gearbox 2-stages	10.5
SWD® 150 avec gearbox 2-stages et frein externe	11.3

6.3. Spécifications mécaniques de montage et d'utilisation

SWD® Core

Recommandation de montage du SWD® Core nu (sans réducteur)

Pour tout montage spécifique sur l'axe moteur, nous consulter.

- i** **NE JAMAIS** taper ou frapper sur l'axe !
- i** **NE JAMAIS** exercer d'effort au-delà des valeurs indiquées au paragraphe **Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable.**
 - o ATTENTION : le montage d'arbre hélicoïdaux peut entraîner des efforts axiaux supplémentaires !
- i** **NE JAMAIS** effectuer de modification mécanique de l'axe ou du pallier.
- i** **NE JAMAIS** serrer les vis jusqu'en butée (trous borgnes).
- i** **NE JAMAIS** excéder le couple maximum de serrage.
- i** La position axiale de l'arbre moteur peut varier légèrement durant le fonctionnement (cf. *plan ci-dessous).

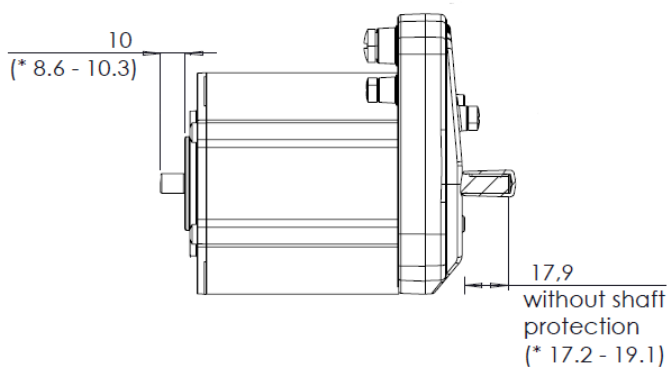


Figure 17 - Tolérance sur l'arbre moteur - SWD® Core nu

Caractéristiques de sortie

Charge radiale max. (Médiane de l'arbre de sortie)	330 N
Charge axiale max. (En fonctionnement)	220 N
Effort axial max. sur l'axe au montage	Consultez votre revendeur

Suivant le mode de montage sur l'arbre moteur un outillage spécifique peut être nécessaire.

Consultez votre revendeur pour plus d'information.

Cas spéciaux :

Veuillez nous consulter pour connaître les charges maximales admissibles pour des cas non définis ci-dessus.

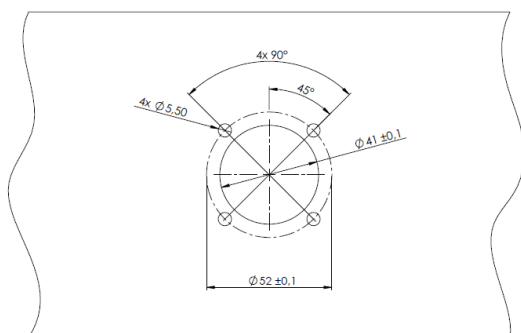
Par exemple :

- Charge radiale non centrée
- Charge axiale et radiale combinée

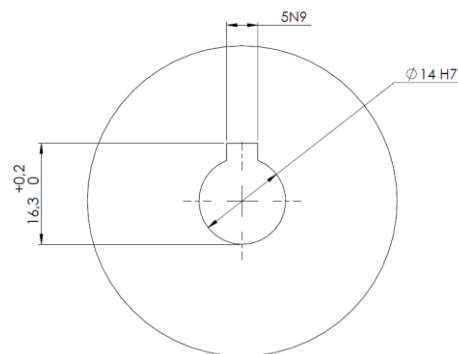
⚠ La face avant du moteur présente un indice de protection **IP20**



Recommandations d'implantation machine du **SWD® Core avec réducteur**



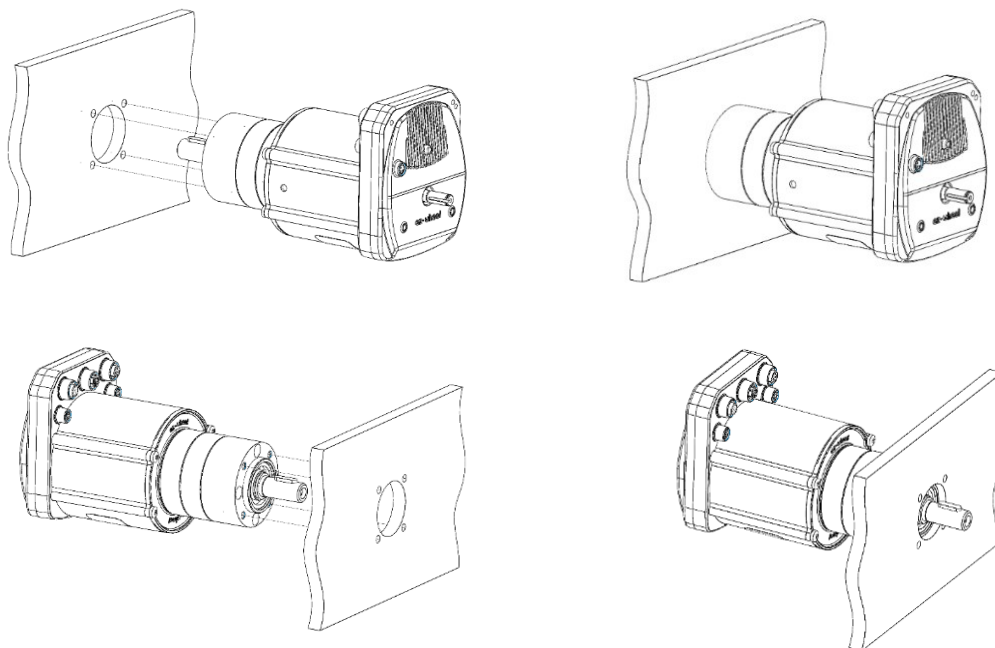
Interface **SWD® Core**



Interface transmission moteur

Présenter le produit **SWD® Core** sur l'interface machine jusqu'à mise en butée sur la surface plane. A l'aide de 4 vis M5 (non fournies) serrer le produit sur l'interface machine.

i **NE JAMAIS** utiliser de marteau pour mettre en place le produit !



Conditions d'installation nécessaires :

- Couple de serrage des 4 vis M5 (non fournies) : 5 Nm.
- Longueur de filetage en prise dans le produit : 8 - 10 mm.
- Utilisation de frein filet et/ou rondelles frein (non fournis).

Pour une étanchéité supérieure à IP53, ou IP20 pour les versions sans réducteur, étanchéifier le roulement d'arbre par l'application de joint entre l'interface machine (x4) et le produit **SWD® Core** (coté **SWD® Core**) et entre l'interface client et l'application client (coté client). Cette étanchéité étant différente pour chaque application, nous laissons le soin à chaque intégrateur de mettre en place les solutions nécessaires à son application.

Caractéristiques de sortie

Version standard du **SWD® Core** :

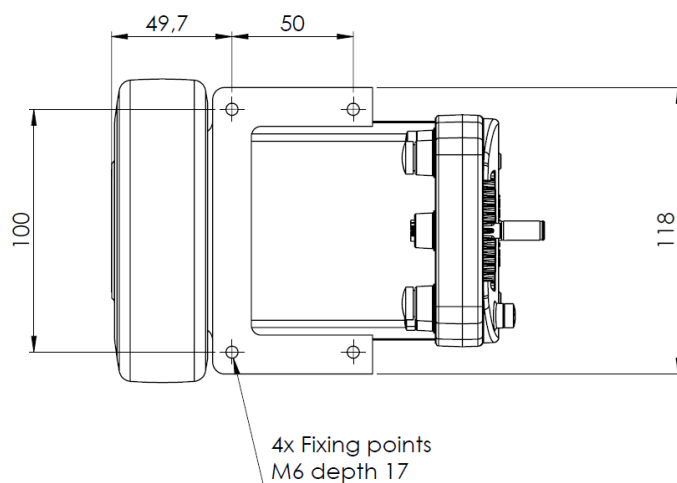
Charge radiale max. (Médiane de l'arbre de sortie)	360 N
Charge axiale max. (En fonctionnement)	100 N
Effort axial max. sur l'axe au montage	1 000 N

Autres versions disponibles :

	Transmission		
	1-stage	2-stages	3-stages
Charge radiale max. (Médiane de l'arbre de sortie)	240 N	360 N	520 N
Charge axiale max. (En fonctionnement)	70 N	100 N	150 N
Effort axial max. sur l'axe au montage	1000 N	1 000 N	1000 N

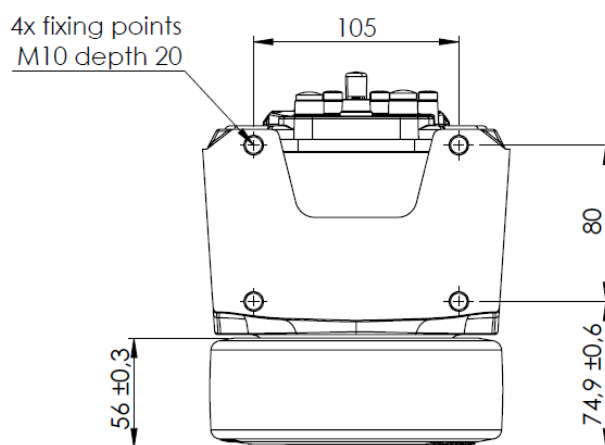
SWD® 125

Recommandations d'implantation machine du **SWD® 125**



SWD® 150

Recommandations d'implantation machine du **SWD® 150**



7. Voyants d'état du SWD®

7.1. Mode d'affichage des voyants du SWD®

Les voyants fonctionnent suivant les états d'affichage normalisés dans le standard CiA 303-3.

Etat du voyant LED	Description
LED on	La LED est allumée
-	La LED est éteinte
LED scintillante	La LED clignote à environ 10 Hz (50 ms on / 50 ms off)
LED clignotante	La LED clignote à environ 2,5 Hz (200 ms on / 200 ms off)
LED simple flash	La LED montre 1 flash, suivi d'un arrêt long (200 ms on / 1000 ms off)
LED double flash	La LED montre 2 flash, suivis d'un arrêt long (200 ms on / 200 ms off 200 ms on / 1000 ms off)
LED triple flash	La LED montre 3 flash, suivis d'un arrêt long (200 ms on / 200 ms off 200 ms on / 200 ms off 200 ms on / 1000 ms off)
LED quadruple flash	La LED montre 4 flash, suivis d'un arrêt long (200 ms on / 200 ms off 200 ms on / 200 ms off 200 ms on / 200 ms off 200 ms on / 1000 ms off)

Dans les phases de mise à jour du **SWD®** (bootloader), l'affichage du voyant de bus CAN est désactivé.

7.2. Affichage du voyant d'état Status LED

Le voyant d'état du **SWD®** (Status LED) est un voyant bicolore rouge ou vert qui indique le statut défini par la machine à états du standard CiA 402 :

Etat CiA 402		LED verte	LED rouge
Not Ready to switch on	(En cours)	LED simple flash	-
Not Ready to switch on	(Erreur d'initialisation)	-	LED simple flash
Switch on disabled		LED double flash	-
Ready to switch on		LED triple flash	-
Switched on		LED clignotante	-
Operation enabled		LED on	-
Operation enabled	(STO actif)	-	LED on
Quick stop active		LED on	LED double flash
Fault reaction active		LED scintillante	LED scintillante
Fault		-	LED clignotante

Dans les phases de mise à jour du **SWD®** (bootloader), le voyant LED Status est orange fixe (vert + rouge), et rouge si la mise à jour a échoué⁶.

⁶ Only for **SWD®** products manufactured since October 2023

7.3. Affichage du voyant d'état du bus CAN

Le voyant d'état du bus CAN (CAN LED) est un voyant bicolore rouge ou vert qui indique l'état opérationnel du bus CANopen du **SWD**® :

Etat CANopen		LED verte	LED rouge
Bus Off		-	-
Initialisation	(En cours)	-	-
Initialisation	(Erreur d'initialisation)	-	LED clignotante
Pre-Operational		LED clignotante	-
Operational		LED on	-
Stopped		LED simple flash	-

8. Alimentation

8.1. Alimentation 32A

Une alimentation de deux fois 16 ampères (32A), est possible via le connecteur 24 VDC. Celui-ci permet de transmettre la puissance nécessaire au fonctionnement du **SWD**®.

Différentes causes d'erreurs peuvent survenir sur l'alimentation. Notamment, dans le cas d'une tension trop haute ou trop basse. Ou bien à la suite d'un courant trop important.

Les seuils d'alertes doivent être dépassés pendant une certaine durée avant d'être déclenchés (timeout). Les seuils d'erreurs quant à eux sont déclenchés immédiatement, déclenchant ensuite une commande de STO.

En fonction de la configuration de l'objet 'error behavior' (1029_h), une erreur change l'état NMT du nœud, contrairement à une alerte, qui ne l'affecte pas.

Les valeurs des seuils sont les suivants :

Type	Niveau	Seuils	Timeout	EMCY message
Sous-tension	Alerte	16 Volts	1000 ms	✓
	Erreur	14 Volts	-	✓
Surtension	Alerte	32 Volts	1000 ms	✓
	Erreur	34 Volts	-	✓
Sur-courant	Alerte	25 Ampères	1000 ms	✗
	Erreur	30 Ampères	-	✗

Certaines de ces erreurs envoient un message d'urgence sur le bus de type EMCY, comme décrit dans le tableau ci-dessus. Lorsque le niveau d'erreur est atteint, cela entraîne l'activation d'un STO et l'état NMT peut être affecté en fonction de la configuration de l'objet 'error behavior' (1029_h), par défaut le moteur bascule en état pré-opérationnel.

8.2. Alimentation 2A et 4A

Une alimentation 24 VDC sur le connecteur CAN de 4A et le connecteur I/O de 2A, est configurable. Celle-ci peut permettre d'alimenter des périphériques tierces, par l'intermédiaire d'un unique faisceau entre le périphérique et le **SWD**®.

Les objets 'control_ext_can_alim' (2400 01_h) et 'control_ext_canio_alim' (2400 02_h), permettent de configurer l'alimentation en 24V sur ces connecteurs.



2400: 01-02 _h : control_ext	Deactivated	Activated
Value	0	1

Il est possible qu'une erreur bloque le bon fonctionnement de l'alimentation, par exemple un courant demandé trop élevé. Les objets 'status_ext_can_alim' (2401 01_h) et 'status_ext_canio_alim' (2401 02_h) permettent de connaître l'état de l'alimentation sur ces connecteurs.

2401: 01-02 _h : status_ext	Deactivated	Activated
Value	0	1

L'objet retourne '0' si une erreur est survenue, sinon '1' si l'alimentation fonctionne correctement.

Index	Sub-index	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
2400h	01h	control_ext_can_alim	U8	0h	RW	-	-	0	255	1
2400h	02h	control_ext_canio_alim	U8	1h	RW	-	-	0	255	1
2401h	01h	status_ext_can_alim	U8	0h	RW	-	-	0	255	1
2401h	02h	status_ext_canio_alim	U8	0h	RW	-	-	0	255	1

-  Par défaut, l'alimentation sur le connecteur CAN IO est activée au démarrage.
-  Si la configuration est sauvegardée, celle-ci sera appliquée après un redémarrage, la configuration l'alimentation sera activée sur ce/ces connecteurs.

9. Bus CAN et Protocole CANopen

9.1. Caractéristique du bus

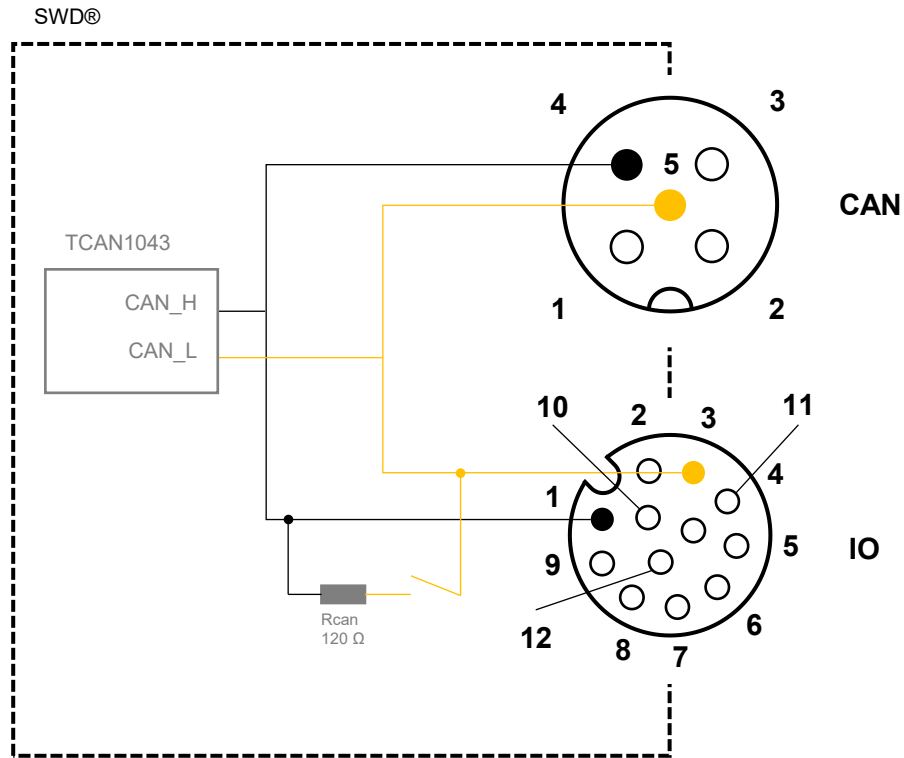


Figure 18 - Schéma électrique interne du bus CAN

9.2. Bitrate du nœud CAN (Baudrate)

Le Baudrate par défaut du **SWD®** est 1.000.000 bps. Cette valeur est configurable.

La configuration peut être réalisée de deux manières différentes (en mode NMT Pre-Op):

- Par l'intermédiaire de l'objet du dictionnaire **SWD®** 'Configure Bit Timing Parameters' 0x2100 :00h
- Par le protocole LSS⁷ (Layer Settings Services)

La configuration par le dictionnaire s'effectue en 3 étapes :

- Ecriture de la valeur correspondante au Baudrate choisi dans l'objet du dictionnaire 'Configure Bit Timing Parameters' 0x2100 :00h
- Enregistrement de la configuration des paramètres de communication (cf. 9.10)
- Chargement de la nouvelle configuration via la commande NMT 'Reset communication'

Lorsque qu'il a été enregistré, l'identifiant CANopen du **SWD®** est persistant à une perte d'alimentation, et sera utilisé au prochain démarrage.

⁷ Implémenté à partir de la version logiciel 'Firmware' (1.2.x)

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
2100 _h	0	Configure Bit Timing Parameters	U8	0 _h	RW	-	-	0	4	1

2100 _h : Configure Bit Timing Parameters	Value	Baudrate (bps)
	0	1.000.000
	1	800.000
	2	500.000
	3	250.000
	4	125.000

9.3. Identifiant du nœud CAN (Node-ID)

L'identifiant d'un nœud CANopen permet d'identifier un équipement sur le bus. A chaque identifiant est associé des identifiants de messages CAN par défaut.

L'identifiant par défaut du **SWD**[®] est 10_h, cette valeur est configurable.

La configuration de l'identifiant peut être réalisée de deux manières différentes (en mode NMT Pre-Op):

- Par l'intermédiaire de l'entrée dictionnaire 0x2101 sous-index 0x00
- Par le protocole LSS⁸ (Layer Settings Services)

La configuration par le dictionnaire s'effectue en 3 étapes :

- Ecriture du Node Id choisi dans l'entrée 2101_h
- Enregistrement de la configuration des paramètres de communication (cf. 9.10)
- Chargement de la nouvelle configuration via une commande NMT 'Reset communication'

Lorsque qu'il a été enregistré, l'identifiant CANopen du **SWD**[®] est persistant à une perte d'alimentation, et sera utilisé au prochain démarrage.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
2101 _h	0	Node Id	U8	10 _h	RW	-	-	1	127	1

- ⚠ La modification de l'identifiant du **SWD**[®] n'a pas d'impact sur la configuration des différents messages. Lors de la configuration du **SWD**[®], l'utilisateur doit veiller à la reconfiguration des paramètres de communication (PDO, SDO, ...).
- ⚠ Seuls les identifiants du message « *Heartbeat* » et du SDO server 1 sont mis à jour automatiquement lors de la reconfiguration du Node Id.

9.4. Résistance de terminaison

Lorsque le variateur est situé en extrémité de bus, la mise en place d'une résistance terminaison est nécessaire. La valeur de cette résistance doit être déterminée par rapport à la topologie du bus dans l'application.

La mise en place de la résistance de terminaison peut se faire simplement de 2 moyens :

- Ajouter une résistance de terminaison sur un des connecteurs du bus CAN entre CAN H et CAN L.
- En activant la résistance de terminaison interne au **SWD**[®].

⁸ Implémenté à partir de la version logiciel 'Firmware' (1.2.x)

Le variateur du **SWD**[®] inclut une résistance de terminaison de bus dont l'activation est configurable logiciellement.

- ⚠ La résistance interne est activée dans la configuration par défaut.
- ⚠ Lors de la phase de démarrage du variateur moteur ou lors d'un reset, la résistance est désactivée le temps de que la configuration choisie soit appliquée.

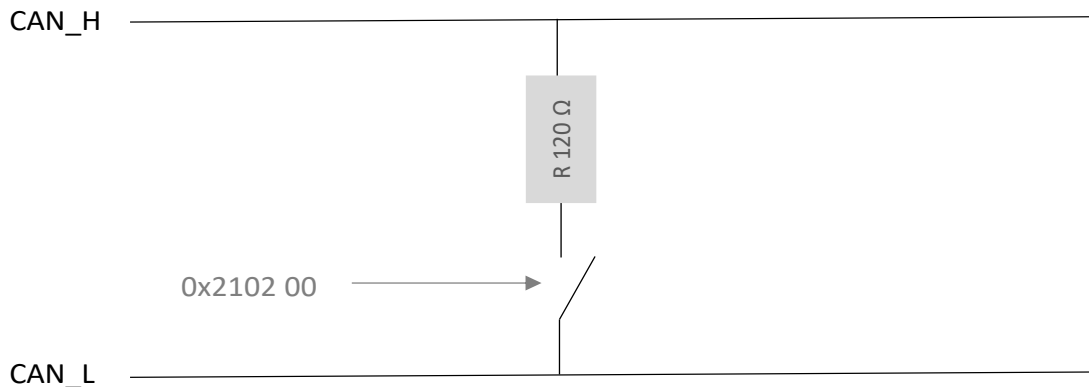


Figure 19 - Activation de la résistance de terminaison interne

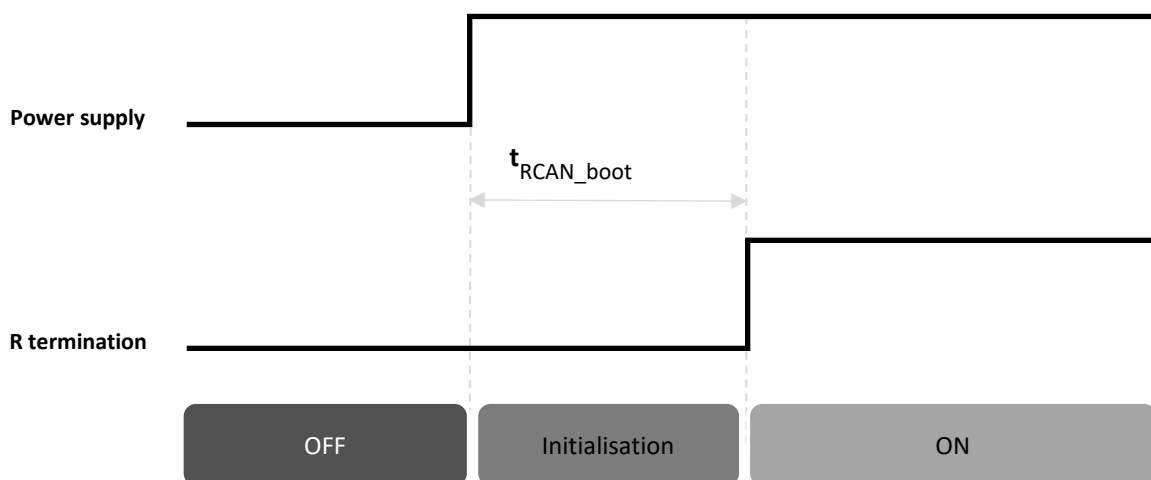


Figure 20 - Diagramme d'initialisation du bus CAN

		Min	Max	Valeur	Unité
R_{can}	Résistance de terminaison interne			120	Ω
t_{RCAN_boot}	Temps de mise en place de la configuration résistance interne au démarrage		<500		ms

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
2102 _h	00 _h	R Termination	BOOL	01 _h	RW	NO	-	0	1	1
2102_h: R Termination			Deactivated				Activated			
Value			0				1			

9.5. Identité du produit *SWD*[®]

Les données d'identification du *SWD*[®] sont décrites dans l'objet 1018_h suivant ce format :

Index	Sub-index	Name	Value	Data type
1018_h	00 _h	Number of entries	04 _h	Unsigned8
	01 _h	Vendor-ID	0000 0515 _h	Unsigned32
	02 _h	Product code	_ ⁹	Unsigned32
	03 _h	Revision number	_ ¹⁰	Unsigned32
	04 _h	Serial number	_ ¹¹	Unsigned32

9.6. Protocole NMT (Network Management) et Machine à états

Un nœud CANopen respecte une machine à état, qui correspond à son état de démarrage et de fonctionnement. Les transitions d'états peuvent être réalisées automatiquement, ou bien en réponse à une requête du nœud CANopen Master.

Le protocole NMT (Network Management) permet de faire réagir cette machine à état, et de connaître l'état NMT d'un nœud CANopen :

⁹ Specific ID according to the *SWD*[®] device used (e.g. ezSWDcore.14/C (EW2A-000N14A) has ID 3). Refer to the product itself.

¹⁰ Bit 31-16 is the major revision number. Bit 15-0 the minor revision number. Cf. release notes.

¹¹ Specific serial number, refer to the product itself. Caution encoded format differs from the sticker.

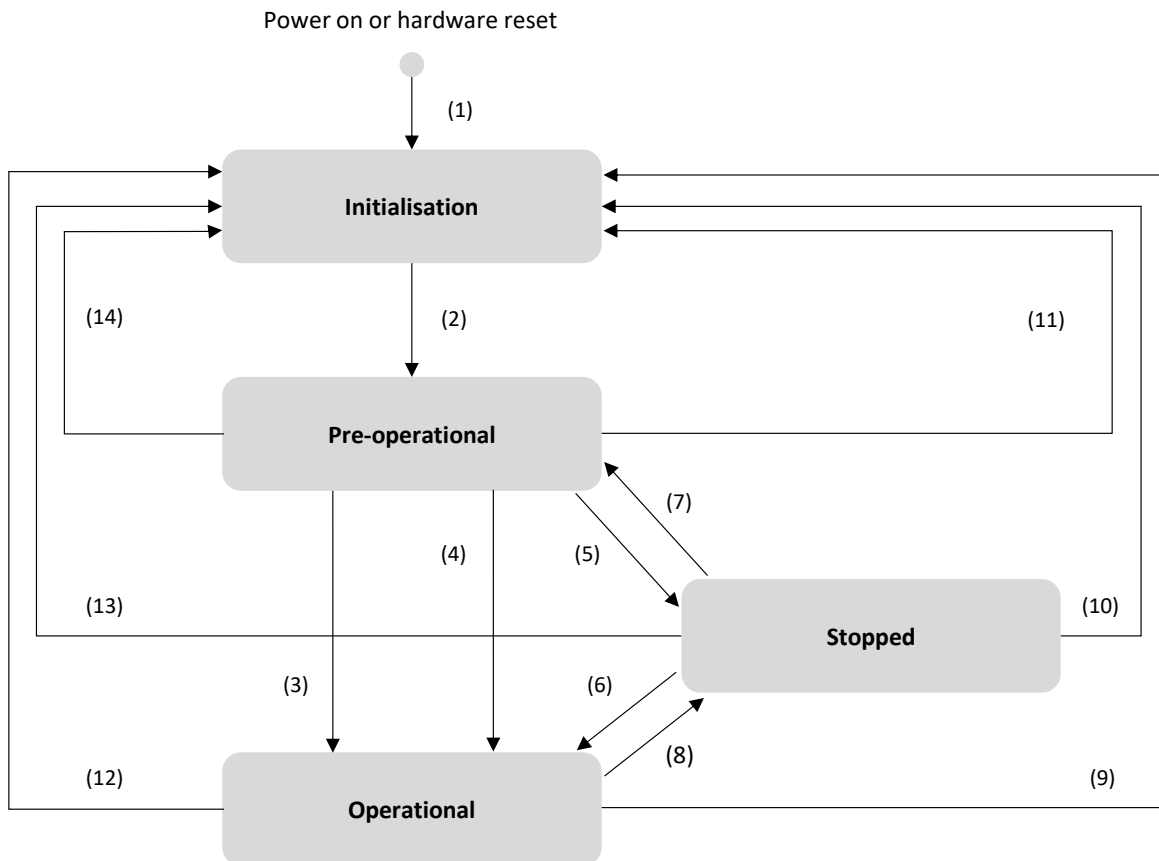


Figure 21 - Diagramme de machine à état NMT d'un périphérique CANopen

(1)	At Power on the NMT state initialization is entered autonomously
(2)	NMT state initialization finished – enter NMT state Pre-operational automatically
(3)	NMT service start remote node indication or by local control
(4), (7)	NMT service enter pre-operational indication
(5), (8)	NMT service stop remote node indication
(6)	NMT service start remote node indication
(9), (10), (11)	NMT service reset node indication
(12), (13), (14)	NMT service reset communication indication

La disponibilité des protocoles dépend de l'état du nœud, le tableau ci-dessous présente cette disponibilité :

	Pre-operational	Operational	Stopped
PDO		✓	
SDO	✓	✓	
NMT	✓	✓	✓
EMCY	✓	✓	
SRDO		✓	
SYNC	✓	✓	
Heartbeat	✓	✓	✓
Timestamp	Not supported		

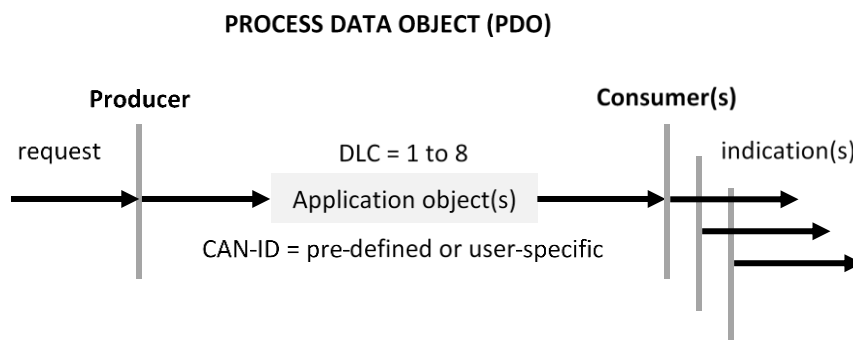
9.7. PDO (Process Data Object)

Les PDO sont des messages permettant l'échange de données en mode producteur/consommateur. Un nœud CANopen producteur émet un message qui sera consommé par un ou plusieurs nœud consommateur(s). Pour le producteur : le PDO est considéré comme un TPDO (T : Transmis), le même message est un RPDO (R : Reçu) pour le ou les consommateur(s).

Un message PDO est caractérisé par des paramètres de communication regroupant :

- Son identifiant sur le bus CAN (CAN-ID)
- Ses modes d'émission ou de réception
- Son activation

Et par des paramètres de mapping, décrivant l'ensemble des données transportées par le message.



Le **SWD**[®] supporte jusqu'à 8 PDOs en émission (TPDO) et 8 PDOs en réception (RPDO).

Paramètres de communication

Les paramètres de communication des PDOs permettent de définir si un message est activé, son identité sur le bus (CAN-ID), et ses conditions d'émission ou de réception.

Pour chacun des messages d'un nœud, une entrée du dictionnaire CANopen regroupe ses paramètres de communication. Les paramètres de communication des RPDOs sont accessibles à partir des index 1400_h jusqu'à 1407_h, et ceux concernant les TPDOs, des index 1800_h jusqu'à 1807_h.

La structure de configuration des paramètres de communication a le format suivant :

Index	Sub-index	Description	Data type
RPDOs: 1400 _h to 1407 _h	00 _h	Number of entries	Unsigned8
	01 _h	COB-ID	Unsigned32
	02 _h	Transmission type	Unsigned8
TPDOs: 1800 _h to 1807 _h	03 _h	Inhibit time	UNSIGNED16
	05 _h	Event timer	UNSIGNED16

COB-ID (:01h)

L'entrée COB-ID permet de spécifier :

- L'identité CAN-ID du message sur le bus
- La validation ou non du message

⚠ Le **SWD**[®] supporte les identifiants de message sur 11 bits CAN-ID ('CAN base frame'), et n'implémente pas l'envoi des TPDOs sur requête RTR.

Pour les RPDOs, le format du COB-ID est :

31	30	29	28	11	10	0
Valid	RTR -	Frame 0 _h	29-bit CAN-ID -	11-bit CAN-ID		
MSB						LSB

Bit(s)	Value	Description
Valid	0_b	PDO exists / is valid.
	1_b	PDO does not exist / is not valid
<i>RTR</i>	-	<i>Ignored</i>
<i>Frame</i>	0 _b	<i>11-bit CAN-ID valid (CAN base frame)</i>
29-bit CAN-ID	-	<i>Ignored</i>
11-bit CAN-ID	x	11-bit CAN-ID of the CAN base frame

Pour les TPDO, le format du COB-ID est :

31	30	29	28	11	10	0
Valid	RTR 1 _h	Frame 0 _h	29-bit CAN-ID -	11-bit CAN-ID		
MSB						LSB

Bit(s)	Value	Description
Valid	0_b	PDO exists / is valid.
	1_b	PDO does not exist / is not valid
<i>RTR</i>	1 _b	<i>No RTR allowed on TPDO (RTR shall not be used with CANopen)</i>
<i>Frame</i>	0 _b	<i>11-bit CAN-ID valid (CAN base frame)</i>
29-bit CAN-ID	-	<i>Ignored</i>
11-bit CAN-ID	x	11-bit CAN-ID of the CAN base frame

Transmission type (:02h)

Le paramètre de type de transmission d'un PDO spécifie le mode de transmission, ainsi que le mode de déclenchement. Le **SWD**[®] supporte uniquement le déclenchement sur message synchrone (SYNC).

La transmission d'un message est déclenchée par la réception du message de synchronisation (SYNC). La condition de déclenchement peut se configurer sur le nombre de messages (SYNC) reçus avant émission.

Value	Description	Supported
00 _h	Acyclic synchronous: <i>Triggered when the SYNC message is received and one of the mapped process data has changed its value after the last transmission.</i>	<input type="checkbox"/>
01 _h	Cyclic synchronous (every sync)	<input checked="" type="checkbox"/>
02 _h	Cyclic synchronous (every 2 nd SYNC)	
03 _h	Cyclic synchronous (every 3 rd SYNC)	
04 _h	Cyclic synchronous (every 4 th SYNC)	
(...)	(...)	
F0 _h	Cyclic synchronous (every 240 th SYNC)	
F1 _h	Reserved	
(...)		
FB _h		
FC _h	Synchronous RTR only: <i>not recommended anymore</i>	<input type="checkbox"/>
FD _h	Asynchronous RTR only: <i>not recommended anymore</i>	
FE _h	Asynchronous: <i>Triggered by an internal event (e.g. change-of-state of one of the mapped process data or elapsing of the event-timer or any other event). The device manufacturer specifies the internal event triggering the TPDO transmission.</i>	
FF _h	Asynchronous: <i>As before, but the CiA profile specifies the internal event triggering the TDPO transmission.</i>	

Le type de transmission spécifie la vitesse de transmission, basée sur la période de transmission du message de synchronisation (SYNC).

- Un type de transmission égal à '00_h', signifie que le message doit être transmis après l'apparition du SYNC mais de manière acyclique (non périodique), uniquement si une donnée mappée dans un PDO a changé entre deux messages de synchronisation (SYNC).
- Un type de transmission égal à '01_h', signifie que le message doit être transmis après réception de chaque message de synchronisation (SYNC).
- Un type de transmission qui vaut entre '01_h' et 'F0_h' (N), signifie que le message doit être transmis après chaque N-ième objet SYNC.

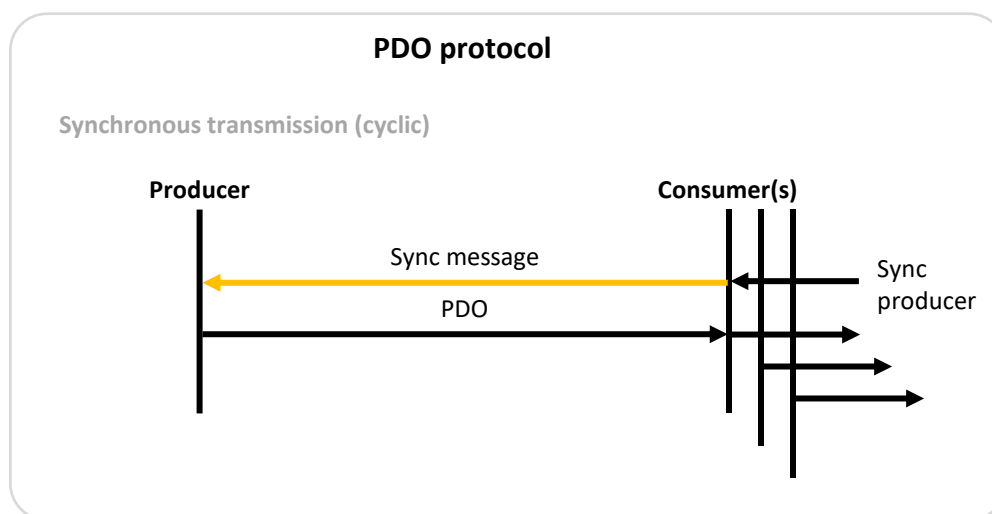


Figure 22 - Description des PDO

Inhibit time (:03)

Le paramètre " Inhibit-time" indique le temps en ms à partir duquel le TPDO est autorisé à émettre à nouveau. La valeur nulle désactive le temps d'inhibition. Il n'est pas permis de modifier la valeur tant que le PDO existe (le bit 31 du sous-index 01_h est mis à 0_b).

Event timer (:05)

Le paramètre "event timer" spécifie la période en ms de la transmission d'un TPDO ou de l'absence d'un RPDO. La valeur nulle le désactive.

Ce paramètre peut être utilisé pour la surveillance du délai de réception des messages RPDOs. Si le temps entre deux réceptions de RPDO est supérieur à ce délai, cela déclenche un message d'urgence (EMCY), avec le code d'erreur : '8206 : PDO_event_timer', et le nœud passe en état d'erreur.

Paramètres de mapping

La configuration du mapping d'un PDO permet de faire pointer les données qui sont incluses dans un PDO vers un objet du dictionnaire, que ce soit en émission ou en réception.

Le **SWD**[®] supporte la reconfiguration de mapping des PDOs par l'utilisateur.

Les données sont concaténées dans le champ data du message CAN :

- En réception (RPDO) le mapping permet de décoder les données reçus dans le RPDO, et donc la mise à jour des données dans le dictionnaire **SWD**[®]. La configuration du mapping des RPDOs est réalisée dans les objets 1600_h à 1607_h.
- En émission (TPDO) le mapping permet d'encoder les données à transmettre dans le TPDO, qui ont été mises à jour dans le dictionnaire **SWD**[®]. La configuration du mapping des TPDOs est réalisée dans les objets 1A00_h à 1A07_h.

La structure de configuration des paramètres de mapping a le format suivant :

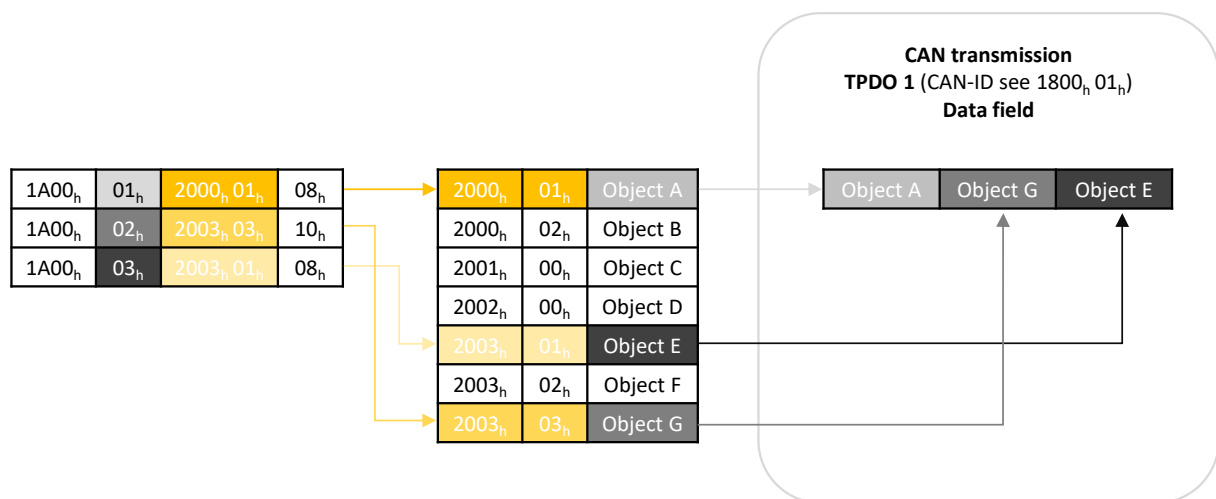


Figure 23 - TPDO mapping

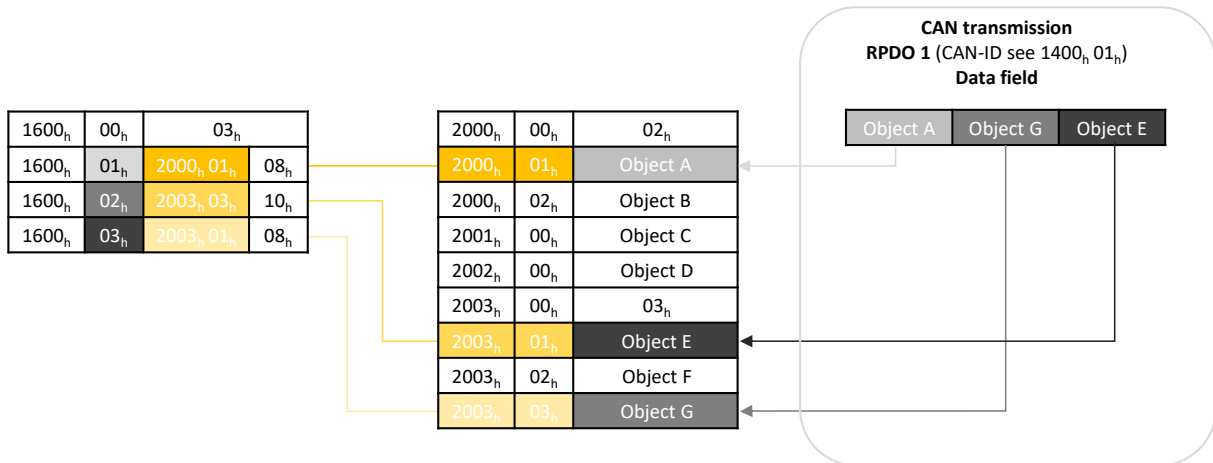


Figure 24 - RPDO mapping

Valeurs par défaut

Valid (COB-ID bit 31)	RPDOs	Mapping
<input checked="" type="checkbox"/>	1	Controlword
<input type="checkbox"/>	2	-
<input type="checkbox"/>	3	-
<input checked="" type="checkbox"/>	4	Controlword & vl target velocity
<input type="checkbox"/>	5	-
<input type="checkbox"/>	6	-
<input type="checkbox"/>	7	-
<input type="checkbox"/>	8	-

Valid (COB-ID bit 31)	TPDOs	Mapping
<input checked="" type="checkbox"/>	1	Statusword
<input type="checkbox"/>	2	Statusword
<input checked="" type="checkbox"/>	3	Statusword & position value
<input checked="" type="checkbox"/>	4	Statusword & velocity actual value
<input type="checkbox"/>	5	Statusword
<input type="checkbox"/>	6	Statusword
<input type="checkbox"/>	7	Statusword
<input type="checkbox"/>	8	Statusword

RPDO 1 : Controlword

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameters										
1400 _h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	02 _h	02 _h	1
	01 _h	COB-ID	U32	0000 0210 _h	RW	NO	-	200 _h	27F _h	4
	02 _h	Transmission type	U8	01 _h	RW	NO	-	00 _h	0FF _h	1
	03 _h	Inhibit time	U16	00 _h	RO	NO	-	00 _h	00 _h	2

	05 _h	Event timer	U16	00 _h	RW 	NO	ms	00 _h	FFFF _h	2
Data mapping										
1600 _h	00 _h	Number of mapped	U8	01 _h	RW 	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Mapping Entry 1	U32	6040 0010 _h Controlword	RW 	NO	-	-	-	4
	02 _h	Mapping Entry 2	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	03 _h	Mapping Entry 3	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	04 _h	Mapping Entry 4	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	05 _h	Mapping Entry 5	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	06 _h	Mapping Entry 6	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	07 _h	Mapping Entry 7	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	08 _h	Mapping Entry 8	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4

RPDO 4 : Controlword & Target velocity

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameters										
1403 _h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	02 _h	-	1
	01 _h	COB-ID	U32	000 0510 _h	RW 	NO	-	500 _h	57F _h	4
	02 _h	Transmission type	U8	01 _h	RW 	NO	-	0 _h	OFF _h	1
	03 _h	Inhibit time	U16	00 _h	RO	NO	-	00 _h	00 _h	2
	05 _h	Event timer	U16	00 _h	RW 	NO	ms	00 _h	FFFF _h	2
Data mapping										
1603 _h	00 _h	Number of mapped	U8	02 _h	RW 	NO	-	01 _h	08 _h	1
	01 _h	Mapping Entry 1	U32	6040 0010 _h Controlword	RW 	NO	-	-	-	4
	02 _h	Mapping Entry 2	U32	6042 0010 _h VI target velocity	RW 	NO	-	-	-	4
	03 _h	Mapping Entry 3	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	04 _h	Mapping Entry 4	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	05 _h	Mapping Entry 5	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	06 _h	Mapping Entry 6	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	07 _h	Mapping Entry 7	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	08 _h	Mapping Entry 8	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4

TPDO 1 : Statusword

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
-----	-----	------	-----------	---------------	-------------	-------------	------	-------------	-------------	---------------












Communication parameters										
1800 _h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	02 _h	-	1
	01 _h	COB-ID	U32	4000 0190 _h	RW 	NO	-	180 _h	180 _h + 7F _h	4
	02 _h	Transmission type	U8	01 _h	RW 	NO	-	00 _h	OFF _h	1
Data mapping										
1A00 _h	00 _h	Number of mapped	U8	01 _h	RW 	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Mapping Entry 1	U32	6041 0010 _h Statusword	RW 	NO	-	-	-	4
	02 _h	Mapping Entry 2	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	03 _h	Mapping Entry 3	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	04 _h	Mapping Entry 4	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	05 _h	Mapping Entry 5	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	06 _h	Mapping Entry 6	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	07 _h	Mapping Entry 7	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	08 _h	Mapping Entry 8	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4

TPDO 3 : Statusword & current position

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameters										
1802 _h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	02 _h	-	1
	01 _h	COB-ID	U32	4000 0390 _h	RW 	NO	-	380 _h	380 _h + 7F _h	4
	02 _h	Transmission type	U8	01 _h	RW 	NO	-	00 _h	OFF _h	1
Data mapping										
1A02 _h	00 _h	Number of mapped	U8	02 _h	RW 	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Mapping Entry 1	U32	6041 0010 _h Statusword	RW 	NO	-	-	-	4
	02 _h	Mapping Entry 2	U32	6064 0020 _h position value	RW 	NO	-	-	-	4
	03 _h	Mapping Entry 3	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	04 _h	Mapping Entry 4	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	05 _h	Mapping Entry 5	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	06 _h	Mapping Entry 6	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	07 _h	Mapping Entry 7	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	08 _h	Mapping Entry 8	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4

TPDO 4 : Statusword & current velocity

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
-----	-----	------	-----------	---------------	-------------	-------------	------	-------------	-------------	---------------

Communication parameters										
1803 _h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	02 _h	-	1
	01 _h	COB-ID	U32	4000 0490 _h	RW 	NO	-	480 _h	480 _h + 7F _h	4
	02 _h	Transmission type	U8	01 _h	RW 	NO	-	00 _h	OFF _h	1
Mapping des données										
1A03 _h	00 _h	Number of mapped	U8	02 _h	RW 	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Mapping Entry 1	U32	6041 0010 _h Statusword	RW 	NO	-	-	-	4
	02 _h	Mapping Entry 2	U32	606C 0020 _h Velocity actual value	RW 	NO	-	-	-	4
	03 _h	Mapping Entry 3	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	04 _h	Mapping Entry 4	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	05 _h	Mapping Entry 5	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	06 _h	Mapping Entry 6	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	07 _h	Mapping Entry 7	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4
	08 _h	Mapping Entry 8	U32	00 _h	RW 	NO	-	-	-	4

Méthode de configuration des PDOs

La méthode suivante est utilisée pour le changement du mapping ou des paramètres de communication des PDOs, dans l'état NMT pré-opérationnel :

1. Mettre le nœud à l'état pré-opérationnel (Pre-Op) en envoyant la commande NMT 'Enter Pre-Op'
2. Désactiver le PDO en mettant le bit 31 'valid' du COB-ID à 1_b (sous-index 01_h, du paramètre de communication du PDO)
3. Désactiver le mapping en fixant à la valeur 00_h le sous-index 00_h des paramètres de mapping
4. Modifier le mapping en changeant les valeurs des sous-indices correspondants
5. Activer le mapping en réglant le sous-index 00_h sur le nombre d'objets mappés
6. Réactiver le PDO en mettant le bit 31 'valid' à 0_b dans le COB-ID associé.
7. Enregistrer de la configuration des paramètres de communication (cf. 9.10)
8. Charger la nouvelle configuration via la commande NMT 'Reset communication'
9. Démarrer le nœud en envoyant la commande NMT 'Start'

9.8. Emergency (EMCY)

Présentation

Le service de message d'urgence (EMCY) fonctionne sur le principe de producteur/consommateur. Lorsque le **SWD**[®] détecte une erreur, il agit comme producteur, et émet un message sur le bus CAN indiquant le code d'erreur. Les autres nœuds peuvent agir comme consommateur en lisant le message contenant le code d'erreur.

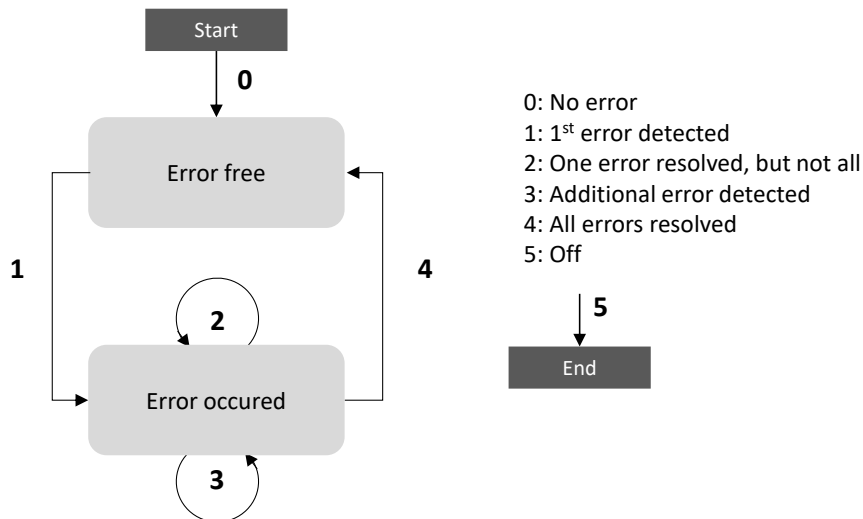


Figure 25 - EMCY error state machine

0	Après l'initialisation, le SWD [®] entre dans l'état sans erreur. Aucun message d'urgence n'est envoyé.
1	Le SWD [®] détecte une 1 ^{ère} erreur. Le SWD [®] passe en état d'erreur. Un message d'urgence peut être envoyé avec le code d'erreur et le registre d'erreur associé. Le code d'erreur correspond aux deux premiers octets du message, et le registre d'erreur au troisième octet. Le code d'erreur est renseigné à l'emplacement de l'objet '1003 _h : Pre defined error field'. Le registre d'erreur est renseigné à l'emplacement de l'objet '1001 _h : Error Register'.
2	Une erreur disparaît, mais une ou plusieurs erreurs sont encore présentes. Un message d'urgence contenant le code d'erreur 0000 _h (réinitialisation de l'erreur) peut être transmis en même temps que les erreurs restantes dans le registre d'erreurs et dans le champ d'erreur spécifique au fabricant.
3	Une nouvelle erreur apparaît. Le SWD [®] reste en état d'erreur et peut transmettre un message d'urgence avec le code d'erreur et le registre d'erreur associé.
4	Toutes les erreurs ont disparu. Le SWD [®] entre dans l'état sans erreur et transmet un objet d'urgence avec le code d'erreur "reset error / no error".
5	Réinitialisation ou mise hors tension.

La liste des erreurs entraînant l'envoi d'un message d'urgence/non (EMCY), sont listées plus bas dans le tableau des codes d'erreurs.

Le lien entre l'état d'erreur (EMCY) et l'état du nœud CANopen (NMT), est défini par l'objet 'Error behavior' (1029_h). Si une erreur ou une alerte est détectée en mode 'Operational', il est configurable de faire passer la machine en état NMT 'pre-Operational', 'Stopped' ou bien de ne pas modifier son état NMT. Une erreur peut se

Error code

Reset	Description	EMCY
0000_h	Reset erreur ou pas d'erreur	<input type="checkbox"/>

Générique	Description	EMCY
1000_h	Erreur générique	<input type="checkbox"/>

Courant	Description	EMCY
2221_h	Erreur sur-courant moteur – Niveau Erreur	<input type="checkbox"/>
2222_h	Erreur sur-courant moteur – Niveau Avertissement	<input type="checkbox"/>

Tension	Description	EMCY
3211_h	Erreur surtension DC – Niveau Erreur	<input checked="" type="checkbox"/>
3212_h	Erreur surtension DC – Niveau Avertissement	<input checked="" type="checkbox"/>
3221_h	Erreur sous-tension DC - Niveau Erreur	<input checked="" type="checkbox"/>
3222_h	Erreur sous-tension DC - Niveau Avertissement	<input checked="" type="checkbox"/>

Température	Description	EMCY
4000_h	Erreur interne température trop haute	<input type="checkbox"/>
4210_h	Erreur interne température trop haute sur l'étage de puissance	<input checked="" type="checkbox"/>
4310_h	Erreur interne température trop haute sur le drive	<input checked="" type="checkbox"/>

Software	Description	EMCY
6000_h	Erreur CANopen software	<input checked="" type="checkbox"/>
6020_h	Erreur CANopen software: CRC safety mapping / configuration	<input checked="" type="checkbox"/>

Manufacturer	Description	EMCY
7100_h	Erreur alimentation sur connecteur CAN ou IO	<input checked="" type="checkbox"/>
7121_h	Erreur moteur bloqué	<input checked="" type="checkbox"/>

Monitoring	Description	EMCY
8001_h	Défaillance sur l'entrée de sécurité STO_1	<input checked="" type="checkbox"/>
8002_h	Défaillance sur l'entrée de sécurité STO_2	<input checked="" type="checkbox"/>
8003_h	Défaillance sur l'entrée de sécurité INSafe_1	<input checked="" type="checkbox"/>
8004_h	Défaillance sur l'entrée de sécurité INSafe_2	<input checked="" type="checkbox"/>
8005_h	Défaillance sur l'entrée de sécurité INSafe_3	<input checked="" type="checkbox"/>
8006_h	Défaillance sur l'entrée de sécurité INSafe_4	<input checked="" type="checkbox"/>
8007_h	Défaillance interne cohérence encodeur	<input checked="" type="checkbox"/>
8008_h	Défaillance interne mise à off driver	<input checked="" type="checkbox"/>

8009 _h	Défaillance cohérence signaux STO	<input checked="" type="checkbox"/>
800A _h	Défaillance interne activation freinage	<input checked="" type="checkbox"/>
800B _h	Défaillance interne gestion freinage	<input checked="" type="checkbox"/>
800C _h	Défaillance interne coupure alimentation driver	<input checked="" type="checkbox"/>
800D _h	Erreur alimentation DC	<input checked="" type="checkbox"/>
800E _h	Défaillance interne gestion STO	<input checked="" type="checkbox"/>
8010 _h	Erreur frein externe déconnecté	<input checked="" type="checkbox"/>
8011 _h	Erreur sur-courant sur le frein externe	<input checked="" type="checkbox"/>
8012 _h	SBU activé	<input checked="" type="checkbox"/>
8013 _h	Erreur à l'activation du SBU	<input checked="" type="checkbox"/>
8014 _h	Erreur incohérence diagnostic N_CC_STATE	<input checked="" type="checkbox"/>
8015 _h	Erreur diagnostic MCU_NBRAKE	<input checked="" type="checkbox"/>
8016 _h	Erreur diagnostic BRAKE_LOCK_CHECK	<input checked="" type="checkbox"/>
8017 _h	Erreur sur la commande d'activation du frein externe	<input checked="" type="checkbox"/>
8018 _h	Erreur internal brake interrupt check	<input checked="" type="checkbox"/>
8050 _h	Erreur driver générique	<input checked="" type="checkbox"/>

Communication	Description	EMCY
8120 _h	Erreur bus CAN - error passive	<input checked="" type="checkbox"/>
8140 _h	Erreur bus CAN - retour depuis bus off	<input checked="" type="checkbox"/>

Protocol	Description	EMCY
8201 _h	Erreur protocole SRDO - non-respect SCT	<input checked="" type="checkbox"/>
8202 _h	Erreur protocole SRDO - non-respect SRVT	<input checked="" type="checkbox"/>
8203 _h	Erreur protocole SRDO - incohérence des données	<input checked="" type="checkbox"/>
8204 _h	Erreur protocole SRDO - message manquant	<input checked="" type="checkbox"/>
8205 _h	Erreur protocole SRDO - taille message incorrecte	<input checked="" type="checkbox"/>
8206 _h	Erreur protocole RPDO - Timeout du 'Event-Timer'	<input checked="" type="checkbox"/>

Error register

Cet objet est un champ de 8 bits, indiquant les classes d'erreur. Chaque bit correspond à une classe :

Bit	M/O	Signification
0	M	Erreur générique
1	O	Courant
2	O	Tension
3	O	Température
4	O	Erreur de communication
5	O	<i>Spécifique au périphérique</i>
6	O	<i>Réservé</i>
7	O	<i>Spécifique au fabricant</i>

Classe et historique des erreurs

L'objet 1001_h contient la classe de l'erreur actuellement active.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
1001 _h	0	Error Register	U8	0	RO	TPDO	-	0	FF _h	1

L'objet 1003_h contient la liste des erreurs. L'erreur la plus ancienne est stockée dans l'objet avec le sous-index le plus élevé. L'erreur la plus récente est stockée dans l'objet avec le sous-index 1. Le nombre d'erreur stocké dans le tableau correspond à la valeur stockée au sous-index 0.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
1003 _h	0	Number of errors	U8	0	RO	-	-	0	FE _h	1
	1..FE _h	Standard error field	U32	-	RO	-	-	-	-	4

EMCY COB-ID

La valeur du COB-ID du message d'urgence (EMCY) peut être paramétré depuis l'objet 1014_h. Par défaut sa valeur est de (80_h + NodeID) :

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
1014 _h	0	COB-ID EMCY message	U32	80 _h + NodeID	RW	-	-	-	-	1

Le format du COB-ID est :

31	30	29	28	11	10	0
Valid	RTR 0 _h	Frame 0 _h	29-bit CAN-ID -		11-bit CAN-ID	
MSB						LSB

Table de description du EMCY COB-ID :

Bit(s)	Value	Description
Valid	0 _b	EMCY exists / is valid.
	1 _b	EMCY does not exist / is not valid
RTR	0 _b	reserved
Frame	0 _b	11-bit CAN-ID valid (CAN base frame)
29-bit CAN-ID	-	Ignored
11-bit CAN-ID	x	11-bit CAN-ID of the CAN base frame

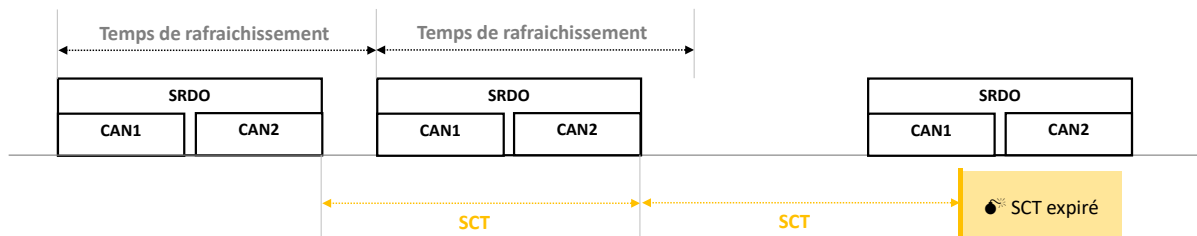
9.9. SRDO (Safety-Relevant Data Object)

Le protocole SRDO inclus dans CANopen Safety permet de transmettre des données relatives à la sécurité de fonctionnement. L'échange de données entre deux nœuds assurant des fonctions de sécurité avec le protocole CANopen Safety est garantie jusqu'à un niveau 'Safety Integrity Level 3' (SIL 3). Les SRDOs sont composés de deux messages CAN (CAN1 et CAN2). Le second message contient les informations du 1^{er} message, mais inversées bit à bit.

Contrôle de la périodicité entre messages (SCT) :

La vitesse de transmission cyclique et le temps de rafraîchissement est surveillé. Le SCT (Safe-guard Cycle Time) définit le temps maximum entre deux émissions périodiques d'un SRDO. Si le temps écoulé entre deux réceptions de SRDO est supérieur au SCT, le consommateur de SRDO signale l'événement SCT. Le SRLD (Safety-Related Logical Device) doit alors commuter l'état de sécurité.

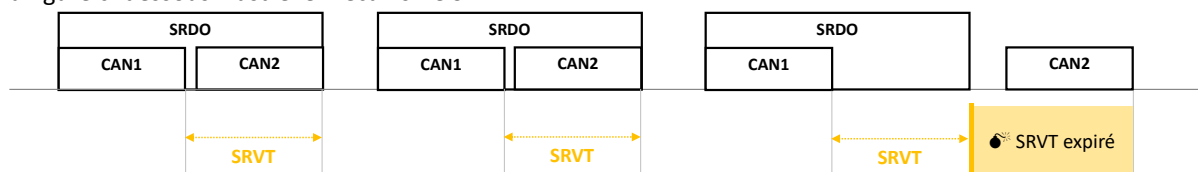
La figure ci-dessous illustre le mécanisme SCT :



Contrôle de temps entre les trames CAN (SRVT)

Un message SRDO comprend deux trames CAN (CAN1 et CAN2) dont le temps de réception entre les deux trames est aussi surveillé. Le SRVT (Safety-Related object Validation Time) définit cette durée. Si le temps écoulé entre deux réceptions de trames CAN (CAN1 et CAN2) est supérieur au SRVT, le consommateur de SRDO signale l'événement SRVT. Le SRLD (Safety-Related Logical Device) doit alors commuter l'état de sécurité.

La figure ci-dessous illustre le mécanisme SRVT :



Contrôle de la cohérence des données

Les données contenues dans les deux trames CAN (CAN1 et CAN2) doivent être cohérentes entre elles. Le premier message contient la donnée de sécurité. Le deuxième message contient le complément bit à bit de cette donnée.

Paramètres de communication

Index	Sub-index	Description	Data type
SRDO1: 1301 _h SRDO2: 1302 _h	00 _h	Number of entries	Unsigned8
	01 _h	Direction	Unsigned8
SRDO 9 à 16: 1309 _h to 1310 _h	02 _h	SCT	Unsigned16
	03 _h	SRVT	Unsigned8
	04 _h	Transmission type	Unsigned8
	05 _h	COB-ID 1	Unsigned32
	06 _h	COB-ID 2	Unsigned32

Temps (SCT et SRVT)

En émission la valeur du SCT définit la période à laquelle le message SRDO doit être envoyé.

En réception, les temps SCT et SRVT permettent de configurer le monitoring. Ils valent respectivement 50ms et 20ms par défaut. Les temps sont exprimés en ms et la valeur 0 est interdite.

⚠ Le SRVT doit toujours être inférieur au SCT, sinon une erreur se produit.

Direction des messages :

Value	Description
00 _h	Invalid (does not exist)
01 _h	(TX) Transmission
02 _h	(RX) Reception
03 _h	Reserved
(...)	
FF _h	

Transmission type :

Value	Description	Supported
00 _h	Acyclic synchronous (every sync if data has changed)	<input type="checkbox"/>
01 _h	Cyclic synchronous (every sync)	<input type="checkbox"/>
02 _h	Cyclic synchronous (every 2 nd SYNC)	<input type="checkbox"/>
03 _h	Cyclic synchronous (every 3 rd SYNC)	<input type="checkbox"/>
04 _h	Cyclic synchronous (every 4 th SYNC)	<input type="checkbox"/>
(...)	(...)	<input type="checkbox"/>
F0 _h	Cyclic synchronous (every 240 th SYNC)	<input type="checkbox"/>
FC _h	Reserved	
(...)		
FD _h		
FE _h	Asynchronous: <i>Triggered by an internal event</i>	<input checked="" type="checkbox"/>
FF _h	Asynchronous: <i>As before, but the CiA profile specifies the internal event SRDO transmission.</i>	<input type="checkbox"/>

i En cas de changement du 'transmission type' un message 'abort code' est généré.

Valeurs par défaut

SRDO	Valid	Direction	Mapping
1	<input checked="" type="checkbox"/>	RX (02 _h)	Safety control word 1 (6620 0108 _h)
2	<input checked="" type="checkbox"/>	TX (01 _h)	Safety status word 1 à 8 (6621 0108 _h -> 6621 0808 _h)
3			Reserved
(...)			
8			
9	<input type="checkbox"/>	RX	Safety control word 2 (6620 0208 _h)
10	<input type="checkbox"/>	TX	Safe position actual value i32 (6611 0020 _h) + Safe velocity actual value i32 (6613 0020 _h) ¹²
11	<input type="checkbox"/>	RX	Safety control word 3 (6620 0308 _h)
12	<input type="checkbox"/>	RX	Safety control word 4 (6620 0408 _h)
13	<input type="checkbox"/>	RX	Safety control word 5 (6620 0508 _h)
14	<input type="checkbox"/>	RX	Safety control word 6 (6620 0608 _h)
15	<input type="checkbox"/>	RX	Safety control word 7 (6620 0708 _h) + Safety control word 8 (6620 0808 _h)
16	<input type="checkbox"/>	TX	Safety control word Safein 1 (2620 0208 _h)

¹² Implémenté à partir de la version logiciel 'Firmware' 1.1.4

SRDO 1 RX

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameter										
1301 _h	00 _h	Number of entries	U8	06 _h	RO	NO	-	-	-	1
	01 _h	Information direction	U8	2 (RX)	RW	NO	-	0 / 2 (RX)		1
	02 _h	SCT	U16	50	RW	NO	ms	1	U16	2
	03 _h	SRVT	U16	20	RW	NO	ms	1	U16	2
	04 _h	Transmission type	U8	FE _h	RW	NO		FE _h	FE _h	1
	05 _h	COB ID 1	U32	0000 00FF _h + (2 x node-ID)	RW	NO				4
	06 _h	COB ID 2	U32	0000 0100 _h + (2 x node-ID)	RW	NO				4
Mapping										
1381 _h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Safety Controword 1	U8	6620 0108 _h SCW_1	RO	NO	-	-	-	4
	02 _h	Safety Controword 1 inverted	U8	6622 0108 _h SCW_1_inv	RO	NO	-	-	-	4

SRDO 2 TX

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameter										
1302 _h	00 _h	Number of entries	U8	06 _h	RO	NO	-	-	-	1
	01 _h	Information direction	U8	1 (TX)	RW	NO	-	0 / 1 (TX)		1
	02 _h	SCT	U16	25	RW	NO	ms	1	U16	2
	03 _h	SRVT	U16	20	RW	NO	ms	1	U16	2
	04 _h	Transmission type	U8	FE _h	RW	NO		FE _h	FE _h	1
	05 _h	COB ID 1	U32	0000 0103 _h	RW	NO				4
	06 _h	COB ID 2	U32	0000 0104 _h	RW	NO				4
Mapping										
1382 _h	00 _h	Number of entries	U8	16 _h	RO	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Safety Statusword 1	U32	6621 0108 _h	RO	NO	-	-	-	4
	02 _h	Safety Statusword 1 inverted	U32	6623 0108 _h	RO	NO	-	-	-	4
	03 _h	Safety Statusword 2	U32	6621 0208 _h	RO	NO	-	-	-	4
	04 _h	Safety Statusword 2 inverted	U32	6623 0208 _h	RO	NO	-	-	-	4
	05 _h	Safety Statusword 3	U32	6621 0308 _h	RO	NO	-	-	-	4
	06 _h	Safety Statusword 3 inverted	U32	6623 0308 _h	RO	NO	-	-	-	4
	07 _h	Safety Statusword 4	U32	6621 0408 _h	RO	NO	-	-	-	4

08 _h	Safety Statusword 4 inverted	U32	6623 0408 _h	RO	NO	-	-	-	4
09 _h	Safety Statusword 5	U32	6621 0508 _h	RO	NO	-	-	-	4
0A _h	Safety Statusword 5 inverted	U32	6623 0508 _h	RO	NO	-	-	-	4
0B _h	Safety Statusword 6	U32	6621 0608 _h	RO	NO	-	-	-	4
0C _h	Safety Statusword 6 inverted	U32	6623 0608 _h	RO	NO	-	-	-	4
0D _h	Safety Statusword 7	U32	6621 0708 _h	RO	NO	-	-	-	4
0E _h	Safety Statusword 7 inverted	U32	6623 0708 _h	RO	NO	-	-	-	4
0F _h	Safety Statusword 8	U32	6621 0808 _h	RO	NO	-	-	-	4
10 _h	Safety Statusword 8 inverted	U32	6623 0808 _h	RO	NO	-	-	-	4

SRDO 9 RX (inactive)

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameter										
1309 _h	00 _h	Number of entries	U8	06 _h	RO	NO	-	-	-	1
	01 _h	Information direction	U8	0 (inactive)	RW	NO	-	0 / 2 (RX)		1
	02 _h	SCT	U16	50	RW	NO	ms	1	U16	2
	03 _h	SRVT	U16	20	RW	NO	ms	1	U16	2
	04 _h	Transmission type	U8	FE _h	RW	NO		FE _h	FE _h	1
	05 _h	COB ID 1	U32	0000 00FF _h + (2 x node-ID)	RW	NO				4
	06 _h	COB ID 2	U32	0000 0100 _h + (2 x node-ID)	RW	NO				4
Mapping										
1389 _h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Safety Controword 2	U32	6620 0208 _h	RO	NO	-	-	-	4
	02 _h	Safety Controword 2 inverted	U32	6622 0108 _h	RO	NO	-	-	-	4

SRDO 10 TX (inactive)

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameter										
130A _h	00 _h	Number of entries	U8	06 _h	RO	NO	-	-	-	1
	01 _h	Information direction	U8	0 (inactive)	RW	NO	-	0 / 1 (TX)		1
	02 _h	SCT	U16	25	RW	NO	ms	1	U16	2
	03 _h	SRVT	U16	20	RW	NO	ms	1	U16	2
	04 _h	Transmission type	U8	FE _h	RW	NO		FE _h	FE _h	1
	05 _h	COB ID 1	U32	0000 0107 _h	RW	NO				4
	06 _h	COB ID 2	U32	0000 0108 _h	RW	NO				4

Mapping										
138A_h	00 _h	Number of entries	U8	04 _h	RO	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Safe position actual value	U32	6611 0020 _h	RO	NO	-	-	-	4
	02 _h	Safe position actual value inverted	U32	661A 0020 _h	RO	NO	-	-	-	4
	03 _h	Safe velocity actual value inverted	U32	6613 0020 _h	RO	NO	-	-	-	4
	04 _h	Safe velocity actual value inverted	U32	661C 0020 _h	RO	NO	-	-	-	4

SRDO 11 RX (inactive)

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameter										
130B_h	00 _h	Number of entries	U8	06 _h	RO	NO	-	-	-	1
	01 _h	Information direction	U8	0 (inactive)	RW 	NO	-	0 / 2 (RX)		1
	02 _h	SCT	U16	50	RW 	NO	ms	1	U16	2
	03 _h	SRVT	U16	20	RW 	NO	ms	1	U16	2
	04 _h	Transmission type	U8	FE _h	RW 	NO		FE _h	FE _h	1
	05 _h	COB ID 1	U32	0000 0109 _h	RW 	NO				4
	06 _h	COB ID 2	U32	0000 010A _h	RW 	NO				4
Mapping										
138B_h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Safety Controword 3	U32	6620 0308 _h	RO	NO	-	-	-	4
	02 _h	Safety Controword 3 inverted	U32	6622 0308 _h	RO	NO	-	-	-	4

SRDO 12 RX (inactive)

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameter										
130C_h	00 _h	Number of entries	U8	06 _h	RO	NO	-	-	-	1
	01 _h	Information direction	U8	0 (inactive)	RW 	NO	-	0 / 2 (RX)		1
	02 _h	SCT	U16	50	RW 	NO	ms	1	U16	2
	03 _h	SRVT	U16	20	RW 	NO	ms	1	U16	2
	04 _h	Transmission type	U8	FE _h	RW 	NO		FE _h	FE _h	1
	05 _h	COB ID 1	U32	0000 010B _h	RW 	NO				4
	06 _h	COB ID 2	U32	0000 010C _h	RW 	NO				4
Mapping										
138C_h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	00 _h	08 _h	1

	01 _h	Safety Controword 4	U32	6620 0408 _h	RO	NO	-	-	-	4
	02 _h	Safety Controword 4 inverted	U32	6622 0408 _h	RO	NO	-	-	-	4


SRDO 13 RX (inactive)

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameter										
130D _h	00 _h	Number of entries	U8	06 _h	RO	NO	-	-	-	1
	01 _h	Information direction	U8	0 (inactive)	RW	NO	-	0 / 2 (RX)		1
	02 _h	SCT	U16	50	RW	NO	ms	1	U16	2
	03 _h	SRVT	U16	20	RW	NO	ms	1	U16	2
	04 _h	Transmission type	U8	FE _h	RW	NO		FE _h	FE _h	1
	05 _h	COB ID 1	U32	0000 010D _h	RW	NO				4
	06 _h	COB ID 2	U32	0000 010E _h	RW	NO				4
Mapping										
138D _h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Safety Controword 5	U32	6620 0508 _h	RO	NO	-	-	-	4
	02 _h	Safety Controword 5 inverted	U32	6622 0508 _h	RO	NO	-	-	-	4







SRDO 14 RX (inactive)

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameter										
130E _h	00 _h	Number of entries	U8	06 _h	RO	NO	-	-	-	1
	01 _h	Information direction	U8	0 (inactive)	RW	NO	-	0 / 2 (RX)		1
	02 _h	SCT	U16	50	RW	NO	ms	1	U16	2
	03 _h	SRVT	U16	20	RW	NO	ms	1	U16	2
	04 _h	Transmission type	U8	FE _h	RW	NO		FE _h	FE _h	1
	05 _h	COB ID 1	U32	0000 010F _h	RW	NO				4
	06 _h	COB ID 2	U32	0000 0110 _h	RW	NO				4
Mapping										
138E _h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Safety Controword 6	U32	6620 0608 _h	RO	NO	-	-	-	4
	02 _h	Safety Controword 6 inverted	U32	6622 0608 _h	RO	NO	-	-	-	4

SRDO 15 RX (inactive)

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameter										
130F _h	00 _h	Number of entries	U8	06 _h	RO	NO	-	-	-	1
	01 _h	Information direction	U8	0 (inactive)	RW 	NO	-	0 / 2 (RX)		1
	02 _h	SCT	U16	50	RW 	NO	ms	1	U16	2
	03 _h	SRVT	U16	20	RW 	NO	ms	1	U16	2
	04 _h	Transmission type	U8	FE _h	RW 	NO		FE _h	FE _h	1
	05 _h	COB ID 1	U32	0000 0111 _h	RW 	NO				4
	06 _h	COB ID 2	U32	0000 0112 _h	RW 	NO				4
Mapping										
138F _h	00 _h	Number of entries	U8	04 _h	RO	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Safety Controword 7	U32	6620 0708 _h	RO	NO	-	-	-	4
	02 _h	Safety Controword 7 inverted	U32	6622 0708 _h	RO	NO	-	-	-	4
	03 _h	Safety Controword 8	U32	6620 0808 _h	RO	NO	-	-	-	4
	04 _h	Safety Controword 8 inverted	U32	6622 0808 _h	RO	NO	-	-	-	4

SRDO 16 TX (inactive)

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Communication parameter										
1310 _h	00 _h	Number of entries	U8	06 _h	RO	NO	-	-	-	1
	01 _h	Information direction	U8	0 (inactive)	RW 	NO	-	0 / 1 (TX)		1
	02 _h	SCT	U16	25	RW 	NO	ms	1	U16	2
	03 _h	SRVT	U16	20	RW 	NO	ms	1	U16	2
	04 _h	Transmission type	U8	FE _h	RW 	NO		FE _h	FE _h	1
	05 _h	COB ID 1	U32	0000 0113 _h	RW 	NO				4
	06 _h	COB ID 2	U32	0000 0114 _h	RW 	NO				4
Mapping										
1390 _h	00 _h	Number of entries	U8	2 _h	RO	NO	-	00 _h	08 _h	1
	01 _h	Safety Statusword INSafe	U32	2620 0208 _h	RO	NO	-	-	-	4
	02 _h	Safety Statusword INSafe inverted	U32	2622 0208 _h	RO	NO	-	-	-	4

9.10. Sauvegarde et restitution des configurations

Le **SWD**[®] supporte la sauvegarde des paramètres utilisateur et la restitution des paramètres usine. Celle-ci se gère lorsque le nœud est arrêté (Stopped) ou en état pré-opérationnel (Pre-operational).

La sauvegarde des paramètres utilisateur est réalisée lors de la réception de la commande 'save' dans l'objet 'Store Parameter' (1010_h) :

Store Parameters 1010 _h				
Signature	MSB			LSB
/ISO8859/ character	e	v	a	s
Value	65 _h	76 _h	61 _h	73 _h

Les paramètres sauvegardés sont répartis en plusieurs groupes. La sauvegarde est réalisée soit pour l'ensemble des paramètres du produit, soit pour un groupe précis. Cela dépend dans quel sous-index est écrit la commande 'save' :

Sub-index	Group of data	Supported
1	Save all Parameters	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Save Communication Parameters	<input type="checkbox"/>
3	Save Application Parameters	<input type="checkbox"/>
4	Save Manufacturer Parameters	<input type="checkbox"/>
5	Save LSS Parameters	<input type="checkbox"/>
6	Save Motor Calibration and Internal Parameters	<input type="checkbox"/>
7	Save Test Results	<input type="checkbox"/>

La restitution de la configuration par défaut s'effectue par l'écriture de 'load' dans l'objet 'Restore Default parameters' (1011_h) :

Restore Default Parameters 1011 _h				
Signature	MSB			LSB
/ISO8859/ character	d	a	o	l
Value	64 _h	61 _h	6F _h	6C _h

Les paramètres restitués sont répartis en plusieurs groupes. La restitution est réalisée soit pour l'ensemble des paramètres du produit, soit pour un groupe précis. Cela dépend dans quel sous-index est écrit la commande 'load' :

Sub-index	Group of data	Supported
1	Restore all Default Parameters	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Restore Communication Default Parameters	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Restore Application Default Parameters	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Restore Manufacturer Parameters	<input type="checkbox"/>
5	Restore LSS Parameters	<input type="checkbox"/>

6	Restore Motor Calibration and Internal Parameters	<input type="checkbox"/>
7	Restore Test Results	<input type="checkbox"/>

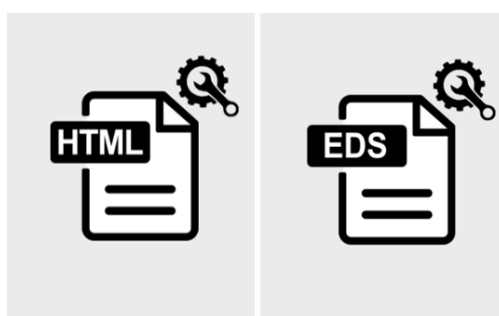
Les paramètres de communication regroupent les objets allant de l'index 1000h à 1FFFh.

Les paramètres spécifiques au fabricant et donc au **SWD**[®], de l'index 2000h à 5FFFh.

Les paramètres spécifiques au profil et donc au variateur moteur, de l'index 6000h à 9FFFh

La liste des objets est disponible en téléchargement depuis le site, dans l'onglet ressources.

Les versions en format html (version lisible dans votre navigateur web) et EDS (Electronic Data Sheet) sont disponibles pour les machines et PLCs.



*Figure 26 - **SWD**[®] CANopen Object Dictionary, vignettes de téléchargements*

<https://ez-wheel.com/fr/ressources>

10. CiA 402 : Profil d'appareils de commande moteur

Le profil CiA 402 spécifie une interface générique aux moteurs (PDS : Power Drive System). Cette interface gère différents modes de fonctionnement, comme le fonctionnement en position, en vitesse, en couple, etc.

A un mode de fonctionnement sont associés des paramètres qui doivent être configurés afin de démarrer la machine à état. La commande de la machine à états dépend du mode de fonctionnement choisi. Celle-ci permet de piloter le moteur.

Le variateur du **SWD**[®] implémente le mode de contrôle en vitesse (*Velocity mode*).

10.1. Machine à états

La machine à état du profil CiA 402 permet de contrôler le fonctionnement du variateur intégré au **SWD**[®] :

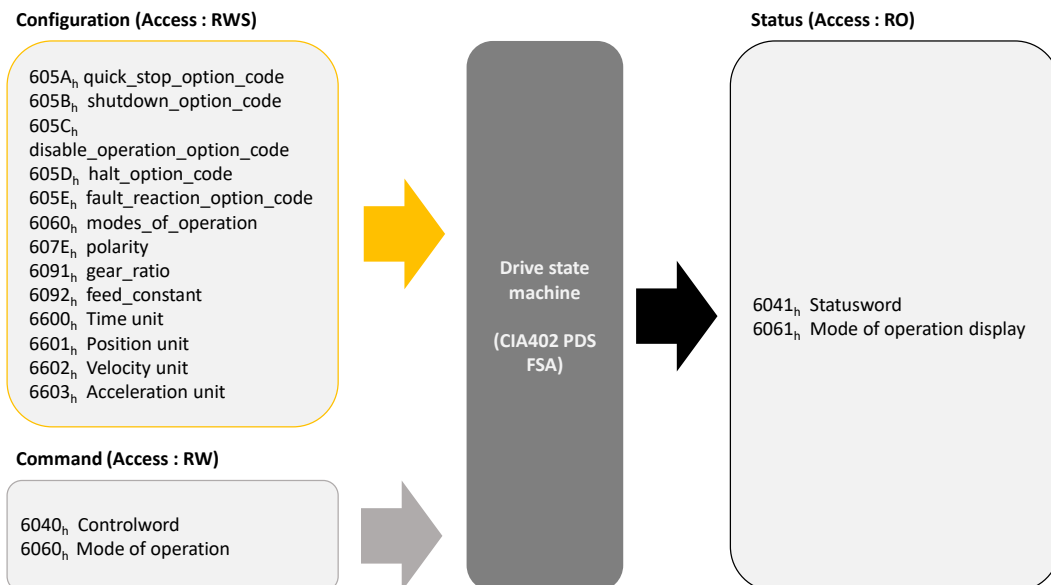


Figure 27 - Interface de gestion des états du variateur

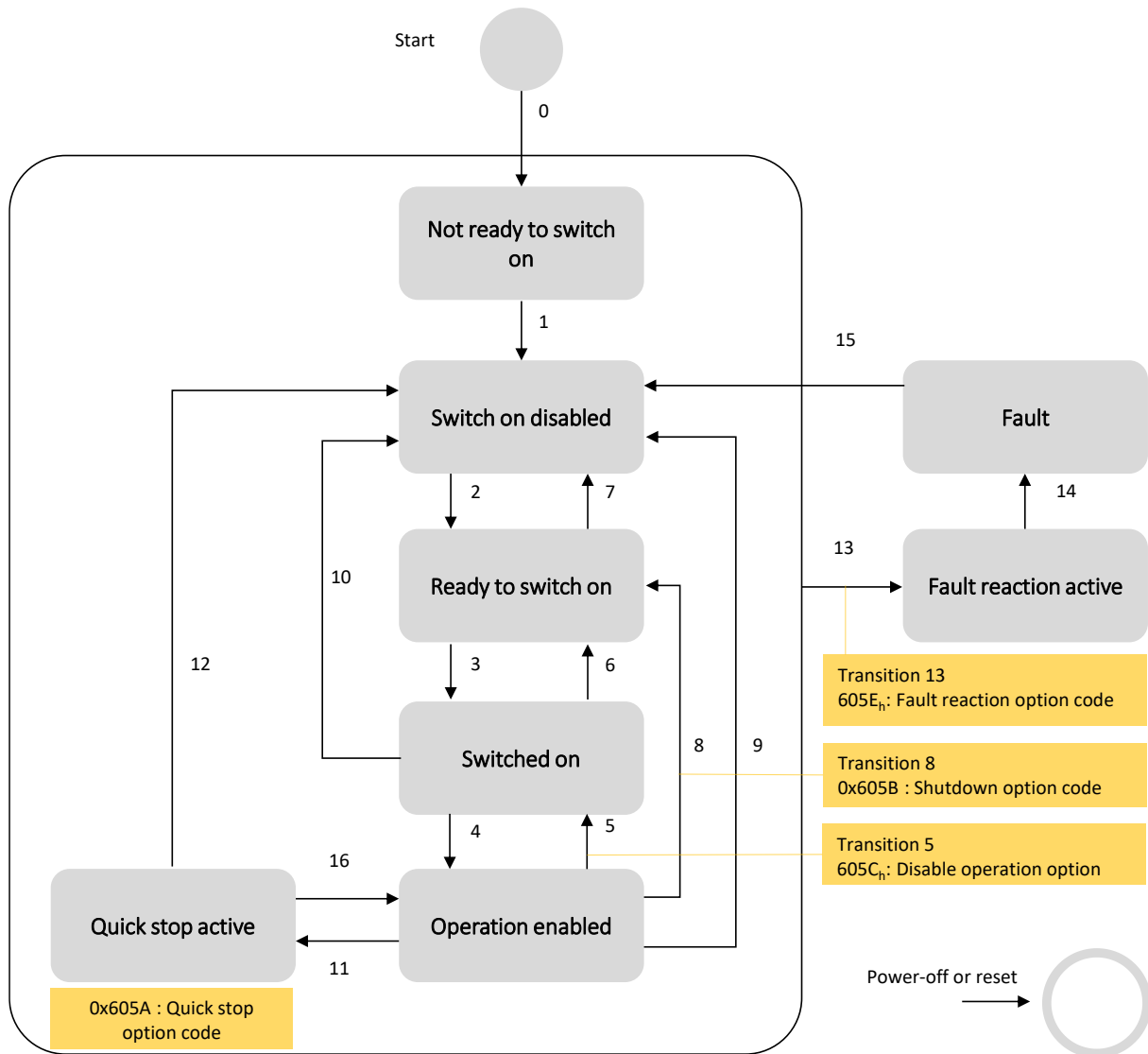


Figure 28 - CiA 402, machine à état et transitions

⚠ La lecture de l'objet CiA-402 '6041_h : Statusword', permet d'obtenir l'état actuel de la machine à état. Il est ainsi possible de déterminer les transitions possibles.

Transition	Events	Actions
0	Automatic transition after power-on or reset application	Drive device self-test and/or self-initialization shall be performed
1	Automatic transition	Communication shall be activated
2	Shutdown command from control device or local signal	None
3	Switch on command received from control device or local signal	The high-level power shall be switched on, if possible
4	Enable operation command received from control device or local signal	The drive function shall be enabled and all internal set-points cleared
5	Disable operation command received from control device or local signal	The drive function shall be disabled
6	Shutdown command received from control device or local signal	The high-level power shall be switched off, if possible
7	Quick stop or disable voltage command from control device or local signal	None
8	Shutdown command from control device or local signal	The drive function shall be disabled, and the high-level power shall be switched off, if possible
9	Disable voltage command from control device or local signal	The drive function shall be disabled, and the high-level power shall be switched off, if possible
10	Disable voltage or quick stop command from control device or local signal	The high-level power shall be switched off, if possible
11	Quick stop command from control device or local signal	The quick stop function shall be started.
12	Automatic transition when the quick stop function is completed and quick stop option code is 1, 2, 3 or 4, or disable voltage command received from control device (depends on the quick stop option code)	The drive function shall be disabled, and the high-level power shall be switched off, if possible
13	Fault signal	The configured fault reaction function shall be executed
14	Automatic transition	The drive function shall be disabled; the high-level power shall be switched off, if possible
15	Fault reset command from control device or local signal (\uparrow <i>rising edge</i>)	A reset of the fault condition is carried out, if no fault exists currently on the drive device; after leaving the fault state, the fault reset bit in the Controlword shall be cleared by the control device
16	Enable operation command from control device, if the quick stop option code is 5, 6, 7, or 8	The drive function shall be enabled

La norme CiA 402-2 définit un ensemble de fonctions supportées permettant le contrôle des états de la machine. Un tableau récapitulatif des états des fonctions supportées pour chaque étape de la machine est disponible ci-dessous :

Les fonctions supportées sont les suivantes :

- Frein actif, (configurable avec l'objet 2050 00_h 'cia402_use_internal_brake'¹³).
- Carte électronique sous tension
- Contrôle moteur actif
- Configuration autorisée

Leurs états Activés/Désactivés sont les suivants :

Function	FSA states							
	Not ready to switch on	Switch on disabled	Ready to switch on	Switched on	Operation enabled	Quick stop active	Fault reaction active	Fault
Active brake	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes/No	Yes/No	Yes	Yes
Electronic board supplied	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Motor control active	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No
Authorized configuration	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes

Figure 29 - Configuration des fonctions selon les états de la machine à état CiA 402

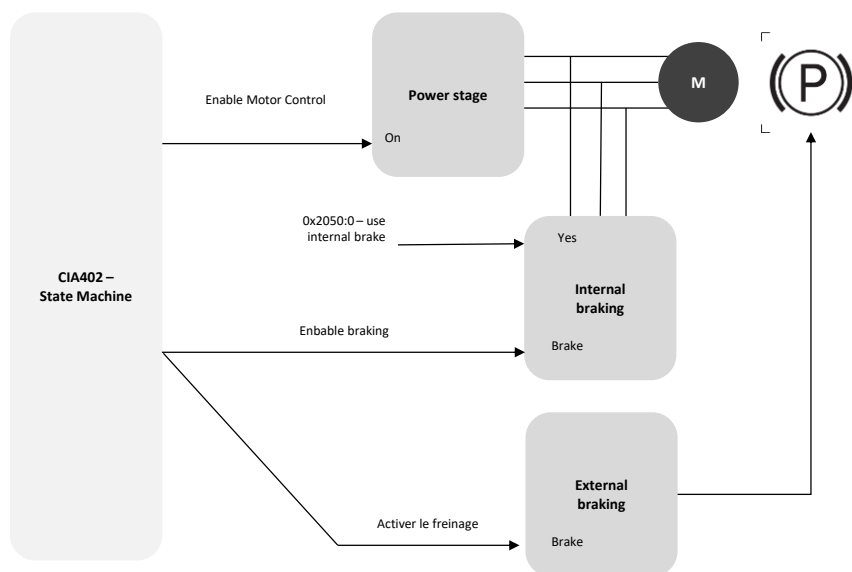


Figure 30 - Synoptique du contrôle moteur

	Brake present	Frein not present
Internal brake	2050 00 _h cia402_use_internal_brake = true	2050 00 _h cia402_use_internal_brake = false
External brake ¹⁴	Mechanical assembly and connection to brake connector	Not mounted / connected

¹³ Configuration possible en cours de développement, non actif par défaut

¹⁴ Un frein externe ne peut être connecté et activé qu'à partir de la version logicielle 'Firmware 2.0.x'

6040_h Controlword


L'objet '6040h Controlword' permet de contrôler la machine à état du PDS CiA 402, et demander la transition d'un état à un autre. La transition se fait par l'écriture du 'Controlword', ou parfois automatiquement, par exemple en cas d'erreur (si configuré).

Certaines transitions peuvent effectuer des actions spécifiques configurables, notamment dans le cadre d'une mise à l'arrêt sécurisée avec rampe de décélération automatique.

15	11	10	9	8	7	6	4	3	2	1	0
ms		r	oms	h	fr	oms		eo	qs	ev	so
MSB											LSB

Key

ms	manufacturer-specific
r	reserved
oms	operation mode specific
h	halt
fr	fault reset
eo	enable operation
qs	quick stop
ev	enable voltage
so	switch on

Command	Controlword bitfield					Transitions
	Bit 7	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
Shutdown	0	X	1	1	0	2, 6, 8
Switch on	0	0	1	1	1	3
Switch on + enable operation	0	1	1	1	1	3 + 4 (NOTE)
Disable voltage	0	X	X	0	X	7, 9, 10, 12
Quick stop	0	X	X	1	X	7, 10, 11
Disable operation	0	0	1	1	1	5
Enable operation	0	1	1	1	1	4, 16
Fault reset	 rising edge	X	X	X	X	15

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
6040 _h	0	Controlword	U16	0	RW	R	-	-	-	2

6041_h Statusword

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ms	oms		ila	tr	rm	ms	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso	
MSB														LSB	

Key	
ms	manufacturer-specific
oms	operation mode specific
ila	internal limit active
tr	target reached
rm	remote
w	warning
sod	switch on disabled
qs	quick stop
ve	voltage enable
f	fault
oe	operation enabled
so	switched on
rtso	ready to switch on

ila - internal limit active

Le variateur positionne le bit 'ila' à 1, si la consigne de vitesse est hors de la plage de vitesse autorisée pour le produit (cf. 6046h - vl_velocity_min_max_amount).

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
6041 _h	0	Statusword	U16	0	RO	T	-	-	-	2

Exemple de démarrage

SWD® state	Status word (typique)	Control word for next state
Not ready to switch on	00 00 _h	Automatic
Switch on disabled	00 40 _h	00 06 _h
Ready to switch on	00 21 _h	00 07 _h
Switched on	00 23 _h	00 0F _h
Operation enabled	00 27 _h	

NB: Controlword value for a fault reset is 00 80_h (↑Rising edge of bit 7).

Modes de fonctionnement

Le variateur **SWD®** implémente le mode 'velocity' qui permet un contrôle en vitesse du moteur. Les modes de fonctionnement supportés sont disponibles par lecture de l'objet « 6502_h Supported drive mode ».

31	16	15	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Manufacturer-specific			reserved	cstca	cst	csv	csp	ip	hm	r	tq	p _v	vl	pp
MSB													LSB	


Key	
pp	profile position mode

vl	velocity mode
pv	profile velocity mode
tq	torque profile mode
r	reserved
hm	homing mode
ip	interpolated position mode
csp	cyclic sync position mode
csv	cyclic sync velocity mode
cst	cyclic sync torque mode
cstca	cyclic sync torque mode with commutation angle
r(eserved)	reserved

Le mode de fonctionnement permet de définir le comportement du **SWD**[®] dans l'état 'operation enable'.

L'objet « Modes of operation » (6060_h), permet de choisir le mode fonctionnement. L'objet « Modes of operation display » (6061_h) permet de connaître le mode de fonctionnement actuel du **SWD**[®]. La valeur associée au mode de fonctionnement est présentée ci-dessous :

Value	Definition	Supported
-128 to -1	Manufacturer-specific operation modes	<input type="checkbox"/>
0	No mode change/no mode assigned	<input type="checkbox"/>
+1	Profile position mode (pp)	<input type="checkbox"/>
+2	Velocity mode (vl)	<input checked="" type="checkbox"/>
+3	Profile velocity mode (pv)	<input type="checkbox"/>
+4	Torque profile mode (tq)	<input type="checkbox"/>
+5	Reserved (r)	<input type="checkbox"/>
+6	Homing mode (hm)	<input type="checkbox"/>
+7	Interpolated position mode	<input type="checkbox"/>
+8	Cyclic sync position mode	<input type="checkbox"/>
+9	Cyclic sync velocity mode	<input type="checkbox"/>
+10	Cyclic sync torque mode	<input type="checkbox"/>
+11	Cyclic sync torque mode with commutation angle	<input type="checkbox"/>
+12 to +127	Reserved	<input type="checkbox"/>

 Par défaut le mode 'velocity' est activé.

Le mode de fonctionnement par défaut peut être sauvegardé dans la mémoire non volatile :

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
6502 _h	0	Mode de fonctionnement supporté	U32	2	RO	NO	Table	2	2	4

6060 _h	0	Demande mode de fonctionnement	U32	2	RW 	NO	Table	0	2	4
6061 _h	0	Mode de fonctionnement	U32	2	RO	NO	Table	0	2	4

10.2. Fonctionnement du 'velocity mode' (vl)

Présentation

Le mode de fonctionnement 'velocity', contrôle la vitesse du moteur **SWD**[®].

La commande de vitesse s'effectue par une rampe d'accélération ou de décélération, qui limite la charge de courant et le stress mécanique du moteur.

Le calcul de l'effort à appliquer en fonction de la charge est effectué automatiquement, une boucle de rétroaction s'assure de suivre la consigne de vitesse sans dépasser les limites fixées en matière d'accélération ou de décélération.

Le mode 'velocity' est composé d'une fonction de transfert dont les différents étages produisent des valeurs internes ou externes, certaines de ces valeurs pouvant être inspectées par la lecture d'objets CANopen (décrits dans la sous-section suivante).

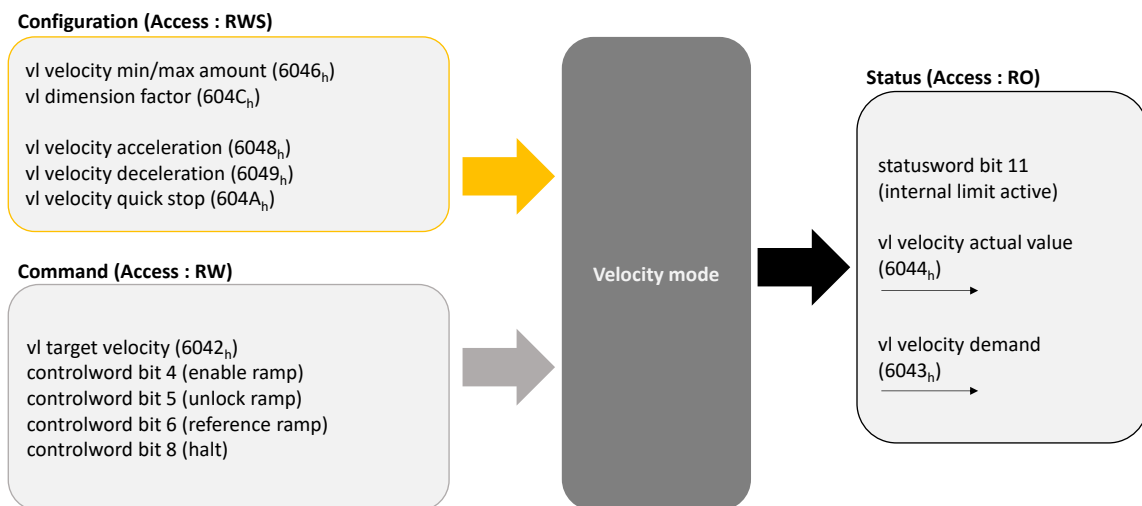


Figure 31 - Interface du 'contrôle en vitesse'

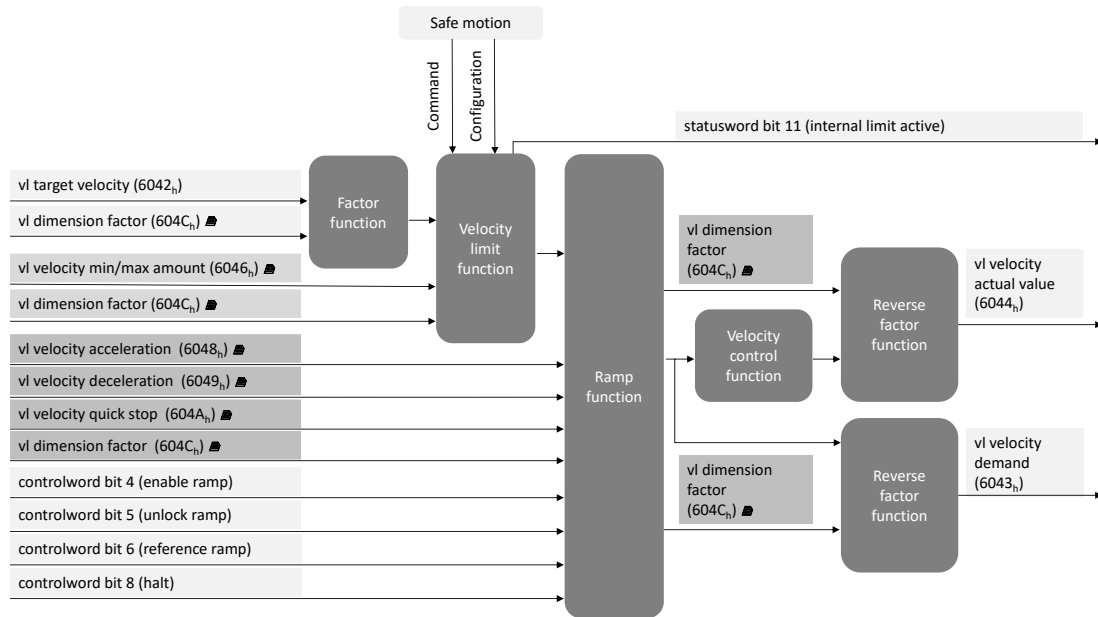


Figure 32 - Architecture 'contrôle en vitesse'

6042_h : Consigne de vitesse

La consigne de vitesse est transmise par l'entrée dictionnaire 'vl_target_velocity' (6042_h).

Par défaut, les vitesses sont exprimées en rotation par minute au niveau de l'arbre moteur indépendamment du rapport du réducteur mécanique.

⚠ L'unité de vitesse utilisée dépend de la configuration de Dimension factor (604C_h).

6064_h : Position

La position est exprimée en incréments de codeur moteur et est disponible dans l'entrée du dictionnaire 'position_value' (6064_h).

La résolution du codeur intégrée au **SWD**[®] est de 30 incréments par tour moteur. Le sens de comptage positif ou négatif est configurable depuis l'objet 'polarity' (607E_h).

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
6064 _h	0	position_value	I32	0	R0	TPDO	inc			4	Oui

607E_h : Polarity

Il est possible par configuration de modifier le sens de rotation du moteur correspondant à une vitesse positive. De même, il est possible de modifier le sens de comptage des incréments de position.

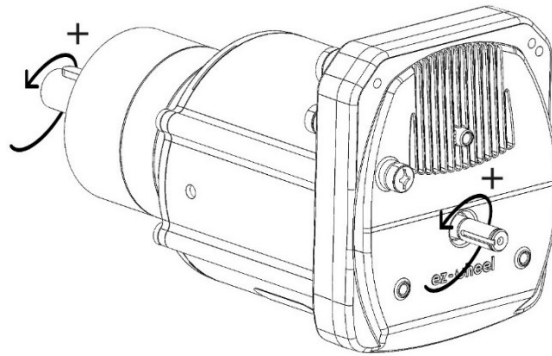


Figure 33 - Sens de rotation positif (+)

7	6	5	0
Position polarity	Velocity polarity	Reserved (0)	
MSB			LSB

Les bits de polarité sont codés comme suit : 0_b = multiply by 1 et 1_b = multiply by -1

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
607E _h	0	Polarité	U8	0	RW 	RPDO	-	0	1	1

L'objet 'polarity' n'a pas d'impact sur le sens de rotation positif utilisé pour les fonctions de sécurité SDIp et SDIn.

604C_h : vl_dimension_factor

Il est possible d'appliquer un facteur de dimension sur l'expression des vitesses pour que celles-ci soient exprimées dans une autre unité. Le facteur de dimension est configurable à l'aide des objets suivants :

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
604C _h	1	vl_dimension_fact or_numerator	I32	1	RW 	RPDO	-	I32 excepted 0		4
604C _h	2	vl_dimension_fact or_denominator	I32	1	RW 	RPDO	-	I32 excepted 0		4

$$\text{Vitesse}_{\text{RPM}} = \frac{\text{Numérateur}}{\text{Dénominateur}} \times \text{Vitesse}$$

Lorsqu'il est différent de 1, le facteur de dimension s'applique à l'ensemble des grandeurs suivantes :

6046	vl_velocity_min_max_amount
6048	vl_velocity_acceleration
6049	vl_velocity_deceleration

604A	vl_velocity_quick_stop
6693	SLS velocity limit u32
66D5	SDI velocity zero window u32

Limitations de vitesse

Le bloc de limitation de la vitesse de consigne limite la plage de vitesse accessible en consigne. Elle agit symétriquement sur les consignes positives et négatives.

Dans le cas d'une consigne supérieure en valeur absolue à la consigne 'velocity_max_amount', la consigne en sortie de limitation sera égale à plus ou moins 'velocity_max_amount'.

Dans le cas d'une consigne inférieure en valeur absolue à la consigne 'velocity_min_amount', la consigne en sortie de limitation sera égale à zéro.

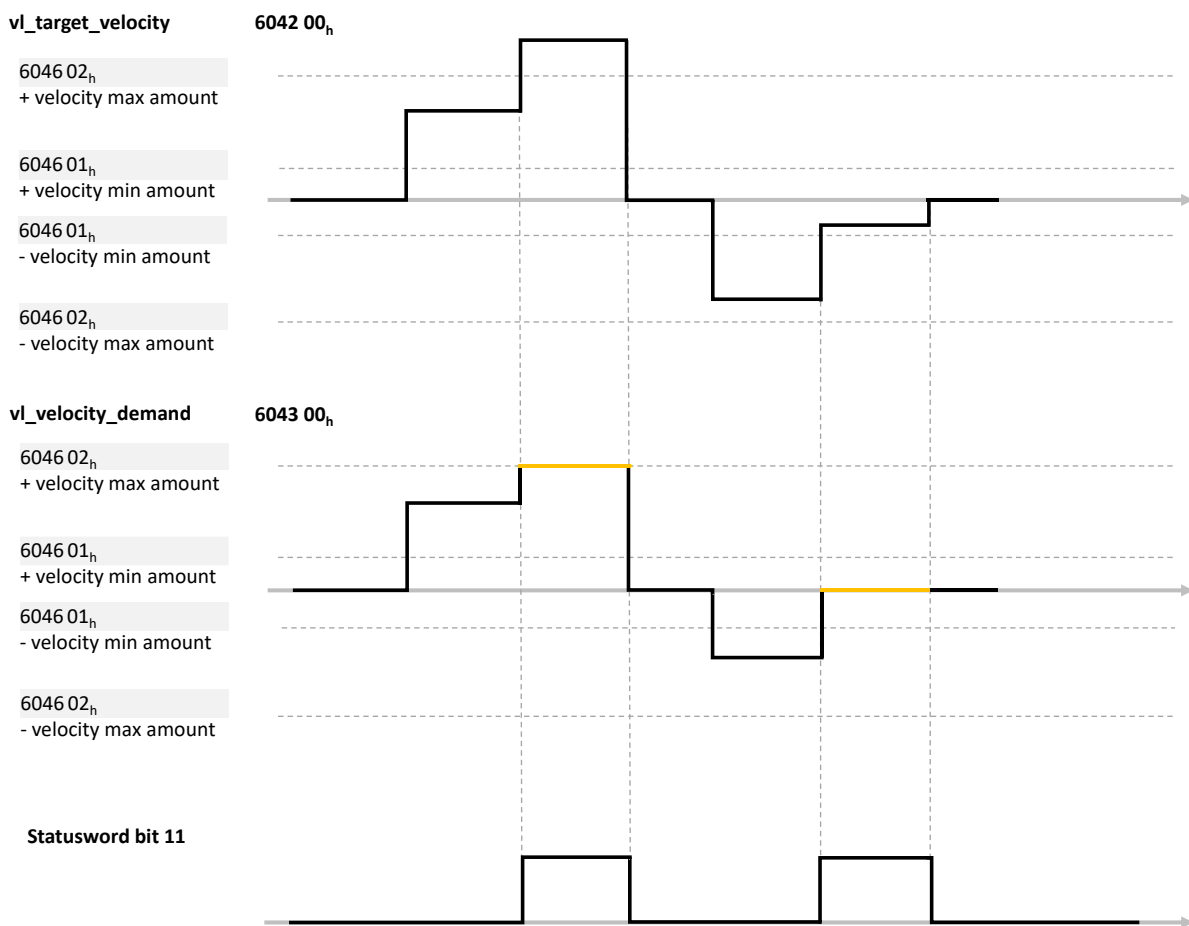


Figure 34 - Gestion des limitations de vitesse

- ⚠ La configuration des limites est effectuée en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$ moteur (RPM), i.e. avant le réducteur (GearBox)
- ⚠ L'unité de vitesse utilisée dépend de la configuration 'vl_dimension_factor' (604C_n).

Il est possible pour l'utilisateur de modifier les limites utilisées dans le variateur :

- En runtime, les valeurs de limitation sont prises en compte lors du passage en 'operation enable'
- Par configuration, en sauvegardant les limites à utiliser par défaut au démarrage du produit.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
6046 _h	1	vl_velocity_min_amount	U32	5	RW	RPDO	RPM	30	1800	4	Oui
6046 _h	2	vl_velocity_max_amount	U32	2000	RW	RPDO	RPM	30	1800	4	Oui


Limitation de vitesse et fonctions de sécurité

Des limitations complémentaires sont appliquées à la consigne dans le cadre de l'activation des fonctions de sécurité. Cette limitation de la consigne n'est pas en soi une fonction de sécurité mais permet de prendre en compte au plus tôt les contraintes liées à une fonction de sécurité.

Active function	Output command
STO	Disconnection of motor torque
SMS	Maximum speed is set regardless of the requested safety-related functions
SLS	Speed is restricted below SLS speed set. Same behavior as 'velocity max amount'.
SLSa	Speed is restricted below SLSa speed independently for each direction.
SDI p	Positive speed commands above nZero_SDI are forced to null speed.
SDI n	Negative speed commands below -nZero_SDI are forced to null speed.

Les rampes utilisées dans le cadre de cette limitation sont les rampes d'accélération (6048_h) et décélération (6049_h).

Le 11^{ème} bit du Statusword est également activé dans le cadre d'une limitation de la consigne liée à une fonction de sécurité.

 *La limitation réalisée sur la consigne ne permet pas de garantir que la vitesse du moteur reste dans les limites imposées par la fonction de sécurité et qu'une réaction de gestion d'erreur ne sera pas déclenchée. La mise en place d'une consigne cohérente avec les fonctions de sécurité actives est nécessaire au niveau de l'application.*

Rampes

La fonction rampe assure un lissage de la consigne en limitant les variations de la consigne en accélération ou en décélération.

La sortie de la fonction rampe est la donnée qui est utilisée en entrée d'asservissement moteur.

Il existe 3 configurations de rampe :

- Une rampe en accélération utilisée lorsque la consigne augmente en valeur absolue
- Une rampe nominale en décélération utilisée lorsque la consigne diminue en valeur absolue
- Une rampe de décélération rapide.

La configuration de chacune des rampes est effectuée par l'intermédiaire de 2 variables dans le dictionnaire :

- Une variation de vitesse delta_vitesse exprimée par défaut en tr.min-1 (Cf. 604C_h)
- Une variation de temps delta_temps exprimée en seconde

La rampe s'obtient ensuite par le calcul :

$$Ramp = \frac{\Delta_{speed}}{\Delta_{time}}$$

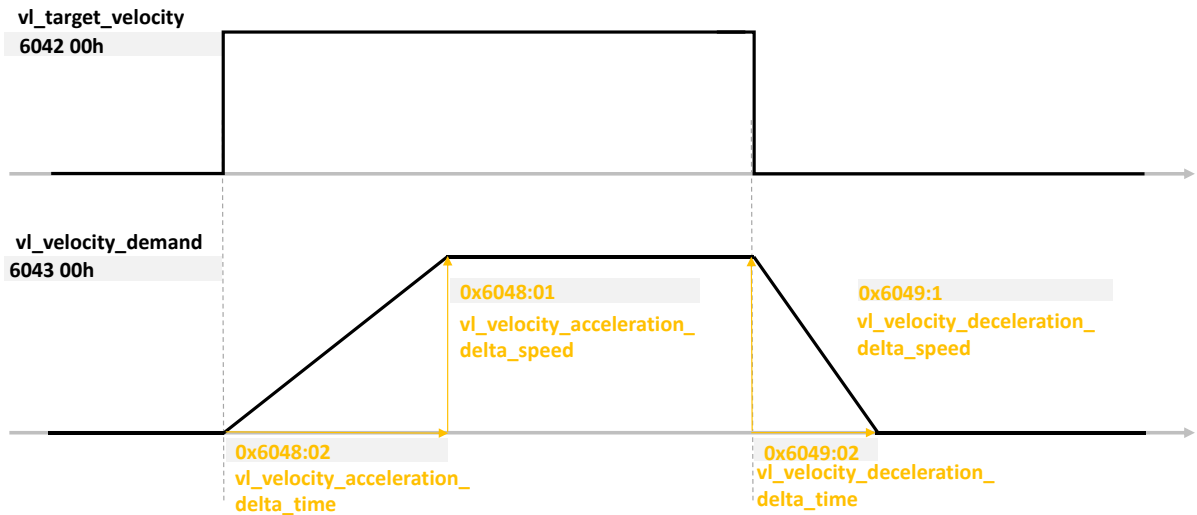


Figure 35 - Gestion des rampes d'accélération / décélération (1/2)

Lors d'une inversion du sens de la consigne, la rampe nominale de décélération est utilisée pour le retour à la vitesse nulle. La rampe d'accélération est ensuite utilisée pour atteindre la nouvelle consigne.

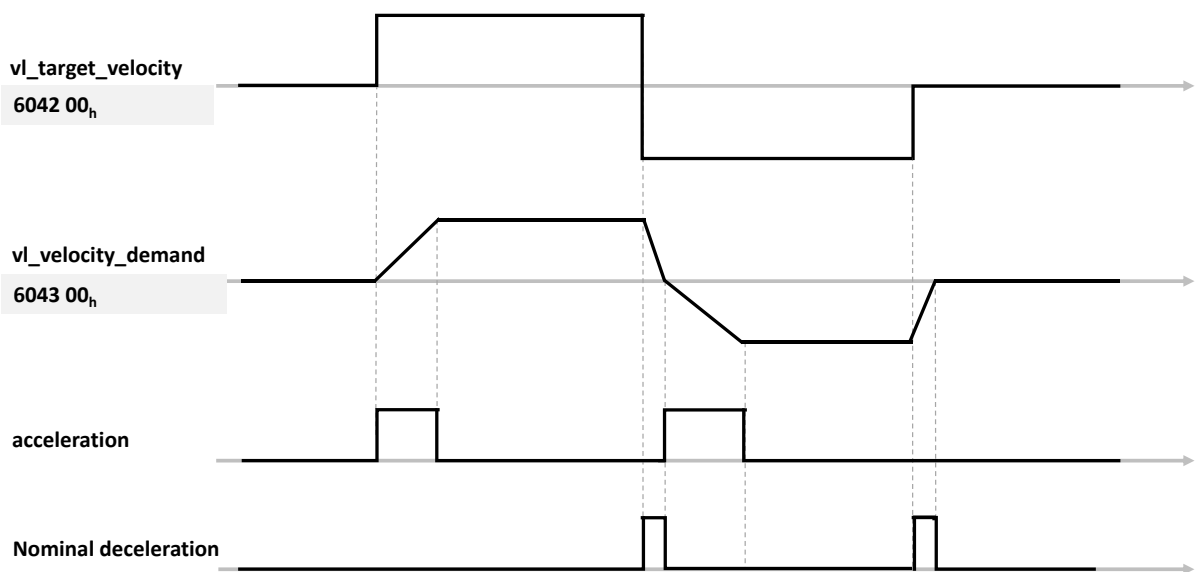


Figure 36 - Gestion des rampes d'accélération / décélération (2/2)

Contrôle de la fonction rampe

Un contrôle de la fonction rampe est applicable à partir du champ de bits du controlword.

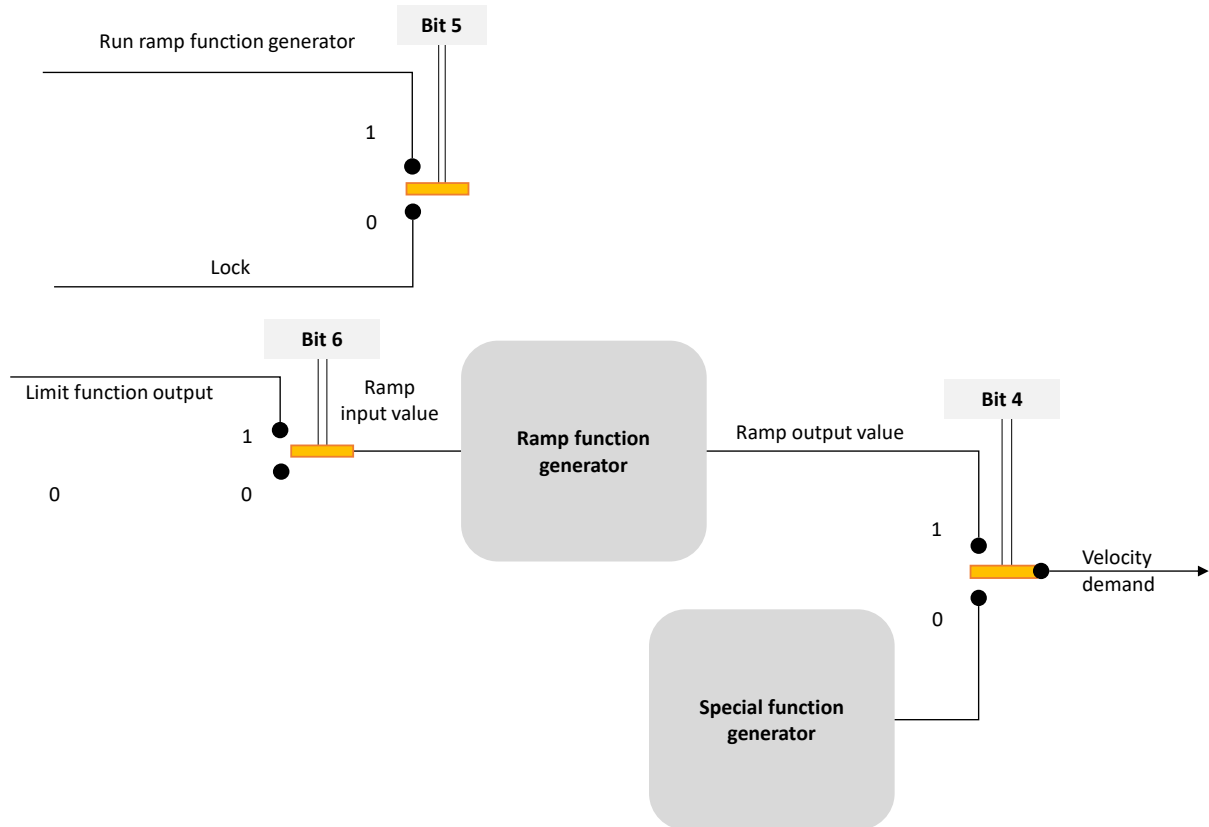


Figure 37 - Utilisation des bits du controlword en mode velocity

Bit	Bitfield coding in velocity mode	
4	Activate ramp	0: Ramp module is deactivated; bloc output is identical to the input. 1: Ramp module is activated
5	Unlock ramp	0: Ramp output bloc is fixed 1: Ramp output bloc follows the input applying ramps
6	Ramp reference	0: Ramp input bloc is forced to null, only deceleration ramp is used 1: Ramp input bloc corresponds to the speed limitation bloc
8	Halt	0: No command, nominal behaviour 1: Motor stops, used ramp depends on '605D Halt option code'

Rampe d'accélération

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
6048 _h	1	vl_velocity_acceleration_delta_speed	U32	500	RW	RPDO	RPM ¹⁵	1	10000	4	Oui
6048 _h	2	vl_velocity_acceleration_delta_time	U16	1	RW	RPDO	s	1	100	2	Oui

Rampe de décélération

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
6049 _h	1	vl_velocity_deceleration_delta_speed	U32	500	RW	RPDO	RPM ¹⁶	1	10000	4	Yes
6049 _h	2	vl_velocity_deceleration_delta_time	U16	1	RW	RPDO	s	1	100	2	Yes

Rampe de décélération en mode 'Quick stop'

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
604A _h	1	vl_velocity_quick_stop_delta_speed	U32	1000	RW	RPDO	RPM ¹⁷	1	10000	4	Yes
604A _h	2	vl_velocity_quick_stop_delta_time	U16	1	RW	RPDO	s	1	100	2	Yes

¹⁵ This unit depends on the configuration of object 'velocity_unit' (604C_h).

¹⁶ This unit depends on the configuration of object 'velocity_unit' (604C_h).

¹⁷ This unit depends on the configuration of object 'velocity_unit' (604C_h).

Contrôle en vitesse

Le bloc 'contrôle vitesse' assure le suivi de la consigne élaborée par le bloc rampe du moteur.

Ce bloc est basé sur un PID qui cherche à annuler l'erreur de vitesse.

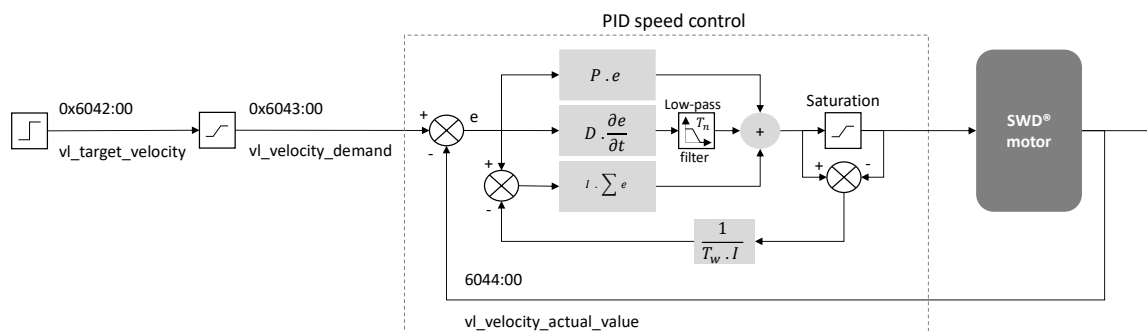


Figure 38 - Contrôleur en vitesse

Les paramètres du PID sont accessibles dans le dictionnaire CANopen, ils sont mis à jour lors de la transition vers l'état 'Operation Enable' de la machine à état CiA 402.

- ⚠ La sauvegarde des coefficients est possible en mémoire non-volatile.
- ⚠ Dans le cas de la sauvegarde d'une configuration utilisateur, cette configuration est utilisée au démarrage du variateur.

L'erreur 'e' est exprimée dans le PID en mdeg.s^{-1} au niveau de l'arbre moteur, avant le réducteur.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
2155 _h	0	motctrl_speed_pid_p	U32	_18	RW	NO	10^{-8}	0	4294967295	4
2156 _h	0	motctrl_speed_pid_i	U32		RW	NO	10^{-8}	0	4294967295	4
2157 _h	0	motctrl_speed_pid_d	U32		RW	NO	10^{-8}	0	4294967295	4
2158 _h	0	motctrl_speed_pid_tw	U32		RW	NO	10^{-3}	0	4294967295	4
2159 _h	0	motctrl_speed_pid_tn	U32		RW	NO	10^{-3}	0	4294967295	4

En plus du PID, l'asservissement intègre une action « anti-windup » sur l'action intégrale, et un filtre de temps sur l'action dérivée, paramétrables avec les paramètres 'motctrl_speed_pid_tw' et 'motctrl_speed_pid_tn'.

La consigne de vitesse minimale est de 5 RPM.

¹⁸ Les valeurs par défaut diffèrent selon les rapports de réducteurs des produits **SWD**. Vous pouvez vous référer directement aux objets du dictionnaire du produit.

Réducteur ratio .4: $P = 10, I = 100, D = 0, Tw = 600, Tn = 316$

Réducteur ratio .14: $P = 150, I = 400, D = 50, Tw = 600, Tn = 316$

10.3. Configuration

Les données de configuration relatives au variateur moteur sont prises en compte au passage dans l'état 'Operation enable'.

Leurs modifications dans le dictionnaire n'est pas possible dans les états 'Operation enable' 'Quick stop active' et 'Fault reaction active'.

6007_h Abort connection option code

Il est possible de définir l'action mise en place dans le cadre d'une perte de la connexion CANopen. Le **SWD**[®] considère une perte du bus CAN dans les cas suivants :

- Bus-off
- **SWD**[®] dans l'état *NMT STOPPED and NMT INITIALISATION*

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
6007 _h	0	Abort connection option code	I16	2	RO ¹⁹	NO	Table	0	3	2

Value	Definition
-32 768 to -1	Manufacturer-specific
0	No action
+1	Fault signal
+2	Disable voltage command
+3	Quick stop command
+4 to +32 767	Reserved

605A_h Quick stop option code

Il est possible de définir l'action mise en place pour donner suite à la réception d'une commande de QuickStop.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
605A _h	0	Quick stop option code	I16	6	RO ²⁰	NO	Table	0	6	2

Value	Definition
+1	Slow down on slow down ramp and transit into switch on disabled
+2	Slow down on quick stop ramp and transit into switch on disabled
+5	Slow down on slow down ramp and stay in quick stop active
+6	Slow down on quick stop ramp and stay in quick stop active

¹⁹ Configuration en cours de développement

²⁰ Configuration en cours de développement

605B_h Shutdown option code

Il est possible de définir l'action mise en place lors de la transition 8 : passage de 'operation enable' à 'ready to switch on'.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
605B _h	0	shutdown option code	I16	0	RO ²¹	NO	Table	0	2	2	Oui

Value	Definition
0	Disable drive function (switch-off the drive power stage)
+1	Slow down with slow down ramp; disable of the drive function

605C_h Disable operation option code

Il est possible de définir l'action mise en place lors de la transition 8 : passage de 'operation enable' à 'switched on state'.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
605B _h	0	shutdown option code	I16	0	RO ²²	NO	Table	0	1	2	Oui

Value	Definition
0	Disable drive function (switch-off the drive power stage)
+1	Slow down with slow down ramp; disable of the drive function

605D_h Halt option code

Il est possible de définir l'action mise en place lors la réception d'une commande 'Halt'.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
605D _h	0	Halt option code	I16	1	RO ²³	NO	Table	1	2	2

Value	Definition
+1	Slow down on slow down ramp and stay in operation enabled
+2	Slow down on quick stop ramp and stay in operation enabled

²¹ Configuration en cours de développement

²² Configuration en cours de développement

²³ Configuration en cours de développement

605E_h Fault reaction option code

Il est possible de définir l'action mise en place lors de la détection d'une erreur interne au PDS (Power Drive System).

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
605E _h	0	fault_reaction_option_code	I16	0	RO ²⁴	NO	Table	-	-	2

Value	Definition
0	Disable drive function, motor is free to rotate
+1	Slow down on slow down ramp
+2	Slow down on quick stop ramp

²⁴ Configuration en cours de développement

11. Fonctions de sécurité

11.1. Fonctions de sécurité présentes dans le **SWD**[®]

Le **SWD**[®] inclut des fonctions sécuritaires d'arrêt du moteur, ainsi que des fonctions avancées de supervision sécuritaire de la vitesse. Cette solution intégrée exclusive permet de simplifier l'architecture machine en évitant le recours aux organes de supervision et logiques de sécurité externes.

Les fonctions d'arrêt du moteur sont les suivantes :

- STO (Safe Torque Off) : déconnection sûre du couple moteur
- SBC²⁵ (Safe Brake Control) : engagement sûr du freinage
- SBU²⁶ (Safe Brake Unlock) : mode roue libre, désengagement sûr du freinage



Les fonctions de supervision de vitesse reposent sur un codeur de sécurité intégré au **SWD**[®]. Elles sont listées ci-dessous :

- SDI (Safe Direction) : contrôle sûr du sens de rotation
- SLS (Safely Limited Speed) : limitation sûre de la vitesse de rotation
- SLSa²⁷ (Safely Limited Speed asymmetric) : limitation sûre de la vitesse de rotation, avec des seuils différents en fonction du sens de rotation du moteur.
- SMS²⁸ (Safe Maximum Speed) : Limitation de la vitesse maximale indépendamment des fonctions de sécurités activées.



Ces fonctions de sécurité sont implémentées conformément à la norme IEC 61800-5-2 (exigences de sécurité fonctionnelle relatives au développement d'entraînements de sécurité) et suivant le profil CiA/DS 402-4 relatif aux fonctions de sécurité des contrôleurs de moteurs.

	Fonctions sécuritaires	Paramétrages possibles
	Déconnection sûre du couple moteur	Réarmement : <ul style="list-style-type: none"> ▪ automatique ▪ par demande d'acquiescement Configuration du freinage associé au STO (Cf. SBC)
	Engagement sûr du freinage	Activation conjointe au STO : <ul style="list-style-type: none"> ▪ du freinage interne au SWD[®] ▪ d'un frein électromécanique externe ▪ des deux freinages simultanément
	Désengagement sûr du freinage	-

²⁵ Implémenté à partir de la version logicielle 'Firmware' (2.0.x)

²⁶ Implémenté à partir de la version logicielle 'Firmware' (2.0.x)

²⁷ Implémenté à partir de la version logicielle 'Firmware' (2.0.x)

²⁸ Implémenté à partir de la version logicielle 'Firmware' (2.0.x)

	Contrôle sûr du sens de rotation	Interdiction du sens de rotation : <ul style="list-style-type: none"> ▪ dans le sens positif ou négatif ▪ avec un seuil de tolérance
	Limitation sûre de la vitesse de rotation	Interdiction de dépassement de vitesse : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 8 seuils de limitation de vitesses commutables ▪ un temps de déclenchement ajustable
	Limitation sûre de la vitesse de rotation dans un seul sens de rotation	Interdiction de dépassement de vitesse dans un sens de rotation <ul style="list-style-type: none"> ▪ 8 seuils de limitation commutables ▪ un temps de déclenchement ajustable
	Limitation sûre de la vitesse de rotation maximale autorisée, indépendamment des fonctions de sécurité activées	Interdiction de dépassement de vitesse : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Un seuil de limitation pour les vitesses maximales positives ▪ Un seuil de limitation pour les vitesses maximales négatives

11.2. Usages typiques des fonctions de sécurité

Les fonctions de sécurité du **SWD**[®] sont destinées aux applications de déplacement de charges contrôlées en vitesse, pour lesquelles l'appréciation du risque justifie la mise en œuvre d'une supervision sûre des mouvements.

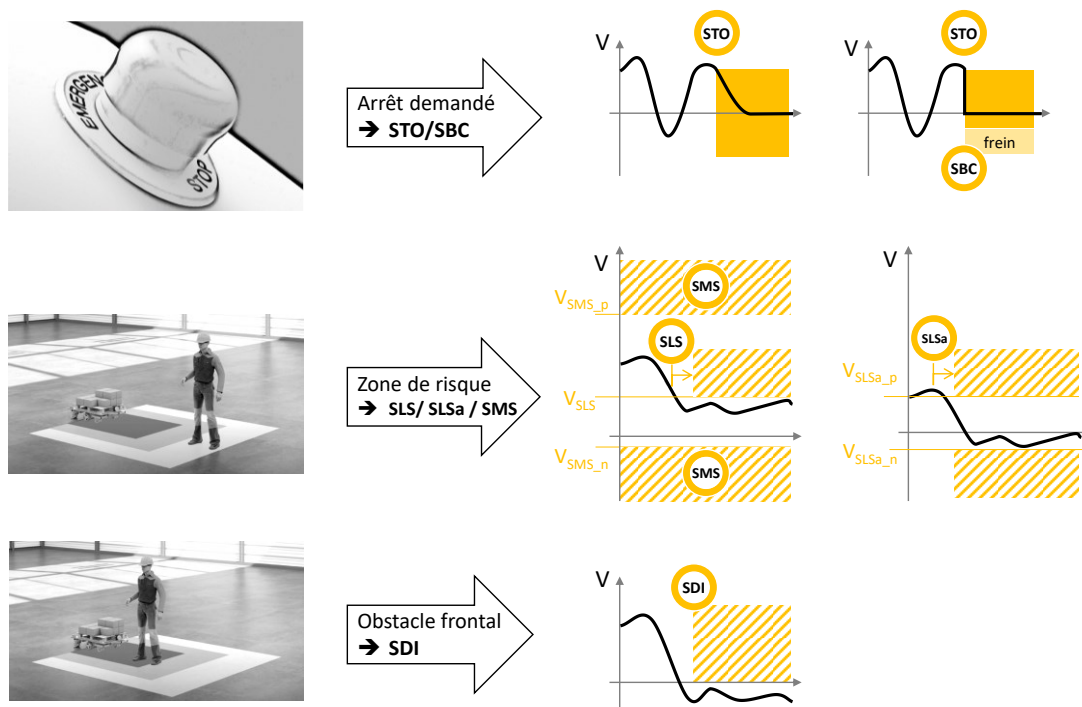


Figure 39 - Usage des fonctions de sécurité

11.3. Synthèse des niveaux de sécurité

Safety function	ISO 13849-1:2015			EN IEC 61508 ²⁹				IEC 62061 ³⁰	IEC 61800-5-2 ³¹	NF EN 60204-1 ³²
	Category	PL	PFH _d /h	SIL	PFH /h	PFD _{AVG} / Year	SFF	SIL CL	SIL	Category
STOP safety functions										
Safe Torque Off (STO) STO1 et STO2 inputs	Category 4	PL e	1,42E-9	SIL 3	8,9E-9	3,9E-5	100%	SIL3	SIL3	Category 0
Safe Torque Off (STO) CANopen Safety	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	8,9E-9	3,9E-5	99,7%	SIL 2	SIL 2	Category 0
Safety Safe Torque Off (STO) SafeInput	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	10,3E-9	4,5E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	Category 0
Safety Safe Torque Off (STO) Pair of SafeInput	Category 3	PL d	4,29E-8	SIL 2	11,6E-9	5,1E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	Category 0
Rearm of STO SafeInput	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	10,3E-9	4,5E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	Category 0
Rearm of STO CANopen safety	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	8,9E-9	3,9E-5	99,7%	SIL 2	SIL 2	Category 0
Monitoring safety functions										
Safe Maximum speed (SMS)	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	8,9E-9	3,9E-5	99,7%	SIL 2	SIL 2	NA
Safely limited speed (SLS) CANopen Safety	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	8,9E-9	3,9E-5	99,7%	SIL 2	SIL 2	NA
Safely limited speed (SLS) SafeInput	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	10,3E-9	4,5E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	NA
Safely limited speed (SLS) Pair of SafeInput	Category 3	PL d	2,29E-7	SIL 2	11,6E-9	5,1E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	NA
Safely limited speed asymmetric (SLSa) CANopen Safety	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	8,9E-9	3,9E-5	99,7%	SIL 2	SIL 2	NA
Safely limited speed asymmetric (SLSa) SafeInput	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	10,3E-9	4,5E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	NA

²⁹ EN IEC 61508: December 2001 and April 2010

³⁰ NF EN 62061 (July 2005) + NF EN 62061/A1 (2013-05-10) + NF EN 62061/A2 (2015-12-25)

³¹ IEC 61800 part 5-2 ed1 2007 and ed2 2016: Adjustable speed electrical power drive systems

³² NF EN 60204-1:2018 "Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements" - IEC 60204-1:2016, modified

Safely limited speed asymmetric (SLSa) Pair of SafeInput	Category 3	PL d	2,29E-7	SIL 2	11,6E-9	5,1E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	NA
Safe direction (SDI) CANopen Safety	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	8,9E-9	3,9E-5	99,7%	SIL 2	SIL 2	NA
Safe direction (SDI) SafeInput	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	10,3E-9	4,5E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	NA
Safe direction (SDI) Pair of SafeInput	Category 3	PL d	2,29E-7	SIL 2	11,6E-9	5,1E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	NA
Safe speed	Category 3	PL d	4,29E-8	SIL2	8,9E-9	3,9E-5	99,6 %	SIL 2	SIL 2	NA
Output safety functions										
Safe Brake Control (SBC2) external STO1 et STO2 inputs	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 3	9,2E-9	4,0E-5	99,7%	SIL 3	SIL 3	Category 0
Safe Brake Control (SBC2) CANopen Safety	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	8,9E-9	3,9E-5	99,7%	SIL 2	SIL 2	Category 0
Safe Brake Control (SBC2) SafeInput	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	10,3E-9	4,5E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	Category 0
Safe Brake Control (SBC2) Pair of SafeInput	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	11,6E-9	5,1E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	Category 0
Safe Brake Control (SBC3) internal STO1 et STO2 inputs	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 3	10,8E-9	4,7E-5	99,6%	SIL 3	SIL 3	Category 0
Safe Brake Control (SBC3) CANopen Safety	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	10,5E-9	4,6E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	Category 0
Safe Brake Control (SBC3) SafeInput	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	11,8E-9	5,2E-5	99,6%	SIL 2	SIL 2	Category 0
Safe Brake Control (SBC3) Pair of SafeInput	Category 2	PL d	2,29E-7	SIL 2	13,2E-9	5,8E-5	99,5%	SIL 2	SIL 2	Category 0

Les fonctions **STO** sont certifiées pour la réalisation d'un arrêt de **category 0** selon la norme **EN 60204-1**.

Ce mode correspond à la déconnexion de l'alimentation de puissance du moteur pour la fonction STO qui est alors en roue libre.

Un MTTFD de 14 ans est utilisé pour l'ensemble du **SWD®-Core & SWD®-125**.

Un MTTFD de 12 ans est utilisé pour l'ensemble de la **SWD®-150**.

11.4. Activation d'une fonction de sécurité

Les fonctions de sécurité peuvent être déclenchées par :

- Une entrée de sécurité sur le connecteur I/O (SafeIN) du **SWD**®.
- Un Controlword de sécurité du dictionnaire CANopen (Safety controlwords)
- En réaction à la détection d'une erreur interne au **SWD**®.

i L'état de la commande d'une fonction de sécurité est accessible en lecture seule dans le dictionnaire CANopen, son élaboration est réalisée par le **SWD**®.

Types de capteurs permettant l'activation

Capteurs		Description
Electro-mechanical switch/safety switch	EMSS	Interrupteurs électromécaniques à contacts doubles équivalents / interrupteurs de sécurité sans élément de traitement des signaux
Capteurs de sécurité avec sortie à semi-conducteurs surveillée	OSSD	Capteurs de sécurité avec sorties à semi-conducteurs double canal à surveillance des courts-circuits transversaux
Capteurs de sécurité avec entrée test	SCSD	Capteurs de sécurité avec une entrée test, un élément de traitement des signaux et une sortie test

Configuration des fonctions de sécurité

Pour commander une fonction de sécurité depuis le CANopen Safety on utilise les 'Safety controlwords'. Pour récupérer l'état d'une fonction de sécurité depuis le CANopen Safety on utilise les 'Safety statuswords'.

Il est nécessaire de réaliser le 'mappings' des fonctions de sécurité que l'on souhaite pour ces 'Safety words'. Les commandes doivent être mappées dans les 'scw_mapping_' et les 'status' dans les 'ssw_mapping'

La liste des 'commands' et des 'status' utilisables dans les mapping sont :

Safety Function	Code Control	Code Status
RESTART_ACK	6630 0000 _h	6631 0000 _h
ERROR_ACK	6632 0000 _h	6633 0000 _h
STO	6640 0000 _h	6644 0000 _h
SBC_1	6660 0100 _h	6667 0100 _h
SBC_2	6660 0200 _h	6667 0200 _h
SBC_3	6660 0300 _h	6667 0300 _h
SBU	3040 0000 _h	3041 0000 _h
SMSp	66AA 0100 _h	66A8 0100 _h
SMSn	66AC 0100 _h	66A8 0100 _h
SLS [1]	6690 0100 _h	669F 0100 _h
SLS [2]	6690 0200 _h	669F 0200 _h
SLS [3]	6690 0300 _h	669F 0300 _h
SLS [4]	6690 0400 _h	669F 0400 _h
SLS [5]	6690 0500 _h	669F 0500 _h
SLS [6]	6690 0600 _h	669F 0600 _h
SLS [7]	6690 0700 _h	669F 0700 _h
SLS [8]	6690 0800 _h	669F 0800 _h
SLSa [1]	3050 0100 _h	3059 0100 _h

SLSa [2]	3050 0200 _h	3059 0200 _h
SLSa [3]	3050 0300 _h	3059 0300 _h
SLSa [4]	3050 0400 _h	3059 0400 _h
SLSa [5]	3050 0500 _h	3059 0500 _h
SLSa [6]	3050 0600 _h	3059 0600 _h
SLSa [7]	3050 0700 _h	3059 0700 _h
SLSa [8]	3050 0800 _h	3059 0800 _h
SDIp [1]	66D0 0100 _h	66DE 0100 _h
SDIp [2]	66D0 0200 _h	66DE 0200 _h
SDIn [1]	66D1 0100 _h	66DF 0100 _h
SDIn [2]	66D1 0200 _h	66DF 0200 _h

Activation avec CANopen Safety

- i** Pour mettre à jour la valeur des controlwords dans un contexte de sécurité, il est nécessaire d'utiliser des messages de sécurité de type SRDO.

L'activation d'une fonction de sécurité par le CANopen doit être réalisée par l'usage de Controlword(s) de sécurité. Chaque *Controlword* de sécurité permet de commander jusqu'à 8 fonctions de sécurité, chaque bit le composant correspond à l'activation d'une commande. Il est aussi possible de récupérer l'état d'une fonction de sécurité par l'usage de Statusword(s) de sécurité. Chaque *Statusword* de sécurité permet de récupérer jusqu'à 8 états des fonctions de sécurité, chaque bit le composant correspond à l'état d'activation d'une fonction.

L'association de chaque bit du *Controlword* de sécurité à une commande est réalisée par une opération de configuration de ce mapping.

L'association de chaque bit du *Statusword* de sécurité à un 'status' est réalisée par une opération de configuration de ce mapping.

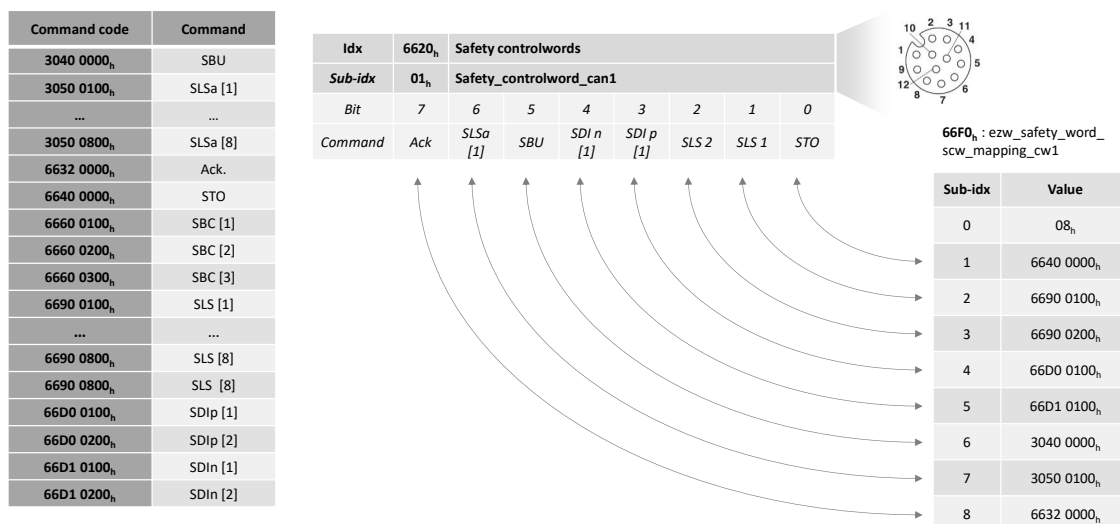


Figure 40 - Exemple de configuration des commandes de sécurité par le CANopen

Activation avec les entrées de sécurité

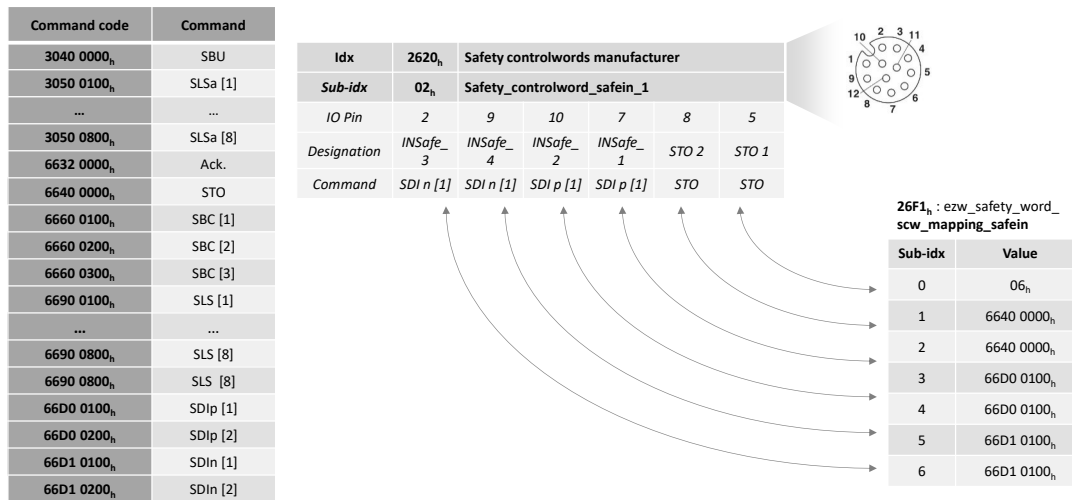


Figure 41 - Exemple de configuration des commandes de sécurité par les SafeInputs

Les entrées de sécurité peuvent fonctionner par paire pour atteindre un niveau de sécurité SIL2/PLD/Cat3. La configuration doit être réalisée afin de rendre compte du fonctionnement conjoint en associant la même fonction de sécurité aux commandes des deux entrées.

Les entrées sont groupées comme suit :

- INSafe_1 – INSafe_2
- INSafe_3 – INSafe_4





Activation permanente

Il est possible d'activer une fonction de sécurité de manière permanente. Pour cela, il faut mapper la commande de la fonction de sécurité qu'on l'on souhaite activer en permanence dans l'un des deux sous-objets, par exemple 0x66400000 pour la fonction STO :

2624_h 'ezw_safety_word_scw_mapping_permanent_cw1':






Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
2624 _h	00 _h	Number of entries	U8	08 _h	RO	NO	-	-	-	1
2624 _h	01 _h	scw_cw_permanent_can_1_bit0	U32	0000 0000 _h	RW	NO	-	-	-	4
2624 _h	02 _h	scw_cw_permanent_can_1_bit1	U32	0000 0000 _h	RW	NO	-	-	-	4
2624 _h	03 _h	scw_cw_permanent_can_1_bit2	U32	0000 0000 _h	RW	NO	-	-	-	4
2624 _h	04 _h	scw_cw_permanent_can_1_bit3	U32	0000 0000 _h	RW	NO	-	-	-	4
2624 _h	05 _h	scw_cw_permanent_can_1_bit4	U32	0000 0000 _h	RW	NO	-	-	-	4
2624 _h	06 _h	scw_cw_permanent_can_1_bit5	U32	0000 0000 _h	RW	NO	-	-	-	4
2624 _h	07 _h	scw_cw_permanent_can_1_bit6	U32	0000 0000 _h	RW	NO	-	-	-	4
2624 _h	08 _h	scw_cw_permanent_can_1_bit7	U32	0000 0000 _h	RW	NO	-	-	-	4

2625_h 'ezw_safety_word_scw_mapping_permanent_cw2':




Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
2625 _h	00 _h	Number of entries	U8	08 _h	RO	NO	-	-	-	1
2625 _h	01 _h	scw_cw_permanent_can_2_bit0	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
2625 _h	02 _h	scw_cw_permanent_can_2_bit1	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
2625 _h	03 _h	scw_cw_permanent_can_2_bit2	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
2625 _h	04 _h	scw_cw_permanent_can_2_bit3	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
2625 _h	05 _h	scw_cw_permanent_can_2_bit4	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
2625 _h	06 _h	scw_cw_permanent_can_2_bit5	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
2625 _h	07 _h	scw_cw_permanent_can_2_bit6	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
2625 _h	08 _h	scw_cw_permanent_can_2_bit7	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4






Mappings par défaut des 'Safety words'

Safety Controlword 1

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
66F0 _h	00 _h	Number of entries	U8	08 _h	RO	NO	-	-	-	1
66F0 _h	01 _h	Command 1	U32	6640 0000 _h STO command	RO	NO	-	-	-	4
66F0 _h	02 _h	Command 2	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F0 _h	03 _h	Command 3	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F0 _h	04 _h	Command 4	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F0 _h	05 _h	Command 5	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F0 _h	06 _h	Command 6	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F0 _h	07 _h	Command 7	U32	6630 0000 _h RESTART_ACK	RO	NO	-	-	-	4
66F0 _h	08 _h	Command 8	U32	6632 0000 _h ERROR_ACK	RO	NO	-	-	-	4

Safety Controlword 2 à 8





Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
66F1 _h to 66F8 _h	00 _h	Number of entries	U8	08 _h	RO	NO	-	-	-	1
66F1 _h to 66F8 _h	01 _h	Command 1	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F1 _h to 66F8 _h	02 _h	Command 2	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F1 _h to 66F8 _h	03 _h	Command 3	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4

66F1 _h to 66F8 _h	04 _h	Command 4	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F1 _h to 66F8 _h	05 _h	Command 5	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F1 _h to 66F8 _h	06 _h	Command 6	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F1 _h to 66F8 _h	07 _h	Command 7	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F1 _h to 66F8 _h	08 _h	Command 8	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4






Safety Controlword Safein 1

Dans sa configuration par défaut, les entrées de sécurité sur le connecteur ne sont pas associées à une commande. La configuration doit être réalisée par le fabricant de la machine en fonction de son architecture et des fonctions de sécurité à affecter.









La configuration des entrées STO_1 et STO_2 est en lecture seule et ne peut être modifiée par configuration. Ces entrées du connecteur sont toujours associées à la fonction STO.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
2620 _h	00 _h	Number of entries	U8	06 _h	RO	NO	-	-	-	1
2620 _h	01 _h	Command STO_1	U32	6640 0000 _h STO command	RO	NO	-	-	-	4
2620 _h	02 _h	Command STO_2	U32	6640 0000 _h STO command _h	RO	NO	-	-	-	4
2620 _h	03 _h	Command INSafe_1	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
2620 _h	04 _h	Command INSafe_2	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
2620 _h	05 _h	Command INSafe_3	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
2620 _h	06 _h	Command INSafe_4	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4

Safety Statusword 1

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
66F8 _h	00 _h	Number of entries	U8	08 _h	RO	NO	-	-	-	1
66F8 _h	01 _h	Status 1	U32	6644 0000 _h STO status	RO	NO	-	-	-	4
66F8 _h	02 _h	Status 2	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F8 _h	03 _h	Status 3	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F8 _h	04 _h	Status 4	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F8 _h	05 _h	Status 5	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F8 _h	06 _h	Status 6	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F8 _h	07 _h	Status 7	U32	6631 0000 _h RESTART_ACK	RO	NO	-	-	-	4
66F8 _h	08 _h	Status 8	U32	6633 0000 _h ERROR_ACK	RO	NO	-	-	-	4

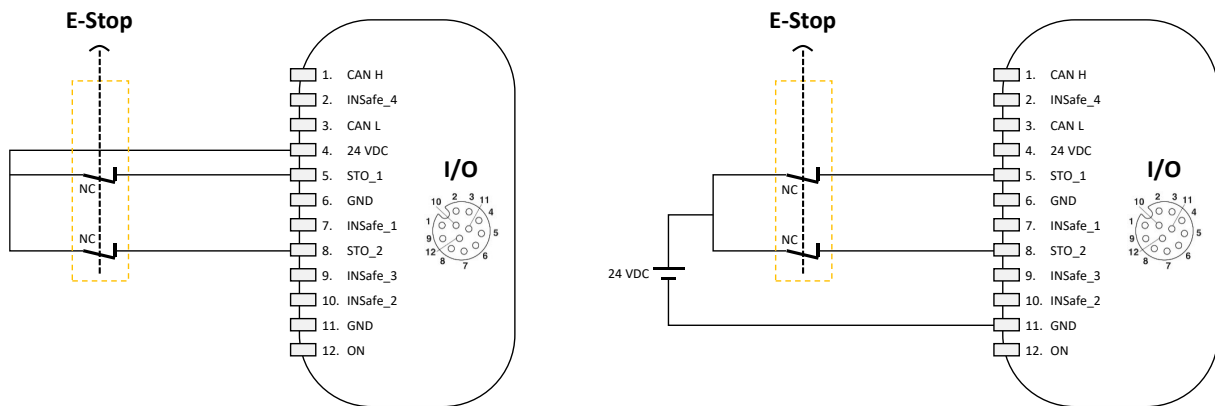
Safety Statusword 2 à 8

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
66F9 _h to 66FF _h	00 _h	Number of entries	U8	08 _h	RO	NO	-	-	-	1
66F9 _h to 66FF _h	01 _h	Status 1	U32	6644 0000 _h STO status	RW 	NO	-	-	-	4
66F9 _h to 66FF _h	02 _h	Status 2	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F9 _h to 66FF _h	03 _h	Status 3	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F9 _h to 66FF _h	04 _h	Status 4	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F9 _h to 66FF _h	05 _h	Status 5	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F9 _h to 66FF _h	06 _h	Status 6	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F9 _h to 66FF _h	07 _h	Status 7	U32	0000 0000 _h	RW 	NO	-	-	-	4
66F9 _h to 66FF _h	08 _h	Status 8	U32	6633 0000 _h Error status	RW 	NO	-	-	-	4

11.5. Recommandations de mises en œuvre

Activation du STO par arrêt d'urgence

Activation du STO par arrêt d'urgence via l'interface Connecteur I/O, relié sur la paire d'entrée STO_1 et STO_2 ; Conformité jusqu'à SIL3 / PLe / Cat4.

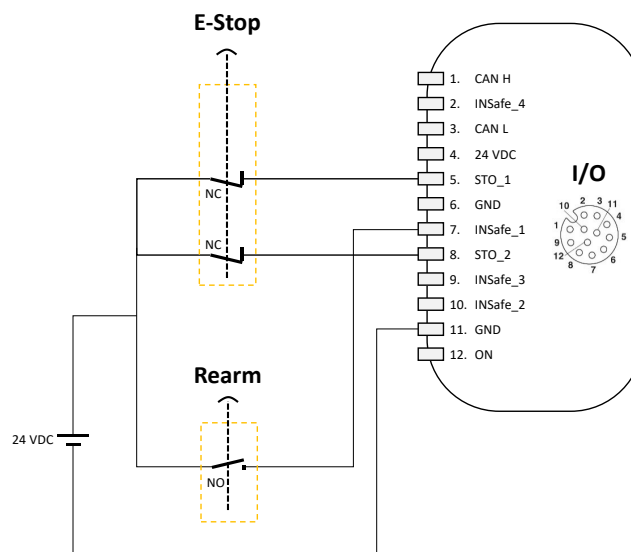


Un interrupteur conforme à la norme ISO 13850, à ouverture positive selon la norme IEC 60947-5-1, ou un contrôleur de sécurité certifié doit être utilisé comme élément d'actionnement.

En entrée le composant de sécurité doit être choisi pour satisfaire le niveau global de la fonction de sécurité.

Réarmement du STO

Réarmement du STO par un appui sur un bouton normalement ouvert (NO) via l'interface Connecteur I/O, relié à l'entrée INSafe_1 ; maintient jusqu'à 100 heures.



L'entrée simple INSafe_1 doit être configurée comme le signal de réarmement de la fonction STO. Dès lors, un front montant de 0 à 24 VDC sur cette entrée, permet de rétablir le couple sur le moteur (STO State à 0). L'objet 6641h 'STO restart acknowledge behavior' est activé (Valeur à 1), et l'entrée de sécurité 'INSafe 1' configuré sur la fonction de demande de réarmement du STO 6630h 'Restart acknowledge command'.

En entrée les composants de sécurité doivent être choisis pour satisfaire le niveau global de la fonction de sécurité.

Le maintien de la fonction de sécurité avant réarmement est assuré pendant 100h maximum.

Activation du STO et réarmement avec un relais de sécurité à réarmement

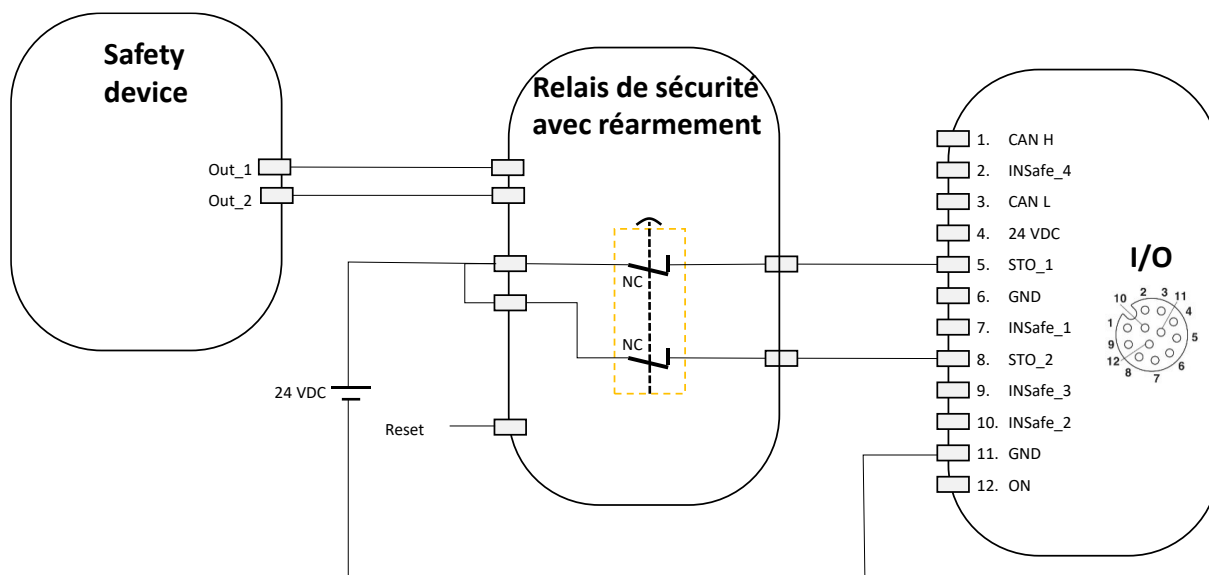
Activation du STO avec conformité jusqu'à SIL3 / Ple, avec réarmement, maintient au-delà de 100h en utilisant un relai de sécurité.

Pour les réglementations de la directive sur les machines en Europe, les exigences supplémentaires de la norme EN ISO 14118:2018 pour le non-redémarrage doivent être prises en compte.

Les niveaux de performance des fonctions de sécurité et la garantie de la position STO sont garantis pour une période de 100 heures.

En cas de coupure de l'alimentation électrique, cette périodicité de temps est garantie, car en fonctionnement normal, le variateur doit être redémarré après une action physique de l'utilisateur.

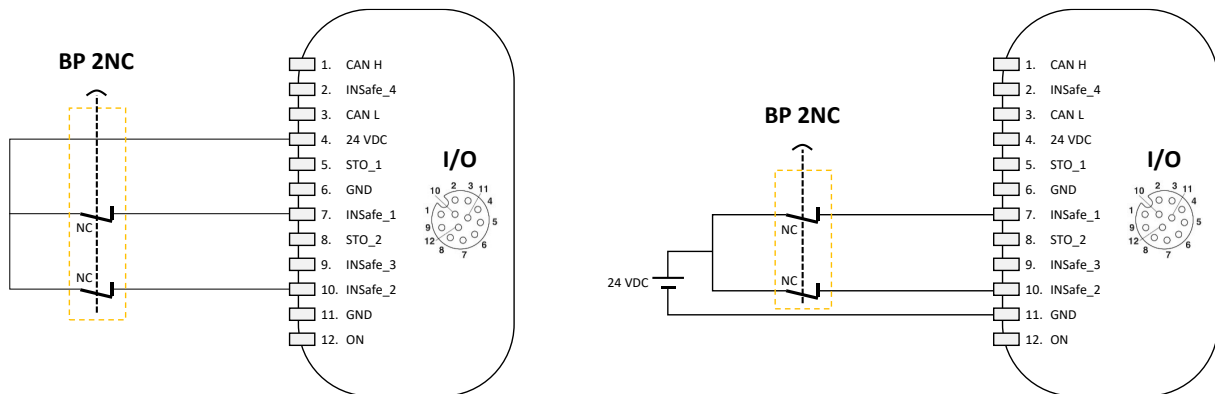
Après cette période de 100 heures, le variateur peut accumuler les défaillances et, afin d'éviter une situation dangereuse, l'ajout d'un relai de sécurité est nécessaire pour se conformer à la norme EN ISO 14118:2018 pour les exigences de non-redémarrage.



Les composants de sécurité en entrée doivent être choisis pour satisfaire le niveau global de la fonction de sécurité.

Activation d'une fonction de sécurité via une paire d'entrée de sécurité

Activation d'une fonction de sécurité logicielle avec un interrupteur 2-pôles normalement fermé (2NC) ; conformité jusqu'à SIL2 / PLd / Cat3.



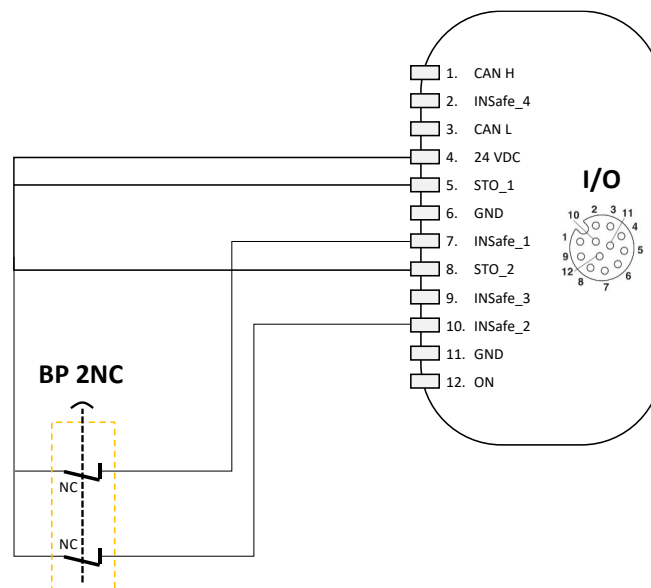
Un interrupteur conforme à la norme ISO 13850, à ouverture positive selon la norme IEC 60947-5-1, ou un contrôleur de sécurité certifié doit être utilisé comme élément d'actionnement.

En entrée les composants de sécurité doivent être choisis pour satisfaire le niveau global de la fonction de sécurité.

Dans le cas de l'activation d'une fonction de sécurité logicielle par l'interface connecteur I/O, il est nécessaire de configurer pour chacune des entrées de sécurité la fonction de sécurité associée.

Désactivation permanente du STO et activation d'une fonction de sécurité

Désactivation permanente du STO et activation d'une autre fonction de sécurité par un interrupteur 2-pôles normalement fermé (2NC), conformité jusqu'à SIL2 / PLd.

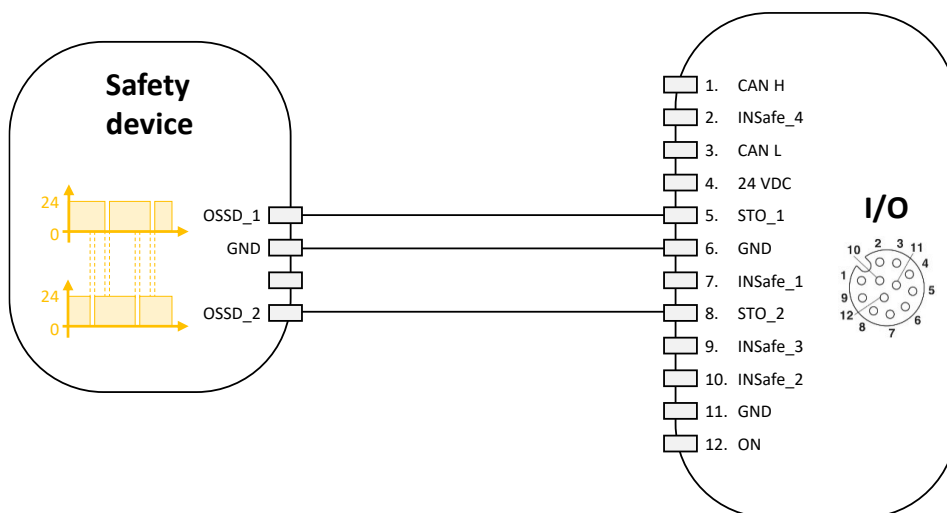


Un interrupteur conforme à la norme ISO 13850, à ouverture positive selon la norme IEC 60947-5-1, ou un contrôleur de sécurité certifié doit être utilisé comme élément d'actionnement.

En entrée le composant de sécurité doit être choisi pour satisfaire le niveau global de la fonction de sécurité.

Activation du STO par sorties OSSDs

Activation du STO par sorties OSSD, conformité jusqu'à SIL3 / PL_e.

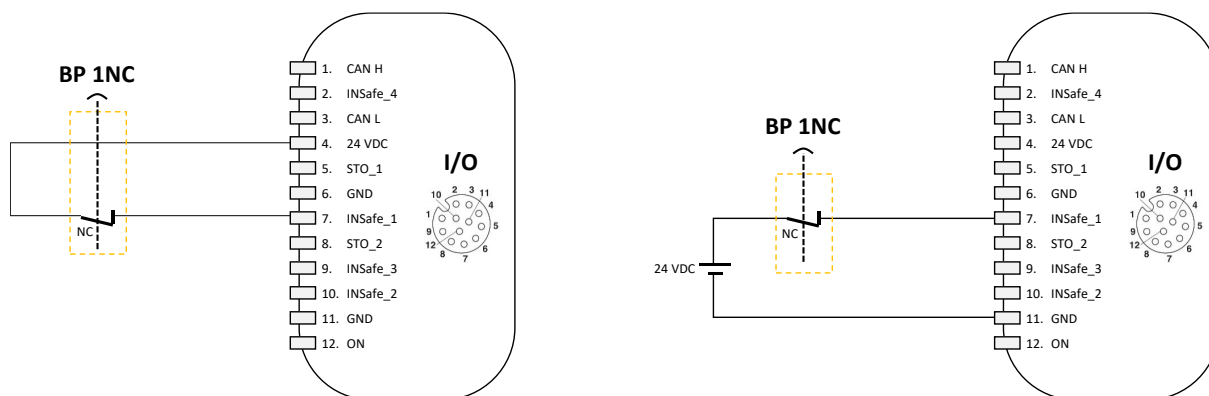


Un capteur certifié disposant d'une paire d'OSSD, un capteur, un contrôleur de sécurité.

En entrée le composant de sécurité doit être choisi pour satisfaire le niveau global de la fonction de sécurité.

Utilisation d'une entrée simple de sécurité

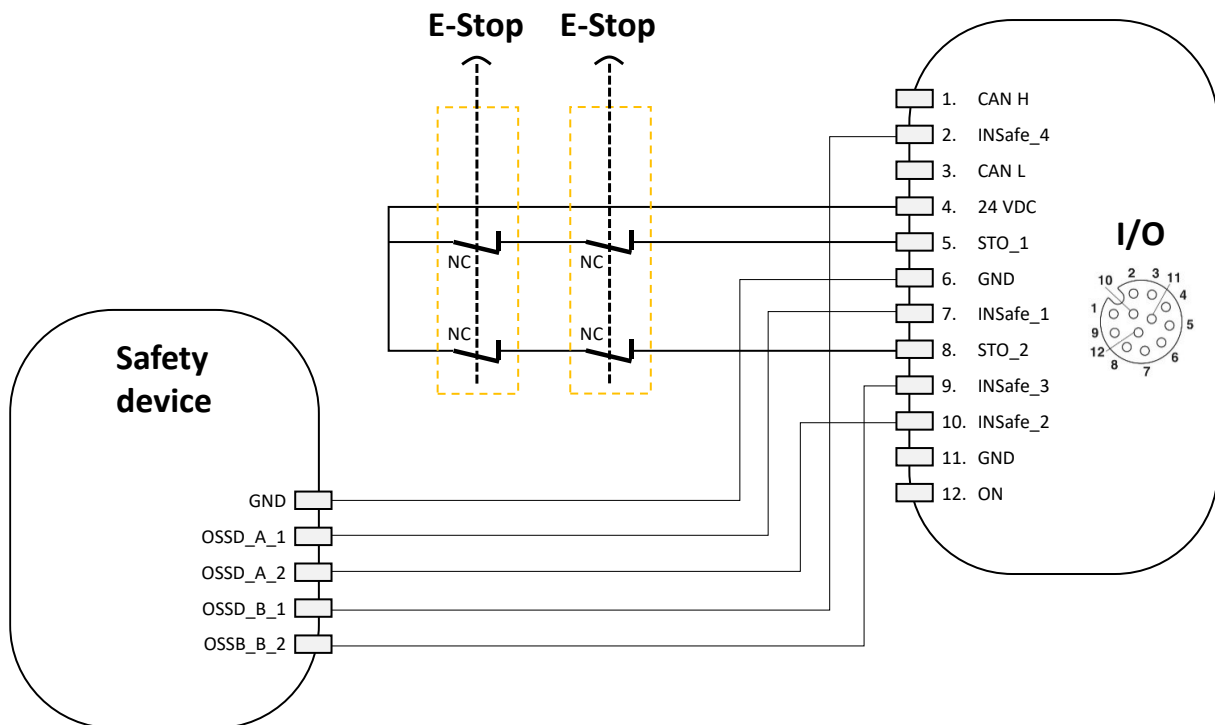
Utilisation d'une simple entrée de sécurité ; conformité jusqu'à SIL2 / PL_d / Cat2.



En entrée le composant de sécurité doit être choisi pour satisfaire le niveau global de la fonction de sécurité.

Activation du STO par deux arrêts d'urgence

Activation du STO par deux arrêts d'urgence ; conformité jusqu'à SIL3 / PL_e, et activation de deux autres fonctions par signaux OSSD, conformité jusqu'à SIL2 / PL_d



Les composants de sécurité en entrée doivent être choisis pour satisfaire le niveau global de la fonction de sécurité.

Echanges de l'état des entrées de sécurité sur le bus CANopen Safety

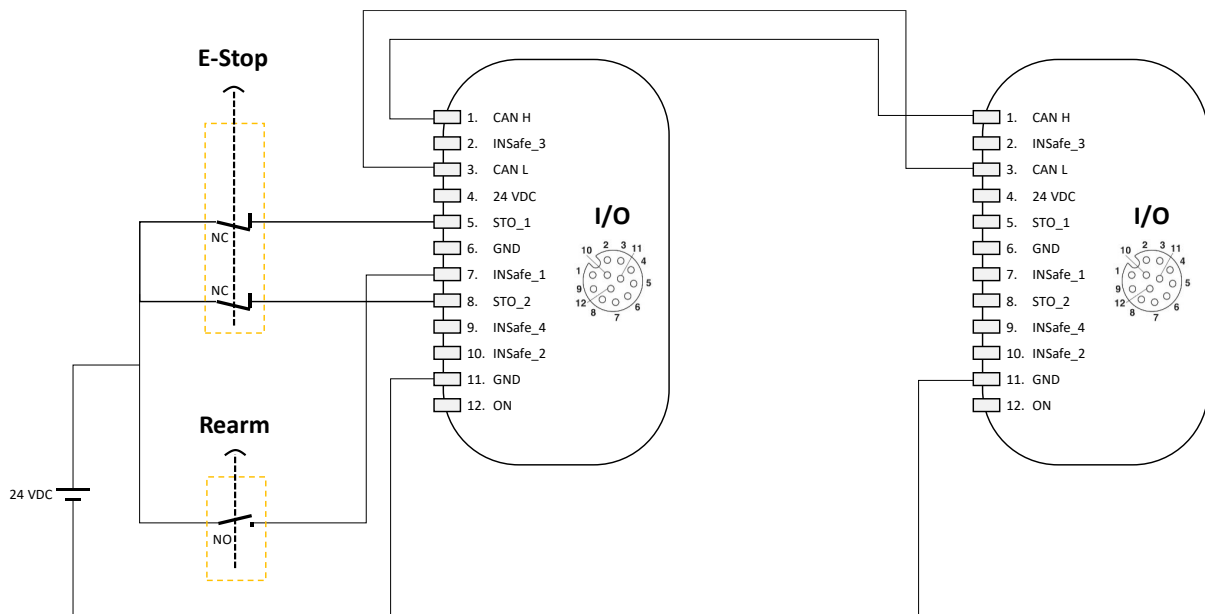
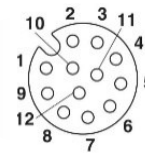
L'information sur l'état des entrées de sécurité est échangée sur le bus CANopen Safety. Si bien que n'importe quel périphérique connecté au bus CANopen, peut connaître l'état des entrées de sécurité. Cette information est échangée à travers un message de sécurité sur le bus CANopen Safety, appelé SRDO. Ce message SRDO contient un objet de sécurité appelé 'Safe Control Word'. Le **SWD**® sur lequel les entrées de sécurité sont câblées est dans ce cas d'usage émetteur du SRDO contenant l'état de ces entrées de sécurité. Les autres **SWD**® consomment le Safe Control Word contenu dans ce SRDO. Ainsi, ils peuvent réagir à l'état d'une entrée de sécurité d'un autre périphérique, avec un niveau de sécurité SIL2 / PLd.

La configuration des commandes de fonction de sécurité doit être réalisée sur chacun des **SWD**®.

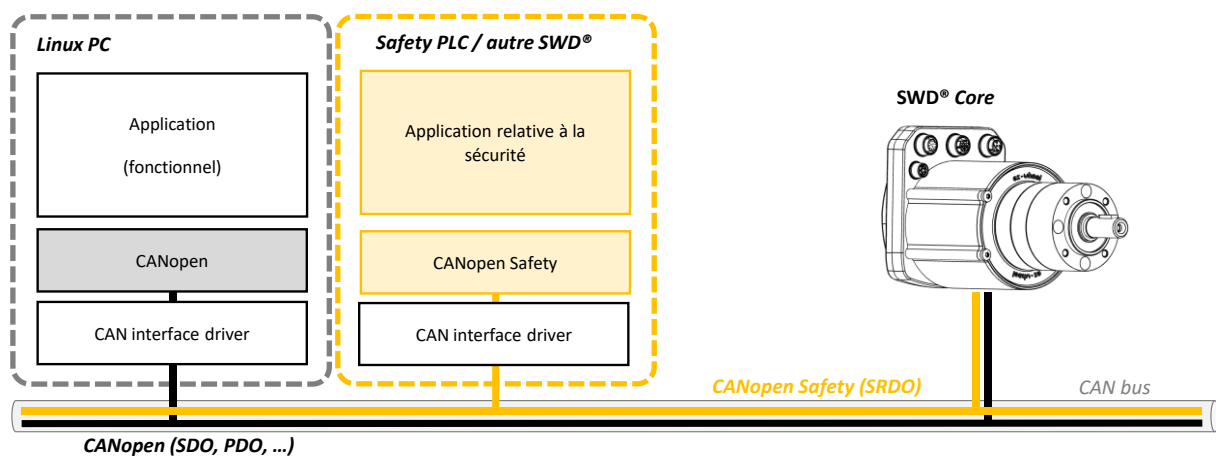
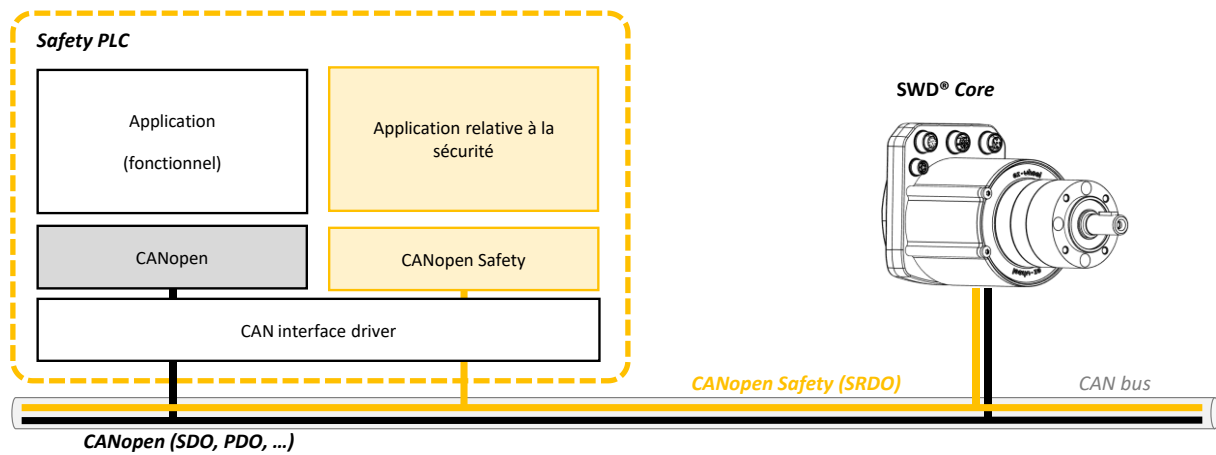
Elle s'effectue par configuration du **safeIn control word** sur lequel les entrées de sécurité sont câblées et par configuration du **safe control word 'n'** reçu par CANopen safety sur les autres **SWD**®.

2620 00_n : safe_in controlword

PIN#		2	9	10	7	8	5
Sig.		Safe IN 4	Safe IN 3	Safe IN 2	Safe IN 1	STO 2	STO 1
		SDI n [1]	SDI n [1]	SDI p [1]	SDI p [1]	STO	STO



Connexion à un contrôleur de sécurité CANopen safety



11.6. Etats de fonctions de sécurités

L'état des commandes des fonctions de sécurités activées sont disponibles dans l'objet 'Safety Function Output' (2630_h). Cet objet en lecture seule est configurable en TxPDO. Il contient les deux sous-indexes suivants :

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
Safety Function Output										
2630 _h	00 _h	Number of entries	U8	02 _h	RO	NO	-	02 _h	-	1
	01 _h	safety_function_output_1	U16	-	RO	TPDO	-	0 _h	FFFF _h	2
	02 _h	safety_function_output_2	U16	-	RO	TPDO	-	0 _h	FFFF _h	2

safety_function_output_1															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SDI_N_2	SDI_N_1	SDI_P_2	SDI_P_1	SLS_8	SLS_7	SLS_6	SLS_5	SLS_4	SLS_3	SLS_2	SLS_1	SBC_3	SBC_2	SBC_1	STO
MSB								LSB							

safety_function_output_2															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Not used				SLSa_8	SLSa_7	SLSa_6	SLSa_5	SLSa_4	SLSa_3	SLSa_2	SLSa_1	SMS	SBU	RESTART_ ACK	ERROR_ ACK
MSB								LSB							

Safety function	Deactivated	Activated
Bit value	0	1

11.7. Fonctions de sécurité

Activation du STO

Le STO est activé par la commande 0x6640, actif à l'état bas.

Après engagement d'un STO, le moteur est électriquement déconnecté et n'applique plus aucun couple. La vitesse ralentit, mais dans le cas de l'activation du STO seul, le moteur n'est pas freiné et la décélération de vitesse est fonction de l'inertie de l'entraînement.

L'état du STO est disponible dans l'objet '0x6644 STO State'. Un état haut signifie qu'il est actif et reste actif jusqu'au réarmement.

Activation du STO

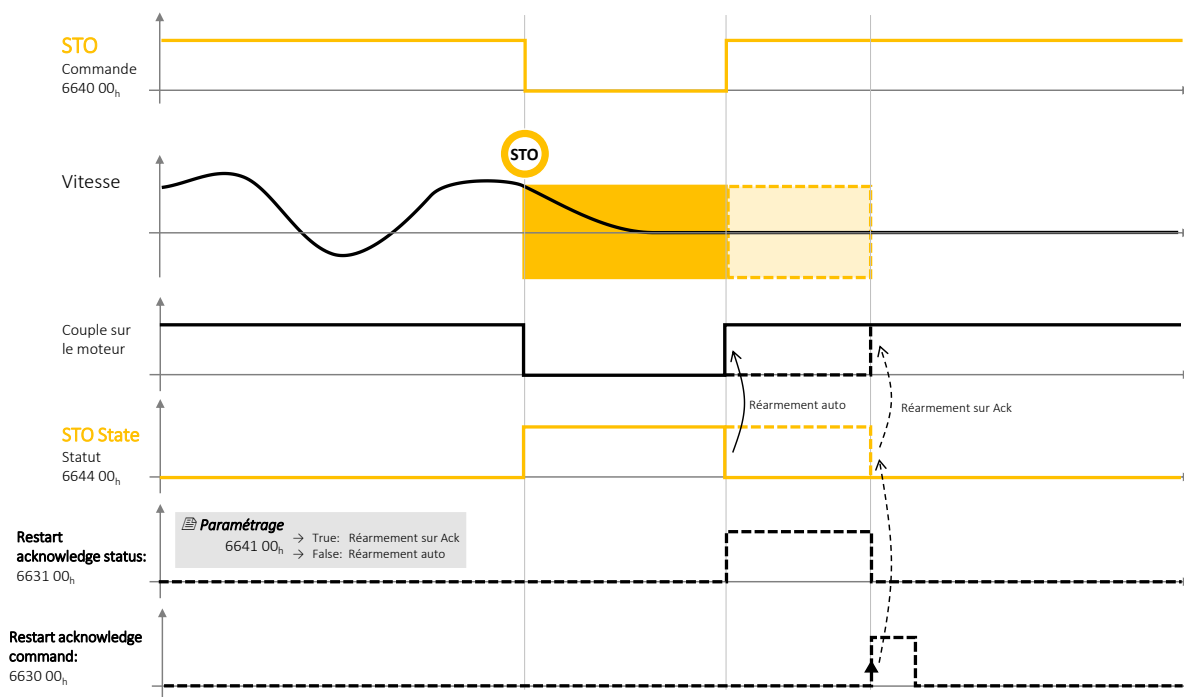


Figure 42 - Diagramme d'activation et d'acquiescement du STO

Le mode de réarmement est paramétré par le registre '0x6641 STO restart acknowledge behavior'. Une valeur 'False' engage un réarmement automatique à la disparition du signal STO. Une valeur 'True' exige un acquiescement pour être réarmé.

Dans le cas d'un réarmement par Acknowledge, le statut est actif à l'état haut tant qu'un acquiescement est attendu. La demande d'Acknowledge doit se faire par le passage de la commande à l'état haut, le front montant déclenchant l'acquiescement.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
6630 _h	00	Restart acknowledge command	BOOLEAN	-	WO	NO	-	0	1	1
6631 _h	00	Restart acknowledge status	BOOLEAN	-	RO	NO	-	0	1	1
6640 _h	00	STO Command	BOOLEAN	-	RO	NO	-	0	1	1
6641 _h	00	STO restart acknowledge behavior	BOOLEAN	0	RW	NO	-	0	1	1
6643 _h	00	STO active SBC	U32	0x66600300	RW	NO	-	0000 0000 _h 6660 0100 _h 6660 0200 _h 6660 0300 _h		4
6644 _h	00	STO status	BOOLEAN	0	RO	NO	-	0	1	1

Activation du SBC

Le **SWD**[®] gère deux modes de freinage moteur. Un freinage interne au moteur et un freinage externe. Le freinage interne fonctionne par court-circuitage des phases moteurs. Alors que le frein externe fonctionne par manque de courant. Il se monte sur l'axe moteur, à l'arrière du produit. L'utilisation ou non du frein interne est configurable³³ :

Braking applied according to the configuration used		
SBC commands	Internal brake	External brake
No SBC		
SBC command 1	✓	✓
SBC command 2		✓
SBC command 3	✓	

⚠ *En cas de configuration sur 'SBC command 3', aucun frein externe ne doit être connecté. Le cas échéant, celui-ci ne sera pas alimenté, et le **SWD**[®] serait freiné par le frein externe.*

Lorsqu'un frein externe est monté, l'utilisateur doit le renseigner dans le champ dédié du dictionnaire CANopen, 'Brake present' (2660_h).

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
2660 _h	00 _h	Brake present	BOOL	_34	RW	NO	-	0	1	1

2660_h: Brake present	No external brake mounted	External brake mounted
Value	0	1

Le frein externe est présent s'il a été correctement monté sur le moteur et s'il est branché sur le connecteur dédié.

- i** Si la configuration indique qu'un frein externe est monté, mais que celui-ci n'est pas détecté, une erreur sous forme de message EMCY est envoyé, avec le code 8016_h BLC (Brake Lock Check).
- i** Si la configuration indique qu'aucun frein externe n'est monté, mais que celui-ci est détecté, une erreur sous forme de message EMCY est envoyé, avec le code 8010_h (EXT_BRAKE_PRESENCE).

Le freinage peut être activé lors de l'activation d'un STO (avec la commande 6643_h 'STO activate SBC').

Par défaut, le mode de freinage « SBC command 3 » s'active sur un signal STO, i.e. le freinage interne du moteur.

Une commande SBC, peut aussi être activée par l'intermédiaire d'une commande de sécurité, i.e. un 'Safety Controlword' (6620_h).

⚠ *Si un mode SBC command incompatible avec le matériel a été paramétré, une erreur sous forme de message EMCY est envoyée, avec le code 6020_h (CANOPEN_PARAMETER_ERROR).*

³³ Configuration possible à partir de la versions logicielle 'Firmware 2.0.x'. SBC command 3 par défaut sinon.

³⁴ 'True' pour les produits avec frein externe, 'False' pour les produits sans frein externe.

Le frein interne est maintenu après la déconnexion de l'alimentation des moteurs. La durée de maintien du frein est d'environ trois minutes.

Depuis la version logiciel 'Firmware 1.1.4', le frein interne reste désactivé en cas de :

1. Entraînement par des moyens extérieurs du moteur (tractage)
2. Déconnexion d'une source d'alimentation permettant de stocker l'énergie, ou que celle-ci n'accepte plus de courant en entrée.
3. Détection d'une surchauffe de l'électronique du moteur.

Le tractage est vivement déconseillé, et doit rester dans les plages nominales d'utilisation des moteurs.

Activation du SBU

Le **SWD**[®] prévoit un mode de débrayage du moteur sûr, afin de faciliter les opérations de maintenance des plateformes mobiles. Ce mode SBU (Safe Brake Unlock), permet de désactiver les freins et de mettre le moteur en roue libre.

Ce mode peut être activé par un signal sur une entrée de sécurité du **SWD**[®] ou par réception d'un message de sécurité sur le bus CANopen safety.

Lorsque ce mode est activé, un message d'urgence EMCY est envoyé avec le code 8012_h "SBU_SET".

L'activation du SBU est limitée aux modes SWITCHED_ON_DISABLED et READY_TO_SWITCH_ON de la machine à état du variateur moteur. Sinon l'activation de ce mode échoue, et un message d'urgence EMCY est envoyé avec le code 8013_h "SBU_ACTIVATION_ERROR", provoquant le passage à l'état 'Fault' de la machine à état.

Activation du SDI

Deux commandes SDIp et SDIn sont activables à l'état bas pour interdire respectivement le sens de rotation positif et négatif du moteur.

Les deux commandes disposent chacune de deux index permettant d'activer deux niveaux de seuil de tolérance *nZero_SDI* (vitesse en rpm) différents dans le mécanisme de déclenchement du SDI. Au total quatre commandes sont pilotables :

- 66D0 01_h : SDI positif au-delà du seuil *+nZero_SDI*, valeur du sous-index 01
- 66D1 01_h : SDI négatif au-delà du seuil *-nZero_SDI*, valeur du sous-index 01
- 66D0 02_h : SDI positif au-delà du seuil *+nZero_SDI*, valeur du sous-index 02
- 66D1 02_h : SDI négatif au-delà du seuil *-nZero_SDI*, valeur du sous-index 02

Les seuils de déclenchement *nZero_SDI* sont paramétrables par les registres 66D5 01_h et 66D5 02_h.

Le dépassement du seuil par la vitesse de rotation du moteur lorsqu'une commande SDI est active entraîne la violation d'un SDI et le déclenchement du STO.

Le mode de réarmement fonctionne ensuite de la même manière que pour l'activation du STO seul (voir Activation du STO).

Activation du SDI

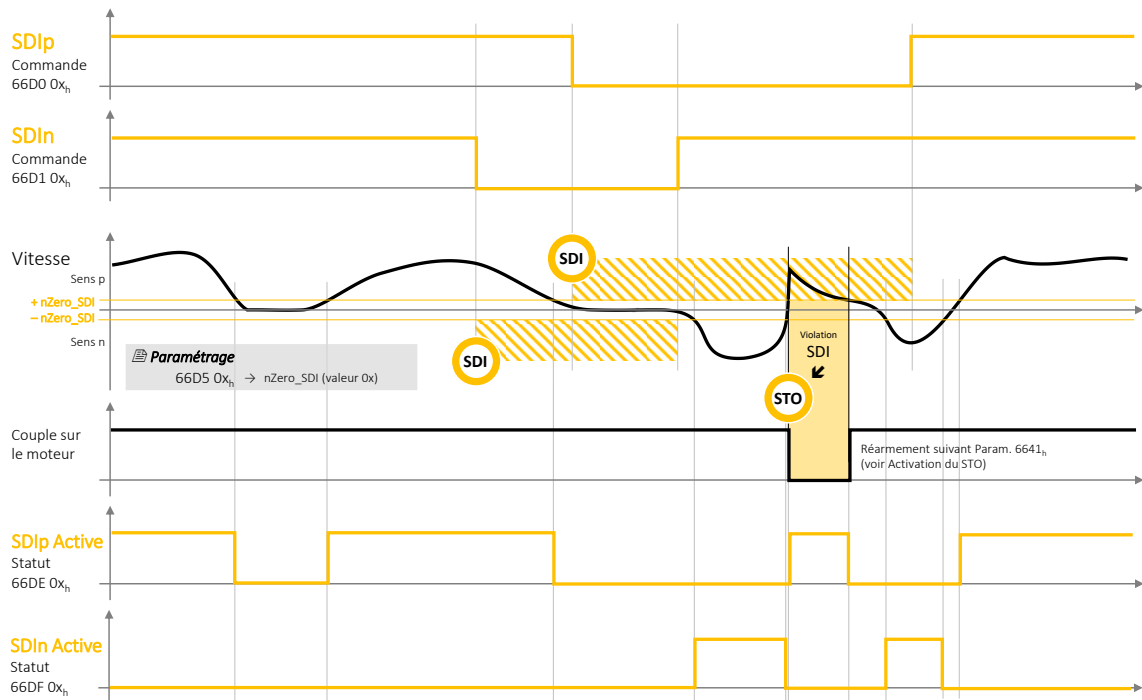


Figure 43 - Diagramme d'activation du SDI

Deux statuts *SDIp Active* et *SDIn Active* sont disponibles, même sans activation des fonctions SDI, pour indiquer si la vitesse de rotation est au-delà du seuil de déclenchement *nZero_SDI*. Les seuils utilisent les valeurs des deux index paramétrés, ce sont donc au total quatre statuts de détection de sens de rotation qui peuvent être utilisés pour monitorer l'activité du moteur :

- 66DE 01_h : rotation sens positif au-delà du seuil *+nZero_SDI*, valeur du sous-index 01
- 66DF 01_h : rotation sens négatif au-delà du seuil *-nZero_SDI*, valeur du sous-index 01
- 66DE 02_h : rotation sens positif au-delà du seuil *+nZero_SDI*, valeur du sous-index 02
- 66DF 02_h : rotation sens négatif au-delà du seuil *-nZero_SDI*, valeur du sous-index 02

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
66D0 _h	00 _h to 02 _h	SDIp Commands	BOOL EAN	1	RO	NO	-	0	1	1
66D1 _h	00 _h to 02 _h	SDIn Commands	BOOL EAN	1	RO	NO				
66D5 _h	00	SDI velocity zero window	U32	0	RW	NO	RPM	0	1	1
66DE _h	00 _h to 02 _h	SDIp statuses	BOOL EAN	0	RO	NO	-	0	1	1
66DF _h	00 _h to 02 _h	SDIn statuses	BOOL EAN	0	RO	NO	-	0	1	1

⚠ La fonction de sécurité SDI est garantie à partir de 50 rpm (rotations par minute) au niveau de l'arbre moteur. En dessous de cette valeur, le niveau SIL et les critères associés PL, catégorie ne sont pas garantis.

Activation du SLS

Huit niveaux de limitation de vitesse SLS sont activables par la commande 6690_h, index 01 à 08.

Le SLS 6690_h est actif à l'état bas, et le monitoring de la vitesse s'active après un temps de déclenchement défini par le premier de ces deux évènements :

- Le temps t_{SLS} (en ms) écoulé depuis l'activation de la commande SLS
- Le temps t_{L_SLS} (en ms) écoulé après le passage de la vitesse dans la fenêtre autorisée

La vitesse autorisée est limitée par la valeur n_{SLS} (en rpm), dans les deux sens de rotation.

Pour chacun des huit SLS actionnables, les valeurs sont paramétrables par les registres :

- 6693 0x_h : Vitesse n_{SLS} , valeur pour l'index 0x [01..08]
- 6691 0x_h : Temps t_{SLS} , valeur pour l'index 0x [01..08]
- 6694 0x_h : Temps t_{L_SLS} , valeur pour l'index 0x [01..08]

Le dépassement du seuil de vitesse de rotation du moteur lorsqu'une commande SLS est active entraîne la violation d'un SLS. Cela peut déclencher un signal STO, en fonction de la configuration de l'objet 'SLS error reactions' 0x6698_h. Dans ce cas, le mode de réarmement fonctionne de la même manière que pour l'activation du STO seul (voir Activation du STO).

Activation du SLS

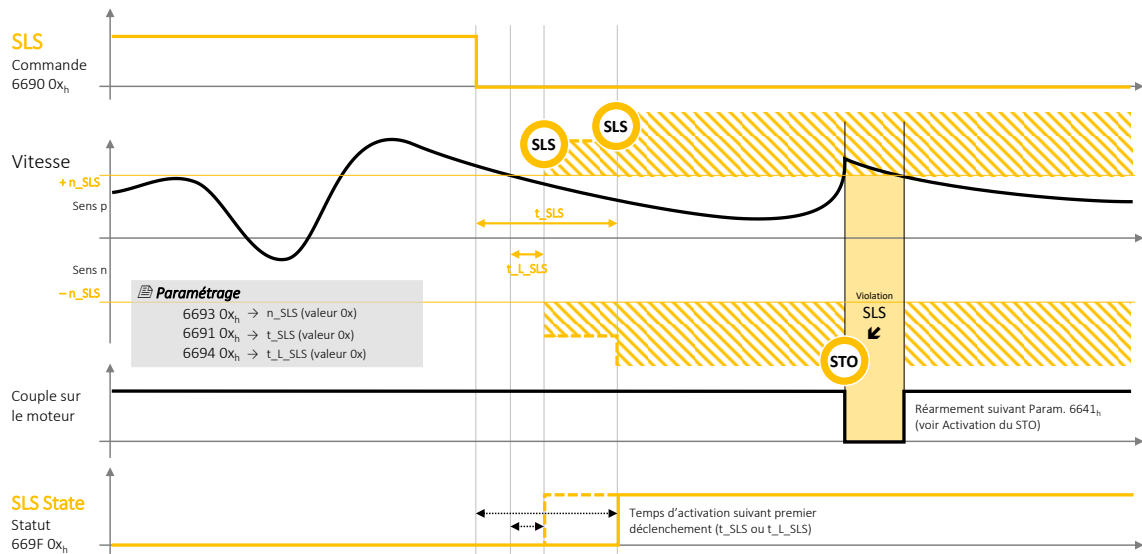


Figure 44 - Diagramme d'activation du SLS

Le statut accessible dans l'objet *SLS State* 6697 0x_h, aux sous-index [01...08], est actif à l'état haut lorsque le monitoring de vitesse déclenché par la commande SLS 6690 0x_h est activé.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
6690 _h	00 _h to 08 _h	SLSCommands	BOOLEAN	-	RO	NO	-	0	1	1	-
6691 _h	00 _h to 08 _h	Temps avant démarrage du Monitoring	U16	0	RW	NO	MS	0	U16	2	OUI
6693 _h	00 _h to 08 _h	Limite de vitesse SLS	U32	0	RW	NO	rpm	100	U32	4	OUI
6694 _h	00 _h to 08 _h	Temps avant démarrage SLS « dans la limite »	U16	0	RW	NO	MS	0	U16	2	OUI
6698 _h	00 _h to 08 _h	SLS reactions en cas d'erreur	U32	6640 0000 h	RW	NO	-	0 : pas de reaction 6640 0000 STO		4	OUI
669F _h	00 _h to 02 _h	SLS statuses	BOOLEAN	-	RO	NO	-	0	1	1	-

- ⚠ L'utilisateur peut choisir de désactiver la réaction s'il souhaite utiliser le 'status' du SLS pour un autre usage. Cette configuration dépend du cas d'usage du **SWD**® et est sous la responsabilité du fabricant de la machine.
- ⚠ La fonction de sécurité SLS est garantie à partir de 100 rpm (rotations par minute) au niveau de l'arbre moteur. En dessous de cette valeur, le niveau SIL et les critères associés PL, catégorie ne sont pas garantis.

Activation du SLSa

Huit niveaux de limitation de vitesse SLSa sont activables par la commande 3050_h, sous-index 01 à 08.

Le SLSa 3050_h est actif à l'état bas, et le monitoring de la vitesse s'active après un temps de déclenchement défini par le premier de ces deux évènements :

- Le temps t_SLSa (en ms) écoulé depuis l'activation de la commande SLSa
- Le temps t_L_SLSa (en ms) écoulé après le passage de la vitesse dans la fenêtre autorisée

La vitesse autorisée est limitée par la valeur n_SLSa (en rpm), dans un seul sens de rotation.

Pour chacun des huit SLSa actionnables, les valeurs sont paramétrables avec les objets :

- 3051_h: 01_h ... 08_h Temps t_SLSa+
- 3052_h: 01_h ... 08_h Vitesse positive n_SLSa+
- 3053_h: 01_h ... 08_h Temps limites t_L_SLSa+
- 3054_h: 01_h ... 08_h Temps t_SLSa-
- 3055_h: 01_h ... 08_h Vitesse négative n_SLSa-
- 3056_h: 01_h ... 08_h Temps limites t_L_SLSa-

Le dépassement du seuil de vitesse de rotation du moteur lorsqu'une commande SLSa est active entraîne la violation d'un SLSa. Cela peut déclencher un signal STO, en fonction de la configuration de l'objet 'SLSa error reactions' 0x3057_h. Dans ce cas, le mode de réarmement fonctionne de la même manière que pour l'activation du STO seul (voir Activation du STO).

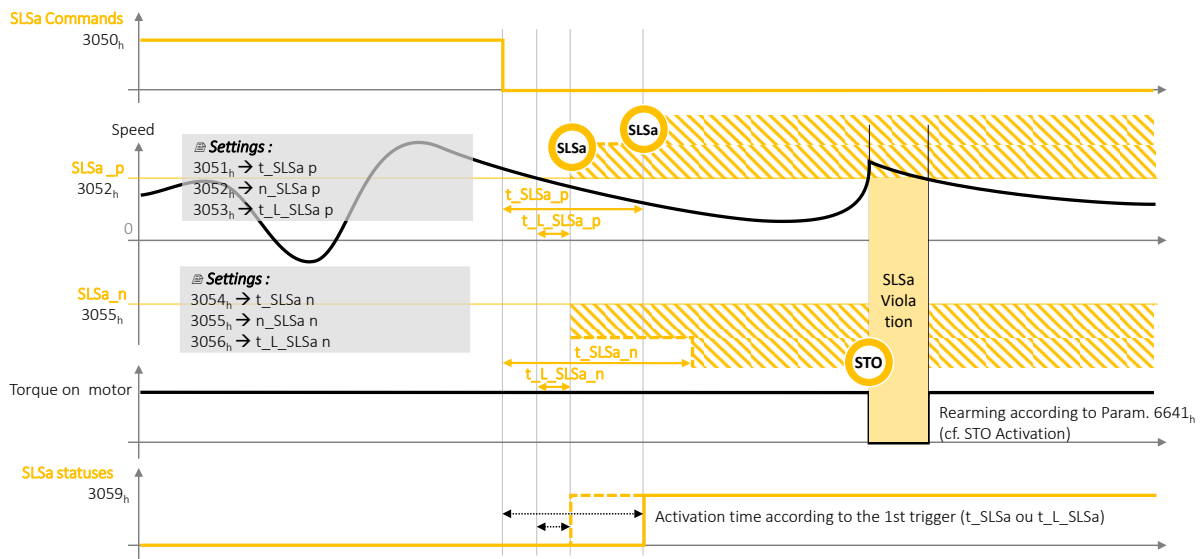


Figure 45 - Diagramme d'activation du SLSa

Le statut accessible dans l'objet *SLSa State* 3059_h, au sous-index [01_h ... 08_h], est actif à l'état haut lorsque le monitoring de vitesse déclenché par la commande SLSa 3050_h est activé.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
3050 _h	00 _h to 08 _h	SLSa commands	BOOLEAN	-	RO	NO	-	0	1	1	-
3051 _h	00 _h to 08 _h	SLSa time to positive velocity monitoring	U16	0	RW	NO	MS	0	U16	2	OUI
3052 _h	00 _h to 08 _h	SLSa positive velocity limit u32	U32	0	RW	NO	RPM	0	U32	4	OUI
3053 _h	00 _h to 08 _h	SLSa time for positive velocity in limits	U16	0	RW	NO	MS	0	U16	2	OUI
3054 _h	00 _h to 08 _h	SLSa time to negative velocity monitoring	U16	0	RW	NO	MS	0	U16	2	OUI
3055 _h	00 _h to 08 _h	SLSa negative velocity limit u32	U32	0	RW	NO	RPM		U32	4	OUI
3056 _h	00 _h to 08 _h	SLSa time for negative velocity in limits	U16	0	RW	NO	MS		U16	2	OUI
3057 _h	00 _h to 08 _h	SLSa error reactions	U32	6640 0000 h	RW	NO	-	0 = pas de reaction 6640 0000 = STO		4	OUI
3058 _h	00 _h to 08 _h	SLSa safety application configuration signature	U16	-	RW	NO	-	0	1	2	OUI
3059 _h	00 _h to 08 _h	SLSa statuses	BOOLEAN	-	RO	NO	-	0	1	1	OUI

- ⚠ L'utilisateur peut choisir de désactiver la réaction s'il souhaite utiliser le 'status' du SLSa pour un autre usage. Cette configuration dépend du cas d'usage du **SWD**® et est sous la responsabilité du fabricant de la machine.
- ⚠ La fonction de sécurité SLSa est garantie à partir de 100 rpm (rotations par minute) au niveau de l'arbre moteur. En dessous de cette valeur, le niveau SIL et les critères associés PL, catégorie ne sont pas garantis.

Activation du SMS

Deux commandes SMS velocity maximum positive et négative sont activables à l'état bas pour interdire le dépassement d'un seuil de vitesse.

Les deux fonctions SMS disposent chacune d'index permettant d'activer le seuil de vitesse à ne pas dépasser (RPM), pour une vitesse positive et pour une vitesse négative.

- 66AA 01_h : SMS velocity maximum positive, valeur du sous-index 01
- 66AC 01_h : SMS velocity maximum negative, valeur du sous-index 01

Le dépassement du seuil de vitesse de rotation du moteur lorsque le SMS est activé, entraîne la violation du SMS et le déclenchement d'une réaction paramétrable.

- 66AD 01_h : SMS error reaction, valeur du sous-index 01

Par défaut, le mode de réaction paramétré est l'activation de la commande STO '6640 00_h' (voir Activation du STO). Si aucune réaction n'est paramétrée, la vitesse sera ramenée dans la plage de vitesse donnée.

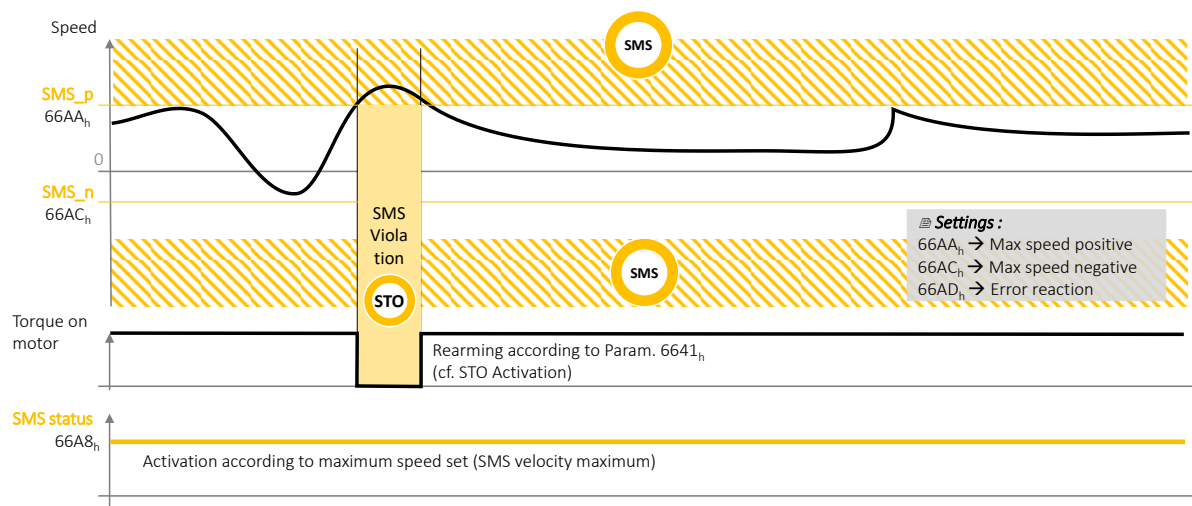


Figure 46 - Diagramme du SMS (Safe Maximum Speed)

Le statut du SMS est disponible, pour indiquer si une vitesse de rotation maximale a été paramétrée. Si aucun seuil de vitesse n'est paramétré (valeur de l'index 01 nulle), alors la fonction SMS n'est pas activée.

- 66A8 01_h : SMS status, valeur du sous-index 01

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes
66A8 _h	00 _h to 01 _h	SMS statuses	BOOL EAN	-	RO	NO	-	0	1	1
66AA _h	00 _h to 01 _h	SMS velocity maximum positive u32	U32	0	RW	NO	RPM	0	U32	4
66AC _h	00 _h to 01 _h	SMS velocity maximum negative u32	U32	0	RW	NO	RPM	0	U32	4
66AD _h	00 _h to 01 _h	SMS error reactions	U32	6640 00 _h	RW	NO	-	0	U32	4
66AE _h	00 _h to 01 _h	SMS safety application configuration signature	U16	-	RW	NO	-	0	U16	2

11.8. Signatures

Les configurations de sécurité incluent une signature de type CRC visant à garantir leur intégrité. Une erreur de signature empêche le passage dans l'état NMT opérationnel.

En cas d'erreur sur la signature d'une des fonctions de sécurité l'objet '6607 00h Safety application configuration valid' prend la valeur 00h, sinon il vaut A5h. Les signatures doivent être mises à jour en mode NMT Pre-Operational.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
6607 _h	0	Safety application configuration valid	U8	0	RW	NO	-	0	255	1	Yes

Value	Definition
00 _h	Safety configuration invalid
A5 _h	Safety configuration valid

Méthode de calcul

Le calcul des CRC des groupes de données de sécurité est effectué avec le polynôme de génération CRC-16-CCITT : $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

Exemple d'implémentation :

```
UNSIGNED16 crc = 0u;
Pour chaque octet faire :
crc = CrcCalc(crc, octet);
```

Exemple de fonction de calcul de CRC ; CrcCalc() :

```
UNSIGNED16 CrcCalc(
UNSIGNED16      crc,          /* start value for CRC */
UNSIGNED8       value        /* pointer to data for CRC */
)
{
static const UNSIGNED16 crc_tabccitt[256] = {
0x0000u, 0x1021u, 0x2042u, 0x3063u, 0x4084u, 0x50a5u, 0x60c6u, 0x70e7u,
0x8108u, 0x9129u, 0xa14au, 0xb16bu, 0xc18cu, 0xd1adu, 0xe1ceu, 0xf1efu,
0x1231u, 0x0210u, 0x3273u, 0x2252u, 0x52b5u, 0x4294u, 0x72f7u, 0x62d6u,
0x9339u, 0x8318u, 0xb37bu, 0xa35au, 0xd3bdu, 0xc39cu, 0xf3ffu, 0xe3deu,
0x2462u, 0x3443u, 0x0420u, 0x1401u, 0x64e6u, 0x74c7u, 0x44a4u, 0x5485u,
0xa56au, 0xb54bu, 0x8528u, 0x9509u, 0xe5eeu, 0xf5cfu, 0xc5acu, 0xd58du,
0x3653u, 0x2672u, 0x1611u, 0x0630u, 0x76d7u, 0x66f6u, 0x5695u, 0x46b4u,
0xb75bu, 0xa77au, 0x9719u, 0x8738u, 0xf7dfu, 0xe7feu, 0xd79du, 0xc7bcu,
0x48c4u, 0x58e5u, 0x6886u, 0x78a7u, 0x0840u, 0x1861u, 0x2802u, 0x3823u,
0xc9ccu, 0xd9edu, 0xe98eu, 0xf9afu, 0x8948u, 0x9969u, 0xa90au, 0xb92bu,
0x5af5u, 0x4ad4u, 0x7ab7u, 0x6a96u, 0x1a71u, 0x0a50u, 0x3a33u, 0x2a12u,
0xdbfdu, 0xcbsdau, 0xfbbfu, 0xeb9eu, 0x9b79u, 0x8b58u, 0xbb3bu, 0xab1au,
0x6ca6u, 0x7c87u, 0x4ce4u, 0x5cc5u, 0x2c22u, 0x3c03u, 0x0c60u, 0x1c41u,
0xedaeu, 0xfd8fu, 0xcdecu, 0xddcdu, 0xad2au, 0xbd0bu, 0x8d68u, 0x9d49u,
0x7e97u, 0x6eb6u, 0x5ed5u, 0x4ef4u, 0x3e13u, 0x2e32u, 0x1e51u, 0x0e70u,
0xff9fu, 0xefbeu, 0xdfddu, 0xcffcu, 0xbf1bu, 0xaf3au, 0x9f59u, 0x8f78u,
0x9188u, 0x81a9u, 0xb1cau, 0xa1ebu, 0xd10cu, 0xc12du, 0xf14eu, 0xe16fu,
0x1080u, 0x00a1u, 0x30c2u, 0x20e3u, 0x5004u, 0x4025u, 0x7046u, 0x6067u,
```

```

0x83b9u, 0x9398u, 0xa3fbu, 0xb3dau, 0xc33du, 0xd31cu, 0xe37fu, 0xf35eu,
0x02b1u, 0x1290u, 0x22f3u, 0x32d2u, 0x4235u, 0x5214u, 0x6277u, 0x7256u,
0xb5eau, 0xa5cbu, 0x95a8u, 0x8589u, 0xf56eu, 0xe54fu, 0xd52cu, 0xc50du,
0x34e2u, 0x24c3u, 0x14a0u, 0x0481u, 0x7466u, 0x6447u, 0x5424u, 0x4405u,
0xa7dbu, 0xb7fau, 0x8799u, 0x97b8u, 0xe75fu, 0xf77eu, 0xc71du, 0xd73cu,
0x26d3u, 0x36f2u, 0x0691u, 0x16b0u, 0x6657u, 0x7676u, 0x4615u, 0x5634u,
0xd94cu, 0xc96du, 0xf90eu, 0xe92fu, 0x99c8u, 0x89e9u, 0xb98au, 0xa9abu,
0x5844u, 0x4865u, 0x7806u, 0x6827u, 0x18c0u, 0x08e1u, 0x3882u, 0x28a3u,
0xcb7du, 0xdb5cu, 0xeb3fu, 0xfb1eu, 0x8bf9u, 0x9bd8u, 0xabbbu, 0xbb9au,
0x4a75u, 0x5a54u, 0x6a37u, 0x7a16u, 0x0af1u, 0x1ad0u, 0x2ab3u, 0x3a92u,
0xfd2eu, 0xed0fu, 0xdd6cu, 0xcd4du, 0xbdaau, 0xad8bu, 0x9de8u, 0x8dc9u,
0x7c26u, 0x6c07u, 0x5c64u, 0x4c45u, 0x3ca2u, 0x2c83u, 0x1ce0u, 0x0cc1u,
0xef1fu, 0xff3eu, 0xcf5du, 0xdf7cu, 0xaf9bu, 0xbfbau, 0x8fd9u, 0x9ff8u,
0x6e17u, 0x7e36u, 0x4e55u, 0x5e74u, 0x2e93u, 0x3eb2u, 0x0ed1u, 0x1ef0u
};
UNSIGNED16 tmp, x;

x = (UNSIGNED16) value;
x &= 0xffu;

tmp = (crc >> 8) ^ x;
crc = (UNSIGNED16)((crc & 0xffu) << 8) ^ crc_tabccitt[tmp];

return(crc);
}

```

Signature des SRDOs

Les configurations des messages de sécurité incluent une signature de type CRC visant à garantir leurs intégrités. Une erreur de signature empêche le passage dans l'état NMT opérationnel.

En cas d'erreur sur la signature d'un SRDO l'objet '13FE 00h Configuration valid' vaut 00h, sinon il vaut A5h. Les signatures doivent être mises à jour en mode NMT Pre-Operational.

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
13FE _h	0	Configuration valid	U8	0xA5	RW	NO	-	0	255	1	Yes

Value	Definition
00 _h	Safety configuration invalid
A5 _h	Safety configuration valid

Dès lors que la configuration d'un SRDO a été modifiée, l'objet '13FE 00h Configuration valid' bascule automatiquement dans l'état invalide '00h'.

Il existe une signature pour chaque SRDO. Les signatures sont stockées dans l'objet 'Safety configuration checksum' 13FF_h au Chaque sous-index correspond à la signature d'un SRDO :

Idx	Sub	Name	Data Type	Default Value	Access Type	PDO Mapping	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Size in Bytes	Non-volatile storage
13FF _h	00 _h	Number of entries	U8	16	RO	NO	-	0	255	1	Yes
	01 _h	SRDO 1 signature	U16	70AB _h	RW	NO	-	0	65535	2	Yes
	02 _h	SRDO 2 signature	U16	8C5F _h	RW	NO	-	0	65535	2	Yes
	09 _h	SRDO 9 signature	U16	6C9B _h	RW	NO	-	0	65535	2	Yes

0A _h	SRDO 10 signature	U16	2274 _h	RW	NO	-	0	65535	2	Yes
0B _h	SRDO 11 signature	U16	78AE _h	RW	NO	-	0	65535	2	Yes
0C _h	SRDO 12 signature	U16	4052 _h	RW	NO	-	0	65535	2	Yes
0D _h	SRDO 13 signature	U16	9968 _h	RW	NO	-	0	65535	2	Yes
0E _h	SRDO 14 signature	U16	1BF6 _h	RW	NO	-	0	65535	2	Yes
0F _h	SRDO 15 signature	U16	3A94 _h	RW	NO	-	0	65535	2	Yes
10 _h	SRDO 16 signature	U16	9941 _h	RW	NO	-	0	65535	2	Yes

Les configurations de chaque SRDO sont stockées dans les objets suivants :

	Index des paramètres de communication	Index des paramètres de mapping
SRDO 1	1301 _h	1381 _h
SRDO 2	1302 _h	1382 _h
SRDO 9	1309 _h	1389 _h
SRDO 10	130A _h	138A _h
SRDO 11	130B _h	138B _h
SRDO 12	130C _h	138C _h
SRDO 13	130D _h	138D _h
SRDO 14	130E _h	138E _h
SRDO 15	130F _h	138F _h
SRDO 16	1310 _h	1390 _h

⚠ NB : Les SRDO 3 à 8 n'existent pas.

Les données à prendre en compte sont, dans l'ordre :

Index	Sub	Name	Size (Bytes)
<u>SRDO Communication Parameter:</u> 1301 _h ; 1302 _h ; 1309 _h ; 130A _h ; 130B _h ; 130C _h ; 130D _h ; 130E _h ; 130F _h ; 1310 _h	01	Information direction	1
	02	Refresh time ou SCT	2
	03	SRVT	1
	05	COB-ID 1	4
	06	COB-ID 2	4
Index of mapping parameters	00	Number of mapping parameters	1
For each object 'X' in the mapping:			
<u>SRDO Mapping Parameter:</u> 1381 _h ; 1382 _h ; 1389 _h ; 138A _h ; 138B _h ; 138C _h ; 138D _h ; 138E _h ; 138F _h ; 1390 _h	00	Number of mapped objects	1
	0x	Mapped object entry	4

Signature de la fonction STO

La signature de la configuration STO est stockée dans l'objet 6645 00_h

Les données à prendre en compte sont, dans l'ordre :

Index	Sub-Index	Name	Size (Bytes)
6641 _h	00	STO acknowledge behavior	1
66F0 _h	01 to 08	Safety Controlword 1	4 (for each sub-index)
66F1 _h	01 to 08	Safety Controlword 2	4 (for each sub-index)
66F2 _h	01 to 08	Safety Controlword 3	4 (for each sub-index)
66F3 _h	01 to 08	Safety Controlword 4	4 (for each sub-index)
66F4 _h	01 to 08	Safety Controlword 5	4 (for each sub-index)
66F5 _h	01 to 08	Safety Controlword 6	4 (for each sub-index)
66F6 _h	01 to 08	Safety Controlword 7	4 (for each sub-index)
66F7 _h	01 to 08	Safety Controlword 8	4 (for each sub-index)
66F8 _h	01 to 08	Safety Statusword 1	4 (for each sub-index)
66F9 _h	01 to 08	Safety Statusword 2	4 (for each sub-index)
66FA _h	01 to 08	Safety Statusword 3	4 (for each sub-index)
66FB _h	01 to 08	Safety Statusword 4	4 (for each sub-index)
66FC _h	01 to 08	Safety Statusword 5	4 (for each sub-index)
66FD _h	01 to 08	Safety Statusword 6	4 (for each sub-index)
66FE _h	01 to 08	Safety Statusword 7	4 (for each sub-index)
66FF _h	01 to 08	Safety Statusword 8	4 (for each sub-index)
26F1 _h	01 to 06	Safety Controlword Safe_in	4 (for each sub-index)
26F8 _h	01 to 04	Safety Statusword Safe_out	4 (for each sub-index)
2624 _h	01 to 08	Permanent Safety Controlword 1	4 (for each sub-index)
2625 _h	01 to 08	Permanent Safety Controlword 2	4 (for each sub-index)

Signature des fonctions SBC / SBU

Il existe une signature pour chacune des 3 fonctions SBC.

Les signatures sont enregistrées dans l'objet 6662 0x_h, le sous-index x correspondant au numéro de configuration SBC.

Les données à prendre en compte sont, dans l'ordre :

Index	Sub-Index	Name	Size (Bytes)
6600 _h	00	Time unit	4
6661 _h	01 to 03 (01 for instance 1, to 03 for instance 3)	SBC brake time delay	2
2660 _h	00	Brake present	1
66F0 _h	01 to 08	Safety Controlword 1	4 (for each sub-index)
66F1 _h	01 to 08	Safety Controlword 2	4 (for each sub-index)
66F2 _h	01 to 08	Safety Controlword 3	4 (for each sub-index)
66F3 _h	01 to 08	Safety Controlword 4	4 (for each sub-index)
66F4 _h	01 to 08	Safety Controlword 5	4 (for each sub-index)
66F5 _h	01 to 08	Safety Controlword 6	4 (for each sub-index)
66F6 _h	01 to 08	Safety Controlword 7	4 (for each sub-index)
66F7 _h	01 to 08	Safety Controlword 8	4 (for each sub-index)

66F8_h	01 to 08	Safety Statusword 1	4 (for each sub-index)
66F9_h	01 to 08	Safety Statusword 2	4 (for each sub-index)
66FA_h	01 to 08	Safety Statusword 3	4 (for each sub-index)
66FB_h	01 to 08	Safety Statusword 4	4 (for each sub-index)
66FC_h	01 to 08	Safety Statusword 5	4 (for each sub-index)
66FD_h	01 to 08	Safety Statusword 6	4 (for each sub-index)
66FE_h	01 to 08	Safety Statusword 7	4 (for each sub-index)
66FF_h	01 to 08	Safety Statusword 8	4 (for each sub-index)
26F1_h	01 to 08	Safety Controlword Safe_in	4 (for each sub-index)
26F8_h	01 to 08	Safety Statusword Safe_out	4 (for each sub-index)
2624_h	01 to 08	Permanent Safety Controlword 1	4 (for each sub-index)
2625_h	01 to 08	Permanent Safety Controlword 2	4 (for each sub-index)

Signatures des fonction SLS

Il existe une signature pour chacune des 8 fonctions SLS.

Les signatures sont enregistrées dans l'objet **6699 0x_h**, le sous-index x correspondant au numéro de configuration SLS.

Les données à prendre en compte sont, dans l'ordre :

Index	Sub-Index	Name	Size (Bytes)
6600_h	00	Time unit	4
6602_h	00	Velocity unit	4
6603_h	00	Acceleration unit	4
6691_h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLS time to velocity monitoring	2
6692_h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLS velocity limit u16 <i>(object does not exist, a null value 0000_h must be used in the calculation)</i>	2
6693_h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLS velocity limit u32	4
6694_h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLS time for velocity in limits	2
6695_h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLS time delay deceleration monitoring <i>(object does not exist, a null value 0000_h must be used in the calculation)</i>	2
6696_h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLS deceleration limit u16 <i>(object does not exist, a null value 0000_h must be used in the calculation)</i>	2
6697_h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLS deceleration limit u32 <i>(object does not exist, a null value 0000 0000_h must be used in the calculation)</i>	4
6698_h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLS error reactions	4
66F0_h	01 to 08	Safety Controlword 1	4 (for each sub-index)

66F1 _h	01 to 08	Safety Controlword 2	4 (for each sub-index)
66F2 _h	01 to 08	Safety Controlword 3	4 (for each sub-index)
66F3 _h	01 to 08	Safety Controlword 4	4 (for each sub-index)
66F4 _h	01 to 08	Safety Controlword 5	4 (for each sub-index)
66F5 _h	01 to 08	Safety Controlword 6	4 (for each sub-index)
66F6 _h	01 to 08	Safety Controlword 7	4 (for each sub-index)
66F7 _h	01 to 08	Safety Controlword 8	4 (for each sub-index)
66F8 _h	01 to 08	Safety Statusword 1	4 (for each sub-index)
66F9 _h	01 to 08	Safety Statusword 2	4 (for each sub-index)
66FA _h	01 to 08	Safety Statusword 3	4 (for each sub-index)
66FB _h	01 to 08	Safety Statusword 4	4 (for each sub-index)
66FC _h	01 to 08	Safety Statusword 5	4 (for each sub-index)
66FD _h	01 to 08	Safety Statusword 6	4 (for each sub-index)
66FE _h	01 to 08	Safety Statusword 7	4 (for each sub-index)
66FF _h	01 to 08	Safety Statusword 8	4 (for each sub-index)
26F1 _h	01 to 08	Safety Controlword Safe_in	4 (for each sub-index)
26F8 _h	01 to 08	Safety Statusword Safe_out	4 (for each sub-index)
2624 _h	01 to 08	Safety Controlword permanent 1	4 (for each sub-index)
2625 _h	01 to 08	Safety Controlword permanent 2	4 (for each sub-index)

Signature des fonctions SLSa

Il existe une signature pour chacune des 8 fonctions SLSa.

Les signatures sont enregistrées dans l'objet **3058 0x_h**, le sous-index x correspondant au numéro de configuration SLSa.

Les données à prendre en compte sont, dans l'ordre :

Index	Sub-Index	Name	Size (Bytes)
6600 _h	00	Time unit	4
6602 _h	00	Velocity unit	4
3051 _h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLSa time to velocity monitoring	2
3052 _h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLSa positive velocity limit u32	4
3053 _h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLSa time for positive velocity in limits	2
3054 _h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLSa time to negative velocity monitoring	2
3055 _h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLSa negative velocity limit u32	4
3056 _h	01 to 08 <i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>	SLSa time for negative velocity in limits	2
3057 _h	01 to 08	SLSa error reactions	4

	<i>(01 for instance 1, to 08 for instance 8)</i>		
66F0_h	01 to 08	Safety Controlword 1	4 (for each sub-index)
66F1_h	01 to 08	Safety Controlword 2	4 (for each sub-index)
66F2_h	01 to 08	Safety Controlword 3	4 (for each sub-index)
66F3_h	01 to 08	Safety Controlword 4	4 (for each sub-index)
66F4_h	01 to 08	Safety Controlword 5	4 (for each sub-index)
66F5_h	01 to 08	Safety Controlword 6	4 (for each sub-index)
66F6_h	01 to 08	Safety Controlword 7	4 (for each sub-index)
66F7_h	01 to 08	Safety Controlword 8	4 (for each sub-index)
66F8_h	01 to 08	Safety Statusword 1	4 (for each sub-index)
66F9_h	01 to 08	Safety Statusword 2	4 (for each sub-index)
66FA_h	01 to 08	Safety Statusword 3	4 (for each sub-index)
66FB_h	01 to 08	Safety Statusword 4	4 (for each sub-index)
66FC_h	01 to 08	Safety Statusword 5	4 (for each sub-index)
66FD_h	01 to 08	Safety Statusword 6	4 (for each sub-index)
66FE_h	01 to 08	Safety Statusword 7	4 (for each sub-index)
66FF_h	01 to 08	Safety Statusword 8	4 (for each sub-index)
26F1_h	01 to 08	Safety Controlword Safe_in	4 (for each sub-index)
26F8_h	01 to 08	Safety Statusword Safe_out	4 (for each sub-index)
2624_h	01 to 08	Safety Controlword permanent 1	4 (for each sub-index)
2625_h	01 to 08	Safety Controlword permanent 2	4 (for each sub-index)

Signatures des fonctions SDI

Il existe une signature pour chacune des 2 fonctions SDI.

Les signatures sont enregistrées dans l'objet **66D6 0x_h**, le sous-index x correspondant au numéro de configuration SDI.

Les données à prendre en compte sont, dans l'ordre :

Index	Sub-Index	Name	Size (Bytes)
6601_h	00	Position unit	4
6602_h	00	Velocity unit	4
66D2_h	01 to 02 <i>(01 for instance 1, to 02 for instance 2)</i>	SDI position zero window u16 <i>(object does not exist, a null value 0000_h must be used in the calculation)</i>	2
66D3_h	01 to 02 <i>(01 for instance 1, to 02 for instance 2)</i>	SDI position zero window u32	4
66D4_h	01 to 02 <i>(01 for instance 1, to 02 for instance 2)</i>	SDI velocity zero window u16 <i>(object does not exist, a null value 0000_h must be used in the calculation)</i>	2
66D5_h	01 to 02 <i>(01 for instance 1, to 02 for instance 2)</i>	SDI velocity zero window u32	4
66F0_h	01 to 08	Safety Controlword 1	4 (for each sub-index)
66F1_h	01 to 08	Safety Controlword 2	4 (for each sub-index)
66F2_h	01 to 08	Safety Controlword 3	4 (for each sub-index)

66F3 _h	01 to 08	Safety Controlword 4	4 (for each sub-index)
66F4 _h	01 to 08	Safety Controlword 5	4 (for each sub-index)
66F5 _h	01 to 08	Safety Controlword 6	4 (for each sub-index)
66F6 _h	01 to 08	Safety Controlword 7	4 (for each sub-index)
66F7 _h	01 to 08	Safety Controlword 8	4 (for each sub-index)
66F8 _h	01 to 08	Safety Statusword 1	4 (for each sub-index)
66F9 _h	01 to 08	Safety Statusword 2	4 (for each sub-index)
66FA _h	01 to 08	Safety Statusword 3	4 (for each sub-index)
66FB _h	01 to 08	Safety Statusword 4	4 (for each sub-index)
66FC _h	01 to 08	Safety Statusword 5	4 (for each sub-index)
66FD _h	01 to 08	Safety Statusword 6	4 (for each sub-index)
66FE _h	01 to 08	Safety Statusword 7	4 (for each sub-index)
66FF _h	01 to 08	Safety Statusword 8	4 (for each sub-index)
26F1 _h	01 to 08	Safety Controlword Safe_in	4 (for each sub-index)
26F8 _h	01 to 08	Safety Statusword Safe_out	4 (for each sub-index)
2624 _h	01 to 08	Safety Controlword permanent 1	4 (for each sub-index)
2625 _h	01 to 08	Safety Controlword permanent 2	4 (for each sub-index)

Signature de la fonction SMS

Il existe une signature pour la fonction SMS. La signature est enregistrée dans l'objet **66AE 01_h**.

Les données à prendre en compte sont, dans l'ordre :

Index	Sub-Index	Name	Size (Bytes)
6602 _h	00	Velocity unit	4
66A9 _h	01	SMS velocity maximum positive u16 <i>(object does not exist, a null value 0000_h must be used in the calculation)</i>	2
66AA _h	01	SMS velocity maximum positive u32	4
66AB _h	01	SMS velocity maximum negative u16 <i>(object does not exist, a null value 0000_h must be used in the calculation)</i>	2
66AC _h	01	SMS velocity maximum negative u32	4
66AD _h	01	SMS error reactions	4
66F0 _h	01 to 08	Safety Controlword 1	4 (for each sub-index)
66F1 _h	01 to 08	Safety Controlword 2	4 (for each sub-index)
66F2 _h	01 to 08	Safety Controlword 3	4 (for each sub-index)
66F3 _h	01 to 08	Safety Controlword 4	4 (for each sub-index)
66F4 _h	01 to 08	Safety Controlword 5	4 (for each sub-index)
66F5 _h	01 to 08	Safety Controlword 6	4 (for each sub-index)
66F6 _h	01 to 08	Safety Controlword 7	4 (for each sub-index)
66F7 _h	01 to 08	Safety Controlword 8	4 (for each sub-index)
66F8 _h	01 to 08	Safety Statusword 1	4 (for each sub-index)
66F9 _h	01 to 08	Safety Statusword 2	4 (for each sub-index)
66FA _h	01 to 08	Safety Statusword 3	4 (for each sub-index)
66FB _h	01 to 08	Safety Statusword 4	4 (for each sub-index)
66FC _h	01 to 08	Safety Statusword 5	4 (for each sub-index)
66FD _h	01 to 08	Safety Statusword 6	4 (for each sub-index)
66FE _h	01 to 08	Safety Statusword 7	4 (for each sub-index)

66Fh	01 to 08	Safety Statusword 8	4 (for each sub-index)
26F1h	01 to 08	Safety Controlword Safe_in	4 (for each sub-index)
26F8h	01 to 08	Safety Statusword Safe_out	4 (for each sub-index)
2624h	01 to 08	Safety Controlword permanent 1	4 (for each sub-index)
2625h	01 to 08	Safety Controlword permanent 2	4 (for each sub-index)

11.9. Contrôles périodiques

Le fonctionnement correct des fonctions de sécurité doit être vérifié périodiquement sur la machine pour garantir le fonctionnement avec un niveau de sécurité correct.

La nécessité de réaliser ce contrôle et la périodicité de ce contrôle doivent apparaître dans la documentation de la machine ou de l'équipement qui intègre un variateur de sécurité de la gamme **SWD**®.

Le contrôle permet de vérifier la capacité des fonctions de sécurité à réaliser la fonction de sécurité associée.

La périodicité de contrôle dépend du niveau de sécurité de la fonction. Le contrôle est à réaliser une fois par an pour les fonctions SIL2, une fois par mois pour la fonction STO SIL3.

11.10. CANopen safety - SRDO


Les ingénieurs d'application de la présente partie doivent fournir un manuel de sécurité comportant au minimum les informations suivantes :

- a) Le manuel de sécurité devant informer les utilisateurs des contraintes liées au calcul des caractéristiques du système (voir 9.4) ;
- b) Le manuel de sécurité devant informer les utilisateurs de leurs responsabilités pour ce qui concerne le paramétrage correct des dispositifs (6.4) ;
- c) Le manuel de sécurité devant comprendre des conseils sur le calcul du temps de réaction maximal prévu du réseau.

Contraintes liées au calcul des caractéristiques du système

Nombre de SRDO

Le nombre de producteurs SRDO est limité à 64 dans un système SR. Le nombre de consommateurs SRDO n'est pas limité.

-  Le nombre de producteurs SRDO est limité en raison de la compatibilité avec l'EN 50325-4 qui ne spécifie que 128 Identifiants CAN de haute priorité réservés, et de la largeur de bande disponible limitée. Un plus grand nombre de producteurs SRDO augmente la probabilité d'un trafic excessif sur le CAN donnant lieu à des réactions SR du fait d'une simple surcharge.

Probabilité d'erreur résiduelle du SRDO

Le présent paragraphe décrit les calculs utilisés pour déterminer la probabilité d'erreur résiduelle du SRDO.

La probabilité d'erreur résiduelle la plus défavorable du CAN selon [17], [18] et [19] est donnée en (4). Cette probabilité d'erreur résiduelle la plus défavorable s'applique car la couche de liaison de données est utilisée dans le cadre de la méthode du canal blanc qui se différencie de la méthode du canal noir définie par les FSCP spécifiés dans l'EN 61784-3-X.

$$R(P_{CAN}) = 7 \times 10^{-9} \approx 1 \times 10^{-8}$$

La probabilité d'erreur résiduelle la plus défavorable est mise au carré conformément au GS-ET-26 pour l'utilisation du Modèle III (voir A.4) tel qu'indiqué en (5). Les autres modèles peuvent être utilisés mais il doit alors être démontré que la formule suivante est toujours valide.

$$R_{SL}(P) = R(P_{CAN})^2 = 4,9 \times 10^{-17}$$

- i** La définition du canal blanc (EN 61784-3) nécessite une évaluation de la solution complète avec toutes les erreurs et défaillances possibles du canal de transmission conformément à la série EN 61508.
- i** La probabilité d'erreur résiduelle calculée dans le présent paragraphe et la formule utilisée sont fondées sur l'hypothèse selon laquelle la mise en œuvre de ce SRCP utilise des mécanismes redondants ou des méthodes diversifiées pour maintenir la sécurité

Responsabilités de l'utilisateur

La configuration des SRDO est réalisée sous la responsabilité de l'utilisateur qui est responsable du paramétrage du produit par rapport au besoin de l'application.

Temps de réaction

Le temps de réponse de la fonction de sécurité (SFRT) représente le temps le plus défavorable à partir d'un événement SR, considéré comme une entrée pour le système ou comme défaut au sein du système, jusqu'au moment où le système est à l'état de sécurité. Afin de pouvoir déterminer le SFRT le plus défavorable de toute boucle de régulation SR, l'utilisateur doit faire la somme de tous les temps de réaction de sécurité les plus défavorables de chaque sous-système de la boucle de régulation SR (voir les définitions dans l'EN 61784-3). Un exemple d'étendue de temps de réaction est illustré ci-dessous :

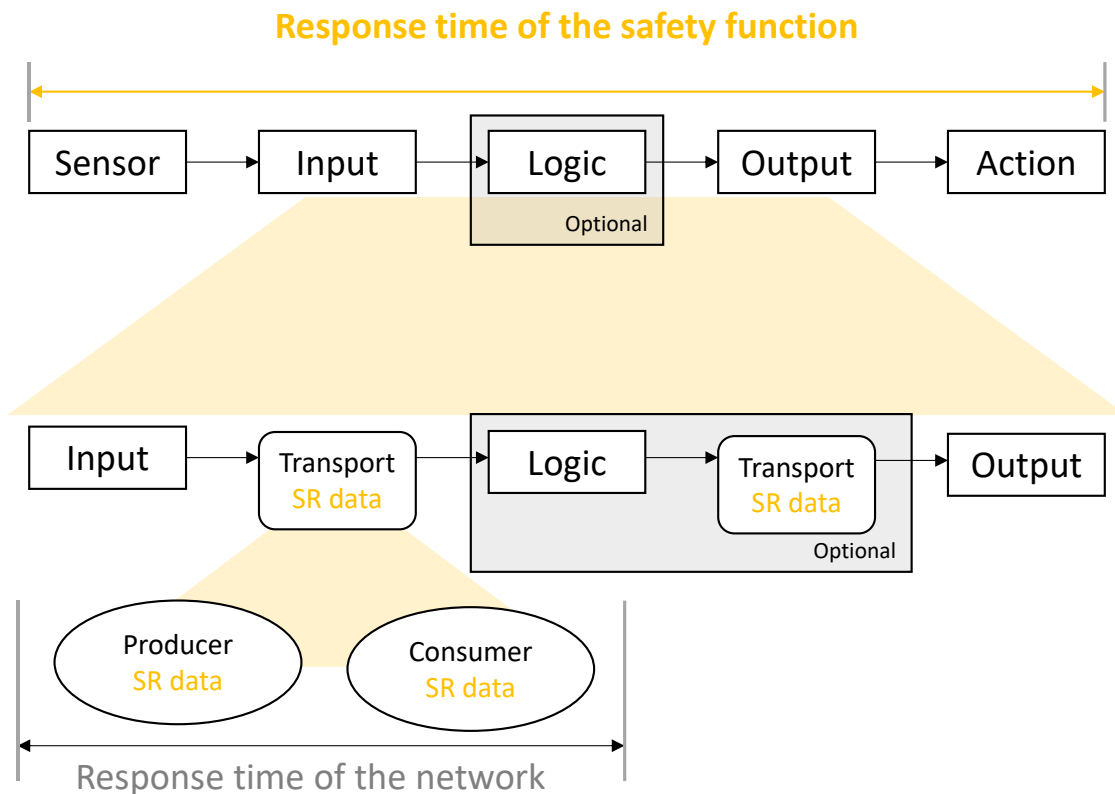


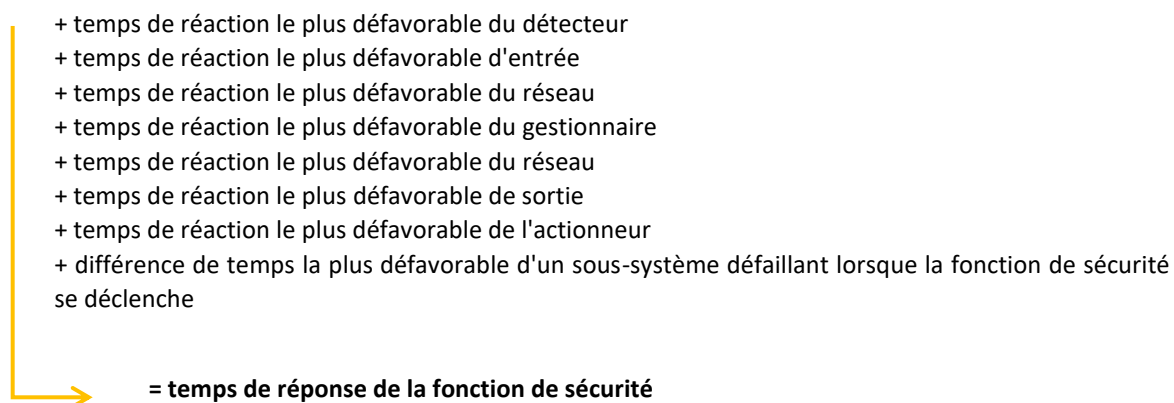
Figure 47 - Exemple de plages de temps de réactions

Exemple :

Le SFRT illustré sur la Figure précédente comprend les éléments suivants :

- Temps de réaction du détecteur ;
- Temps de réaction d'entrée ; temps de réaction du réseau ;
- Temps de réaction du gestionnaire, si un gestionnaire est présent ; temps de réaction du réseau, si un gestionnaire est présent ; temps de réaction de sortie ; et
- Temps de réaction de l'actionneur.

Puis, le SFRT est la somme des temps de réaction les plus défavorables susmentionnés :



Pour le **SWD**[®], le SFRT maximum est de 100 millisecondes.

Information & contact

Pour plus d'information sur la technologie *SWD*[®]:

	https://github.com/IDEC-ezWheel
	https://ez-wheel.com/en

APEM SAS

Division IDEC Mobility Solutions

Moulin de l'Abbaye, 135 route de Bordeaux

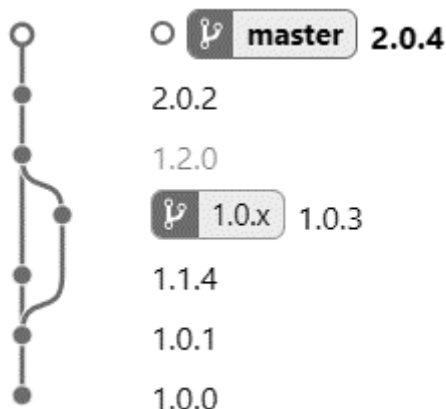
16400 La Couronne – France

Phone : +33 (0)5 31 61 55 80

Annexes

- Récapitulatif des versions
- Notes de diffusion
- *SWD*[®] - Quick start

Récapitulatif des versions 'Firmware'



Version 'Firmware'	Date de diffusion	Contenu
2.0.4	Septembre 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Odométrie et mesure de vitesse améliorée - Ajout des valeurs par défaut des objets du dictionnaire CANopen <ul style="list-style-type: none"> o <i>0x6046 – vl_velocity_min_max_amount</i> o <i>0x6048 – vl_velocity_acceleration</i> o <i>0x6049 – vl_velocity_deceleration</i> o <i>0x604a – vl_velocity_quick_stop</i> o <i>0x604b – vl_set_point_factor</i> o <i>0x607e – polarity</i> o <i>0x6607 - Safety application configuration valid</i> o <i>0x6608 - Safety application configuration failed</i> - Suppression de la valeur par défaut de l'objet du dictionnaire CANopen : <ul style="list-style-type: none"> o <i>0x6061 –modes_of_operation_display</i> - Suppression de l'objet du dictionnaire CANopen : <ul style="list-style-type: none"> o <i>0x6092 – feed_constant</i>
2.0.2	Septembre 2023	<ul style="list-style-type: none"> - Ajout des fonctions de sécurités SMS, SLSa, SBC et SBU
1.2.0	Mars 2023	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration de l'asservissement moteur - Support du protocole LSS (NodeID, Baudrate) - Ajout d'un TPDO reflétant l'état des commandes de Safety (STO, SDI, SDLS, ...) - Mesure de vitesse disponible jusqu'à 1 RPM
1.1.4	Octobre 2022	<ul style="list-style-type: none"> - Protection électronique en cas de tractage - Mise à jour 'Firmware' par interface graphique - Implémentation SRDO 10 (Envoie message sécuritaire avec position et vitesse)
1.0.3	Décembre 2022	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration de l'information de vitesse - Amélioration de la calibration des moteurs
1.0.1	Mars 2022	<ul style="list-style-type: none"> - 1ère version de <i>SWD</i>[®]
1.0.0	-	

Notes diffusion

Notes diffusion 'Firmware 1.0.3'

Implémentation d'une meilleure calibration des moteurs et par conséquent une meilleure symétrie des comportement moteurs. Le control moteur prend en compte les variations géométriques de la position des aimants sur le rotor.

Une nouvelle méthode de calcul renseigne de façon moins bruitée la vitesse du moteur. Cette donnée est disponible dans l'objet CANopen 'od_velocity_actual_value'. Elle donne une vitesse moteur lissée ce qui la rend plus stable sur un temps donné.

Notes diffusion 'Firmware 1.1.4'

Intégration d'un mécanisme de protection des surtensions. Celles-ci sont susceptibles d'apparaître lorsque le moteur est entraîné par un moyen extérieur. Et lorsqu'une source d'alimentation permettant de stocker l'énergie, n'est plus connecté ou que celle-ci n'accepte plus de courant en entrée. Ou bien lors de la détection d'une surchauffe moteur.

Cette protection entraine la désactivation du freinage interne par court-circuit des phases du moteur, lorsque le système n'est plus alimenté, ou lors de la détection d'une anomalie sur la source d'alimentation. Ainsi, le moteur n'appliquera pas le freinage interne en cas de perte d'alimentation, de détection d'une sur-température interne et de détection d'un entraînement par l'extérieur.

- ⚠ Attention : cette modification supprime le freinage lors de la déconnexion batterie, une analyse d'impact est nécessaire au niveau de l'analyse de risque machine avant d'utiliser cette mise à jour.
- ⚠ L'entraînement par l'extérieur reste déconseillé, comme lors d'un tractage du système.

Un mécanisme de vérification de compatibilité logiciel et matériel a été ajouté. Ainsi, lors de la mise à jour d'une version logiciel, la version de carte électronique utilisé est vérifiée. En outre, cela permet d'assurer le bon déroulement de la mise à jour.

- ⚠ Une erreur de compatibilité ou d'intégrité rend l'utilisation du **SWD**[®] impossible. Une nouvelle mise à jour sera alors nécessaire.
- ⚠ Pour les mises à jour logiciels, l'application **SWD**[®] **Bootloader GUI** doit être utilisée

Les informations de vitesse et de position sûres sont désormais disponibles dans un message CANopen Safety Cette information est envoyée dans le SRDO 10 émis par le **SWD**[®].

Notes diffusion 'Firmware 1.2.0'

La version 1.2.0 intègre une amélioration du contrôle moteur :

- L'action intégrale du contrôleur PID se voit doté d'une action « anti-windup », permettant de limiter la saturation de l'action intégrale. La constante de temps est réglable depuis l'objet CANopen « *motctrl_speed_pid_tw* ».
- L'action dérivée du contrôleur PID intègre un filtre passe bas avec une constante de temps réglage depuis l'objet CANopen « *od_motctrl_speed_pid_tn* ». Le gain de l'action dérivée est désormais pris en compte et réglable depuis l'objet CANopen « *od_motctrl_speed_pid_d* »
- La consigne de vitesse minimum est abaissée à 5 tour.min⁻¹ moteur (avant réduction).

Une amélioration des mesures de vitesse, avec une vitesse pouvant être mesurée jusqu'à 1 tour.min⁻¹ moteur (avant réduction).

L'implémentation du protocole LSS (Layer Settings Service), conformément à la norme CiA-305. Ce service permet de configurer le Baudrate et le NodeID d'un nœud CANopen. Chaque nœud peut être adressé individuellement à partir des paramètres de son « Identity Object ». Cet objet contient notamment le numéro de série du nœud. Cette méthode permet de configurer un nœud sans connaître son NodeID, ou bien, si plusieurs nœuds branchés sur le bus CANopen ont le même NodeID.

L'ajout d'objets permettant de connaître l'état des commandes des fonctions de sécurité. Les objets « *safety_function_output_1* » et « *safety_function_output_2* », permettent de savoir si une demande d'activation d'une fonction de sécurité est en cours. Si c'est le cas, le bit correspondant à la fonction de sécurité est à 1_b. Ces objets sont disponibles en lecture seulement et peuvent être transmis dans un TPDO.

Safety_function_output_1																
Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Safety Function	STO	SBC_1	SBC_2	SBC_3	SLS_1	SLS_2	SLS_3	SLS_4	SLS_5	SLS_6	SLS_7	SLS_8	SDIP_1	SDIP_2	SDIN_1	SDIN_2

Bit = 0 → Safety Function command deactivated

Bit = 1 → Safety Function command activated

Safety_function_output_2																
Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Safety Function	ERROR_ ACK	RESTART_ ACK	Not used													

Bit = 0 → Safety Function command deactivated

Bit = 1 → Safety Function command activated

Les versions 'Hardware', 'Firmware' ainsi que la désignation commerciale du produit sont disponibles dans les objets du dictionnaire CANopen, « Hardware version », « Software version », et « Product ID ».

Un correctif de la version 'Firmware 1.1.4' qui entraînant le moteur dans un état 'Fault' lorsqu'un frein externe était connecté.

Notes diffusion 'Firmware 2.0.2'

Ajout des fonctions de sécurités SMS, SLSa, SBC et SBU.

SMS

La fonction de sécurité SMS permet d'imposer une limite globale de vitesse au moteur. La vitesse maximale en marche avant et en marche arrière est paramétrable indépendamment via deux seuils distincts.

Suivant la configuration, le SMS peut brider la vitesse du moteur aux seuils, ou déclencher un STO si un seuil est franchi.

SLSa

Le SLSa reprend le principe de fonctionnement du SLS, mais en permettant de paramétrer indépendamment les seuils applicables en marche avant et en marche arrière.

SBC

Il est désormais possible de configurer le freinage du moteur via la fonction SBC.

4 modes sont disponibles :

- SBC NONE : roue libre
- SBC 1 : application du frein interne et du frein externe
- SBC 2 : application du frein externe uniquement
- SBC 3 : application du frein interne uniquement

La disponibilité de ces modes dépend de la présence d'un frein externe, déclarée via l'objet 2660_h 'brake_present' :

- Si frein externe présent : SBC NONE, SBC 1, ou SBC 2
- Si frein externe absent : SBC NONE ou SBC 3.

Le freinage peut être activé lors d'un STO, en configurant l'objet 6643_h 'STO activate SBC'.

Il est également possible d'activer une fonction SBC à la demande, via un controlword.

SBU

La fonction SBU permet de désengager les freins du moteur pour les opérations de maintenance. Cette fonction est activable via un controlword. Son activation est limitée aux états PDS SWITCHED_ON_DISABLED et READY_TO_SWITCH_ON.

Notes diffusion 'Firmware 2.0.4'

Amélioration de l'odométrie et de la mesure de vitesse, avec une meilleure détection des événements liés aux capteurs Hall numériques.

Correctifs sur les valeurs par défaut et des droits d'accès en lecture / écriture, des objets du dictionnaire.

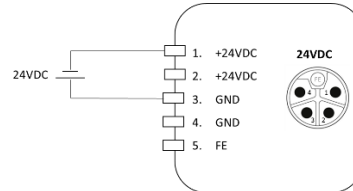
- Ajout de la valeur par défaut des objets:
 - o 0x6046 – vl_velocity_min_max_amount
 - o 0x6048 – vl_velocity_acceleration
 - o 0x6049 – vl_velocity_deceleration
 - o 0x604a – vl_velocity_quick_stop
 - o 0x604b – vl_set_point_factor
 - o 0x607e – polarity
 - o 0x6607 - Safety application configuration valid
 - o 0x6608 - Safety application configuration failed
- Suppression de la valeur par défaut de l'objet :
 - o 0x6061 – modes_of_operation_display
- Objet supprimé, car non implémenté :
 - o 0x6092 – feed_constant

SWD® - Quick start

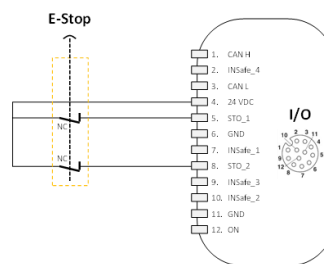
SWD® standalone without load

Hardware set-up:

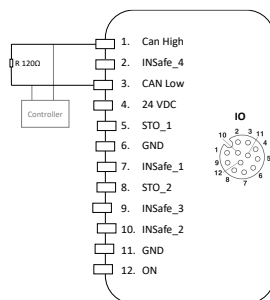
1. Connect the power to the **SWD®** (~5A max. required):



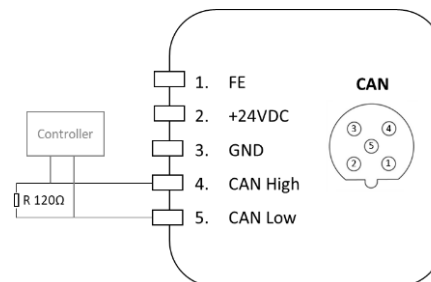
2. Connect **SWD®**'s STO inputs to 24V:



3. Connect you controller to the CAN bus
Either on **SWD®** IO connector:



Or on dedicated **SWD®** CAN connector:



You can add a resistor to avoid a passive bus in you don't have an internal resistor on your controller.

A configurable internal resistor is integrated within **SWD®** between CAN High and CAN Low.

Default CANopen bus parameters

- Node-ID = 0x10
- Baudrate = 1.000 kbits/s

If you need to change those parameters, report to the section [Bus CAN et Protocole CANopen](#) of the manual.

Once the hardware has been set-up, there are two different ways to continue:

- **Method A: Using your own controller (e.g. PLC)**
- **Method B: Using an IPC with Linux can-utils and swd-services API delivered as a Debian package**

Method A: Using a PLC controller

4. Disable SRDO1 (RX), or send the safety message, i.e. SRDO1:

Disable reception of SRDO1 on <i>SWD</i> [®] :	Or send the SRDO1 to the <i>SWD</i> [®]																											
<p>Set SRDO1 field direction 0x1301:01 to: Value = 0x00</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CAN-ID</th> <th>Length</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">610_h</td> <td style="text-align: center;">8_h</td> <td style="text-align: center;">2F 01 13 01 00 00 00 00_h</td> </tr> </tbody> </table> <p>Update SRDO1 safety signature 0x13FF:01 to: Value = 0xBABD</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CAN-ID</th> <th>Length</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">610_h</td> <td style="text-align: center;">8_h</td> <td style="text-align: center;">2B FF 13 01 BD BA 00 00_h</td> </tr> </tbody> </table> <p>Set SRDO configuration to valid by setting object 0x13FE:00 to: Value = 0xA5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CAN-ID</th> <th>Length</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">610_h</td> <td style="text-align: center;">8_h</td> <td style="text-align: center;">2F FE 13 00 A5 00 00 00_h</td> </tr> </tbody> </table>	CAN-ID	Length	Data	610 _h	8 _h	2F 01 13 01 00 00 00 00 _h	CAN-ID	Length	Data	610 _h	8 _h	2B FF 13 01 BD BA 00 00 _h	CAN-ID	Length	Data	610 _h	8 _h	2F FE 13 00 A5 00 00 00 _h	<p>Send the safety message on bus can with the following parameters:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CAN-ID</th> <th>Length</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">11F_h</td> <td style="text-align: center;">1_h</td> <td style="text-align: center;">FF_h</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">120_h</td> <td style="text-align: center;">1_h</td> <td style="text-align: center;">00_h</td> </tr> </tbody> </table>	CAN-ID	Length	Data	11F _h	1 _h	FF _h	120 _h	1 _h	00 _h
CAN-ID	Length	Data																										
610 _h	8 _h	2F 01 13 01 00 00 00 00 _h																										
CAN-ID	Length	Data																										
610 _h	8 _h	2B FF 13 01 BD BA 00 00 _h																										
CAN-ID	Length	Data																										
610 _h	8 _h	2F FE 13 00 A5 00 00 00 _h																										
CAN-ID	Length	Data																										
11F _h	1 _h	FF _h																										
120 _h	1 _h	00 _h																										

5. Save configuration (*optional*)

Set the object 'Store Parameters', sub-object 'Save all Parameters' 1010:01_h to value = 0x65 76 61 73. So that, the configuration will be saved after On-Off³⁵.

CAN-ID	Length	Data
610 _h	8 _h	23 10 10 01 73 61 76 65 _h

³⁵ Cf. Sauvegarde et restitution des configurations

6. Start NMT state machine:

Send NMT start to SWD node (0x10):

CAN-ID	Length	Data
000h	2h	01 10h

Or Broadcast NMT start to all nodes:

CAN-ID	Length	Data
000h	2h	01 00h

NB: *SWD*[®] CAN led should be solid green. *SWD*[®] heartbeat (CAN-ID 0x710h) should display value 05h

7. Start PDS state machine:

The 'Controlword' object 0x6040:00, is used for controlling the drive.

The 'Statusword' object 0x6041:00, is used to observe its state.

State	Statusword value	Command	Controlword value:
Fault	00 28h 00 08h	'Reset Fault' (If necessary):	00 80h (↑Bit7 rising edge)
Switch on disabled	00 40h 00 60h	Go to 'Ready to switch on'	00 06h
Ready to switch on	00 21h	Go to 'Switched on'	00 07h
Switched on	00 23h	Go to 'Operation enabled'	00 0Fh
Operation enabled	00 27h		
Quick stop	00 07h	Go to 'Operation enabled'	00 0Fh

NB: *SWD*[®] Status led should be solid green. If it is red, a STO is activated. Release the emergency stop or check your STO wiring.

SDO request to read 'Statusword' value and get PDS state:

	CAN-ID	Length	Data
Request	610h	8h	40 41 60 00 00 00 00 00h
Response	590h	8h	4B 41 60 00 XX 00 00 00h

Where '**XX**' represents the first 8-bits value of the Statusword.

SDO request to write 'Controlword' value and control the PDS:

Command	CAN-ID	Length	Data
'Reset Fault'	610h	8h	2B 40 60 00 80 00 00 00h
Go to 'Ready to switch on'	610h	8h	2B 40 60 00 06 00 00 00h
Go to 'Switched on'	610h	8h	2B 40 60 00 07 00 00 00h
Go to 'Operation enabled'	610h	8h	2B 40 60 00 0F 00 00 00h
Halt	610h	8h	2B 40 60 00 40 00 00 00h
Quick stop	610h	8h	2B 40 60 00 02 00 00 00h

8. Send velocity commands:

Write the desired target velocity in 0x6042:00 'vl_target_velocity':

Speed (RPM on motor shaft)	CAN-ID	Length	Data
012A_h = +298_d	610h	8h	2B 42 60 00 2A 01 00 00h
FED6_h = -298_d	610h	8h	2B 42 60 00 D6 FE FF FFh
0578_h = +1400_d	610h	8h	2B 42 60 00 78 05 00 00h
FA88_h = -1400_d	610h	8h	2B 42 60 00 88 FA FF FFh

Method B: Use an IPC with [swd-services](#) Debian package.

- Install the package, following the installation guide on our GitHub page:
<https://github.com/IDEC-ezWheel/swd-services/blob/main/docs/md/installation.md>
- Start using it, following the usage guide on our GitHub page:
<https://github.com/IDEC-ezWheel/swd-services/blob/main/docs/md/usage.md>

Once your CAN is configured, you can create a bash script to execute the same steps as explained in **Method A**.

```
#!/usr/bin/env bash

# 4.Disable SRD01 (RX)
printf "Set SRD01 field direction to 0 \n"
cansend can0 610#2F01130100000000

printf "Update SRD01 safety signature to: 0xBABD \n"
cansend can0 610#2BFF1301BD0A0000

printf "Set SRD0 configuration to valid (Value = 0xA5) \n"
cansend can0 610#2FFE1300A5000000

# 5. Save configuration
printf "Store Parameters \n"
cansend can0 610#2310100173617665
sleep 1

# 6. Start NMT state machine:
printf "Broadcast NMT start to all nodes \n"
cansend can0 000#0100 & sleep 1

# 7. Start PDS state machine:
printf "Reset Fault \n"
cansend can0 610#2B40600080000000 & sleep 1

printf "Go to 'Ready to switch on' \n"
cansend can0 610#2B40600060000000 & sleep 1

printf "Go to 'Switched on' \n"
cansend can0 610#2B40600070000000 & sleep 1

printf "Go to 'Operation enabled' \n"
cansend can0 610#2B406000F0000000 & sleep 1

# 8. Send velocity commands:
printf "Speed +298d RPM \n"
cansend can0 610#2B4260002A010000 & sleep 5

printf "Speed -298d RPM \n"
cansend can0 610#2B426000D6FEFFFF & sleep 5

printf "Speed -1400d RPM \n"
cansend can0 610#2B42600088FAFFFF & sleep 5

printf "Quick Stop \n"
cansend can0 610#2B40600020000000 & sleep 3

printf "Speed +1400d RPM \n"
cansend can0 610#2B42600078050000

printf "Go to 'Operation enabled' \n"
cansend can0 610#2B406000F0000000 & sleep 5
```

```
printf "Speed 0 RPM \n"
cansend can0 610#2B42600000000000 & sleep 5

printf "Halt \n"
cansend can0 610#2B40600040000000 & sleep 5

# # 4. Example for sending SRD01
# while(true)
# do
#   cansend can0 11F#FF
#   cansend can0 120#00
# done
```

NB: You can create a symbolic link of the remote script in your home directory "~" (*Optional*):

```
ln -s /opt/ezw/usr/sbin/remote.py ~
```

- Start the remote in a new terminal:

```
~/remote.py smc_drive
```

Keyboard commands are listed at the end.

NB: You can also use remote.py for steps 6, 7, and 8.

NB: For further information, see our GitHub repositories: <https://github.com/IDEC-ezWheel/>.