

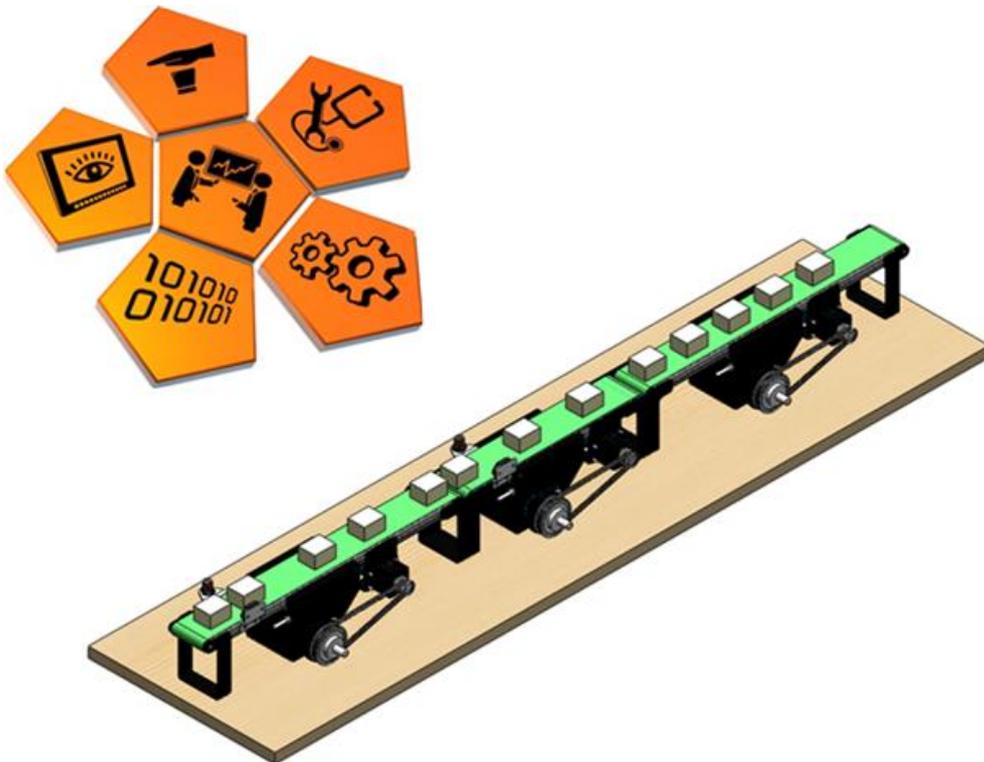
Rapport de projet

Décembre 2013 à avril 2014

Réalisation d'une maquette pédagogique d'un système de convoyage à espacement constant

Projet tuteuré par Sébastien LAHAYE

Projet réalisé par Fabrice YAOUANC et Éric BORDRON
(Promotion E14 -AGI 2013-2014)



Remerciements

Au terme de ce travail, nous désirons exprimer nos remerciements à tous ceux qui nous ont encouragés dans notre réflexion.

Tout d'abord nous tenons à exprimer notre gratitude à Monsieur Sébastien LAHAYE, notre tuteur, pour nous avoir aidés et accompagnés tout au long de la réalisation de ce projet.

Nous souhaitons par ailleurs, remercier Monsieur Sylvain PASQUIET ainsi que l'équipe du support technique de l'agence B&R Automation de Nantes, pour l'aide technique apportée à l'utilisation des outils de motion control et leurs réponses à nos questions lors du développement de l'application.

Nous remercions également les employés de la société ELCOM, pour avoir partagé leur expertise dans la conception des convoyeurs à bandes, notamment Monsieur Grégory AMOROSO pour son support technique et la fourniture des caractéristiques mécaniques des convoyeurs.

SOMMAIRE

1	PRESENTATION	6
1.1	Objet du document	6
1.2	Description du projet.....	6
1.3	Objectifs du projet	7
1.4	Principe de fonctionnement.....	7
2	CONDUITE DE PROJET	8
2.1	Organisation.....	8
2.2	Planning.....	8
2.2.1	Séquencement des phases	8
2.2.2	Diagrammes de suivi de projet	9
2.2.2.1	Diagramme de GANTT.....	9
2.2.2.2	Diagramme circulaire.....	9
2.3	Décomposition hardware et software	9
2.4	Coûts du projet	9
3	CONCEPTION PARTIE OPERATIVE.....	10
3.1	Présentation partie opérative	10
3.2	Choix stratégique.....	10
3.3	Convoyeurs à bande.....	11
3.3.1	Contraintes dimensionnelles.....	11
3.3.2	Identification fournisseur.....	11
3.3.3	Calculs mécaniques.....	12
3.4	Adaptation de la motorisation	13
3.4.1	Moteur « Brushless ».....	13
3.4.2	Solutions étudiées	14
3.4.2.1	Réducteur planétaire	14
3.4.2.2	Accouplement motoréducteur.....	15
3.4.2.3	Avantages / inconvénients des solutions étudiées.....	16
3.4.3	Solution retenue.....	17
3.5	Détection de position des pièces	18
3.5.1	Détecteurs photo-électriques	18
3.5.1.1	Généralité.....	18
3.5.1.2	Principe de fonctionnement	18
3.5.2	Codeur EnDat.....	18
4	RACCORDEMENTS	19
4.1	Panneau de raccordements	19
4.2	Raccordements des systèmes d'axes « ACOPOSmicro »	20
4.2.1	Alimentations variateur « ACOPOSmicro »	21
4.2.2	Réseau « Powerlink ».....	21
4.2.3	Servomoteurs	21
4.2.4	Codeurs EnDat	21

5	CONCEPTION PARTIE COMMANDE	22
5.1	Présentation partie commande.....	22
5.2	Le standard « PLCopen »	22
5.2.1	Description des blocs fonctions utilisés	24
5.2.1.1	Bloc fonction « MC_ReadStatus »	24
5.2.1.2	Bloc fonction « MC_ReadActualPosition »	25
5.2.1.3	Bloc fonction « MC_ReadActualVelocity »	26
5.2.1.4	Bloc fonction « MC_ReadAxisError »	26
5.2.1.5	Bloc fonction « MC_Power »	27
5.2.1.6	Bloc fonction « MC_Home »	27
5.2.1.7	Bloc fonction « MC_Stop »	28
5.2.1.8	Bloc fonction « MC_Reset »	29
5.2.1.9	Bloc fonction « MC_Halt »	29
5.2.2	Description des blocs fonctions spécifiques B&R	30
5.2.2.1	Fonction « ncacces() »	30
5.2.2.2	Bloc fonction « MC_BR_ReadDriveStatus »	30
5.2.2.3	Bloc fonction « MC_BR_MoveCyclicVelocity »	31
5.3	Implémentation	32
5.3.1	Structure d'échange.....	32
5.3.1.1	Structure « Axe_Typ »	32
5.3.1.2	Sous-structure « Parametres_Typ »	32
5.3.1.3	Sous-structure « Commandes_Typ »	32
5.3.1.4	Sous-structure « Status_Typ »	33
5.3.2	Instructions codées.....	34
6	CONCLUSION ET OPTIMISATIONS POSSIBLES	35
	BIBLIOGRAPHIE	36
	ANNEXES	37

TABLES D'ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 : INSTALLATION	6
FIGURE 2°: PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	7
FIGURE 3 : PLANNING	8
FIGURE 4 : PART DES DIVERSES ACTIVITES DU PROJET.....	9
FIGURE 5°: DECOMPOSITION HARDWARE ET SOFTWARE	9
FIGURE 6°: SYNOPTIQUE PARTIE OPERATIVE.....	10
FIGURE 7 : SYSTEME D'ENTRAINEMENT DE LA BANDE PORTEUSE.....	12
FIGURE 8 : LOI DE COULOMB	12
FIGURE 9 : COUPLE MOTEUR EN FONCTION DE LA VITESSE	13
FIGURE 10 : FICHER STEP DU CONVOYEUR ELCOM.....	14
FIGURE 11 : MODELISATION TRANSMISSION AXIALE	15
FIGURE 12 : MODELISATION TRANSMISSION SYNCHRONE.....	15
FIGURE 13°: EXEMPLE DE TRANSMISSION SYNCHRONE.....	15
FIGURE 14 : MODELISATION DE LA SOLUTION RETENUE	17
FIGURE 15°: CAPTEUR PHOTO-ELECTRIQUE DE TYPE REFLEX	18
FIGURE 16°: PLATINE DE RACCORDEMENTS.....	19
FIGURE 17°: SCHEMA DE RACCORDEMENT « ACOPOSMICRO »	20
FIGURE 18°: SYNOPTIQUE PARTIE COMMANDE	22
FIGURE 19°: DIAGRAMME D'ETATS	23
FIGURE 20°: FB « MC_READSTATUS ».....	24
FIGURE 21°: FB « MC_READACTUALPOSITION »	25
FIGURE 22°: FB « MC_"READACTUALVELOCITY ».....	26
FIGURE 23°: FB « MC_READAXISERROR ».....	26
FIGURE 24°: FB « MC_POWER ».....	27
FIGURE 25°: FB « MC_HOME »	27
FIGURE 26°: FB « MC_STOP »	28
FIGURE 27°: FB « MC_RESET »	29
FIGURE 28°: FB « MC_HALT »	29
FIGURE 29°: FB « MC_BR_READDRIVESTATUS »	30
FIGURE 30°: FB « MC_BR_MOVECYCLICVELOCITY ».....	31
FIGURE 31°: STRUCTURE « AXE_TYP »	32
FIGURE 32°: SOUS-STRUCTURE « PARAMETRES_TYP ».....	32
FIGURE 33°: SOUS-STRUCTURE « COMMANDES_TYP »	32
FIGURE 34°: SOUS-STRUCTURE « STATUS_TYP »	33
FIGURE 35°: SOUS-STRUCTURE « ERROR_TYPE »	33
FIGURE 36°: ENUMERATION « STATEPLCOPEN_ENUM »	33
TABLEAU 1 : SYNTHESE ETUDE MECANIQUE DU COUPLE RESISTANT	13
TABLEAU 2 : SYNTHESE CALCULS REDUCTEUR.....	15
TABLEAU 3 : ANALYSE REDUCTEUR PLANETAIRE	16
TABLEAU 4 : ANALYSE TRANSMISSION SYNCHRONE	16
TABLEAU 5 : NOMENCLATURE TRANSMISSION SYNCHRONE	17
TABLEAU 6 : SYNTHESE CALCULS TRANSMISSION SYNCHRONE.....	17
TABLEAU 7°: PARAMETRES FB « MC_READSTATUS ».....	25
TABLEAU 8°: PARAMETRES FB « MC_READACTUALPOSITION »	25
TABLEAU 9°: PARAMETRES FB « MC_READACTUALVELOCITY »	26
TABLEAU 10°: PARAMETRES FB « MC_READAXISERROR ».....	27
TABLEAU 11°: PARAMETRES FB « MC_POWER ».....	27
TABLEAU 12°:PARAMETRES FB « MC_HOME »	28
TABLEAU 13°: PARAMETRES FB « MC_STOP ».....	28
TABLEAU 14°: PARAMETRES FB « MC_RESET »	29
TABLEAU 15°: PARAMETRES FB « MC_HALT »	29
TABLEAU 16°: PARAMETRES DE LA FONCTION » NCACCES() ».....	30
TABLEAU 17°: PARAMETRES FB « MC_BR_READDRIVESTATUS »	30
TABLEAU 18°: PARAMETRES FB « MC_BR_MOVECYCLICVELOCITY »	31

1 PRESENTATION

Dans cette partie, nous nous efforcerons de décrire le sujet du projet et les objectifs attendus.

1.1 OBJET DU DOCUMENT

Le présent document constitue le rapport du projet et présente dans un premier temps, la gestion du projet. La seconde partie du rapport présente le dimensionnement mécanique du système ainsi que sa conception. Il présente également l'implémentation du code réalisée en troisième partie. Les résultats obtenus ainsi que les possibles évolutions sont expliquées en fin de rapport.

1.2 DESCRIPTION DU PROJET

Le projet consiste à réaliser une maquette pédagogique représentative des systèmes de convoyage à espacement constant. Il est très courant de rencontrer dans l'industrie ce type de dispositif permettant d'obtenir un espacement constant entre les pièces transportées. L'objectif est de faciliter les traitements (tri, conditionnement, remplissage,...) en aval sur la ligne de production.

L'image ci-dessous représente une telle installation.

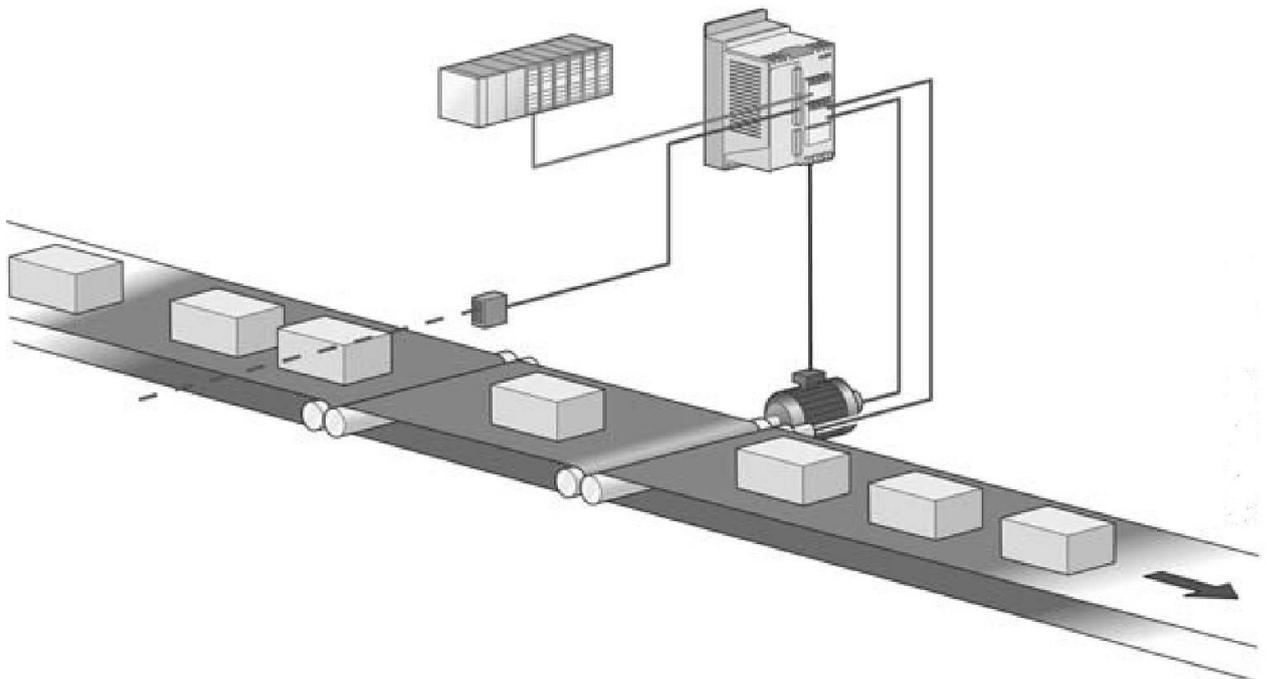


Figure 1 : installation

Une des difficultés dans ce type d'installation est que la vitesse du convoyeur final est généralement susceptible de varier. Il est alors nécessaire de synchroniser et d'asservir la vitesse du convoyeur l'alimentant.

1.3 OBJECTIFS DU PROJET

Dans le cadre d'un partenariat avec la société B&R automation, l'équipe pédagogique souhaite développer, au sein de la filière Automatique et Génie Informatique, une formation spécifique à la gestion de contrôles d'axes, notamment la synchronisation multi axes, ou de profils de cames, ou automates à cames. En effet, cette problématique est souvent rencontrée dans les applications d'automatisme industriel et le sujet n'est pas abordé en cours.

Le but de cette maquette pédagogique est de pouvoir simuler au travers de travaux pratiques, la mise en œuvre de ces technologies par un système de convoyage à espacement constant.

Pour répondre aux besoins du projet, du matériel B&R est mis à notre disposition :

- 2 systèmes d'entraînement d'axes « ACOPOSmicro » (double variateurs),
- 3 moteurs « Brushless » avec codeurs absolus à interface EnDat,
- 1 automate.

Le travail réalisé lors du projet comprend:

- la réalisation de la maquette par assemblage de différents constituants (convoyeurs à bande, moteurs, variateurs de vitesse, capteurs, automate);
- la réalisation du contrôle des axes pour synchroniser les moteurs actionnant les convoyeurs à bande (mise en œuvre de fonctions avancées dans les variateurs de vitesse);
- la programmation de l'automate industriel (avec l'utilisation du réseau « Powerlink »).

Nous avons disposé d'une pleine autonomie dans la gestion du projet. Les choix technologiques, la conception et la réalisation étaient libres. La seule contrainte imposée était d'utiliser le matériel B&R acheté précédemment lors des investissements.

1.4 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.

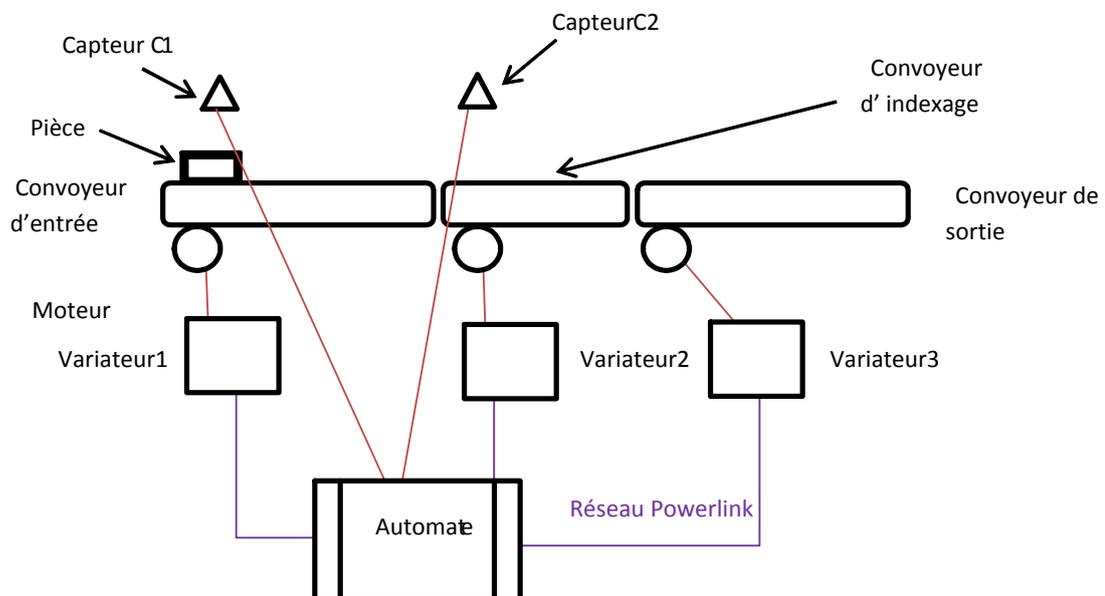


Figure 2°: principe de fonctionnement

L'opérateur saisit la vitesse de cadencement du convoyeur de sortie, et l'espacement voulu entre chaque pièce via un terminal de dialogue (PC). Ces paramètres, définis par l'opérateur pourront être modifiés en cours du processus. Les vitesses des convoyeurs sont synchronisées. On mesure l'écart entre deux pièces sur les deux premiers tapis grâce aux capteurs C1 et C2. On compare cet écart à l'espacement saisi par l'opérateur. Les vitesses des deux premiers convoyeurs seront asservies pour ajuster les écarts d'espacement entre chaque pièce.

2 CONDUITE DE PROJET

2.1 ORGANISATION

Avant de travailler sur ce projet, de se répartir le travail, et de décider des choix techniques, nous avons réalisé un cahier de charges projet listant les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles, ainsi que son organisation.

Les principales exigences déclinées étaient les suivantes :

- caractéristiques électriques,
- caractéristiques mécaniques,
- contraintes électromagnétiques,
- ergonomie,
- sécurité dans l'utilisation (électrique, mécanique),
- utilisation de matériau visant à limiter l'utilisation de substances dangereuses.

L'organisation du projet est décomposée en 6 phases :

- phase 1 : recherche de solutions,
- phase 2 : études de faisabilité,
- phase 3 : phase projet,
- phase 4 : développement,
- phase 5 : installation, déploiement,
- phase 6 : tests, mise au point.

2.2 PLANNING

2.2.1 Séquencement des phases

Le planning ci-dessous présente notre première estimation de l'organisation du projet.

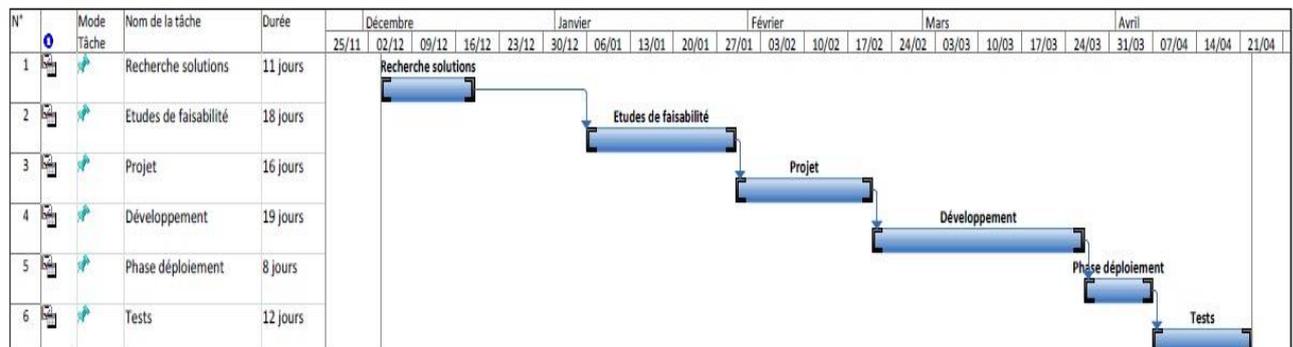


Figure 3 : planning

La période de réalisation, prévue sur environ 4 mois, s'est échelonnée comme suit :

- phase 1 : 04/12 au 18/12/2013,
- phase 2 : 06/01 au 29/01/2014,
- phase 3 : 30/01 au 20/02/2014,
- phase 4 : 21/02 au 26/03/2014,
- phase 5 : 27/03 au 06/04/2014,
- phase 6 : 07/04 au 22/04/2014.

2.2.2 Diagrammes de suivi de projet

2.2.2.1 Diagramme de GANTT

L'ordonnancement des diverses tâches et la gestion de projet est représenté graphiquement par le diagramme de Gantt fourni en annexe de ce rapport.

2.2.2.2 Diagramme circulaire

- Etude de l'existant
- Choix des solutions à retenir
- Dimensionnement mécanique
- Etude des coûts
- Comparaison des solutions
- Organigramme technique
- Algorithme de développement
- Spécifications techniques
- Approvisionnement matériel
- Câblage
- Prise en main du logiciel Automation Studio
- Implémentation
- Assemblage des convoyeurs
- Assemblage maquette
- Tests
- Ajustements
- Optimisations
- Perspectives d'amélioration
- Création d'une page WEB
- Rédaction du rapport

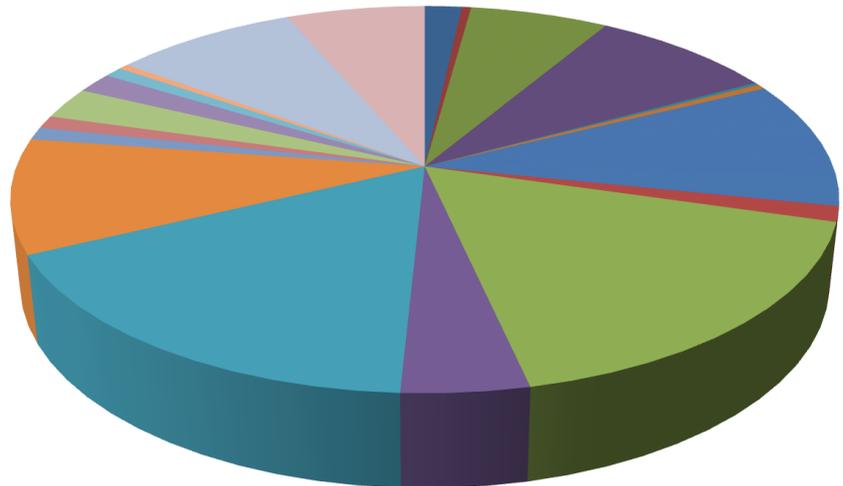


Figure 4 : part des diverses activités du projet

2.3 DECOMPOSITION HARDWARE ET SOFTWARE

Le projet est décomposé en plusieurs sous-éléments. Le synoptique ci-dessous décrit comment est réalisé l'arborescence du projet.

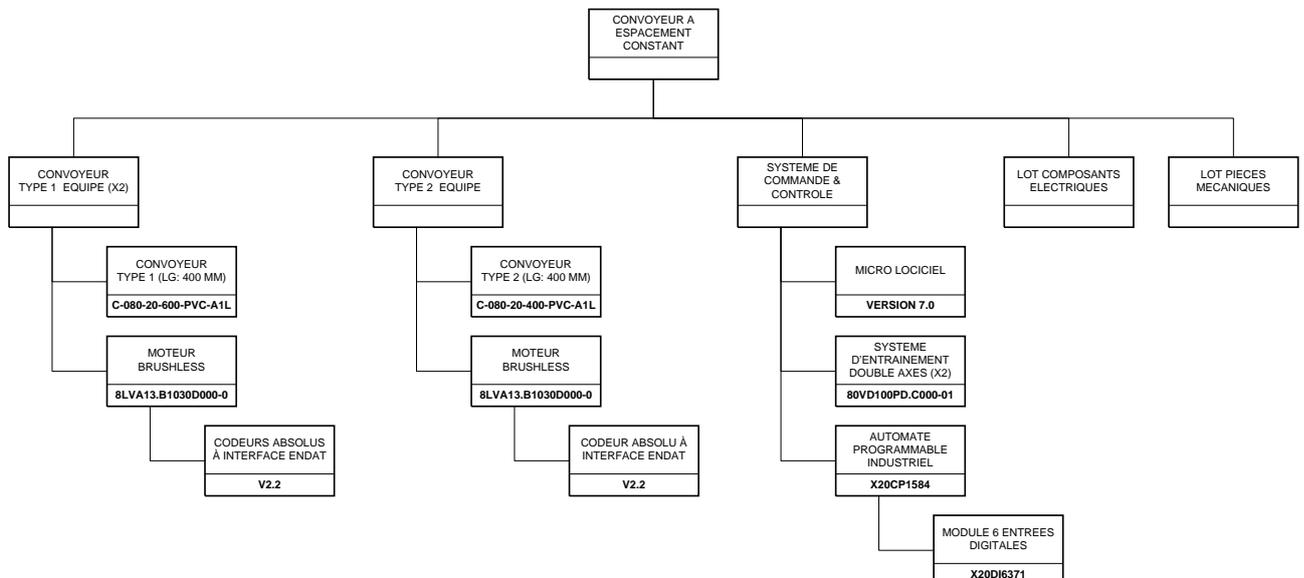


Figure 5°: décomposition hardware et software

2.4 COUTS DU PROJET

En annexe se trouve, un tableau récapitulatif des coûts des éléments achetés pour la réalisation de notre projet.

3 CONCEPTION PARTIE OPERATIVE

La partie opérative d'un automatisme est le sous-ensemble qui effectue les actions physiques (déplacements), mesure des grandeurs physiques (positions) et rend compte à la partie commande.

Elle est généralement composée d'actionneurs, de capteurs, d'effecteurs et d'un bâti mécanique.

Dans ce chapitre, nous présenteront les choix techniques, les différents concepts étudiés et la solution retenue pour réaliser la partie opérative de cette maquette pédagogique.

3.1 PRESENTATION PARTIE OPERATIVE

La partie opérative de notre système est représentée par le synoptique suivant :

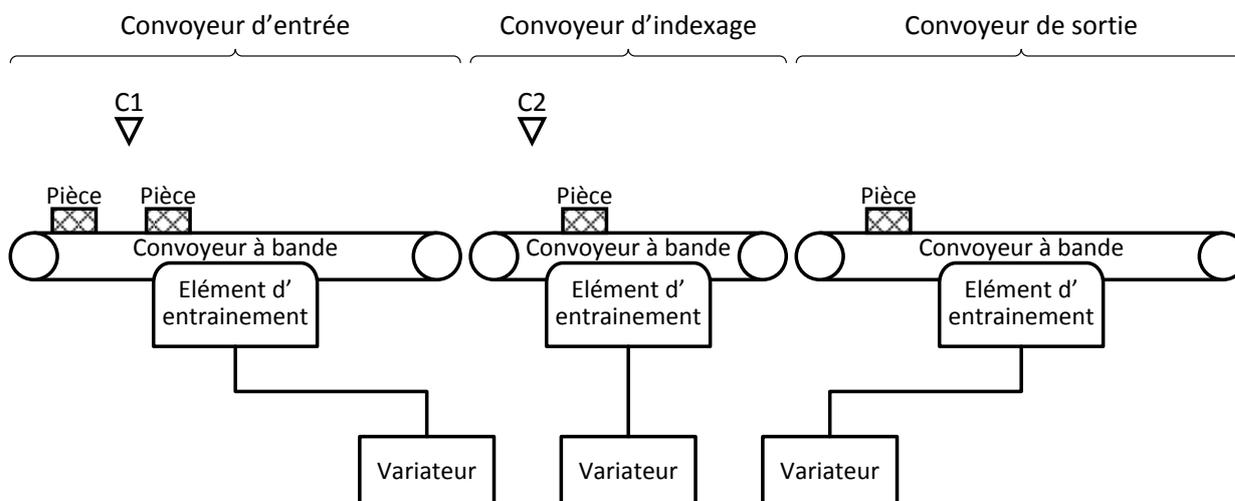


Figure 6°: synoptique partie opérative

Elle est composée essentiellement de 3 convoyeurs à bande (convoyeur d'entrée, d'indexage et de sortie) et de capteurs photo-électriques. Chacun des convoyeurs est muni d'un système d'entraînement, piloté par variateur.

3.2 CHOIX STRATEGIQUE

Le projet consistant à réaliser un système automatisé, nous avons décidé de ne pas passer trop de temps sur la conception mécanique, qui peut s'avérer assez complexe.

Dès le premier entretien avec notre responsable de projet, monsieur LAHAYE, nous avons proposé de rechercher des mini-convoyeurs à bande sur catalogue et d'étudier plutôt une adaptation mécanique des moteurs à partir de solutions standards pour réaliser le système d'entraînement.

Cette stratégie de conception était également orientée pour limiter les risques de dérives du planning dus à la réalisation de pièces usinées. Les années précédentes, le service technique de l'IUT d'Angers avait la possibilité d'usiner quelques pièces pour les projets de l'ISTIA. Or les travaux de réhabilitation de l'IUT, ont limité les possibilités de produire des pièces mécaniques usinées.

En accord avec notre tuteur, nous avons validé ce choix stratégique sur l'achat de convoyeurs pré-équipés et d'adapter la motorisation.

3.3 CONVOYEURS A BANDE

3.3.1 Contraintes dimensionnelles

Pour des questions d'encombrement, nous avons limité les dimensions des convoyeurs à bandes. L'objectif était que la maquette puisse être installée dans une des salles d'automatismes industriels.

Le système de convoyage doit être facilement manipulable et déplaçable. La longueur totale ne devait pas excéder 2 mètres. Les dimensions suivantes des convoyeurs ont été imposées comme contraintes lors de nos consultations :

Convoyeur 1 et 3 (convoyeurs d'entrée et de sortie) :

- longueur maximale : 600 mm,
- largeur de bande : entre 70 et 100 mm.

Convoyeur 2 (convoyeur d'indexage) :

- longueur maximale : 400 mm,
- largeur de bande : entre 70 et 100 mm.

La longueur des pièces à transporter est un élément dimensionnant dans les choix technologiques. Au vu des dimensions imposées pour les convoyeurs, il était indispensable de définir une longueur de pièce proportionnelle à la maquette. Nous avons décidé de maquetter ces pièces par des sections de tubes d'aluminium, ou de tasseaux de bois.

Pour la simulation, les longueurs des pièces transportables pourront être comprises entre 30 et 100 millimètres. Dans notre dimensionnement, la masse des pièces sera négligée (quelques grammes par pièce).

Pour limiter les coûts, nous avons également fixé les vitesses linéaires des tapis. Ces vitesses sont variables dans la plage 2 m/min à 30m/min.

3.3.2 Identification fournisseur

Nos premières recherches via Internet, nous ont permis d'identifier plusieurs fabricants ou fournisseurs de convoyeurs miniaturisés de type pharmaceutique.

Les entreprises identifiées étaient les suivantes :

- COMARI (69510 Messigny),
- BENNE SA (81100 Castres),
- ALFYMA (49280 La Tessoualle),
- NEOLUTIONS SAS (69780 Moins),
- ELCOM (38300 Bourgoin-Jallieu).

Malgré plusieurs relances, peu de fournisseurs ont donné suite à nos demandes. Seuls trois, nous ont renvoyé des propositions commerciales : COMARI, NEOLUTIONS et ELCOM.

Deux de ces propositions, demandaient une étude détaillée en bureau d'études et atteignaient des sommes trop importantes pour notre projet (environ 10 k€).

La proposition technique de la société ELCOM a retenu notre intention. Leurs réalisations sont issues d'une large gamme de produits en stocks, adaptables, avec des livraisons rapides. Le devis pour la fourniture des 3 convoyeurs hors motorisation était d'environ 2,2 K€.

3.3.3 Calculs mécaniques

Le croquis ci-dessous montre le système d'entraînement de la bande porteuse en polyuréthane (PU). Il précise quelques caractéristiques utiles aux calculs mécaniques ci-dessous (données communiquées par la société ELCOM).

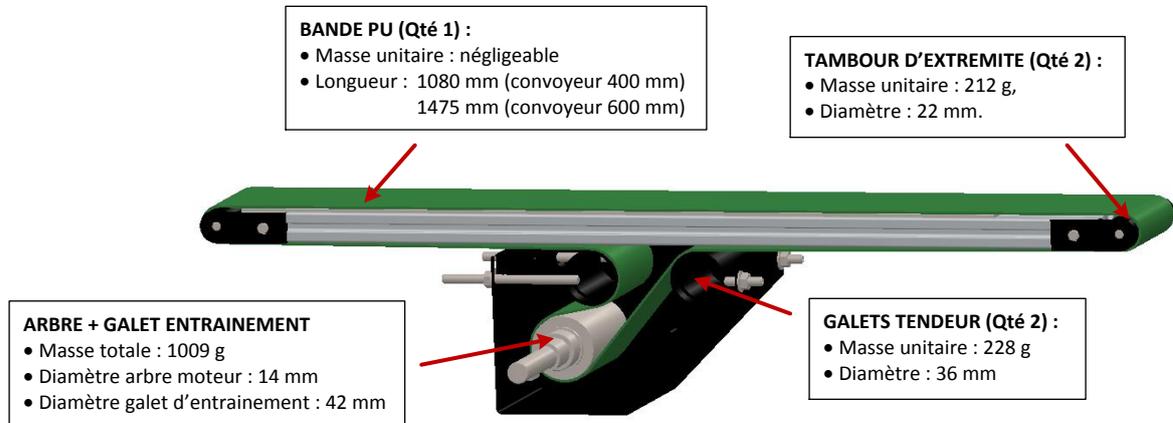


Figure 7 : système d'entraînement de la bande porteuse

Avec ces données, nous pouvons calculer le couple résistant au niveau de l'arbre d'entraînement. Lorsque les solides glissent l'un contre l'autre, la composante tangentielle T est indépendante de la vitesse de glissement et déterminée par la loi de Coulomb:

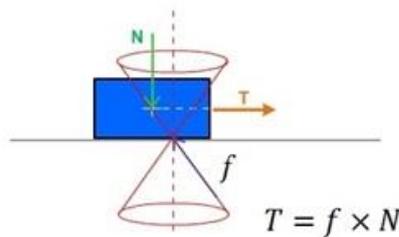


Figure 8 : loi de Coulomb

f est le coefficient de frottement dynamique ou de glissement, dont la valeur dépend, entre autres, des deux matériaux en présence et de l'état de leurs surfaces.

N est la force verticale exercée, dont la valeur dépend de la masse de l'objet à déplacer.

Calcul du couple résistant C_{rs} sur l'arbre d'entraînement (étude statique) :

Hypothèses :

- | | |
|---|--------------------------|
| • masse des pièces en mouvement : | $M_p = 1,889 \text{ kg}$ |
| • coefficient de frottement : | $f = 0,1$ |
| • accélération de la pesanteur standard | $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ |
| • rayon du galet d'entraînement | $R = 21 \text{ mm}$ |

$$\text{On a : } \left. \begin{array}{l} T = f \times N \\ N = M_p \times g \\ C_{rs} = R \times T \end{array} \right\} \text{ donc } C_{rs} = R \times f \times M_p \times g$$

$$C_{rs} = R \times f \times M_p \times g$$

$$C_{rs} = 0,021 \times 0,1 \times 1,889 \times 9,81 = 0,0389 \text{ Nm}$$

Calcul du couple résistant C_{rd} sur l'arbre d'entraînement (étude dynamique) :

Hypothèses supplémentaires :

- | | |
|--|-------------------------|
| • vitesse linéaire maximale du tapis : | $V_t = 0,5 \text{ m/s}$ |
| • temps d'accélération : | $t = 50 \text{ ms}$ |

$$\text{On a : } \left. \begin{array}{l} a = Vt/t \\ Fm = Mp \times (a + g \times f) \\ Crd = R \times Fm \end{array} \right\} \text{ donc } Crd = R \times Mp \times (Vt/t + g \times f)$$

$$Crd = R \times Mp \times (Vt/t + g \times f)$$

$$Crd = 0,021 \times 1,889 \times (0,5/0,05 + 9,81 \times 0,1)$$

$$Crd = 0,415 \text{ Nm}$$

Synthèse étude mécanique du couple résistant

Etude statique : $Crs = 0,0389 \text{ Nm}$	Etude dynamique : $Crd = 0,415 \text{ Nm}$
---	---

Tableau 1 : synthèse étude mécanique du couple résistant

3.4 ADAPTATION DE LA MOTORISATION

3.4.1 Moteur « Brushless »

Pour motoriser les convoyeurs à bande, nous disposons de 3 moteurs « Brushless » B&R automation référencés 8LVA13.B1030D000-0.

Le moteur « Brushless », une machine électrique de la catégorie des machines synchrones, dont le rotor est constitué d'un ou de plusieurs aimants permanents et pourvu d'origine d'un capteur de position rotorique. Dans notre cas, il s'agit d'un codeur absolu à interface EnDat (version 2.2).

Les données techniques du moteur sont détaillées en annexe du présent rapport mais les caractéristiques importantes d'adaptation à prendre en considération sont les valeurs de couple suivantes :

- couple nominal : $Cn = 0,32 \text{ Nm}$
- couple de décrochage : $Cm = 0,36 \text{ Nm}$

Le couple nominal Cn , défini généralement pour un régime établi, doit être supérieur au couple résistant mécanique Cr (mode statique).

On n'utilise jamais un moteur trop près de son couple de décrochage Cm (couple maximum) car l'indication du constructeur comporte une tolérance, et le moindre à-coup mécanique entraînerait un décrochage. En règle générale, on prend un coefficient de sécurité de 30% ($Cm > 1,3 Cr$).

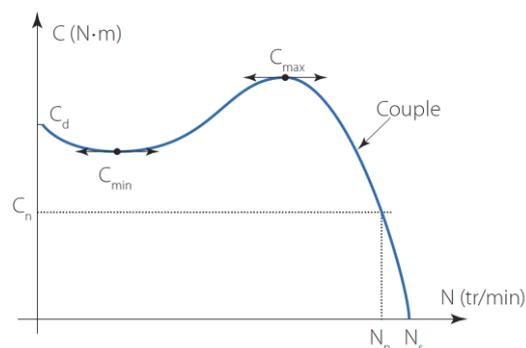


Figure 9 : couple moteur en fonction de la vitesse

On effectue un choix de moteur en tenant compte des contraintes mécaniques mais dans notre cas, pour tenir compte de cette marge de sécurité, il est donc nécessaire de réduire le couple résistant mécanique en utilisant un réducteur. Nous avons trouvé plusieurs solutions d'adaptations mécaniques.

3.4.2 Solutions étudiées

Les solutions proposées ci-dessous ont été conçues avec le logiciel Solidworks 2012. Ce logiciel est un modéleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Ces fichiers sont en relation. Toute modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés.

Les opérations d'import ou d'export à partir d'autres applications facilitent la conception 3D. Entre autres le standard d'échange STEP (STandard for the Exchange of Product model data en anglais) qui permet d'échanger des modélisations 3D entre concepteurs. Ce format permet donc d'obtenir une représentation, non ambiguë, des données du produit, interprétable par tout système informatique.

Durant la conception CAO, beaucoup de modèles 3D de pièces standards ont été directement importés à partir de sites Internet comme TracePartsOnline.net, B&R-automation.com, ou Misumi-Europe.com. Cette stratégie de conception a permis de gagner beaucoup de temps dans la modélisation 3D de notre projet.

C'est à partir du fichier STEP fourni par ELCOM, que nous avons élaboré les solutions qui suivent.

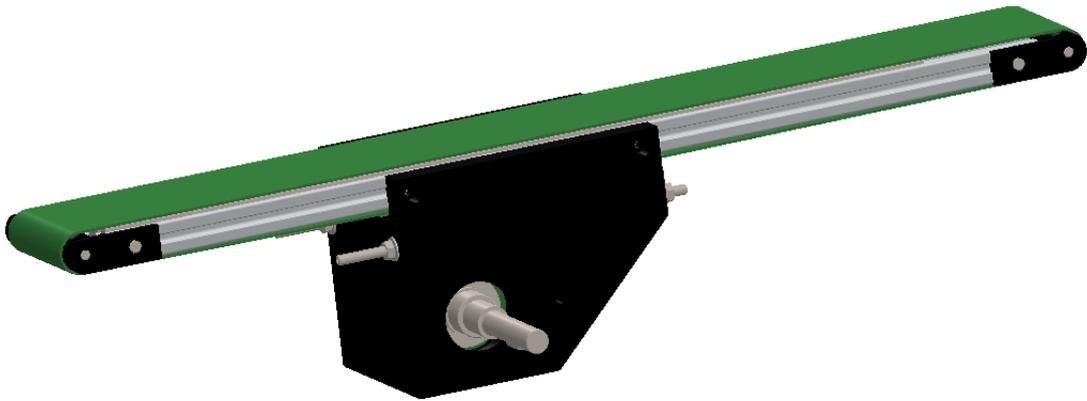


Figure 10 : fichier STEP du convoyeur ELCOM

3.4.2.1 Réducteur planétaire

La première idée consistait à demander à la société B&R automation, de fournir un réducteur issu du catalogue et adapté au modèle de notre moteur.

Calcul du rapport de réduction r nécessaire pour le réducteur :

Hypothèses :

- | | |
|--|------------------------------------|
| • vitesse linéaire maximale du tapis : | $V_t = 0,5 \text{ m/s}$ |
| • vitesse angulaire moteur : | $\omega_m \text{ (rad/s)}$ |
| • vitesse de rotation maximale du moteur : | $N = 3000 \text{ tr/mn (50 tr/s)}$ |
| • rayon du galet d'entraînement | $R = 21 \text{ mm}$ |
| • vitesse angulaire galet d'entraînement : | $\omega_g \text{ (rad/s)}$ |

$$\text{On a : } \left. \begin{array}{l} \omega_m = 2 \cdot \pi \cdot N \\ V_t = \omega_g \times R \\ 1/r = \omega_g / \omega_m \end{array} \right\} \text{ donc } r = 2 \cdot \pi \cdot N \cdot R / V_t$$

$$\begin{aligned} r &= 2\pi \cdot N \cdot R / V_t \\ r &= 2\pi \times 50 \times 0,021 / 0,5 \\ r &\cong 13 \end{aligned}$$

Suite à nos consultations auprès du service commercial, le réducteur se rapprochant le plus de nos spécifications était le modèle référencé 8GA40-040--012S1V1 (voir caractéristiques techniques en annexe).

Le réducteur proposé par B&R (rapport de réduction 1/12) permettait d'obtenir la vitesse du tapis souhaitée tout en conservant une grande dynamique de réglage côté moteur.

Synthèse des calculs sur le réducteur

Vitesse de l'arbre d'entraînement :	Couple sur arbre d'entraînement :
$N_g = 250 \text{ tr/mn}$	$C_s = 3,8 \text{ Nm}$
$\omega_g = 26,18 \text{ rad/s}$	$C_s > 10 C_r$

Tableau 2 : synthèse calculs réducteur

3.4.2.2 Accouplement motoréducteur

Ensuite, à partir des premières études d'accouplement du motoréducteur, deux concepts de transmission se sont dégagés :

- concept par transmission axiale,
- concept par transmission synchrone.

Les figures ci-dessous présentent les deux conceptions étudiées et modélisées.

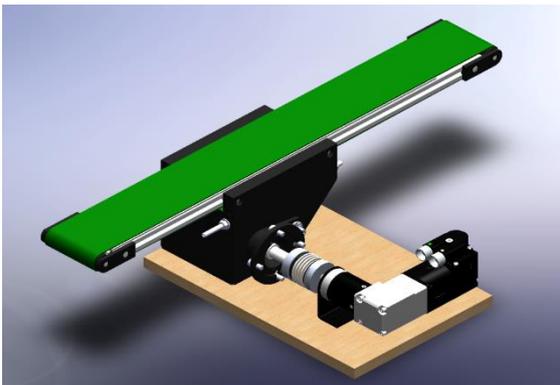


Figure 11 : modélisation transmission axiale

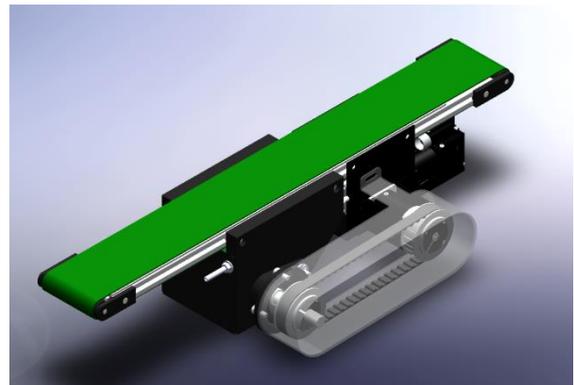


Figure 12 : modélisation transmission synchrone

Pour la transmission axiale, nous avons opté pour un moyeu d'accouplement à soufflet sans jeu. Nous avons consulté le fabricant RW France et notre choix s'est porté sur le modèle référencé BKL/10/10PFNDIN6885/14PFNDIN6885 (voir fiche technique en annexe).

Une transmission par courroie dentée est très souvent appelée transmission synchrone. D'un point de vue global, la présence de dents sur la courroie qui s'engrènent avec les dents des poulies assurent une transmission sans glissement dite synchrone.



Figure 13°: exemple de transmission synchrone

Sur Internet nous avons identifié un fournisseur d'une large gamme de composants mécaniques pour la construction de machines spéciales. Les composants étaient disponibles pour des montants raisonnables.

Dans le cas de cette première étude, nous avons sélectionné un ensemble d'une courroie et de 2 poulies crantées identiques (37 dents chacune) pour assurer la transmission.

3.4.2.3 Avantages / inconvénients des solutions étudiées

Le tableau ci-dessous liste les avantages et les inconvénients du réducteur planétaire proposé par la société B&R.

Analyse réducteur planétaire
<p>Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • adaptation mécanique au moteur sans pièce mécanique supplémentaire • augmentation du couple sur l'arbre d'entraînement très important (coefficient > 10), • forte accélération possible en raison du couple important, • bonne adaptation entre la vitesse tapis et les capacités motrices ($V_{tapis} = 0.55$ m/s pour $N_{moteur} = 50$ tr/s).
<p>Inconvénients :</p> <ul style="list-style-type: none"> • assemblage réducteur impossible sans retour usine du moteur, • important délai de retour des motoréducteurs : 4 semaines, • coût trop élevé des réducteurs (environ 800€).

Tableau 3 : analyse réducteur planétaire

L'impact des inconvénients présentait des risques trop importants. La fourniture des réducteurs planétaires était notamment critique pour la tenue du planning.

La transmission axiale ne présentait plus vraiment d'intérêt sans les réducteurs B&R. De plus, le montage était encombrant et coûteux (environ 220€00).

Par conséquent, la transmission synchrone se montre être une solution intermédiaire intéressante. Ses avantages et inconvénients sont répertoriés dans le tableau suivant.

Analyse transmission synchrone
<p>Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • système d'entraînement largement utilisé dans la micromécanique • qualités environnementales : limitation des niveaux sonores, peu de dilatation, • large panel de composants et grande diversité de dimensionnement, disponibilité, • possibilité de créer un rapport de réduction (rapport du nombre de dents), • glissement très limité, • solution moins coûteuse et facilement adaptable.
<p>Inconvénients :</p> <ul style="list-style-type: none"> • dégradation plus rapide des éléments souples (courroies), • durabilité des composants plus faible, • nécessite une maintenance régulière (changement, réglage tension, etc...).

Tableau 4 : analyse transmission synchrone

3.4.3 Solution retenue

L'adaptation de la motorisation finalement retenue était d'utiliser une transmission synchrone par courroie crantée. La figure ci-dessous présente la modélisation de la solution retenue.

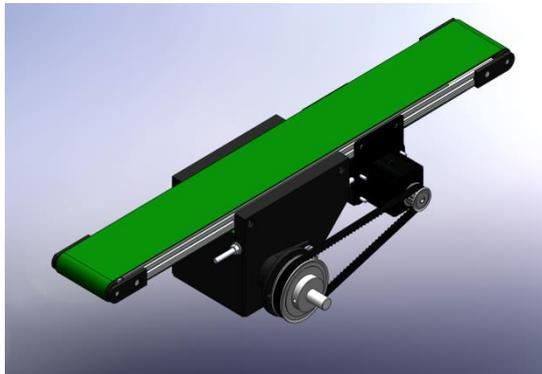


Figure 14 : modélisation de la solution retenue

Le choix des poulies de la nomenclature ci-dessous donne un ratio 1/3. Les documentations techniques sont en annexe du présent document.

Nomenclature transmission synchrone	
Référence :	Désignation :
ATP14XL037-A-P8-KC90	Poulie synchrone type XL (arbre moteur) 14 dents, alésage \varnothing 8
ATP42XL037-B-N14-KC90	Poulie synchrone type XL (arbre convoyeur) 42 dents, alésage \varnothing 14, rainure clavette DIN6885
TBN206XL037	Courroie synchrone type XL

Tableau 5 : nomenclature transmission synchrone

Ce ratio détermine aussi le rapport de réduction et les caractéristiques physiques de chaque convoyeur. Le couple de décrochage du moteur C_m est donc multiplié par 3 ($C_s = 1,08 \text{ Nm}$). Le coefficient de sécurité de 30% est bien respecté ($C_s > 2,6 C_r$).

Synthèse des calculs transmission synchrone	
Vitesse de l'arbre d'entraînement :	Couple sur arbre d'entraînement :
$N_g = 1000 \text{ tr/mn}$	$C_s = 1,08 \text{ Nm}$
$\omega_g = 104,72 \text{ rad/s}$	$C_s > 2,6 C_r$

Tableau 6 : synthèse calculs transmission synchrone

Cette solution offre plus d'avantages, notamment un budget moins élevé et pas de nécessité de modifier les moteurs qui pourront être réutilisés pour de futurs projets.

La vitesse linéaire maximale des convoyeurs est désormais variable entre 0 et 2,2 m/s.

La conception mécanique s'est terminée par la mise en plan des différentes pièces nécessaires au montage de la maquette. Les plans sont annexés au présent rapport.

3.5 DETECTION DE POSITION DES PIECES

Pour terminer ce chapitre sur la conception de la partie opérative, il reste un dernier point à aborder. Comment est réalisée la détection de position des pièces sur les 2 premiers tapis (convoyeurs d'entrée et d'indexage) ?

3.5.1 Détecteurs photo-électriques

3.5.1.1 Généralité

Tout d'abord, il était nécessaire de déterminer si une pièce est présente ou non sur les tapis. Pour cette fonction, nous avons utilisé des détecteurs photo-électriques de type réflex. Ses deux constituants de base sont un émetteur et un récepteur.

Un détecteurs photo-électrique réalise la détection d'une cible (objet, personne, etc...) au moyen d'un faisceau lumineux. La détection est effective quand la cible coupe le faisceau lumineux et provoque le changement d'état de la sortie du capteur.

3.5.1.2 Principe de fonctionnement

Les détecteurs photoélectriques sont équipés d'un émetteur à diode électroluminescente et d'un récepteur à phototransistor. Ces constituants électroniques sont utilisés pour leurs avantages suivants :

- grand rendement lumineux,
- insensibilité aux chocs et aux vibrations,
- tenue en température,
- durée de vie pratiquement illimitée,
- grande rapidité de réponse.

Selon les modèles de détecteurs, l'émission se fait en infrarouge ou en lumière visible verte ou rouge.

Sur le détecteur de type réflex, l'émetteur et le récepteur sont regroupés dans le même boîtier. En l'absence de cible, le faisceau émis par l'émetteur est renvoyé sur le récepteur par un réflecteur. Celui-ci, constitué d'une multitude de trièdres à réflexion totale, offre la propriété de renvoyer tout rayon lumineux incident dans la même direction.

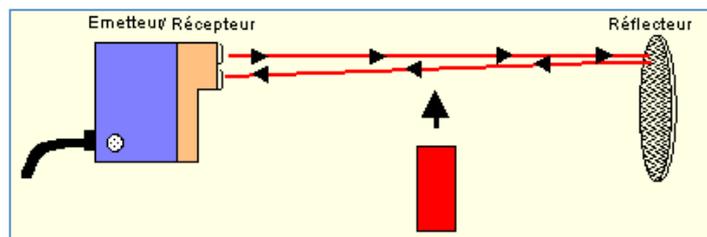


Figure 15°: capteur photo-électrique de type réflex

La détection est réalisée lorsque la cible bloque le faisceau entre l'émetteur et le réflecteur.

3.5.2 Codeur EnDat

Les codeurs EnDat (version 2.2) intégrés aux moteurs détectent les mouvements et génèrent des signaux numériques semblables à ceux d'une interface série synchrone.

Les informations transmises comprennent les données de positions absolues en temps réel, de diagnostics, de codes d'identification, d'états d'alarme, etc...

Pour notre application, à partir des détections réalisées par les cellules photo-électriques, nous sommes capables à l'aide du codeur de situer la position de la pièce sur les tapis en temps réel.

4 RACCORDEMENTS

4.1 PANNEAU DE RACCORDEMENTS

Pour réaliser le montage et les raccordements du panneau de raccordements, nous avons utilisé une platine de câblage 6U au format 19" ajourée de trous oblongs (8,4 x 30). Les oblongs permettent de fixer les équipements à l'aide d'écrous-cage et offrent une grande possibilité de réglage pour l'assemblage.

Le panneau se compose des éléments suivants :

- 1 automate programmable industriel,
- 2 systèmes de contrôle d'axe « ACOPOSmicro » (double variateur B&R),
- 1 alimentation AC/DC 24V_{DC} / 60W, pour fournir une tension aux éléments de la partie commande (automate, détecteurs photoélectriques, télécommandes doubles variateurs),
- 1 alimentation de puissance AC/DC 72V_{DC} / 500W, pour fournir l'énergie suffisante à la partie opérative (moteurs, doubles variateurs « ACOPOSmicro »),
- 1 disjoncteur de protection pour assurer la sécurité électrique de l'alimentation secteur,
- et de divers accessoires (fils, embouts, cordons, blocs de jonctions, plaques de protection en PMMA, entretoises taraudées, lot de visseries, rail DIN, etc..).



Figure 16°: platine de raccordements

Les fiches techniques des principaux éléments sont annexées en fin du rapport.

4.2 RACCORDEMENTS DES SYSTEMES D'AXES « ACOPOSmicro »

Nous n'avons pas rencontré de grande difficulté pour réaliser les raccordements de la maquette pédagogique. Cependant, les parties intéressantes à détailler sont les câblages des différentes informations reçues par les systèmes d'axes « ACOPOSmicro ».

Le schéma ci-dessous issue de la documentation technique bien détaillée, liste les diverses interfaces à brancher. De plus, ces variateurs sont munis de connecteurs détrompés qui évitent toute erreur de branchement.

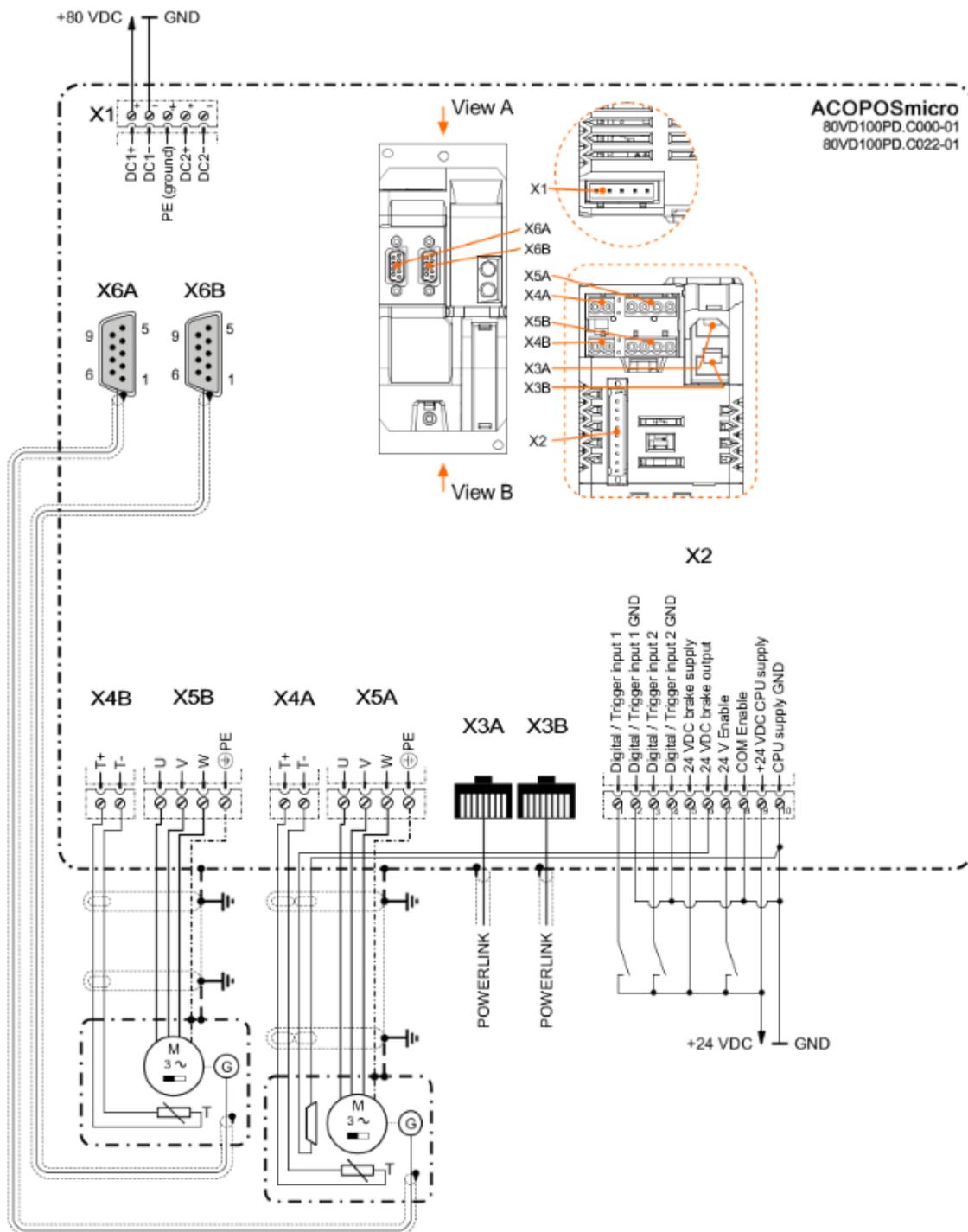


Figure 17°: schéma de raccordement « ACOPOSmicro »

4.2.1 Alimentations variateur « ACOPOSmicro »

Pour qu'un variateur « ACOPOSmicro » puisse fonctionner, deux circuits doivent être alimentés :

- son circuit de puissance, une tension aux éléments de la partie commande (automate, détecteurs photoélectriques, télécommandes double-variateur),
- son circuit de télécommande.

Le branchement du circuit de puissance s'effectue au travers du bornier débrochable X1. A partir du secteur EDF (230V_{AC}), c'est l'alimentation de puissance AC/DC / 500W qui fournit une tension continue de 72V_{DC} aux bornes de X1. Cette alimentation peut être redondée par une deuxième pour augmenter la fiabilité du système. Dans notre cas, cette option n'est pas utilisée.

Le circuit de commande, via le bloc de jonction X2 alimente le microprocesseur de l'ACOPOS et son circuit de télécommande. Il est par ailleurs indispensable d'alimenter les bornes « 24V Enable » et « COM Enable », sans quoi l'ACOPOS ne démarre pas. Ce sont des contacts de sécurité.

On peut par exemple, raccorder en série un bouton d'arrêt d'urgence sur la borne « 24V Enable ».

Cette interface permet également le câblage d'options, notamment 2 entrées TOR (capteurs de fin courses de sécurité), une commande de freinage.

Cette alimentation est réalisée à partir de l'alimentation AC/DC 24V_{DC} / 60W.

4.2.2 Réseau « Powerlink »

« PowerLink » est un protocole temps réel et déterministe pour Ethernet standard. Ce protocole ouvert et exempt de licence est régi par l'Ethernet Powerlink Standardization Group (EPSG). Il a été introduit pour la première fois sur le marché par la société B&R en 2001.

Les connecteurs RJ45 X3A et X3B (mini hub), permettent de réaliser les interconnexions du réseau « Powerlink » entre l'automate et les variateurs.

Nous utilisons des cordons « Ethernet » de type croisé pour assurer la liaison du bus.

4.2.3 Servomoteurs

Les borniers X4A et X5A permettent la connexion d'un servomoteur.

X4A est dédié au capteur de température interne alors que X5A fournit la puissance au moteur.

Un deuxième servomoteur est raccordé en X4B et X5B.

Pour réaliser les branchements des servomoteurs, on a utilisé les cordons B&R Automation référencés 8BCM0003.1034C-0.

4.2.4 Codeurs EnDat

Les retours d'informations par codeurs absolus à interface EnDat sont branchés sur les connecteurs HE501 9 points X6A et X6B. On a utilisé les cordons B&R Automation référencés 8BCF0003.1221B-0.

5 CONCEPTION PARTIE COMMANDE

La partie commande d'un automatisme est le centre de décision. Il donne des ordres à la partie opérative et reçoit ses comptes rendus. La partie commande peut être mécanique, électronique ou autre. Sur de gros systèmes, elle peut se composer de trois parties : un ordinateur, un logiciel et une interface.

5.1 PRESENTATION PARTIE COMMANDE

La partie opérative de notre système est représentée par le synoptique suivant.



Figure 18°: synoptique partie commande

Elle est composée essentiellement d'un automate, équipé d'un module de 6 entrées digitales et de deux variateurs permettant le contrôle de nos trois axes.

5.2 LE STANDARD « PLCOPEN »

Les logiciels jouent un rôle croissant dans l'automatisation industrielle. Avec cela, les coûts liés aux logiciels associés augmentent, même au point qu'ils deviennent la partie la plus haute de l'ensemble du système. Et tous les coûts sont directement visibles : l'entretien requis au cours du cycle de vie, en ajoutant de nouvelles fonctionnalités, l'adaptation aux nouvelles règles gouvernementales.

Pour contrôler ces coûts, on a besoin d'une plus grande efficacité au cours de la mise au point d'applications, tout en augmentant la qualité du logiciel.

« PLCopen » est une organisation permettant de standardiser le développement des systèmes automatisés. Cette organisation a permis, depuis sa création en 1992, d'uniformiser la conception des machines industrielles. De par sa proximité avec le standard IEC 61131-3, « PLCopen » est donc indispensable dans le développement de machines industrielles afin de garantir leurs compatibilités sur le plan software. « PLCopen » est modélisée par des statuts. Chaque axe fait l'objet de statuts « PLCopen » dont ces derniers interagissent ensemble comme le montre le diagramme d'états page suivante.

Le diagramme d'état permet de comprendre visuellement les interactions possibles entre les états « PLCopen » en fonction des blocs fonctions décrits dans ce document.

Pour contrôler les mouvements d'un moteur il faut un variateur et un axe. Le variateur est un matériel qui pilote les mouvements d'un moteur et lit les données retournées par le moteur (codeur). L'axe est l'ensemble des éléments logiciels (table d'initialisation, table de paramètres, implémentation, etc...) et des éléments hardware (variateur + moteur + capteur). « PLCopen » est donc une brique logicielle qui permet de contrôler chaque élément d'un axe.

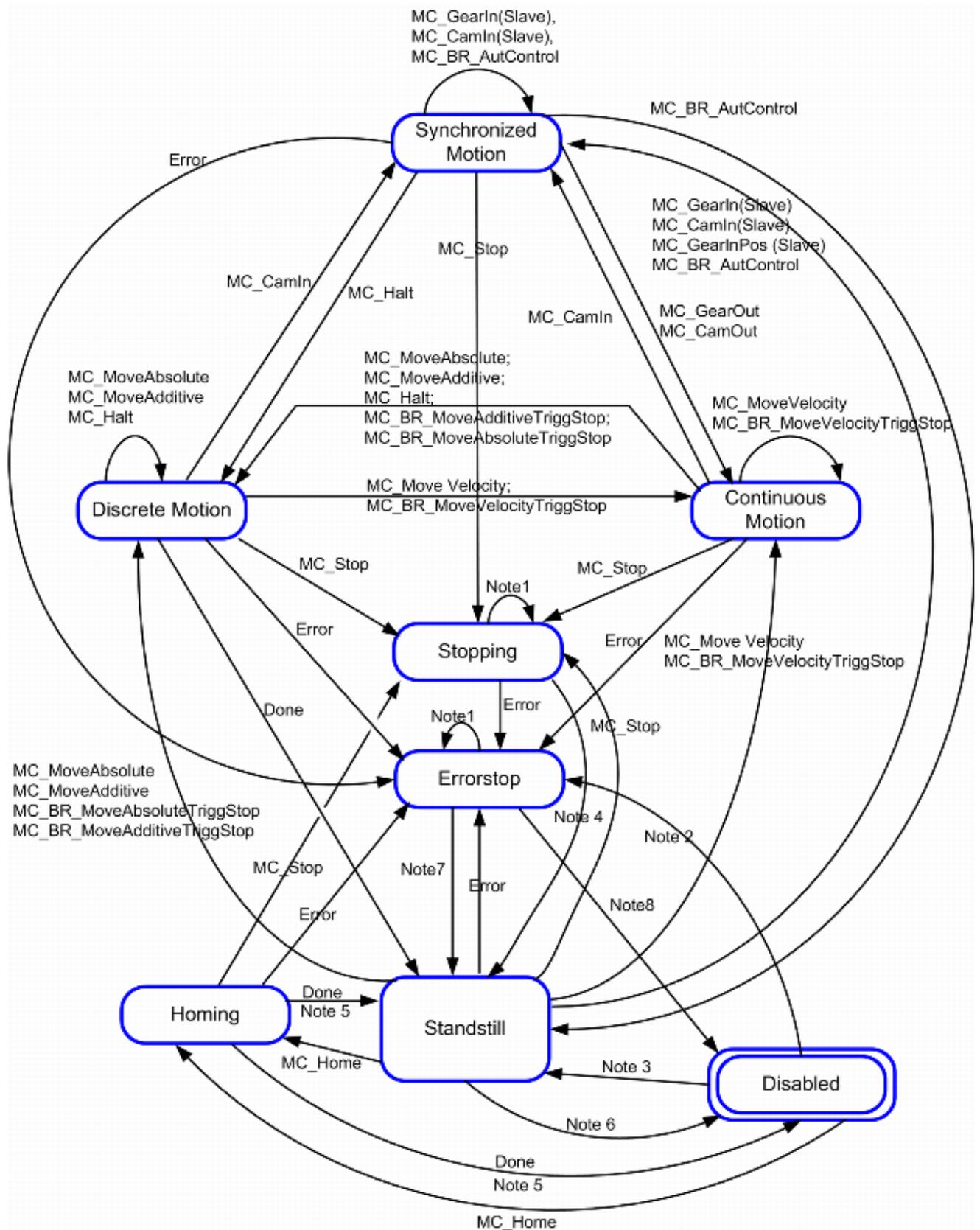


Figure 19°: diagramme d'états

Note 1 : Dans les états « Stopping », « Errorstop », « Disabled » et « Homing », aucun FB de mouvement ne peut être appelé. Sur un axe non-périodique, aucun bloc fonction de mouvement ne peut être appelé depuis l'état « Standstill », sauf si l'axe a pris sa position d'origine.

Note 2 : « MC_Power.Enable » = TRUE et erreur d'axe.

Note 3 : « MC_Power.Enable » = TRUE et pas d'erreur sur l'axe.

Note 4 : « MC_Stop.Done » et pas « MC_Stop.Execute ».

Note 5 : Selon « MC_Home.Done », l'axe retournera en « Standstill » ou « Disabled ».

Note 6 : « MC_Power.Enable » = FALSE

Note 7 : « MC_Reset.Done » et MC_Power.Enable = TRUE et pas d'erreur sur l'axe.

Note 8 : « MC_Reset.Done » et MC_Power.Enable = FALSE ou erreur d'axe.

Ce diagramme illustre les différents états qu'un axe peut prendre. Il correspond à un automate fini, décrivant les différents états « PLCopen » et les conditions nécessaires pour passer d'un état A à un état B.

Par exemple, lorsque que l'axe asservi est prêt à être utilisé (état « Standsill ») et qu'une demande de position est demandée, grâce au bloc fonction « MC_Home » (voir chapitre sur les blocs fonctions), l'axe vérifie la bonne exécution de cette commande.

Lors de cette vérification, l'axe change alors d'état « PLCopen » (état « Homing »). Le « MC_Home » indique que la commande de « Homing » s'est bien exécutée en retournant une valeur booléenne « Done ». Ainsi, l'axe retourne en état « Standsill ».

5.2.1 Description des blocs fonctions utilisés

Pour rendre possible l'interaction entre les états « PLCopen », il faut utiliser des blocs fonctions (FB) normalisés par la « PLCopen ». Ce sont des outils software qui permettent de retourner plusieurs valeurs de sorties en fonctions de plusieurs valeurs d'entrées. Selon les valeurs des sorties retournées, il est donc possible de passer d'un statut « PLCopen » à un autre.

Ces blocs fonctions sont utilisables, sur tous les matériels répondants à la norme industrielle de la Commission Electrotechnique Internationale CEI 61131-3.

5.2.1.1 Bloc fonction « MC_ReadStatus »

Ce bloc fonction renvoie l'état détaillé « PLCopen » de l'axe selon le diagramme d'état.

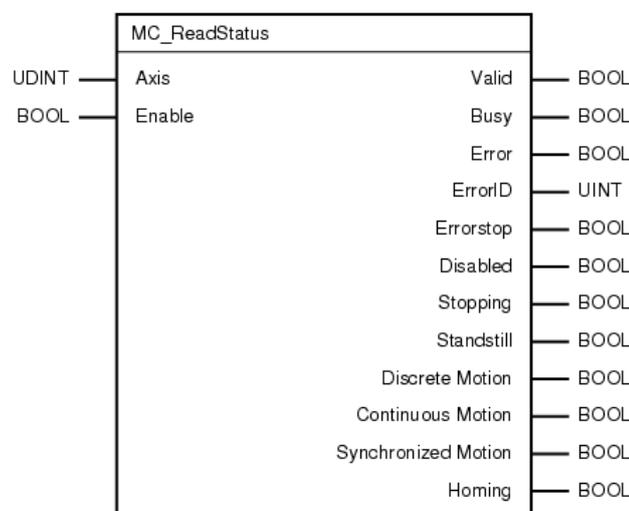


Figure 20°: FB « MC_ReadStatus »

Class	I/O	Parameter	Data Type	Description
B	IN	Axis	UDINT	The axis reference handle.
B	IN	Enable	BOOL	Read the axis status continuously while enabled.
B	OUT	Valid	BOOL	True if valid outputs available.
E	OUT	Busy	BOOL	The function block is not finished.
B	OUT	Error	BOOL	Error occurred within function block.
E	OUT	ErrorID	UINT	Error number
B	OUT	Errorstop	BOOL	An error has occurred. Use MC_Reset to acknowledge errors. Once all errors have been acknowledged, the state will be Disabled or Standstill . If the error caused power to be turned off to the drive, the state will be Disabled , if not, it will be Standstill .
B	OUT	Disabled	BOOL	MC_Power has not powered the axis, or an error had been acknowledged by MC_Reset and the axis has been turned off. See State Diagram .
B	OUT	Stopping	BOOL	MC_Stop is active. See State Diagram .
B	OUT	Standstill	BOOL	Motion is not active on the drive. Axis will enter state when successfully calling MC_Power from Disabled . See State Diagram .
B	OUT	Discrete Motion	BOOL	Axis is in motion due to one of the following FBs: MC_MoveAbsolute MC_MoveAdditive MC_BR_MoveAbsoluteTriggStop MC_BR_MoveAdditiveTriggStop MC_BR_EventMoveAbsolute ("Mode" = mcONCE) MC_BR_EventMoveAdditive ("Mode" = mcONCE) MC_Halt See State Diagram .
B	OUT	Continuous Motion	BOOL	Axis is in motion due to one of the following FBs: MC_MoveVelocity MC_BR_MoveVelocityTriggStop MC_BR_EventMoveAbsolute ("Mode" = mcCYCLIC or mcCYCLIC_ALL_EVENTS) MC_BR_EventMoveAdditive ("Mode" = mcCYCLIC or mcCYCLIC_ALL_EVENTS) MC_BR_EventMoveVelocity MC_BR_MoveCyclicPosition MC_BR_MoveCyclicVelocity MC_BR_VelocityControl Axis will enter this state also after starting one of the following FBs: MC_CamOut MC_GearOut See State Diagram .
E	OUT	Synchronized Motion	BOOL	Axis is synchronized with another axis due to starting one of the following FBs: MC_CamIn MC_GearIn MC_GearInPos MC_BR_AutoControl MC_BR_CamDwell MC_BR_AutoCamDwell MC_BR_CamTransition See State Diagram .
E	OUT	Homing	BOOL	MC_Home has started homing the axis. See State Diagram .

Tableau 7°: paramètres FB « MC_ReadStatus »

5.2.1.2 Bloc fonction « MC_ReadActualPosition »

Ce bloc fonction renvoie la position de l'axe tant que l'entrée booléenne « Enable » est active. La sortie « Valid » est activée lorsque la sortie « Position » est valide.

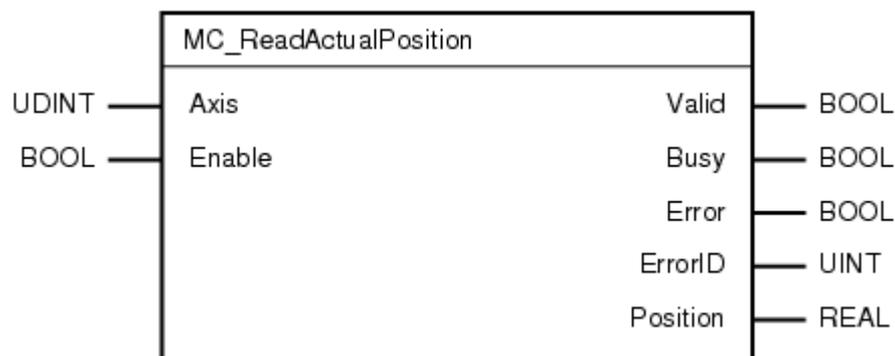


Figure 21°: FB « MC_ReadActualPosition »

Class	I/O	Parameter	Data Type	Description
B	IN	Axis	UDINT	The axis reference handle.
B	IN	Enable	BOOL	Read the axis position continuously while enabled.
B	OUT	Valid	BOOL	Function block output is available.
E	OUT	Busy	BOOL	The function block is not finished.
B	OUT	Error	BOOL	Error occurred within function block.
E	OUT	ErrorID	UINT	Error number
B	OUT	Position	REAL	Axis position [Units].

Tableau 8°: paramètres FB « MC_ReadActualPosition »

5.2.1.3 Bloc fonction « MC_ReadActualVelocity »

Ce bloc fonction renvoie la vitesse de l'axe tant que l'entrée booléenne « Enable » est active. La sortie « Valid » est activée lorsque la sortie « Velocity » est valide.

La sortie « Error° » indique qu'il n'est pas possible de retourner la vitesse de l'axe.

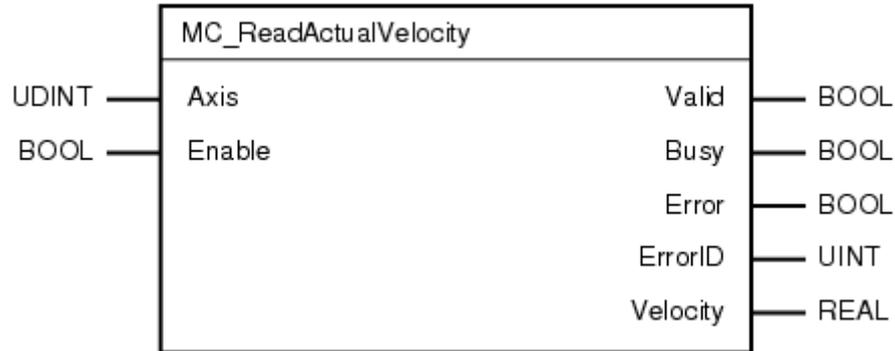


Figure 22°: FB « MC_ "ReadActualVelocity »

Class	I/O	Parameter	Data Type	Description
B	IN	Axis	UDINT	The axis reference handle.
B	IN	Enable	BOOL	Read the velocity continuously while enabled.
B	OUT	Valid	BOOL	Function block output is available.
E	OUT	Busy	BOOL	The function block is not finished.
B	OUT	Error	BOOL	Error occurred within function block.
E	OUT	ErrorID	UINT	Error number
B	OUT	Velocity	REAL	The value of the actual velocity [Unit/s].

Tableau 9°: paramètres FB « MC_ReadActualVelocity »

5.2.1.4 Bloc fonction « MC_ReadAxisError »

Ce bloc fonction retourne l'erreur de l'axe tant que l'entrée booléenne « Enable » est active.

De plus, ce bloc mémorise le nombre d'erreurs rencontrées sur l'axe. Pour chaque erreur, il précise les informations «°code d'erreur » et « libellé de l'erreur ». Sa sortie booléenne « Error » est activée.

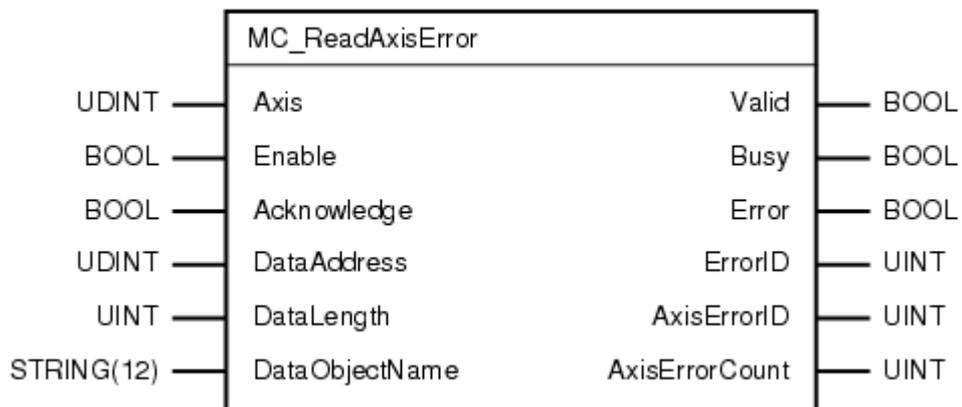


Figure 23°: FB « MC_ReadAxisError »

Class	I/O	Parameter	Data Type	Description
B	IN	Axis	UDINT	The axis reference handle.
B	IN	Enable	BOOL	Read error number / text.
V	IN	Acknowledge	BOOL	Acknowledge current axis error.
V	IN	DataAddress	UDINT	Address of error text string (user variable). Note: Up to four output texts can be read per error number. By default, the columns in the init parameter module are set to 80 characters. A standard error text string should therefore consist of four lines with 80 characters each.
V	IN	DataLength	UINT	Length of error text string (user variable).
V	IN	DataObjectName	STRING[12]	Name of error text module.
B	OUT	Valid	BOOL	Error text is valid.
E	OUT	Busy	BOOL	Error text request is being processed.
B	OUT	Error	BOOL	Error occurred within function block.
B	OUT	ErrorID	UINT	Error number
B	OUT	AxisErrorID	UINT	Axis Error number.
V	OUT	AxisErrorCount	UINT	Number of unacknowledged axis errors.

Tableau 10°: paramètres FB « MC_ReadAxisError »

5.2.1.5 Bloc fonction « MC_Power »

Ce bloc fonction permet de commuter l'étage de puissance du variateur tant que l'entrée booléenne « Enable » est active. Le moteur est alimenté et un couple est appliqué pour maintenir la position moteur.

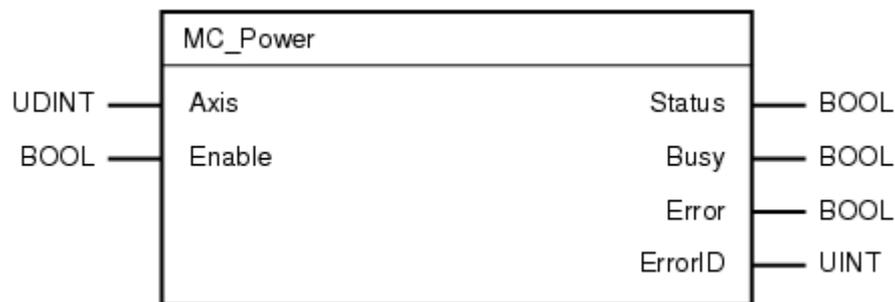


Figure 24°: FB « MC_Power »

Class	I/O	Parameter	Data Type	Description
B	IN	Axis	UDINT	The axis reference handle.
B	IN	Enable	BOOL	As long as "Enable" is TRUE, the drive power stage is enabled.
B	OUT	Status	BOOL	Effective status of the power stage.
E	OUT	Busy	BOOL	The function block is not finished.
B	OUT	Error	BOOL	Error occurred within function block.
E	OUT	ErrorID	UINT	Error number

Tableau 11°: paramètres FB « MC_Power »

5.2.1.6 Bloc fonction « MC_Home »

Ce bloc fonction référence la position de l'axe. La sortie booléenne « Done » est alors activée.

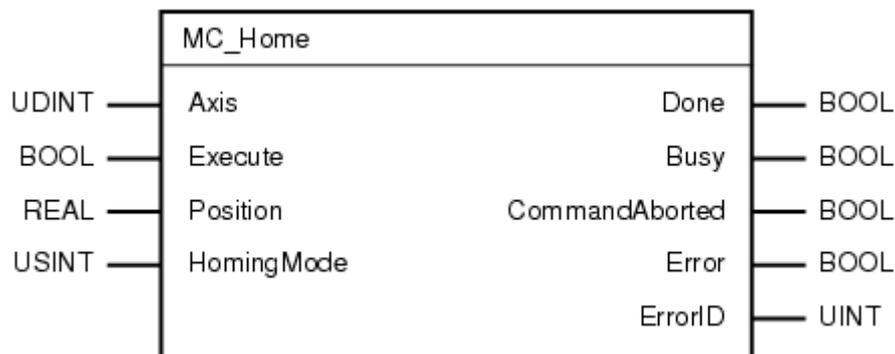


Figure 25°: FB « MC_Home »

Class	I/O	Parameter	Data Type	Description
B	IN	Axis	UDINT	Axis reference.
B	IN	Execute	BOOL	Start homing at rising edge.
B	IN	Position	REAL	Absolute position when the reference signal is detected [Units]. Note: The position is not used with modes <code>mcHOME_AXIS_REF</code> and <code>mcHOME_RESTORE_POS</code>
E	IN	HomingMode	USINT	Homing Modes: <code>mcHOME_DEFAULT</code> (all parameters except "Position" are used from the INIT Parameter module) <code>mcHOME_ABS_SWITCH</code> <code>mcHOME_SWITCH_GATE</code> <code>mcHOME_LIMIT_SWITCH</code> <code>mcHOME_REF_PULSE</code> <code>mcHOME_DIRECT</code> <code>mcHOME_ABSOLUTE</code> (offset for Absolute Encoder) <code>mcHOME_ABSOLUTE_CORR</code> (offset for Absolute Encoder with counter range correction) <code>mcHOME_DCM</code> (distance coded reference marks) <code>mcHOME_DCM_CORR</code> (distance coded reference marks with counting range correction) <code>mcHOME_RESTORE_POS</code> (Restore position from permanent memory, see <code>MC_BR_InitEndlessPosition</code>) <code>mcHOME_AXIS_REF</code> (all parameter of the axis structure are used) (starting with V2.210) <code>mcHOME_BLOCK_TORQUE</code> (homing on mechanical end stop) (starting with V2.360) <code>mcHOME_BLOCK_DS</code> (homing on mechanical end stop) (starting with V2.360)
B	OUT	Done	BOOL	Homing procedure has finished successfully.
E	OUT	Busy	BOOL	The function block is not finished.
E	OUT	CommandAborted	BOOL	Function block is aborted by another command.
B	OUT	Error	BOOL	Error occurred within function block.
E	OUT	ErrorID	UINT	Error number

Tableau 12°:paramètres FB « MC_Home »

5.2.1.7 Bloc fonction « MC_Stop »

Ce bloc fonction bloque la totalité des mouvements de l'axe. L'axe ne doit pas être en mouvement pour appeler la commande « MC_Stop ». L'axe est bloqué tant que l'entrée booléenne « Execute » est active.

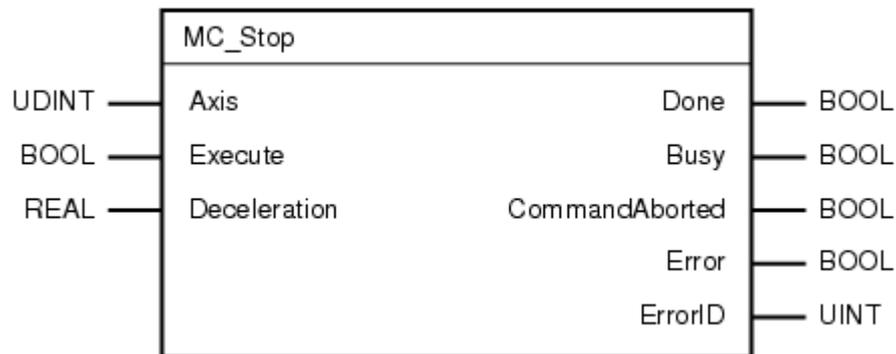


Figure 26°: FB « MC_Stop »

Class	I/O	Parameter	Data Type	Description
B	IN	Axis	UDINT	Axis reference handle.
B	IN	Execute	BOOL	Start the action at rising edge.
E	IN	Deceleration	REAL	Value of deceleration [Units/sec²].
B	OUT	Done	BOOL	Zero velocity is reached.
E	OUT	Busy	BOOL	The function block is not finished.
E	OUT	CommandAborted	BOOL	Command is aborted by switching off power (only possibility to abort).
B	OUT	Error	BOOL	Error occurred within function block.
E	OUT	ErrorID	UINT	Error number

Tableau 13°: paramètres FB « MC_Stop »

5.2.1.8 Bloc fonction « MC_Reset »

Ce bloc fonction permet de quitter l'état « PLCopen » « ErrorStop » sur l'activation de l'entrée booléenne « Execute ».

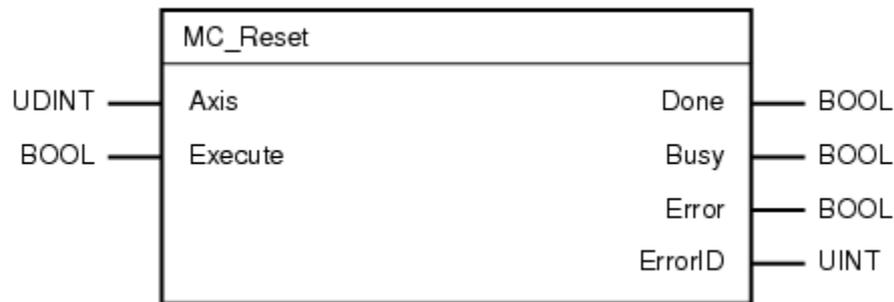


Figure 27°: FB « MC_Reset »

Class	I/O	Parameter	Data Type	Description
B	IN	Axis	UDINT	The axis reference handle.
B	IN	Execute	BOOL	Resets the axis at the rising edge.
B	OUT	Done	BOOL	Standstill state is reached.
E	OUT	Busy	BOOL	The function block is not finished.
B	OUT	Error	BOOL	Error occurred within function block.
B	OUT	ErrorID	UINT	Error number

Tableau 14°: paramètres FB « MC_Reset »

5.2.1.9 Bloc fonction « MC_Halt »

Ce bloc fonction commande un arrêt de mouvement contrôlé. Sur front montant de l'entrée booléenne « Execute », le bloc annule tous les paramètres d'exécution en cours et l'état « PLCopen » passe au statut « Discrete Motion ». Sur activation de la sortie « Done », l'état « PLCopen » est transféré au statut « Standstill ».

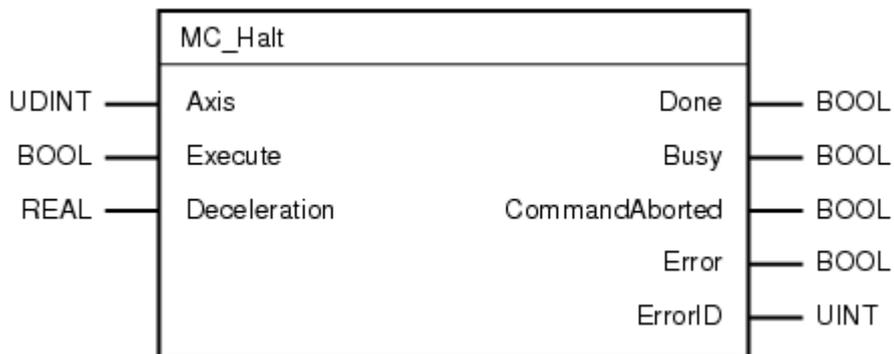


Figure 28°: FB « MC_Halt »

Class	I/O	Parameter	Data Type	Description
B	IN	Axis	UDINT	Axis reference handle.
B	IN	Execute	BOOL	Start the action at rising edge.
E	IN	Deceleration	REAL	Value of deceleration [Units/sec²].
B	OUT	Done	BOOL	Zero velocity is reached.
E	OUT	Busy	BOOL	The function block is not finished.
E	OUT	CommandAborted	BOOL	Command is aborted by calling another movement function block.
B	OUT	Error	BOOL	Error occurred within function block.
E	OUT	ErrorID	UINT	Error number

Tableau 15°: paramètres FB « MC_Halt »

5.2.2 Description des blocs fonctions spécifiques B&R

En plus des blocs standards, la société B&R a complété le fonctionnement de la « PLCopen ». Elle a développé quelques particularités, notamment en créant d'autres blocs fonctions propriétaires spécifiques.

Repérés par le préfixe « MC_BR », ils fonctionnent uniquement sur les matériels B&R.

Dans notre projet, nous avons utilisé la fonction `ncaccess()`, et deux blocs spécifiques. Ils sont détaillés ci-dessous.

5.2.2.1 Fonction « `ncaccess()` »

Avec la fonction « `ncaccess()` », l'objet pointeur NC peut être déterminé en créant un lien entre un axe et un objet. Il prend en compte les tables de paramètres et d'initialisation du dit axe utilisant l'objet NC. En outre, l'objet NC est attribué au gestionnaire NC lors de l'appel de cette fonction. Après cela, le NC objet est traité de manière cyclique par le gestionnaire.

status = <code>ncaccess(nc_sw_id, nc_obj_name, adr(nc_object))</code>			
Input Parameters:			
<code>nc_sw_id</code>	UDINT	NC Software ID	
		<code>ncACP10MAN</code>	ACP10 Manager (Motion Control)
		<code>ncARNCOMAN</code>	ARNCO Manager (CNC)
<code>nc_obj_name</code>	UDINT	NC Object name in the NC Mapping table	
Output Parameters:			
<code>nc_object</code>	UINT	NC Object (pointer to the NC Structure)	
<code>status</code>	UINT	Status: <code>ncOK</code> or error code (see below)	

Tableau 16°: paramètres de la fonction « `ncaccess()` »

Dans notre exemple (voir début du code en annexe), l'axe « `gAxis01` » est lié à l'adresse de « Objet », ainsi, grâce à cette fonction, la variable `Objet` de type « `NcObjet` » peut accéder à « `gAxis01` » de type « `ncACP10MAN` ».

5.2.2.2 Bloc fonction « `MC_BR_ReadDriveStatus` »

Ce bloc de fonction est utilisé pour vérifier les informations d'état du variateur. Ces informations sont disponibles dans une structure de type de données « `MC_DRIVESTATUS_TYP` » comme valeurs booléennes. L'adresse de la structure doit être transmise au bloc via l'entrée « `AdrDriveStatus` ».

Les valeurs au sein de la structure sont en effet valides si la sortie « `Valid` » est activée. La sortie « `Busy` » reste activée jusqu'à ce que l'entrée booléenne « `Enable` » soit désactivée.

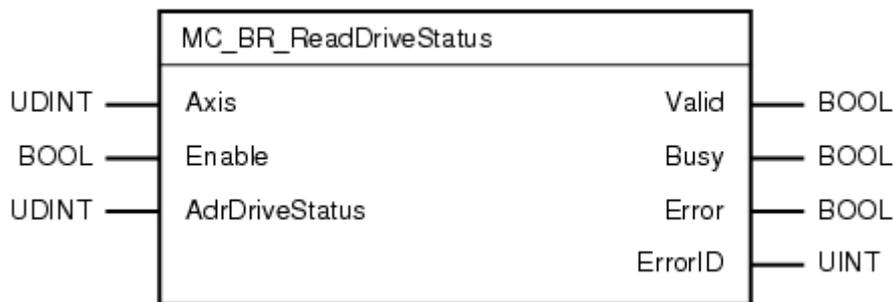


Figure 29°: FB « `MC_BR_ReadDriveStatus` »

I/O	Parameter	Data type	Description
IN	Axis	UDINT	Axis reference
IN	Enable	BOOL	The drive status is read until the input is set to TRUE.
IN	<code>AdrDriveStatus</code>	UDINT	Address of a structure with data type <code>MC_DRIVESTATUS_TYP</code>
OUT	<code>Valid</code>	BOOL	Function block output is valid
OUT	<code>Busy</code>	BOOL	FB is not yet finished
OUT	<code>Error</code>	BOOL	Error occurred in FB
OUT	<code>ErrorID</code>	UINT	Error number

Tableau 17°: paramètres FB « `MC_BR_ReadDriveStatus` »

5.2.2.3 Bloc fonction « MC_BR_MoveCyclicVelocity »

Ce bloc transfère la vitesse spécifiée sur l'entrée « CyclicVelocity » et active le réglage de la vitesse périodiquement (tous les temps de cycle automate) sur l'axe.

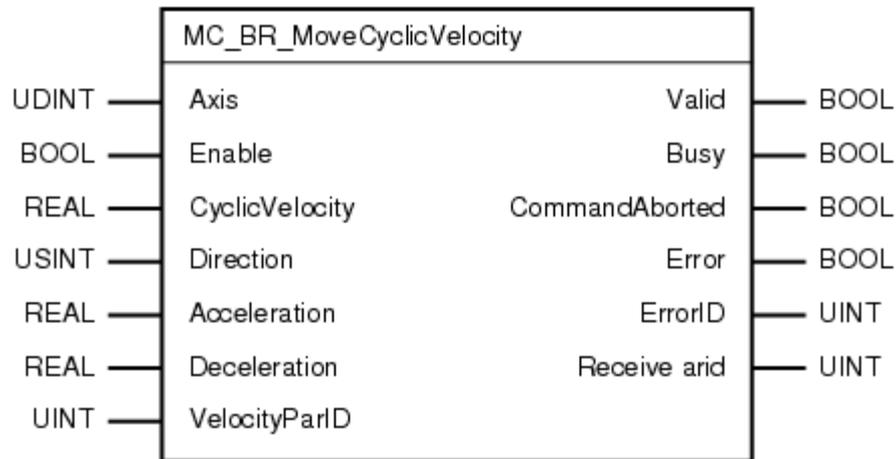


Figure 30°: FB « MC_BR_MoveCyclicVelocity »

I/O	Parameter	Data type	Description
IN	Axis	UDINT	Axis reference
IN	Enable	BOOL	Activates cyclic specification of the axis speed
IN	CyclicVelocity	REAL	Cyclic speed [Units/sec]
IN	Direction	USINT	Direction of movement: mcPOSITIVE_DIR mcNEGATIVE_DIR mcCURRENT_DIR Note: The direction can not be set if "VelocityParID" is used.
IN	Acceleration	REAL	Maximum acceleration [Units/s²]
IN	Deceleration	REAL	Maximum deceleration [Units/s²]
IN	VelocityParID	UINT	ParID from which the cyclic speed is read [axis_units/s]
OUT	Valid	BOOL	Initialization complete, speed is sent cyclically
OUT	Busy	BOOL	FB is not yet finished
OUT	CommandAborted	BOOL	Command aborted by another command
OUT	Error	BOOL	Error occurred in FB
OUT	ErrorID	UINT	Error numbers
OUT	Receive arid	UINT	ParID where the speed for the axis is received (MAX_CYCLIC_POS)

Tableau 18°: paramètres FB « MC_BR_MoveCyclicVelocity »

5.3 IMPLEMENTATION

5.3.1 Structure d'échange

5.3.1.1 Structure « Axe_Typ »

La structure d'échange est l'ensemble des variables permettant d'échanger des données entre les différents axes du système. Elle est organisée, à l'identique d'une arborescence fichier. Elle est constituée de trois éléments (Commandes, Parametres et Status).



Figure 31°: structure « Axe_Typ »

Vous pouvez voir que les types des éléments qui composent la structure sont eux même des sous-structures.

5.3.1.2 Sous-structure « Parametres_Typ »

Cette sous-structure regroupe les paramètres de réglages liés à l'axe (vitesse, accélération, décélération).

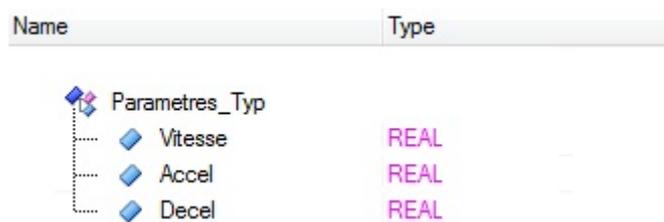


Figure 32°: sous-structure « Parametres_Typ »

5.3.1.3 Sous-structure « Commandes_Typ »

Cette sous-structure regroupe toutes les commandes qui peuvent être réalisées sur l'axe (mise en puissance, arrêt, acquittement des défauts).

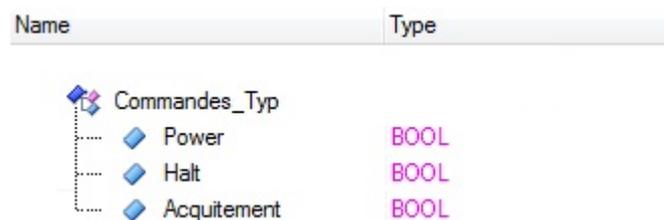


Figure 33°: sous-structure « Commandes_Typ »

5.3.1.4 Sous-structure « Status_Typ »

Cette structure stocke les valeurs liées au statut de l'axe en temps réel. Ces valeurs sont remises à jour cycliquement.

Name	Type
Status_Typ	
info	MC_DRIVESTATUS_TYP
statePLCOpen	statePLCOpen_enum
Position	REAL
Vitesse	REAL
Erreur	Error_Typ

Figure 34°: sous-structure « Status_Typ »

On retrouve sous cette sous-structure :

- une autre sous-structure « Error_Type », stockant les données liées aux erreurs rencontrées lors des exécutions des blocs fonctions.

Name	Type
Error_Typ	
NombreErreur	UINT
NumeroErreur	UINT
TexteErreur	STRING[79][0..3]
Erreur	BOOL

Figure 35°: sous-structure « Error_Type »

- une énumération « statePLCOpen_enum » décrivant l'état « PLCOpen » de l'axe.

Name
statePLCOpen_enum
PLCOpen_Unknown
PLCOpen_Disabled
PLCOpen_StandStill
PLCOpen_Stopping
PLCOpen_Homing
PLCOpen_DiscreteMotion
PLCOpen_ContinuousMotion
PLCOpen_SynchronizedMotion
PLCOpen_ErrorStop

Figure 36°: énumération « statePLCOpen_enum »

5.3.2 Instructions codées

L'algorithme de fonctionnement se décompose en plusieurs algorithmes exécutés en temps réel :

Au front montant de notre capteur C1, on ajoute la distance entre le capteur et l'extrémité du tapis dans un tableau. Si une nouvelle pièce active le capteur C1, alors, on décale toutes les valeurs du tableau afin d'intégrer la nouvelle distance.

Ce tableau est donc mis à jour en fonction de l'avancement du tapis à chaque cycle automate.

Lorsque la valeur dans le tableau atteint 0, c'est que la pièce est arrivée en bout de tapis. On réalise alors son transfert en ajustant la vitesse du premier tapis à celle du second jusqu'à ce que la pièce soit complètement acheminée sur le second tapis (valeur tableau = -longueur de la pièce).

Une fois la pièce transférée, on supprime sa valeur correspondante dans le tableau.

Afin d'effectuer une régulation, on scrute en permanence l'écart de position entre la dernière pièce livrée et la pièce courante ainsi que l'écart de vitesse entre les deux tapis.

Si vitesse tapis1 > vitesse tapis2

Alors, on calcule la distance à rattraper = DistanceEntre2Pièces – DistanceDécélération

Si cette distance < Pas

Alors, Vitesse tapis1 = 0

Sinon

Alors, Vitesse tapis1 = vitesse maximum

Si vitesse tapis1 < vitesse tapis2

Alors, on calcule la distance à rattraper = DistanceEntre2Pièces + DistanceAccélération

Si cette distance < Pas

Alors, Vitesse tapis1 = 0

Sinon

Alors, Vitesse tapis1 = vitesse maximum

L'implémentation du programme d'un axe est présentée en détails en annexe

6 CONCLUSION ET OPTIMISATIONS POSSIBLES

Ce projet complet autant sur le plan technique qu'organisationnel nous a permis d'analyser un cahier des charges et de répondre à ses exigences en proposant diverses solutions mécaniques. L'étude des solutions proposées nous a permis de sélectionner celle qui était la plus adaptée à notre cahier des charges. Nous avons toujours mis l'accent sur la planification de nos tâches afin d'être sûrs de terminer le projet dans les temps.

La partie mécanique du système est opérationnelle et la programmation de notre algorithme de régulation permet d'obtenir un écart constant des pièces entre deux tapis. Des améliorations sont bien sûr envisageables afin de compléter notre projet.

L'ajout d'un bouton d'arrêt d'urgence nous semble indispensable afin d'assurer la sécurité des utilisateurs.

Il est possible d'améliorer la précision de la régulation du système. En effet, le temps de scrutation du réseau « PowerLink » est paramétrable. Par défaut, il est réglé à 2ms, ce qui est le cas pour notre projet, mais ce temps peut être raccourci à un minimum de 400µs.

Le temps de cycle de l'automate est également paramétrable, mais doit être un multiple du temps de scrutation du réseau « PowerLink ». Dans l'application, il est réglé à 2 ms, mais pourrait être diminué à 1,2 ms (limite minimum de notre CPU X20CP1584).

Une autre amélioration possible serait d'ajouter un terminal de dialogue. Afin d'améliorer l'ergonomie du système, la saisie et la restitution des informations pour l'utilisateur nous pourrions incorporer une IHM (Interface Homme-Machine) pour superviser l'ensemble de la maquette.

Dernier point, il faudrait réfléchir à la réalisation d'un sujet de TP pour former les étudiants au contrôle d'axe en utilisant notre maquette. En effet, ce système largement utilisé dans l'industrie leur permettrait de comprendre l'intérêt du contrôle d'axe mais aussi de se former sur du matériel de la marque B&R et notamment prendre en main le logiciel Automation Studio.

BIBLIOGRAPHIE

- Documentation moteur et schémas de câblage :
<http://www.br-automation.com/fr/>
- Documentation sur « PLCopen » :
 - Logiciel : utilisation de la documentation logicielle d'Automation Studio
 - Internet : <http://www.plcopen.org/>
- Technical guide No. 9 de la société ABB : guide to motion control :
[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/bbc682806eb5be78c125727c0043f50b/\\$file/Technical_guide_No_9_3AFE68695201_EN_RevB_11_2.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/bbc682806eb5be78c125727c0043f50b/$file/Technical_guide_No_9_3AFE68695201_EN_RevB_11_2.pdf)

ANNEXES

Table des annexes

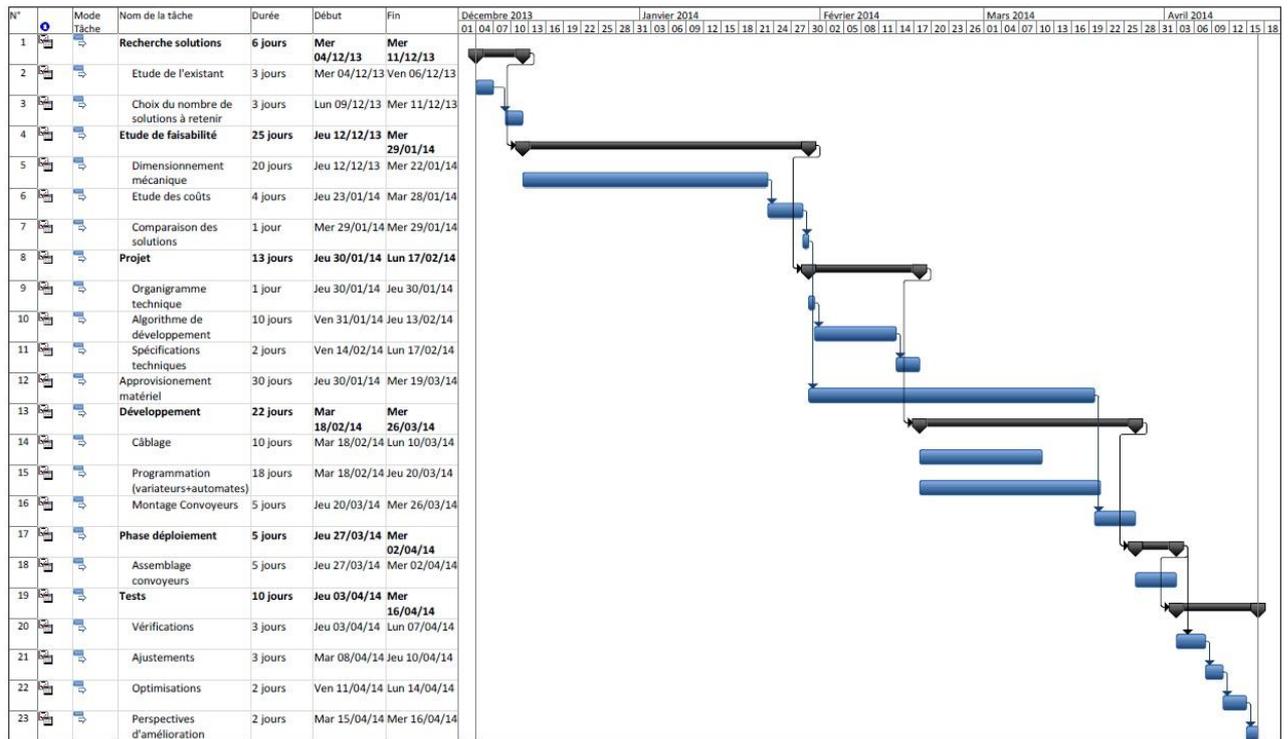
ANNEXE 1°: COUT TOTAL PROJET	39
ANNEXE 2°: DIAGRAMME DE GANTT	40
ANNEXE 3°: CONVOYEUR A BANDE ELCOM	40
ANNEXE 4°: MOTEUR « BRUSHLESS » B&R AUTOMATION	41
ANNEXE 5°: REDUCTEUR PLANETAIRE B&R AUTOMATION	42
ANNEXE 6°: MOYEU A SOUFFLET METALLIQUE R+W	42
ANNEXE 7°: POULIES SYNCHRONES MISUMI	43
ANNEXE 8°: COURROIE SYNCHRONE MISUMI	43
ANNEXE 9°: PLAN PIECE SUPPORT MOTEUR	44
ANNEXE 10°: PLAN PIECE BRIDE MOTEUR	44
ANNEXE 11°: PLAN SUPPORT EXTREMITÉ	45
ANNEXE 12°: PLAN SUPPORT INTERMEDIAIRE	45
ANNEXE 13°: PLAN SUPPORT DEFLECTEUR	46
ANNEXE 14°: REFLECTEUR ET SUPPORT CAPTEUR CYLINDRE SCHNEIDER	46
ANNEXE 15°: CAPTEUR CYLINDRIQUE PHOTO-ELECTRIQUE REFLEX OMRON	47
ANNEXE 16°: DOCUMENTATION TECHNIQUE AUTOMATE B&R AUTOMATION	48
ANNEXE 17°: DOCUMENTATION TECHNIQUE « ACOPOSMICRO »	50
ANNEXE 18°: DOCUMENTATION TECHNIQUE ALIMENTATION MGV	51
ANNEXE 19°: DOCUMENTATION TECHNIQUE ALIMENTATION TRACO POWER	52
ANNEXE 20°: IMPLEMENTATION AUTOMATE PROGRAMME (CPU)	54

ANNEXE 1°: COUT TOTAL PROJET

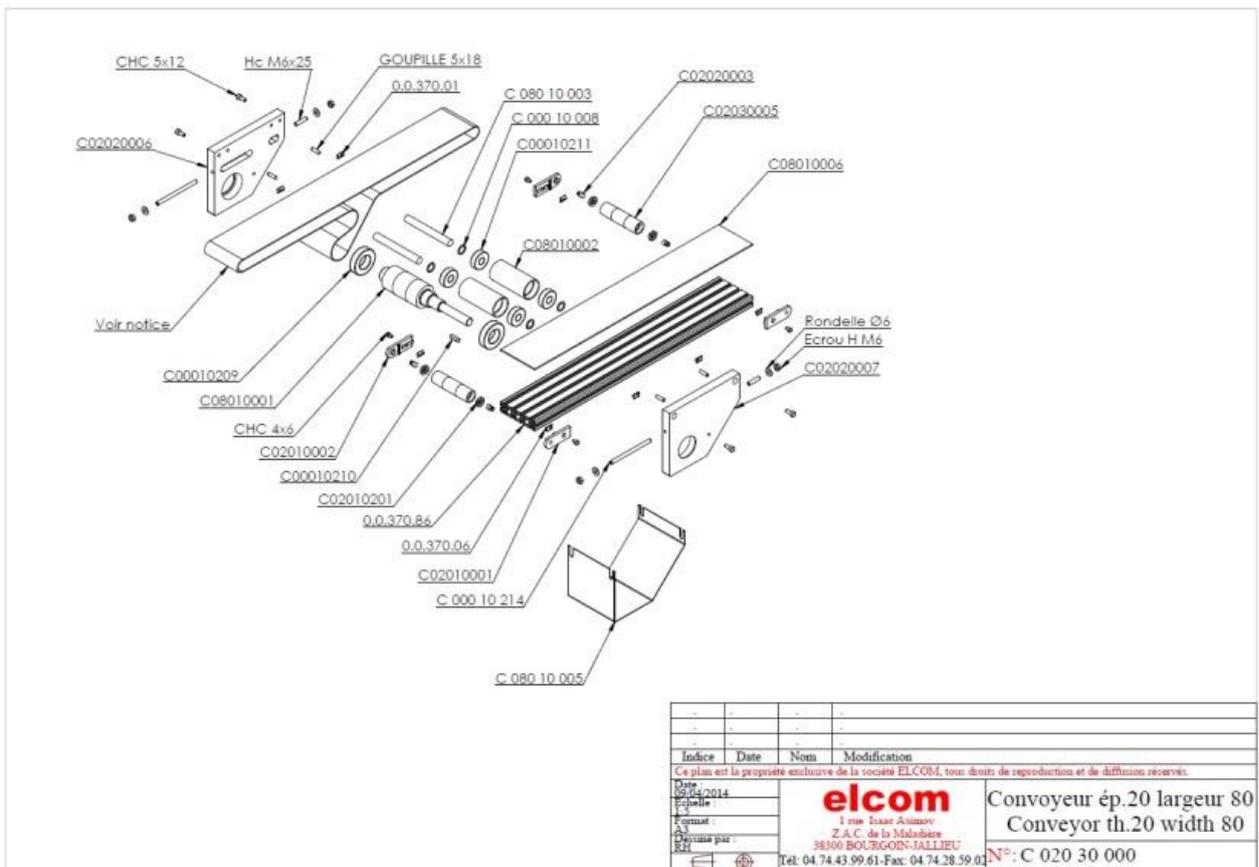
Description	Fournisseur	Prix unitaire	Qté	Prix global
Convoyeur type 1 (longueur 600 mm) Réf. C-080-20-600-PVC-A1L	ELCOM	732,00 €	2	1 464,00 €
Convoyeur type 2 (longueur 400 mm) Réf. C-080-20-400-PVC-A1L	ELCOM	714,00 €	1	714,00 €
Moteur Brushless Réf. 8LVA13.B1030D000-0	B&R automation	285,35 €	3	856,05 €
Poulie synchrone type XL (moteur) Réf. ATP14XL037-A-P8-KC90	MISUMI Europe	14,14 €	3	42,42 €
Poulie synchrone type XL (convoyeur) Réf. ATP42XL037-B-N14-KC90	MISUMI Europe	17,29 €	3	51,87 €
Courroie de distribution crantée type XL Réf. TBN206XL037	MISUMI Europe	6,40 €	3	19,20 €
Automate programmable (CPU) Réf. X20CP1584	B&R AUTOMATION	568,75 €	1	568,75 €
Module d'extension (Bus, alim 24 V _{DC}) Réf. X20BM11	B&R AUTOMATION	6,30 €	1	6,30 €
Module d'interconnexion 12 bornes Réf. X20TB12	B&R AUTOMATION	3,60 €	1	3,60 €
Module 6 entrées digitales (8DI) Réf. X20DI6371	B&R AUTOMATION	41,60 €	1	41,60 €
Système d'entraînement d'axes ACOPOS Réf. 80VD100PD.C000-01	B&R AUTOMATION	412,75 €	2	825,50 €
Cordon d'alimentation moteur lg: 3m Réf. 8BCM0003.1034C-0	B&R AUTOMATION	71,10 €	3	213,30 €
Cordon retour codeur lg: 3m Réf. 8BCF0003.1221B-0	B&R AUTOMATION	62,10 €	3	186,30 €
Capteur photo-électrique reflex M18 Réf. E3RA-RP21	OMRON	60,48 €	2	120,96 €
Cordon pour capteur électrique lg 5m, connecteur M12 femelle Réf. XS2F-M12PVC4A5M-EU	OMRON	13,50 €	2	27,00 €
Support pour capteur cylindrique M18 Réf. E3RA-RP21	SCHNEIDER	60,48 €	2	120,96 €
Réflecteur Réf. XUZC24	SCHNEIDER	8,33 €	2	11,86 €
Alimentation AC/DC 230 V _{AC} / 54-80 V _{DC} / 500W Réf. SPH500-7207	MGV GmbH	342,00 €	1	342,00 €
Alimentation AC/DC 230 VAC / 24 VDC / 60W Réf. TBL-060-124	TRACO Electronic AG	54,00 €	1	54,00 €

COUT TOTAL 5 669,67 €

ANNEXE 2°: DIAGRAMME DE GANTT

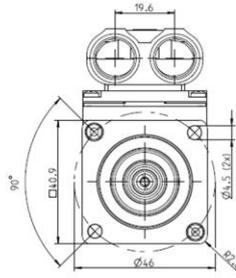


ANNEXE 3°: CONVOYEUR A BANDE ELCOM

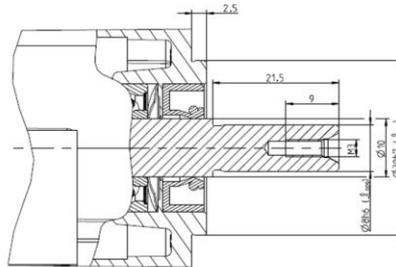
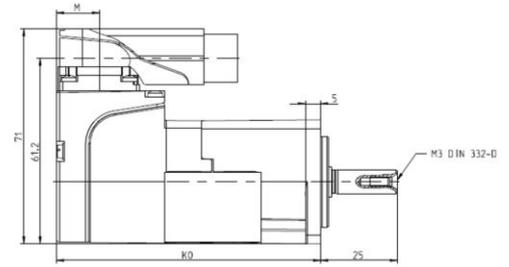


ANNEXE 4°: MOTEUR « BRUSHLESS » B&R AUTOMATION

Technical data



A flange detail
Standard bearing



Motor	8LVA13. ee030ffgg-0
Rated speed n_N [min ⁻¹]	3000
Number of poles	8
Rated torque M_N [Nm]	0.32
Rated power P_N [W]	101
Rated current I_N [A]	1.4
Stall torque M_0 [Nm]	0.36
Stall current I_0 [A]	1.6
Maximum torque M_{max} [Nm]	1
Maximum current I_{max} [A]	5.2
Maximum angular acceleration a [rad/s ²]	333333
Maximum speed n_{max} [min ⁻¹]	6600
Torque constant K_T [Nm/A]	0.23
Voltage constant K_E [V/1000 min ⁻¹]	0.13
Stator resistance R_{2ph} [Ω]	5.8
Stator inductance L_{2ph} [mH]	10.2
Electrical time constant t_e [ms]	1.76
Thermal time constant t_{term} [min]	15
Moment of inertia without brake J [Kgcm ²]	0.03
Weight without brake m [kg]	0.6
Holding brake	
Holding torque of the brake M_{br} [Nm]	0.35
Weight of brake m_{br} [kg]	0.1
Moment of inertia for brake J_{br} [Kgcm ²]	0.01
Recommendations	
EnDat 2.2 cables	8BCFxxxx.1221B-0
Motor cable	8BCMxxxx.1034C-0
Resolver cables	8BCRxxxx.1121A-0
Servo drive for 320V operation ¹⁾	8V1010.5xx-2
Servo drive for 80V operation ¹⁾	80VD100Px.xxxx-xx

¹⁾ The recommended servo drive / inverter module is defined for 1.1x the stall current of the motor; if more than double the stall torque is required during the acceleration phase, the next larger servo drive should be selected. This recommendation is only a guideline, detailed inspection of the corresponding speed - torque characteristic curve can result in deviations of the servo drive size (one size larger or smaller).

ANNEXE 5°: REDUCTEUR PLANETAIRE B&R AUTOMATION

8GA40-040

Technical data

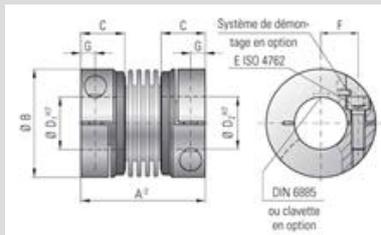


- 8GA40-040h003k1mm
- 8GA40-040h004k1mm
- 8GA40-040h005k1mm
- 8GA40-040h008k1mm
- 8GA40-040h010k1mm
- 8GA40-040h009k1mm
- 8GA40-040h012k1mm
- 8GA40-040h015k1mm
- 8GA40-040h016k1mm
- 8GA40-040h020k1mm
- 8GA40-040h025k1mm
- 8GA40-040h032k1mm
- 8GA40-040h040k1mm
- 8GA40-040h064k1mm
- 8GA40-040h100k1mm

Gearboxes	1								2																							
	3		4		5		8		10		9		12		15		16		20		25		32		40		64		100			
Number of stages	1																2															
Ratio i	3		4		5		8		10		9		12		15		16		20		25		32		40		64		100			
Nominal output torque T_{2N} [Nm] ¹⁾	4.5		6		7.5		6		5		16.5		20		18		20		6		18		20		18		7.5		5			
Max. output torque T_{2max} [Nm] ¹⁾	7		10		12		10		8		26		32		29		32		29		32		29		12		8					
Emergency stop torque T_{2stop} [Nm] ²⁾	9		12		15		12		10		33		40		38		40		38		40		38		15		10					
No load running torque at 20°C and 3,000 [min ⁻¹] [Nm]	0.1																															
Max. average input speed at 50% T_{2N} and S1 n_{1avg} [min ⁻¹]	5000																5000															
Max. average input speed at 100% T_{2N} and S1 n_{1avg} [min ⁻¹]	5000																3350															
Max. input speed n_{1max} [min ⁻¹]	18000																18000															
Max. backlash β_s [arcmin]	<21																<25															
Reduced backlash β_r [arcmin]	-																															
Torsional rigidity C_{21} [Nm/arcmin]	0.7																1.1															
Tilting rigidity C_{22} [Nm/arcmin]	-																															
Max. tilting moment M_{20max} [Nm]	-																															
Max. radial force for 30,000 h F_{Rmax} [N] ³⁾	160																															
Max. radial force for 20,000 h F_{Rmax} [N] ³⁾	200																															
Max. axial force for 30,000 h F_{Amax} [N] ³⁾	160																															
Max. axial force for 20,000 h F_{Amax} [N] ³⁾	200																															
Running noise L_{pA} [dB(A)] ⁴⁾	68																															
Efficiency at full load η [%]	94																92															
Min. operating temperature $B_{tempmin}$ [°C] ⁵⁾	-25																															
Max. operating temperature $B_{tempmax}$ [°C] ⁵⁾	90																															
Mounting orientation	Any																															
Protection class	IP 54																															
Weight m [kg]	0.04																0.03															
Moment of inertia J_1 [kgcm ²]	0.04								0.03								0.04								0.03							

¹⁾ The entries refer to an output shaft speed of $n_2=100\text{min}^{-1}$ and application factor $K_A=1$ as well as S1 operating mode for electrical machines and $T=30^\circ\text{C}$; depending on the respective motor shaft diameter
²⁾ Approved for 1000x
³⁾ With reference to the middle of the output shaft; the entries refer to an output shaft speed of $n_2=100\text{min}^{-1}$ and application factor $K_A=1$ as well as S1 operating mode for electrical machines and $T=30^\circ\text{C}$
⁴⁾ Noise level at a distance of 1 m; measured at a drive speed of $n_1=3000\text{min}^{-1}$ without a load; $l=5$
⁵⁾ With reference to the middle of the housing surface

ANNEXE 6°: MOYEU A SOUFFLET METALLIQUE R+W



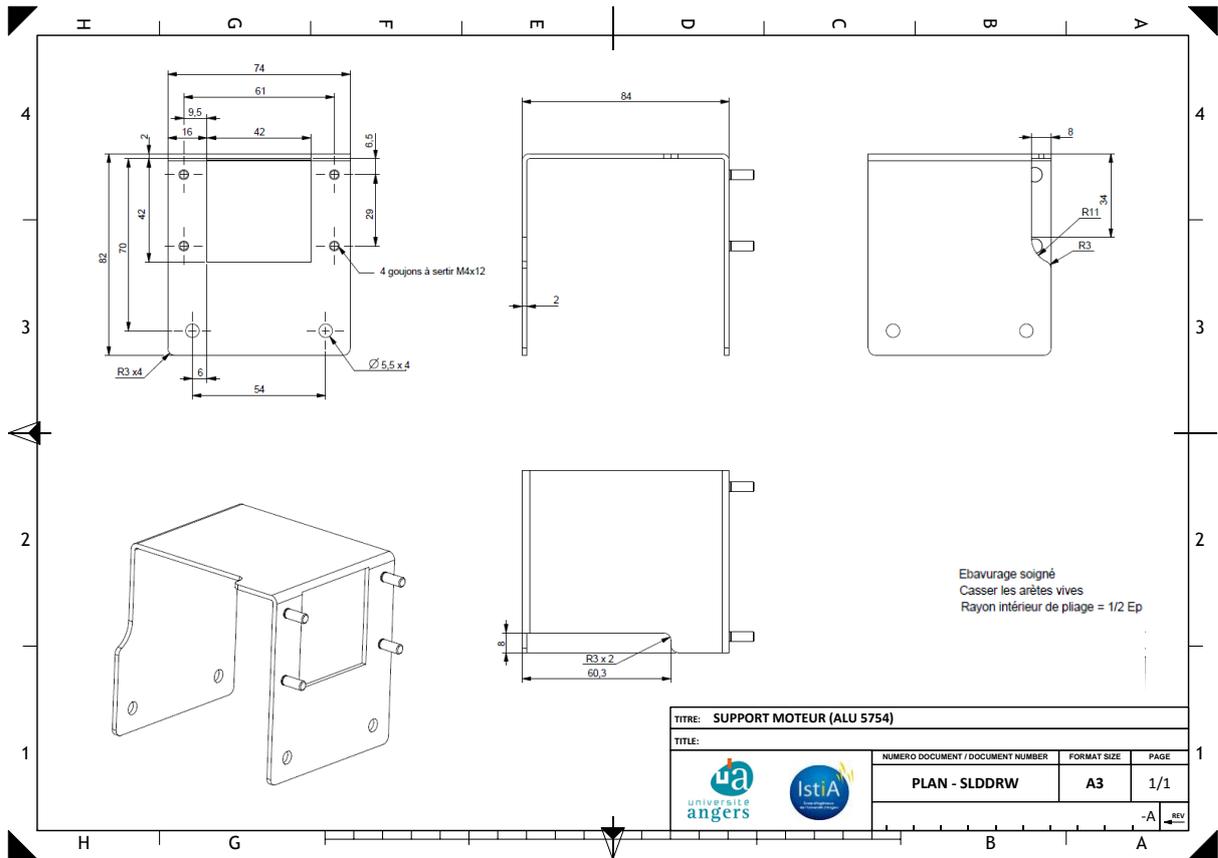
Exemple de désignation

BKL / 80 / 26 / 22 / XX

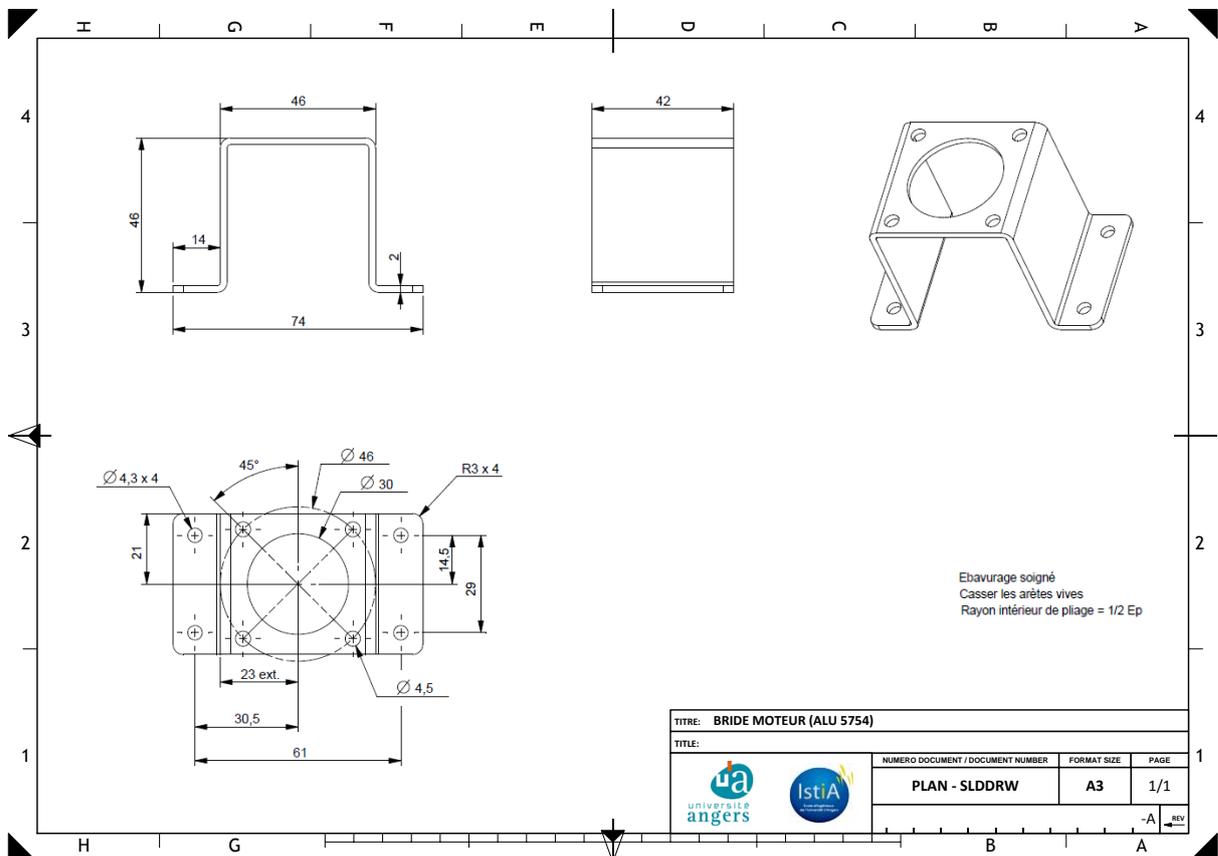
- Type
- Série - couple nominal Nm
- Alésage Ø D1 H7
- Alésage Ø D2 H7
- Hors standard, par ex. moyeu incroydale

Type BKL	Série										
	2	4,5	10	15	30	60	80	150	300	500	
Série - couple nominal [Nm]	2	4,5	10	15	30	60	80	150	300	500	
Longueur totale [mm]	30	40	44	50	60	70	82	102	130	134	
Ø extérieur [mm]	25	32	40	48	58	68	82	102	130	132	
Longueur moyeu [mm]	10,5	13	13	21,5	26	29	32,5	32,5	41	42,5	
Ø intérieur possible de Ø à Ø H7 [mm]	4-12,7	6-10	8-24	8-28	10-32	14-35	16-42	18-42	24-60	26-62	
Vit ISO 4762	M3	M4	M4	M5	M6	M6	M10	M10	M12	M16	
Couple de serrage des vis de fixation [Nm]	2,2	4	4,5	8	15	40	70	85	120	200	
Distance axo-axo [mm]	8	11	14	17	20	23	27	27	38	41	
Clés	4	5	5	6,5	7,5	9,5	11	11	13	17	
Moment d'inertie [kgfcm ²]	0,002	0,007	0,010	0,065	0,12	0,3	0,75	1,8	6,8	11,7	
Matériau du moyeu (standard) (acier sur demande)	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Acier	Acier	Acier	
Poids approx. [kg]	0,02	0,05	0,06	0,16	0,25	0,6	0,7	1,7	6,75	11,6	
Rigidité torsionnelle [kgf/cm ²]	1,5	7	8	23	31	72	80	181	157	280	
Jeu axial [mm]	0,5	1	1	1	1	1,5	2	2	2	2,5	
Jeu latéral [mm]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Jeu angulaire [mm]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Rigidité axiale du soufflet [N/mm]	8	35	30	50	67	44	77	112	72	72	
Rigidité latérale du soufflet [N/mm]	50	180	220	315	366	678	580	980	2940	1.800	

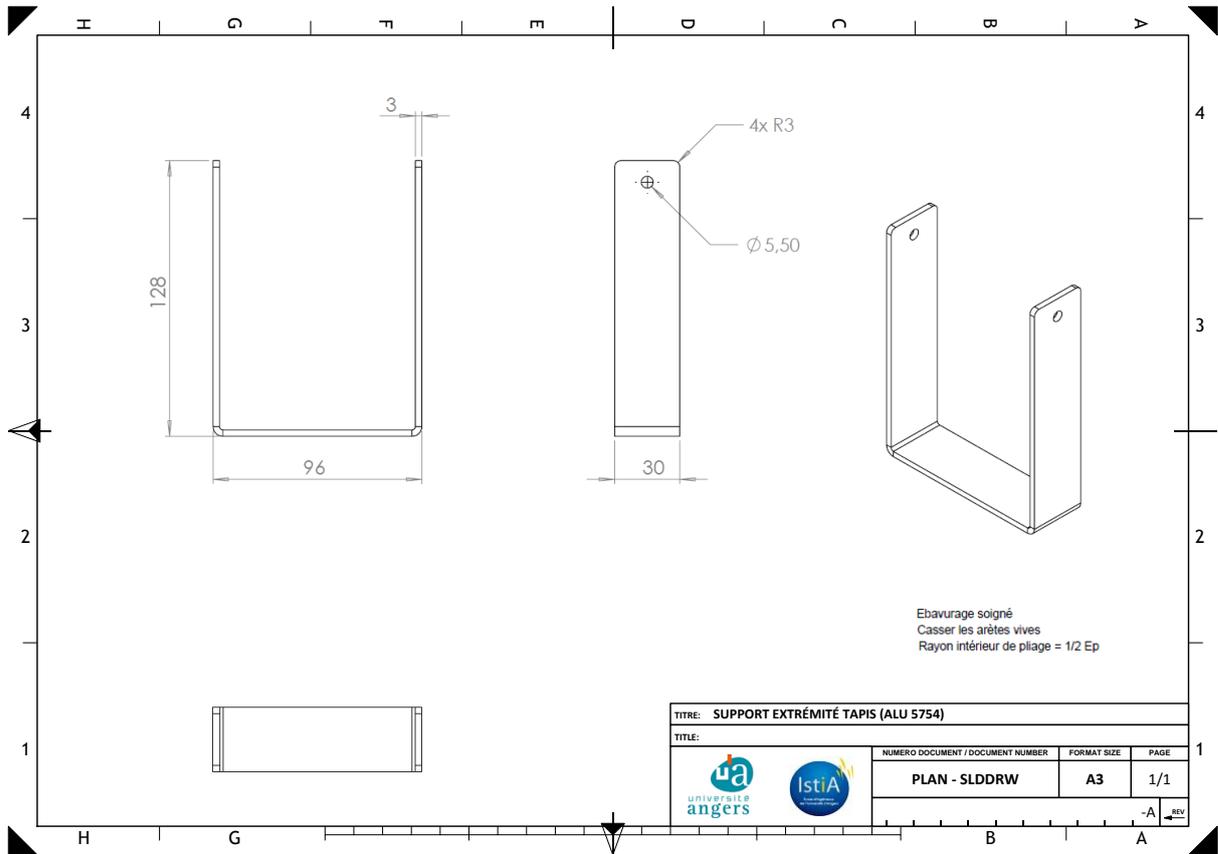
ANNEXE 9°: PLAN PIECE SUPPORT MOTEUR



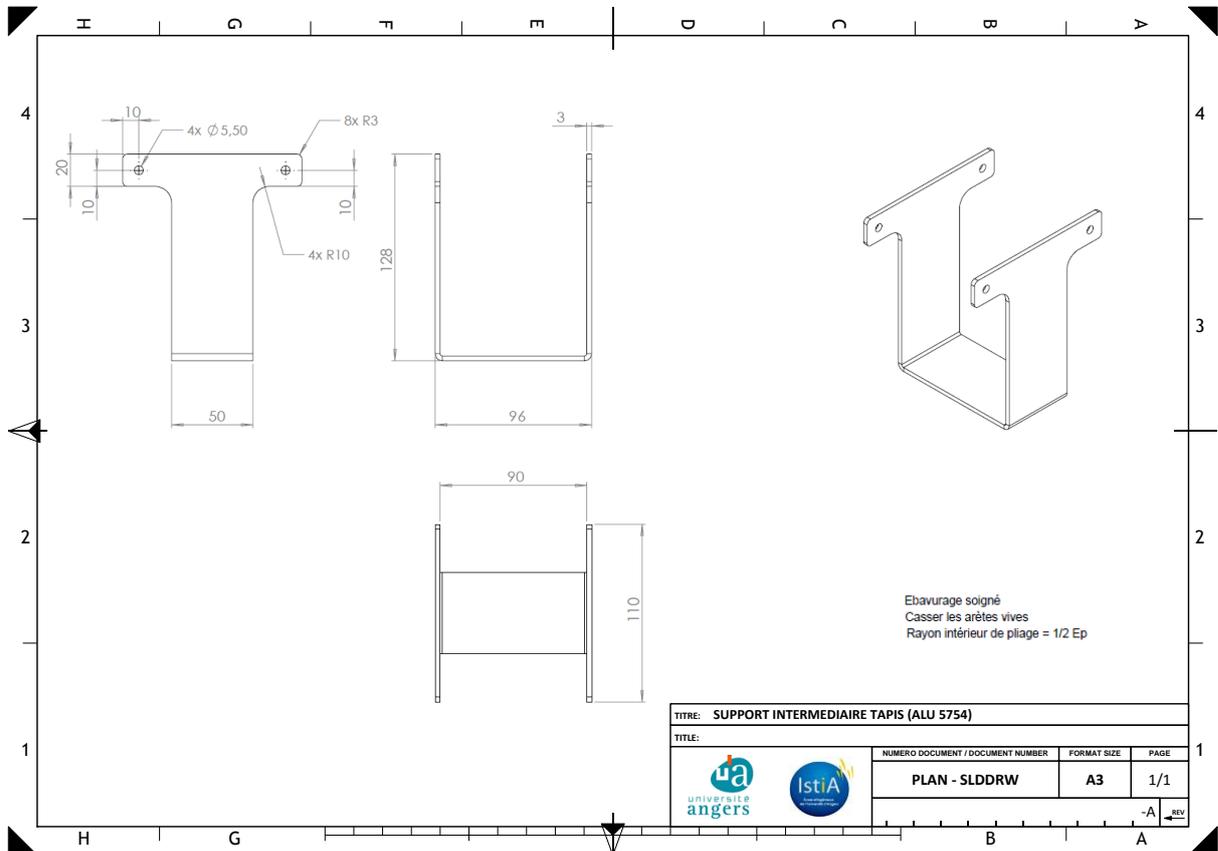
ANNEXE 10°: PLAN PIECE BRIDE MOTEUR



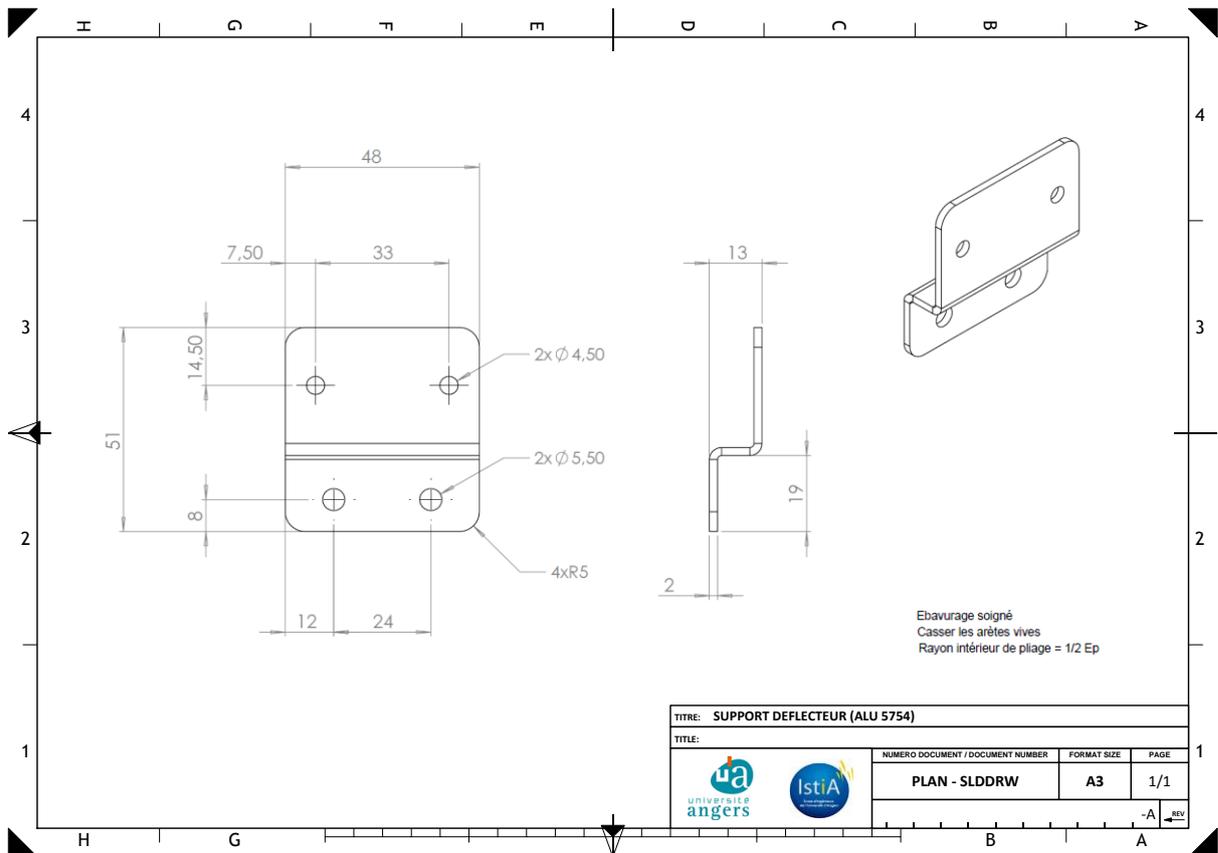
ANNEXE 11°: PLAN SUPPORT EXTREMITÉ



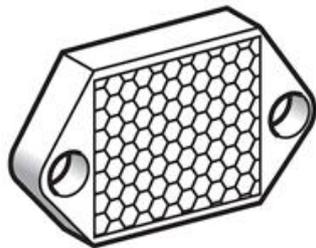
ANNEXE 12°: PLAN SUPPORT INTERMEDIAIRE



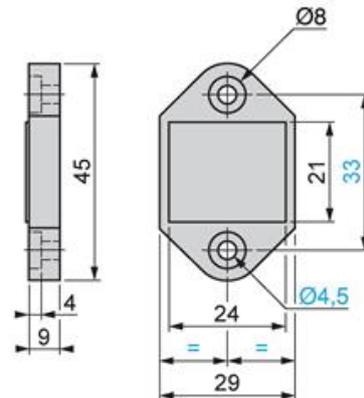
ANNEXE 13°: PLAN SUPPORT DEFLECTEUR



ANNEXE 14°: REFLECTEUR ET SUPPORT CAPTEUR CYLINDRE SCHNEIDER

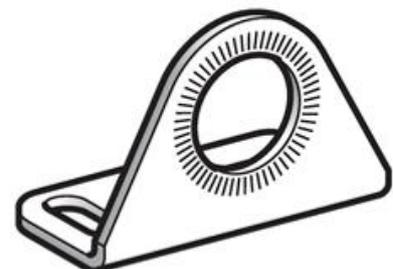
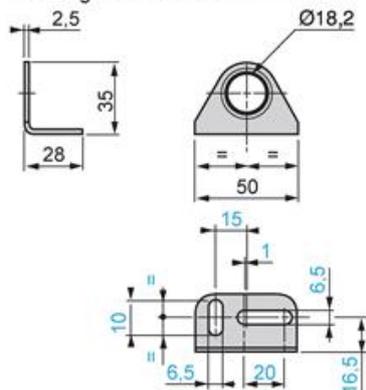


XUZ C24



XUZ A118

Mounting bracket for XUB



ANNEXE 15°: CAPTEUR CYLINDRIQUE PHOTO-ELECTRIQUE REFLEX OMRON

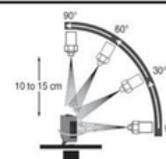
OMRON

E3FA/E3RA

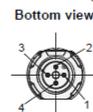
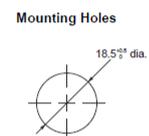
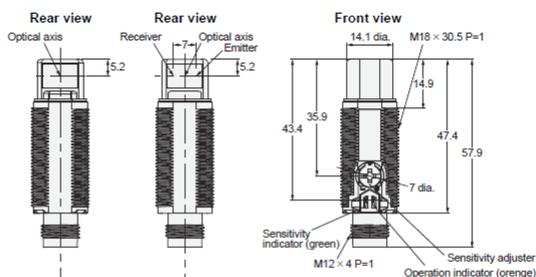
Specifications

Model	Sensing method		Through-beam	Retro-reflective	Coaxial Retro-reflective	Diffuse-reflective		
	NPN output	Pre-wired M12 Connector	E3FA-TN11 2M E3FA-TN21	E3FA-RN11 2M E3FA-RN21	E3FA-RN12 2M E3FA-RN22	E3FA-DN11 2M E3FA-DN21	E3FA-DN12 2M E3FA-DN22	E3FA-DN13 2M E3FA-DN23
Item	PNP output	Pre-wired M12 Connector	E3FA-TP11 2M E3FA-TP21	E3FA-RP11 2M E3FA-RP21	E3FA-RP12 2M E3FA-RP22	E3FA-DP11 2M E3FA-DP21	E3FA-DP12 2M E3FA-DP22	E3FA-DP13 2M E3FA-DP23
	Sensing distance			20 m	0.1 to 4 m (with E39-R1S)	0 to 500 mm (with E39-R1S)	100 mm (white paper: 300 × 300 mm)	300 mm (white paper: 300 × 300 mm)
Spot diameter (typical)			—	—	—	40 × 45 mm Sensing distance of 100 mm	40 × 50 mm Sensing distance of 300 mm	120 × 150 mm Sensing distance of 1 m
Standard sensing object			Opaque: 7 mm dia.min.	Opaque: 75 mm dia.min.	Opaque: 75 mm dia.min.	—	—	—
Differential travel			—	—	—	20% max.	—	—
Directional angle			2° min.	2° min.	2° min.	—	—	—
Light source (wavelength)			Red LED (624 nm)					
Power supply voltage			10 to 30 VDC (include voltage ripple of 10%(p-p) max.)					
Current consumption			40 mA max. (Emitter 25 mA max. Receiver 15 mA max.)	25 mA max.				
Control output			NPN/PNP (open collector) Load current: 100 mA max. (Residual voltage: 3 V max.), Load power supply voltage: 30 VDC max.					
Operation mode			Light-ON/Dark-ON selectable by wiring					
Indicator			Operation indicator (orange) Stability indicator (green) Power indicator (green): only Emitter of Through-beam					
Protection circuits			Reversed power supply polarity protection, Output short-circuit protection and Reversed output polarity protection					
Response time			0.5 ms					
Sensitivity adjustment			One-turn adjuster					
Ambient illumination (Receiver side)			Incandescent lamp: 3,000 lx max./ Sunlight: 10,000 lx max.					
Ambient temperature range			Operating: -25 to 55°C/ Storage: -30 to 70°C (with no icing or condensation)					
Ambient humidity range			Operating: 35 to 85%RH/ Storage: 35 to 95%RH (with no condensation)					
Insulation resistance			20 MΩ min. at 500 VDC					
Dielectric strength			1,000 VAC at 50/60 Hz for 1 min. between current-carrying parts and case					
Vibration resistance			Destruction: 10 to 55 Hz, 1.5 mm double amplitude for 2 hours each in X, Y and Z directions					
Shock resistance			Destruction: 500 m/s ² 3 times each in X, Y and Z directions					
Degree of protection			IEC: IP67, DIN 40050-9: IP69K *					
Weight (packed state/only sensor)	Pre-wired cable (2M)		Approx. 110 g/ Approx. 50 g, respectively	Approx. 60 g/ Approx. 50 g				
	Connector		Approx. 30 g/ Approx. 10 g, respectively	Approx. 20 g/ Approx. 10 g				
Material	Case		ABS					
	Lens and Display		PMMA					
	Adjuster		POM					
	Nut		ABS					
Accessories			Instruction sheet M18 nuts (4 pcs)		Instruction sheet M18 nuts (2 pcs)			

* IP69K Degree of Protection Specifications
IP69K is a protection specification stipulated by DIN 40050 Part 9 of the German standards. The test item is sprayed with 80°C water from a nozzle of a specified shape at a water pressure of 80 to 100 bar. The amount of water is 14 to 15 liters per minute. The distance between the test item and the nozzle is 10 to 15 cm. The water is discharged at angles of 0°, 30°, 60°, and 90° from the horizontal plane for 30 seconds at each angle while the test item is rotated horizontally.



E3RA series
M12 Connector Models
E3RA-T□21
E3RA-R□21
E3RA-D□2□



Terminal No.	Specification
1	+V
2	L/on - D/on selectable
3	0V
4	Output

ANNEXE 16°: DOCUMENTATION TECHNIQUE AUTOMATE B&R AUTOMATION

Product ID	X20CP1583	X20CP1584	X20CP1585	X20CP1586
Short description	1x RS232, 1x Ethernet, 1x POWERLINK (V1/N2), 2x USB, 1x X2X Link			
System module	CPU			
General Information	Fanless			
Cooling	DxD45B			
B&R ID code	DxC370	DxC370	DxC370	DxC380
Status Indicators	CPU function, overtemperature, Ethernet, POWERLINK, CompactFlash, battery			
Diagnosis	Yes, using status LED and software			
Battery	Yes, using status LED			
CPU function	Yes, using status LED			
CompactFlash	Yes, using status LED			
Ethernet	Yes, using status LED			
POWERLINK	Yes, using status LED			
Overtemperature	Yes, using status LED			
CPU redundancy possible	No			
AC/DCPS capability	Yes			
Visual components support	Yes			
Power consumption without interface module and USB	8.2 W	8.6 W	8.3 W	9.7 W
Internal power consumption of the X2X Link and IO supply ¹⁾	1.42 W			
Bus	-			
Additional power dissipation caused by the actuators (resistive [W])	-			
Electrical isolation	-			
IF1 - IF2	Yes			
IF1 -> IF3	Yes			
IF1 -> IF4	No			
IF1 -> IF5	No			
IF1 -> IF6	Yes			
IF2 -> IF4	Yes			
IF2 -> IF5	Yes			
IF3 -> IF4	Yes			
IF3 -> IF5	Yes			
IF4 -> IF5	No			
IF4 -> IF6	Yes			
IF5 -> IF6	Yes			
PLC - IF1	No			
PLC - IF2	Yes			
PLC - IF3	Yes			
PLC - IF4	No			
PLC - IF5	No			
PLC - IF6	Yes			
Certification	-			
CE	Yes			
UL 508 (cULus)	LISTED 14F2 BR			
ATEX zones 2 (EX)	II 3G rA nC T5 0-60°C IP20 BR			
KC (KC)	BR KCC-REI-BRX-X20CP			
GOST-R	Yes			
CPU and X2X Link supply	-			
Input voltage	24 VDC -15% / +20%			
Input current	Max. 1.5 A			
Fuse	integrated, cannot be replaced			
Reverse polarity protection	Yes			
X2X Link supply output	-			
Nominal output power	7.0 W ²⁾			
Parallel operation	Yes ³⁾			
Redundant operation	Yes			
Input IO supply	-			
Input voltage	24 VDC -15% / +20%			
Fuse	Required line fuse: Max. 10 A, slow-blow			
Output IO supply	-			
Rated output voltage	24 VDC			
Permitted contact load	10.0 A			
Supply - General Information	Overload, operating status, module status, RS232 data transfer			
Status Indicators	-			
Diagnosis	Yes, using status LED			
RS232 data transfer	Yes, using status LED and software			
Module nut-error	Yes, using status LED and software			
Overload	-			

Model number	Short description
X20CP1583	X20 CPU, ATOM 333 MHz compatible, 128 MB DDR2 RAM, 1 MB SDRAM, removable application memory, 1x COM interface, 2 USB ports, 1 RS232 interface, 1x Ethernet interface, 1x POWERLINK interface, 2x X2X Link interface, X20TB12 terminal block and slot covers, X20 locking plate X20ACOSR1 (right) included, order application memory separately.
X20CP1584	X20 CPU, ATOM 0.6 GHz, 256 MB DDR2 RAM, 1 MB SDRAM, removable data storage, CompactFlash, 1 insert slot for X20 interface modules, 2 USB ports, 1 RS232 interface, 1 Ethernet interface, 10/100/1000 Base-T, 1 POWERLINK interface, incl. supply module, X20TB12 terminal block and slot covers, X20 locking plate X20ACOSR1 (right) included, order application memory separately.
X20CP1585	X20 CPU, ATOM 1.0 GHz, 256 MB DDR2 RAM, 1 MB SDRAM, removable data storage, CompactFlash, 1 insert slot for X20 interface modules, 2 USB ports, 1 RS232 interface, 1 Ethernet interface, 10/100/1000 Base-T, 1 POWERLINK interface, incl. supply module, X20TB12 terminal block and slot covers, X20 locking plate X20ACOSR1 (right) included, order application memory separately.
X20CP1586	X20 CPU, ATOM 1.6 GHz, 512 MB DDR2 RAM, 1 MB SDRAM, removable data storage, CompactFlash, 1 insert slot for X20 interface modules, 2 USB ports, 1 RS232 interface, 1 Ethernet interface, 10/100/1000 Base-T, 1 POWERLINK interface, incl. supply module, X20TB12 terminal block and slot covers, X20 locking plate X20ACOSR1 (right) included, order application memory separately.
Required accessories	
DCFCRD 0128E-01	CompactFlash 128 MB WD extended temp.
SCFCRD 0512E-01	CompactFlash 512 MB WD extended temp.
SCFCRD 0064-03	CompactFlash 64 MB Western Digital (SLC)
SCFCRD 0128-03	CompactFlash 128 MB Western Digital (SLC)
SCFCRD 0156-06	CompactFlash 15 GB B&R (SLC)
SCFCRD 0256-03	CompactFlash 256 MB Western Digital (SLC)
SCFCRD 0512-03	CompactFlash 512 MB Western Digital (SLC)
SCFCRD 1024-03	CompactFlash 1 GB Western Digital (SLC)
SCFCRD 1024-06	CompactFlash 1 GB B&R (SLC)
SCFCRD 2048-03	CompactFlash 2 GB Western Digital (SLC)
SCFCRD 2048-06	CompactFlash 2 GB B&R (SLC)
SCFCRD 4096-03	CompactFlash 4 GB Western Digital (SLC)
SCFCRD 4096-06	CompactFlash 4 GB B&R (SLC)
SCFCRD 8192-03	CompactFlash 8 GB Western Digital (SLC)
SCFCRD 8192-06	CompactFlash 8 GB B&R (SLC)
Optional accessories	
Batteries	
0AC201 91	Lithium batteries 4 pos., 3 V / 950 mAh button cell. We hereby state that the lithium cells contained in this shipment qualify as "partly regulated". Handle with care, if the package is damaged, inspect the cells, replace intact cells and protect the cells against short circuit. For emergency information, call RENATA SA at +41 61 319 28 27
4A0006 00-000	Lithium battery, 3 V / 950 mAh, button cell

Included in delivery	
Model number	Short description
4A0006 00-000	Backup battery (see also section 20 "Exchanging the lithium battery")
-	Interface module slot covers
X20ACOSR1	X20 locking plate, right
X20TB12	X20 terminal block, 12-pin, 24 V keyed

Table 1: X20CP1583, X20CP1584, X20CP1585, X20CP1586 - Order data

Product ID	X20CP1583	X20CP1584	X20CP1585	X20CP1586
Electrical isolation			No	
I/O feed - I/O supply			Yes	
CPU/XZX Link feed - CPU/XZX Link supply			Yes	
Controller				
CompactFlash slot			1	
Real-time clock		Non-volatile memory, resolution 1 second		
FPU			Yes	
Processor				
Type	ATOM™ E620T	ATOM™ E640T	ATOM™ E660T	Atom™ E680T
Clock frequency	333 MHz	0.6 GHz	1.0 GHz	1.6 GHz
L1 cache			24 KB	
Data cache			32 KB	
Program code				
L2 cache			512 KB	
Integrated I/O processor				
Modular interface slots				
Remainent variables				
Shortest task case cycle time	Max. 64 KB ⁽¹⁾	400 µs	200 µs	Max. 1 MB ⁽²⁾
Typical instruction cycle time	800 µs	0.0075 µs	0.0044 µs	100 µs
Data buffering	0.01 µs			0.0027 µs
Battery monitoring		Yes		
Lithium battery				
Standard memory		Min. 2 years at 25°C ambient temperature		
RAM	128 MB DDR2 SDRAM		256 MB DDR2 SDRAM	512 MB DDR2 SDRAM
User RAM			1 MB SDRAM ⁽³⁾	
Interfaces				
IF1 interface				
Signal			RS232	
Design			Connection made using 12-pin X20TB12 terminal block	
Max. distance			500 m	
Transfer rate			Max. 115.2 Kbit/s	
IF2 interface				
Signal			Ethernet	
Design			1x shielded RJ45 port	
Cable length			Max. 100 m between two stations (segment length)	
Transfer rate			10/100/1000 Mb/s	
Transmission			10 BASE-T/100 BASE-TX/1000 BASE-T	
Physical interfaces				
Half-duplex			Yes	
Full-duplex			Yes	
Autonegotiation			Yes	
Auto-MD/I / MD/X			Yes	
IF3 interface				
Fieldbus			POWERLINK (V1/V2) managing or controlled node	
Type			Type 4 ⁽⁴⁾	
Design			1x shielded RJ45 port	
Cable length			Max. 100 m between two stations (segment length)	
Transfer rate			100 Mbit/s	
Transmission			100 BASE-TX	
Physical interfaces			Yes	
Half-duplex			No	
Full-duplex			Yes	
Autonegotiation			Yes	
Auto-MD/I / MD/X			Yes	
IF4 interface				
Type			USB 1.1/2.0	
Design			Type A	
IF5 interface				
Type			USB 1.1/2.0	
Design			Type A	
IF6 interface				
Fieldbus			XZX Link master	
Operating conditions				
Mounting orientation				
Horizontal			Yes	
Vertical			Yes	
Installation at elevations above sea level			No limitations	
0 to 2000 m			Reduction of ambient temperature by 0.5°C per 100 m	
>2000 m			IP20	
EN 60329 protection				

ANNEXE 17°: DOCUMENTATION TECHNIQUE « ACOPOSMICRO »

Product ID	80VD100PD.C000-01
Starting current	Max. 10 A
Power consumption	0.51 W
Idle (no motor powered)	TBD
Full load	
Starting current limitation	Yes, PTC (min. 9 C), bridged during operation using relay contact
Undervoltage cut-off	<18 VDC
Overtorque cut-off	>85 VDC
Voltage measurement	Yes
Line protection	Must take place externally
Reverse polarity protection	Yes
Motor connection	
Quantity	2
Nominal current	8 A _{RMS} / 11.3 A _{Peak}
Max. current / motor	10.6 A _{RMS} / 15 A _{Peak}
Max. current / module	30 A _{Peak}
Rated switching frequency	5 kHz
Possible switching frequencies	5 / 10 / 20 kHz
Max. motor line length	25 m
Controller frequency	20 kHz
DC bus capacitance	940 µF
Motor holding brake connection	
Quantity	1
Can be used for	
Axis 1	Yes
Axis 2	No
Nominal voltage	24 VDC
Continuous current	1 A
Max. internal resistance	0.3 Ω
Max. switching frequency	100 Hz
Protective measures	
Overload and short circuit protection	Yes
Cable breakage monitoring	Yes
Undervoltage monitoring	Yes
Response threshold for cable breakage monitoring	<100 mA
Response threshold for undervoltage monitoring	<33.5 V
Encoder inputs	
Quantity	2
Type	ENQat 2.2
Max. encoder cable length	25 m
Encoder supply	Output voltage ±
Load capability	Max. 250 mA
Protective measures	
Overload protection	Yes
Short circuit proof	Yes
Synchronous serial interface	
Signal transfer	RS485
Data transfer rate	6.25 Mbit/s
Enable inputs	
Quantity	1
Nominal voltage	24 VDC
Input voltage	24 VDC ±25%
Input current at rated voltage	Typ. 60 mA
Input circuit	sink
Switching threshold	
Low	<5 V
High	>15 V
Switching delay at rated input voltage	
Enable 1 → 0, PWM off	30 ms
Typical	551 ms
Maximum	
Enable 0 → 1, ready for PWM	315 ms
Maximum	
Isolation voltage between input and bus	500 V _{eff}
Digital inputs / trigger inputs	
Quantity	2
Can be used as trigger input	2
Nominal voltage	24 VDC
Input voltage	24 VDC ±25%
Input current at nominal voltage	Typ. 10 mA
Input filter	Hardware
Hardware	<10 µs
Input circuit	Sink

Order data	Short description	Figure
80VD100PD.C000-01	Inverter modules ACOPOSmicro servo inverter unit, POWERLINK interface, 2x ENQat 2.2, 24-64 VDC ±25% module supply, 2 motor connections, 8 A continuous current, 2 digital inputs 24 VDC, sink, can be used as trigger inputs, 1 digital output 24 VDC, 1 A, order terminal blocks and encoder buffering battery 80XB120A2.35-00 separately.	
80XB120A2.35-00	Required accessories Batteries 1x lithium battery 12 AA 3.6 V	
X20CA0E61.0002	POWERLINK cable POWERLINK connection cable, RJ45 to RJ45, 0.2 m	
X20CA0E61.0010	POWERLINK connection cable, RJ45 to RJ45, 1.0 m	
X20CA0E61.0020	POWERLINK connection cable, RJ45 to RJ45, 2.0 m	
X20CA0E61.0050	POWERLINK connection cable, RJ45 to RJ45, 5.0 m	
X20CA0E61.0100	POWERLINK connection cable, RJ45 to RJ45, 10.0 m	
X20CA0E61.0150	POWERLINK connection cable, RJ45 to RJ45, 15.0 m	
X20CA0E61.0500	POWERLINK connection cable, RJ45 to RJ45, 50.0 m	
80XVD100PD.C0-01A	Terminal block sets Screw clamp terminal block set for ACOPOSmicro modules 80VD100PD.xxxx-01: 1x DTB110.8.010, 1x DTB2105.9021, 1x DTB2104.4021, 1x DTB2104.4022, 1x DTB2102.4021, 1x DTB2102.4022	
80XVD100PD.C0-01B	Cage clamp terminal block set for ACOPOSmicro modules 80VD100PD.xxxx-01: 1x DTB110.8.010, 1x DTB2105.9121, 1x DTB2104.4121, 1x DTB2104.4122, 1x DTB2102.4121, 1x DTB2102.4122	
DTB1310.3100	Optional accessories Terminal blocks Accessory terminal block, 3x 10-pin, cage clamps 1.5 mm ² , protected against vibration by the screw flange	
DTB1310.8110	Accessory terminal block, 3x 10-pin, cage clamps 1.5 mm ² , protected against vibration by the screw flange, with labeling and LED	

Technical data

Product ID	80VD100PD.C000-01
Short description	Connection for two servo motors with ENQat 2.2 interface
Inverter module	
General information	
BAR ID code	0A0DF7
Status indicators	POWERLINK, operating status, module status, module information
Diagnostics	
Module run/enor	Yes, using status LED and software
Module temperature / Cooling unit temperature	Yes, using software
Motor status	Yes, using status LED and software
POWERLINK	Yes, using status LED
Electrical isolation	
CPU - 24 VDC supply	No
CPU - Power supply	Yes
CPU - Motor connection	Yes
CPU - Digital inputs	Yes
CPU - Trigger inputs	Yes
CPU - Enable inputs	No
CPU - ENQat 2.2 interface	No
CPU - Motor holding brake	Yes
CPU - POWERLINK	Yes
Certification	
CE	Yes
6-UL-us	In preparation
GOST-R	Yes
24 VDC supply	
Input voltage	24 VDC ±25%
Voltage monitoring	Yes
Power consumption	
CPU ⁰⁾	Max. 8 W
Power supply	
Input voltage	24 to 64 VDC ±25%

Product ID	80VD10EPD.C006-01
Input resistance	Typ. 2.2 kΩ
Switching threshold	
Low	<-5 V
High	>+15 V
Isolation voltage between input and bus	500 V _{rms}
Interfaces	
POWERLINK	
Design	RJ45 socket
Electrical isolation	Yes
Operating conditions	
Degree of pollution in accordance with EN 60664-1	2 (non-conductive pollution)
Protection in accordance with EN 60529	IP20
Environmental conditions	
Temperature	
Operation	0 to 45°C
Storage	-25 to 55°C
Transport	-25 to 55°C
Relative humidity	
Operation	5 to 85%, non-condensing
Storage	5 to 95%, non-condensing
Transport	5 to 95%, non-condensing
Mechanical characteristics	
Note	Please order terminal blocks separately!
Mounting / cooling	Screw mounting with heat spreader on mounting plate or cool plate
Dimensions ^H	
Width	65 mm
Height	134 mm
Depth	95 mm
Weight	750 g
Backplane	Always mount on conductive and grounded backplane

- 1) Including enable input
- 2) Depends on the supply voltage of the CPU component
- 3) Without heat spreader

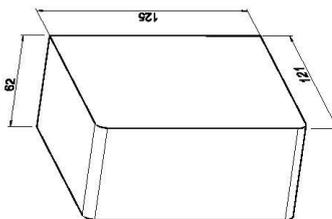
ANNEXE 18°: DOCUMENTATION TECHNIQUE ALIMENTATION MGV



AC / DC POWER SUPPLY
PRIMARY SWITCHED - SINGLE OUTPUT
SPH500 SERIES



- 480 watts output power
- Only 62mm wide
- Output: 22-29Vdc, 44-54Vdc and 54-80Vdc
- Powerboost up to 150%
- Input: 120 / 230Vac
- Input with internal fuse
- Overtemperature protection
- Primary and secondary overvoltage protection
- Operation in any assembly position



Operation in any assembly position possible.
The distance between the surrounding components and the air admission and air exit holes should be at least 20 mm.

Please ensure that exhaust air is not immediately sucked in again.

Dimensions LxWxH (without connectors): 62 x 125 x 121 mm
Detailed dimension drawing please see www.mgv.de

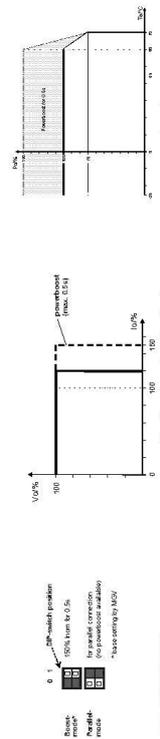
ORDER DATAS				Order numbers	
Ua V	Ia A	Preset range Vo V	Typ.-No. DIN-rail	Typ.-No. Wall mounting	Typ.-No. Universal fixing device
24	0 - 20	22 - 29	SPH500-2420 14.5946.800	SPH500-2420 14.5946.805	SPH500-2420 14.5946.806
48	0 - 10	44 - 54	SPH500-4810 14.5946.900	SPH500-4810 14.5946.905	SPH500-4810 14.5946.906
72	0 - 6.7	54 - 80	SPH500-7207 14.5944.400	SPH500-7207 14.5944.405	SPH500-7207 14.5944.406

MGV Stromversorgungen GmbH
Bayewaldstr. 27 • 81737 Munich • Germany
Tel: +49 89 675090-0
Fax: +49 89 675090-30

www.mgv.de
info@mgv.de

**AC / DC POWER SUPPLY
PRIMARY SWITCHED - SINGLE OUTPUT
SPH500 SERIES**

1. INPUT	Input voltage range V) Efficiency Input current limitation Internal fuse	80 - 132Vac and 180 - 264Vac - 50/60 Hz automatic switchover 24V/48V, typ. 86% 72V, typ. 88% 570 A _{max} , typ. in cold state ≤ 150 A _{max} , typ. in hot state 16A TH / 250V ac
2. OUTPUT	Preset range Vo Adjusted by MG Max. Output power Power/boost Operation indicator Ripple Noise voltage (20mHz) Temperature coefficient Switch on / switch off Start-up delay Rise time Back-feeding voltage	22 - 28V dc / 44 - 54V dc / 54 - 80V dc (Vo will be saved after 1s) 24V dc / 48V dc / 72V dc ± 0.5% 480W - Power/boost: 720W (Vo ≥ Vo _{nom}) Boost: 500ms up to 150% I _{nom} possible, after that min. 500ms break necessary green led for ok / red led for error 120mV _{p-p} , typ. 200mV _{p-p} , typ. ± 0.025% / K NoVo overshoot (soft-start) < 1s typ. (at 230V ac) < 15 / 40 / 80ms typ. 24V, up to 35V dc / 48, up to 63V dc / 72V, up to 100V dc
3. REGULATION	Serial connection Parallel connection Battery operation	yes (max. 2 identical power supplies) yes (max. 3 identical power supplies) after consulting MG
4. PROTECTION AND CONTROLLING	Line regulation Load regulation Response time	< 0.2% for Vo at V _{in} - V _{min} < 0.5% for Vo at V _{in} = 100% Boost-M < 3.0% for Vo at V _{in} = 100% Parallel-M, typ. 1ms at V _{in} to 20 - 80%
5. SAFETY / STANDARDS	Overvoltage protection (OVP) Undervoltage monitoring Current limitation Overtemperature protection Relay contact Control signal OFF	24V, approx. 31V dc / 48V, approx. 58V dc 72V, approx. 88V dc 24V, approx. 18V dc / 48V, approx. 35V dc 72V, approx. 52V dc 105 - 140% I _{nom} (see diagram) output permanent short-circuit proof Switches off if inside temperature beco- mes too high, reconnection with hysteresis Relay contact: max. 80V / 1A / 30W), changing at Vo < 18V/35V/52V or OVP from OK to FAIL (red LED) external switch-off with 4-60V dc/5mA
6. EMC	Mains feedback / PFC Flicker Interference immunity Burst Surge Interference emission	Class A only with ext. PFC 12mH/4.5A/230V AC EN 61000-3-2 EN 61000-3-3 EN 61000-5-2 EN 61000-4-2 EN 61000-4-3 EN 61000-4-4 EN 61000-4-5 EN 61000-4-6 EN 61000-4-11 Class B Radiation depends on assembly
7. OPERATING DATA	Temperature range Derating Weight	-25°C, 70°C, integral, temperature controlled fan, air intake bottom-up 3W / K at +60°C (see diagram) 1kg
8. MECHANICS	Connection	mains input: 4-pole terminal 1.5 - 46mm ² strand/wire tightening torque: 0.6-0.7Nm load output: 4-pole terminal 1.5 - 46mm ² strand/wire tightening torque: 0.6-0.7Nm Control signals: 4-pole terminal, pluggable 0.1 - 0.5mm ² strand/wire
9. EXPLANATORY NOTES	PE-Schutzkontakt L1/N +/- Relay OK/FAIL Control signal OFF DIP - switch UP / DOWN - switch	Protective conductor Do not use supply without PE-connection! Mains phase / neutral conductor Loadoutput (Vo) Monitoring connections external on/off selection booster- and parallelmode adjust the output voltage
Assembly		All systems can be snapped onto a symmetrical 35mm DIN-rail according to EN 60722 with a diameter of 11 to 25 mm and a length of 100 to 150 mm. Please notice the assembly conditions.
UL9050, UL508, CSA22.2-60950 CSA22.2-107.1 IP20 safety class 1, pollution degree 2		UL9050, UL508, CSA22.2-60950 CSA22.2-107.1 IP20 safety class 1, pollution degree 2
Ensure fire protection by means of the surrounding housing system		Ensure fire protection by means of the surrounding housing system



ANNEXE 19°: DOCUMENTATION TECHNIQUE ALIMENTATION TRACO POWER

TRACO POWER
Industrial Power Supplies

TBL Series, 15 to 150 Watt



- Features**
- ◆ Low profile case, module depth only 55mm
 - ◆ Fits into flat control panels used in building automation
 - ◆ Safety class II product
 - ◆ UL 1310 class II, NEC class 2 compliance (models up to 90 W)
 - ◆ UL 508 listed
 - ◆ 5 power ranges from 15 to 150 W
 - ◆ Universal input range 85 to 264 VAC
 - ◆ Operating temperature range: -25°C to +70°C max.
 - ◆ Adjustable output voltage
 - ◆ Short circuit and overload protection
 - ◆ DC-OK indicator
 - ◆ Easy snap-on mounting on DIN-rail or with wall mounting bracket (included)
 - ◆ 3-year product warranty

The TBL series is a new range of small DIN-rail mount power supplies which have been designed particularly with building- and factory automation applications in mind. The ultra-compact low profile cases fit in the standardized wall mounted control panels used in the building automation industry. The power supplies can be operated at full load across an ambient temperature range of -25°C to +60°C without need of additional cooling. Universal input voltage range and full compliance with all important safety and EMC standards qualifies the TBL series power supplies for worldwide markets. For commercial and residential applications requesting safety class II the models up to 90 Watt are approved to UL 1310.

Order Code	Output Power (max.)	Output Voltage* (nom.)	Output Current (typ.)	Efficiency (typ.)
TBL 015-105	12 W	5.0 VDC	2.4 A	73 %
TBL 015-112	15 W	12 VDC	1.25 A	79 %
TBL 015-124	15 W	24 VDC	0.63 A	81 %
TBL 030-112	30 W	12 VDC	2.5 A	81 %
TBL 030-124	30 W	24 VDC	1.25 A	83 %
TBL 060-112	54 W	12 VDC	4.5 A	83 %
TBL 060-124	60 W	24 VDC	2.5 A	85 %
TBL 090-112	72 W	12 VDC	6.0 A	86 %
TBL 090-124	90 W	24 VDC	3.75 A	86 %
TBL 150-112	120 W	12 VDC	10 A	84 %
TBL 150-124	150 W	24 VDC	6.25 A	87 %

* adjustable

TRACO POWER

Industrial Power Supplies
TBL Series

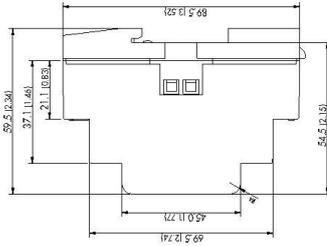
Industrial Power Supplies
TBL Series

Industrial Power Supplies
TBL Series

General Specifications	
Protection class	class II as per IEC/EN 61140
Case protection	IP 20 [EC 60529]
Environment	Vibration acc. EC 600682 6; Shock acc. EC 60068 2:27
Enclosure material	plastic FR20 (0-1) DC (UL 94V0 rated)
Mounting	DIN-rails as per EN 50022-35X.5/7.5 (snap on with selflocking spring or wall mounting with bracket included)
Connection	screw terminals with comb-type screw heads for wire size 0.5 – 1.5 mm ²
Installation instructions	www.tracopower.com/products/fbl-inst.pdf
Environmental compliance	RoHS directive 2011/65/EU

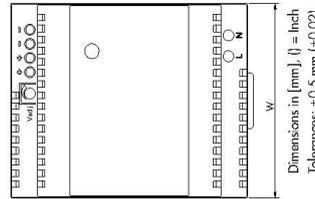
Case Dimensions

Model	Width (W) mm (inch)	Weight g (oz)
TBL 015	26.3 (1.04)	100 (3.53)
TBL 030	52.5 (2.07)	160 (5.64)
TBL 060	70.0 (2.76)	230 (8.11)
TBL 090	105.0 (4.13)	340 (12.0)
TBL 150	175 (6.89)	625 (22.0)



Wall Mounting Bracket

Instead of a DIN-rail, the modules can be also mounted on a chassis or wall with help of a mounting bracket which is supplied as standard with each power supply.



Dimensions in [mm], () = inch
Tolerances: ±0.5 mm (±0.02)

Input Specifications	
Input voltage	AC: nominal rated 100 – 240 VAC, 50/60 Hz 100 – 120 / 220 – 240 VAC; 50/60 Hz 85 – 264 VAC; 47 – 63 Hz AC range (designed for) 85 – 132 / 187 – 264 VAC; 47 – 63 Hz DC range (designed for) 120 – 37.3 VDC (except TBL 150 models) 5% below 90 VAC or 127 VDC Power derating at low input voltage
Harmonic limits	EN 61000-3-2, Class A
Recommended circuit breaker (characteristic C or slow blow fuse)	6.0 A
Output Specifications	
Output voltage adjustable range	5.0 – 52 VDC 12 VDC models: 12 – 6 VDC 24 VDC models: 24 – 28 VDC
Output regulation	1 %
Ripple and noise (20MHz bandwidth)	<100 mV pk-pk
Electronic short circuit protection	current limitation at 100 – 150 % typ. (automatic recovery)
Overvoltage protection, trigger point	5.5 – 7.5 VDC 12 VDC models: 16 – 24 VDC TBL 030 124, TBL 150 124; 29 – 44 VDC TBL 015 124, TBL 060 124, TBL 090 124;
Hold-up time	11.5 VAC min. 10 ms 230 VAC min. 20 ms

General Specifications

Temperature ranges	Operating Storage
Power derating	–25°C to +70°C max. –40°C to +85°C max.
Humidity (non condensing)	5 – 95 % rel. H
Temperature coefficient	0.02 %/K
Reliability; calculated MTBF at +25°C acc. to IEC 61709	TBL 015: >1,500 Mo h TBL 060: >2,100 Mo h all other models: >1,300 Mo h
Safety standards	UL 508 listed UL 1310 class II (115 90 W models) IEC 60950-1 2nd, EN 60950-1:2006+ Am1:2010 +Am11:2009 +Am12:2011 EN 50178, EN 60204-1, EN 61558-2-6 CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-07 UL 60950-1 2nd

Safety approvals

CB report: EC 60950-1
UL certification UL 508 listed (file #181381)
UL certification UL 1310 (file #181381)
UL certification UL/CSA 60950-1
UL/CSA certification UL/CSA 60950-1
SGS BC certificate EN 60950-1 ++

Electromagnetic compatibility (EMC), emissions

EN 61000-6-3
EN 55022 class B
EN 55022 class B
Radiated E suppression

Electromagnetic compatibility (EMC), immunity

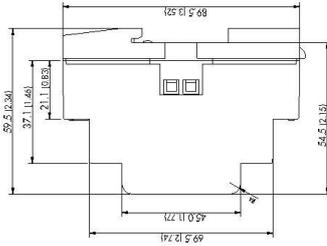
EN 61000-6-2
EN 61000-4-2
EN 61000-4-3
EN 61000-4-4
EN 61000-4-5
EN 61000-4-5
EN 61000-4-5
EN 61000-4-6
EN 61000-4-11
4 kV / 8 kV
3 V/m
1 kV / 0.5 kV
2 kV
0.5 kV
3 V
30 % / 10 ms; 60 % / 100 ms

<http://www.tracopower.com>

General Specifications	
Protection class	class II as per IEC/EN 61140
Case protection	IP 20 [EC 60529]
Environment	Vibration acc. EC 600682 6; Shock acc. EC 60068 2:27
Enclosure material	plastic FR20 (0-1) DC (UL 94V0 rated)
Mounting	DIN-rails as per EN 50022-35X.5/7.5 (snap on with selflocking spring or wall mounting with bracket included)
Connection	screw terminals with comb-type screw heads for wire size 0.5 – 1.5 mm ²
Installation instructions	www.tracopower.com/products/fbl-inst.pdf
Environmental compliance	RoHS directive 2011/65/EU

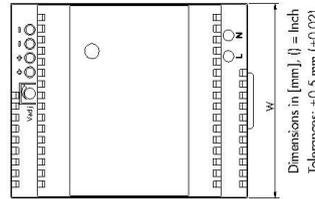
Case Dimensions

Model	Width (W) mm (inch)	Weight g (oz)
TBL 015	26.3 (1.04)	100 (3.53)
TBL 030	52.5 (2.07)	160 (5.64)
TBL 060	70.0 (2.76)	230 (8.11)
TBL 090	105.0 (4.13)	340 (12.0)
TBL 150	175 (6.89)	625 (22.0)



Wall Mounting Bracket

Instead of a DIN-rail, the modules can be also mounted on a chassis or wall with help of a mounting bracket which is supplied as standard with each power supply.



Dimensions in [mm], () = inch
Tolerances: ±0.5 mm (±0.02)

Wiring

AC Input	Description	Wire size
all models; L, N only (2 pin terminal)		AWG 26 – 16 / 1.5 mm ² max.
DC Output	single terminal	AWG 26 – 14 / 1.5 mm ² max.
DC Output	double terminal	AWG 26 – 14 / 1.5 mm ² max.

Specifications can be changed any time without notice.

Specifications can be changed without notice! Make sure you are using the latest documentation, downloadable at www.tracopower.com
Rev. December 13, 2013

www.tracopower.com

ANNEXE 20°: IMPLEMENTATION AUTOMATE PROGRAMME (CPU)

Programme d'Initialisation :

Ce programme n'est exécuté qu'une seule fois au démarrage de l'automate. On met le moteur sous tension et on lui affecte ses paramètres d'accélération et de décélération.

PROGRAM _INIT

```
(*****  
(***** MISE SOUS PUISSANCE CONVOYEUR D'ENTREE *****)  
Axe1Interface.Commandes.Power:=TRUE;  
Axe1Interface.Parametres.Accel:= 400;  
Axe1Interface.Parametres.Decel:= 400;
```

END_PROGRAM

Programme Cyclique :

Ce programme quant à lui s'exécutera à chaque cycle automate (toutes les 2ms). C'est lui qui conduit notre loi de commande de vitesse.

Notre programme contenant plusieurs axes, on commence par indiquer quel axe on désire contrôler grâce à la fonction ncaccess décrite précédemment.

PROGRAM _CYCLIC

```
(***** DEBUT DU PROGRAMME *****)  
(***** CREATION DU LIEN ncACCES *****)  
AxeLocal ACCESS ADR(Axe1Interface); // déclaration de Axelocal  
status := ncaccess(ncACP10MAN, ADR('gAxis01'), ADR(Objet)); // création du lien entre l'axe et  
son pointeur  
  
IF status<>0 THEN // si le lien n'est pas bon  
    RETURN ; // on ne continue pas le cycle  
END_IF;
```

Nous déclarons ensuite tous les blocs fonctions PLCopen dont nous allons avoir besoin pour contrôler notre axe.

```
(***** MC_BR_READDRIVESTATUS *****)  
(***** ETAT DU VARIATEUR *****)  
MC_BR_ReadDriveStatus_0.Axis:=Objet;  
MC_BR_ReadDriveStatus_0.Enable:= NOT MC_BR_ReadDriveStatus_0.Error; // le FB est  
exécuté s'il n'y a pas erreur sur le variateur  
MC_BR_ReadDriveStatus_0.AdrDriveStatus := ADR(AxeLocal.Status.info); // initialisation de l'état  
du variateur de l'axe  
MC_BR_ReadDriveStatus_0(); // exécution du bloc fonction
```

```

(***** MC_READSTATUS *****)
(***** ETAT "statePLCOpen" DE L'AXE *****)
MC_ReadStatus_0.Axis := Objet ;
MC_ReadStatus_0.Enable := NOT MC_ReadStatus_0.Error; // le FB est exécuté s'il n'y a pas
d'erreur sur l'état de l'axe
MC_ReadStatus_0(); // exécution du bloc fonction (lecture du statut "statePLCOpen")
AxeLocal.Status.statePLCOpen := PLCOpen_Unknown; // initialisation du statut "statePLCOpen"
de l'axe à l'état "PLCOpen_Unknown"
IF MC_ReadStatus_0.Valid THEN // si le statut PLCOpen est valide
  IF MC_ReadStatus_0.Disabled THEN // si le statut "statePLCOpen" est "Disabled"
    AxeLocal.Status.statePLCOpen := PLCOpen_Disabled; // mise à jour du nouvel état
    "statePLCOpen"
  END_IF;
  IF MC_ReadStatus_0.StandStill THEN // si le statut "statePLCOpen" est "StandStill"
    AxeLocal.Status.statePLCOpen := PLCOpen_StandStill; // mise à jour du nouvel état
    "statePLCOpen"
  END_IF;
  IF MC_ReadStatus_0.Stopping THEN // si le statut "statePLCOpen" est "Stopping"
    AxeLocal.Status.statePLCOpen := PLCOpen_Stopping; // mise à jour du nouvel état
    "statePLCOpen"
  END_IF;
  IF MC_ReadStatus_0.Homing THEN // si le statut "statePLCOpen" est "Homing"
    AxeLocal.Status.statePLCOpen := PLCOpen_Homing; // mise à jour du nouvel état
    "statePLCOpen"
  END_IF;
  IF MC_ReadStatus_0.DiscreteMotion THEN // si le statut "statePLCOpen" est "DiscreteMotion"
    AxeLocal.Status.statePLCOpen := PLCOpen_DiscreteMotion; // mise à jour du nouvel
    état "statePLCOpen"
  END_IF;
  IF MC_ReadStatus_0.ContinuousMotion THEN // si le statut "statePLCOpen" est
  "ContinuousMotion"
    AxeLocal.Status.statePLCOpen := PLCOpen_ContinuousMotion; // mise à jour du
    nouvel état "statePLCOpen"
  END_IF;
  IF MC_ReadStatus_0.SynchronizedMotion THEN // si le statut "statePLCOpen" est
  "SynchronizedMotion"
    AxeLocal.Status.statePLCOpen := PLCOpen_SynchronizedMotion; // mise à jour du
    nouvel état "statePLCOpen"
  END_IF;
  IF MC_ReadStatus_0.Errorstop THEN // si le statut "statePLCOpen" est "Errorstop"
    AxeLocal.Status.statePLCOpen := PLCOpen_ErrorStop; // mise à jour du nouvel état
    "statePLCOpen"
  END_IF;
END_IF;

```

```

(***** MC_READACTUALVELOCITY *****)
(***** LECTURE VITESSE TEMPS REEL *****)
MC_ReadActualVelocity_0.Axis := Objet ;
MC_ReadActualVelocity_0.Enable := NOT MC_ReadActualVelocity_0.Error; // le FB est exécuté
s'il n'y a pas erreur
MC_ReadActualVelocity_0(); // exécution du bloc fonction (lecture de la vitesse de l'axe)
AxeLocal.Status.Vitesse := MC_ReadActualVelocity_0.Velocity; // mise à jour de la vitesse actuelle

```

```

(***** MC_READACTUALPOSITION *****)
(***** LECTURE POSITION TEMPS REEL *****)
MC_ReadActualPosition_0.Axis := Objet ;
MC_ReadActualPosition_0.Enable := NOT MC_ReadActualPosition_0.Error ;// le FB est exécuté
s'il n'y a pas erreur
MC_ReadActualPosition_0();// exécution du bloc fonction (lecture de la position de l'axe)
AxeLocal.Status.Position := MC_ReadActualPosition_0.Position ;// mise à jour de la position
actuelle

(***** HOME *****)
(***** PRISE ORIGINE DE L'AXE *****)
MC_Home_0.Axis:=Objet;
MC_Home_0.Position := 0.0;// affectation de la position d'origine de l'axe
MC_Home_0.HomingMode := mcHOME_DIRECT;// mode prise d'origine

CASE AxeLocal.Status.statePLCOpen OF// en fonction de l'état "statePLCOpen" de l'axe
  PLCOpen_StandStill:// "statePLCOpen" dans état "StandStill"
    IF NOT(AxeLocal.Status.info.HomingOk)// si la commande "Homing" n'a pas été
    effectuée
    AND AxeLocal.Commandes.Power THEN// et qu'une demande "Power ON" est
    effectuée
      MC_Home_0.Execute:=TRUE; // alors la prise d'origine est exécutée dans ce
      cycle
    ELSE
      MC_Home_0.Execute:= FALSE;// sinon celle-ci n'est pas exécutée dans ce cycle
    END_IF;

  PLCOpen_Homing:// "statePLCOpen" dans état "Homing", rien n'est fait

  ELSE // pour tous les autres états PLCopen
    MC_Home_0.Execute:=FALSE;// la commande "Homing" de l'axe ne sera pas
    exécutée dans ce cycle
END_CASE;

MC_Home_0();// exécution du bloc fonction

IF MC_Home_0.Done OR MC_Home_0.Error OR MC_Home_0.CommandAborted THEN// si la
commande "Homing" s'est correctement exécutée, ou en erreur, ou interrompue
  MC_Home_0.Execute:=FALSE;// alors son exécution n'est pas effectuée
END_IF;

(***** ERRORSTOP *****)
(***** GESTION RAZ ERREURS *****)
MC_Reset_0.Axis:=Objet;
IF EDGEPOS(AxeLocal.Status.Erreur.NombreErreur = 0)// si le nombre impulsionnel d'erreur est
égal à 0
AND AxeLocal.Status.statePLCOpen =PLCOpen_ErrorStop THEN// et que le statut
"statePLCOpen" est "Errorstop"
  MC_Reset_0.Execute:=TRUE;// alors le reset est exécuté automatiquement
END_IF;

IF AxeLocal.Status.Erreur.NombreErreur = 0// si le nombre d'erreur est égal à 0

```

```
AND AxeLocal.Status.statePLCOpen = PLCOpen_ErrorStop // et que le statut "statePLCOpen" est
"Errorstop"
AND AxeLocal.Commandes.Acquittement THEN // et qu'une demande d'acquittement est
demandée
    MC_Reset_0.Execute:=TRUE; // alors le reset est exécuté sur acquittement
END_IF;

MC_Reset_0(); // exécution du bloc fonction

IF MC_Reset_0.Done OR MC_Reset_0.Error THEN // si le reset est correctement exécuté ou en
erreur
    MC_Reset_0.Execute:=FALSE; // alors son exécution n'est pas effectuée
END_IF;

MC_ReadAxisError_0.Axis:=Objet;
MC_ReadAxisError_0.Enable := NOT MC_ReadAxisError_0.Error ; // le FB est exécuté s'il n'y a
pas erreur
MC_ReadAxisError_0.Acknowledge:=AxeLocal.Commandes.Acquittement; // affectation de la
demande d'acquittement
MC_ReadAxisError_0.DataAddress:=ADR(AxeLocal.StatusErreur.TexteErreur); // affectation du
pointeur pointant sur le texte d'erreur
MC_ReadAxisError_0.DataLength:=SIZEOF(AxeLocal.StatusErreur.TexteErreur); // affectation de
la taille du texte d'erreur
MC_ReadAxisError_0.DataObjectName:= 'acp10etxen' ; // affectation de la table d'erreur

MC_ReadAxisError_0(); // exécution du bloc fonction
AxeLocal.StatusErreur.NombreErreur:= MC_ReadAxisError_0.AxisErrorCount; // mise à jour du
nombre d'erreur
AxeLocal.StatusErreur.NumeroErreur:=MC_ReadAxisError_0.AxisErrorID; // mise à jour de l'ID de
l'erreur
AxeLocal.Commandes.Acquittement:=FALSE; // mise à jour de la demande d'acquittement

IF AxeLocal.StatusErreur.NombreErreur <> 0 // si le nombre d'erreur est différent de 0
OR AxeLocal.Status.statePLCOpen =PLCOpen_ErrorStop THEN // ou que le statut
"statePLCOpen" est "Errorstop"
    AxeLocal.StatusErreurErreur := TRUE; // on indique que l'axe est en erreur
ELSE
    AxeLocal.StatusErreurErreur := FALSE; // sinon pas d'erreur
END_IF
```

On se charge ensuite de gérer les actions possibles en fonction de l'état dans lequel on se trouve.

```
(***** GESTION DES ETATS *****)
(***** statePLCOpen *****)
CASE AxeLocal.Status.statePLCOpen OF// en fonction de l'état "statePLCOpen" de l'axe
  PLCOpen_Disabled,PLCOpen_ErrorStop,PLCOpen_StandStill :// "statePLCOpen" dans état
  "Disabled", "Errorstop" ou "StandStill"
    IF AxeLocal.Commandes.Power THEN// si demande "Power ON" de l'axe
      MC_Power_0.Enable:=TRUE;// mise sous puissance du moteur
    ELSE
      MC_Power_0.Enable:=FALSE;
    END_IF;

  PLCOpen_ContinuousMotion,PLCOpen_DiscreteMotion,PLCOpen_Homing,//
  "statePLCOpen" dans état "ContinuousMotion", "DiscreteMotion", "Homming"
  PLCOpen_SynchronizedMotion :// ou "SynchronizedMotion"
    IF NOT AxeLocal.Commandes.Power THEN// si pas de demande "Power ON" de l'axe
      MC_Stop_0.Execute:=TRUE;// alors l'axe est stoppé
    END_IF;

  PLCOpen_Stopping :// "statePLCOpen" dans état "Stopping", rien n'est fait

  ELSE// pour tous les autres états PLCOpen
    MC_Power_0.Enable:=FALSE;// l'axe n'est plus en puissance
    MC_Stop_0.Execute :=FALSE;// donc la demande de stop est remise à jour
END_CASE;

MC_Power_0.Axis:=Objet;
MC_Power_0();// exécution du bloc fonction

MC_Stop_0.Axis:=Objet;
localACP10 ACCESS Objet;// Objet peut accéder aux données de localACP10
MC_Stop_0.Deceleration := localACP10.limit.parameter.a2_pos;// affectation de la décélération en
fonction de la valeur de localACP10
MC_Stop_0();// exécution du bloc fonction

IF MC_Stop_0.Done OR MC_Stop_0.Error OR MC_Stop_0.CommandAborted THEN// si le stop
s'est correctement exécuté, ou en erreur, ou interrompu
  MC_Stop_0.Execute:=FALSE;// alors son exécution n'est pas effectuée
END_IF;
```

```

(***** Axe1Interface *****)
(***** GESTION DE L'AXE *****)
VMax:=ConsigneVMax;
Pas:= ConsigneEcartPiece+LongueurPiece;// Pas de récupération pour Tapis 1
AxeLocal.Parametres.Vitesse:= Axe2Interface.Status.Vitesse;// Vitesse Axe local calée sur axe
suivant

// REMPLISSAGE D'UN TABLEAU DES POSITIONS DES PIECES
IF EDGEPOS(CapteurTapis1) THEN// Si front montant sur CapteurTapis 1
  IF NombrePiece >0 THEN// Si le nombre de pièces est supérieur à 0
    FOR i:= NombrePiece TO 1 BY -1 DO// Pour i allant du nombre de pièce à 1 par
    incrément de -1
      TabTapis[i] := TabTapis[i-1];// Remplir TabTapis par le bas de la position des
      pièces
    END_FOR
  END_IF

  TabTapis[0] := DistanceC1; // Remplir TabTapis[0] de la distance du CapteurTapis1 à
  l'extrémité du tapis
  NombrePiece:= NombrePiece + 1;// Incrémenter le nombre de pièces
END_IF

// MISE A JOUR DU TABLEAU DES POSITIONS DES PIECES EN TEMPS REEL
AvanceTapis := AxeLocal.Status.Vitesse* 0.002;// Calcul de l'avance du tapis en temps réel (temps
de cycle API = 0.002s)
IF NombrePiece >0 THEN// Si le nombre de pièces est supérieur à 0
  FOR i:= 0 TO NombrePiece-1 BY 1 DO// Pour i allant de 0 à nombre de pièce-1
    TabTapis[i] :=TabTapis[i] - AvanceTapis ; // Mettre à jour la position des pièces
  END_FOR
END_IF

// SORTIE DES PIECES DU TABLEAU LORS DU PASSAGE AU TAPIS SUIVANT
IF NombrePiece>0 THEN// Si le nombre de pièce est supérieur à 0
  IF TabTapis[NombrePiece-1] < - LongueurPiece THEN// Si la position de la pièce est
  inférieure à - la longueur de la pièce
    PieceLivree:= LongueurPiece;// alors la pièce livrée sur le tapis 2 a avancé de la
    longueur de la pièce
    TabTapis[NombrePiece-1]:=0;// Supprimer la position de la pièce
    NombrePiece:=NombrePiece-1;// Décrémenter le nombre de pièce sur le tapis 1
  END_IF
END_IF

// MISE A JOUR DE LA POSITION DE LA PIECE LIVREE EN TEMPS REEL
PieceLivree:=PieceLivree+Axe2Interface.Status.Vitesse*0.002; // Calcul de la position de la pièce
livrée en temps réel (temps de cycle API = 0.002s)

// DELTA DE POSITION ENTRE LA PIECE LIVREE ET LA FUTURE PIECE LIVREE
IF NombrePiece>0 THEN// Si le nombre de pièces est supérieur à 0
  DeltaPositionActuelle := PieceLivree + TabTapis[NombrePiece-1];// Calcul du delta de
  position entre la pièce livrée et la future pièce livrée
ELSE
  DeltaPositionActuelle := PieceLivree + DistanceC1;// autrement si pas de pièce, le delta de
  position est égal à la position de la piece livree + distanceC1
END_IF

```

```

// DELTA DE VITESSE ENTRE L'AXE LOCAL ET LE TAPIS SUIVANT
DeltaVitesse :=AxeLocal.Status.Vitesse-Axe2Interface.Status.Vitesse; // Calcul du delta de vitesse
entre l'axe local et l'axe suivant

// TEMPS DE LA RAMPE D'ACCELERATION
TempRevenirVitesseTapisSuivant:=(DeltaVitesse/AxeLocal.Parametres.Accel);// Calcul du temps
d'accélération de l'axe local

// CALCUL EN TEMPS REEL DU DELTA D'ESPACE A RATTRAPER
IF DeltaVitesse>=0 THEN// Si le delta vitesse est supérieur ou égal à 0
    DeltaEspaceRatrappe:=DeltaPositionActuelle// Calcul du delta d'espace à rattraper est égal
    au delta de position en temps réel
    -(TempRevenirVitesseTapisSuivant*DeltaVitesse)/2.0; // - l'aire du triangle de la rampe de
    décélération (Calcul de la vitesse moyenne de la rampe de décélération)
    IF DeltaEspaceRatrappe<Pas THEN// Si le delta d'espace à rattraper est inférieur au pas
        AxeLocal.Parametres.Vitesse:=0;// Mettre l'axe local à vitesse nulle

    ELSE
        AxeLocal.Parametres.Vitesse:=VMax;// Sinon mettre l'axe local à vitesse maximale
    END_IF
ELSE// Sinon le delta vitesse est inférieur à 0
    DeltaEspaceRatrappe:=DeltaPositionActuelle;// Calcul du delta d'espace à rattraper est égal
    au delta de position en temps réel
    +(TempRevenirVitesseTapisSuivant*DeltaVitesse)/2.0; // + l'aire du triangle de la rampe
    d'accélération
    IF DeltaEspaceRatrappe<Pas THEN// Si le delta d'espace à rattraper est inférieur au pas
        AxeLocal.Parametres.Vitesse:=0;// Mettre l'axe local à vitesse nulle

    ELSE
        AxeLocal.Parametres.Vitesse:=VMax;// Sinon mettre l'axe local à vitesse maximale
    END_IF
END_IF

// TRANSFERT DE PIECE DE L'AXE LOCAL A L'AXE SUIVANT
IF NombrePiece>0 THEN// Si le nombre de pièces est supérieur à 0
    IF DeltaVitesse >0 THEN// Si le delta vitesse est supérieur à 0
        IF TabTapis[NombrePiece-1] < (TempRevenirVitesseTapisSuivant*DeltaVitesse)/2.0 //
        Si la position de la pièce est inférieure
            +(TempRevenirVitesseTapisSuivant*Axe2Interface.Status.Vitesse) THEN
                AxeLocal.Parametres.Vitesse:=Axe2Interface.Status.Vitesse;// Mettre l'axe local
                à la vitesse de l'axe suivant
            END_IF
        END_IF
    END_IF
END_IF

(***** FIN GESTION DE L'AXE *****)
(***** Axe1Interface *****)
(***** )

```

```

(***** START CYCLIC VELOCITY MOVEMENT *****)
(***** JEU DE VITESSE CYCLIQUE *****)
MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.Axis:=Objet;
MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.CyclicVelocity:= AxeLocal.Parametres.Vitesse;// affectation de la
vitesse définie de l'axe avec correction
MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.Direction:= mcPOSITIVE_DIR;// affectation de la direction de l'axe
MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.Acceleration:= AxeLocal.Parametres.Accel;// affectation de
l'accélération de l'axe
MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.Deceleration:= AxeLocal.Parametres.Decel;// affectation de la
décélération de l'axe
CASE AxeLocal.Status.statePLCOpen OF// en fonction de l'état "statePLCOpen" de l'axe
  PLCOpen_StandStill:// "statePLCOpen" dans état "StandStill"
    IF AxeLocal.Status.info.HomingOk// si la commande "Homing" est effectuée
    AND AxeLocal.Commandes.Power// et qu'une demande "Power ON" est effectuée
    AND (BoutonMarcheArret=TRUE) THEN// et qu'il y a un ordre de mise sous tension
      MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.Enable := TRUE;// exécution du bloc fonction et
      du mouvement
    ELSE
      MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.Enable := FALSE;// sinon celui-ci n'est pas
      exécuté dans ce cycle
    END_IF;

  PLCOpen_ContiniousMotion:// "statePLCOpen" dans état "ContiniousMotion"
    IF MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.Enable = TRUE// si la commande "cyclic velocity"
    est exécutée
    AND (BoutonMarcheArret=FALSE) THEN// et qu'il y a un ordre de mise hors tension
      MC_Halt_0.Execute:=TRUE;// l'arrêt est réalisé
      MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.Enable := FALSE;// la commande "cyclic
      velocity" est arrêtée
    END_IF

    ELSE// pour tous les autres états PLCopen
      MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.Enable := FALSE;// la commande "cyclic velocity"
      de l'axe ne sera pas exécutée
    END_CASE
MC_BR_MoveCyclicVelocity_0();// exécution du bloc fonction
IF MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.Error// si la commande "cyclic velocity" est en erreur
OR MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.CommandAborted THEN// ou interrompue
  MC_BR_MoveCyclicVelocity_0.Enable := FALSE;// alors son exécution n'est pas effectuée
END_IF

(***** HALT MOVEMENT *****)
(***** GESTION DE L'ARRET *****)
MC_Halt_0.Axis:=Objet;
MC_Halt_0.Deceleration:=AxeLocal.Parametres.Decel; // affectation de la vitesse de décélération
au bloc fonction d'arrêt

MC_Halt_0();// exécution du bloc fonction

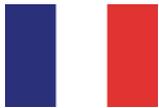
IF MC_Halt_0.Done OR MC_Halt_0.Error OR MC_Halt_0.CommandAborted THEN//si l'arrêt s'est
correctement exécuté, ou en erreur, ou interrompu
  MC_Halt_0.Execute:=FALSE;// alors son exécution n'est pas effectuée
END_IF
END_PROGRAM

```

SYSTEME DE CONVOYAGE A ESPACEMENT CONSTANT

Projet réalisé par : Eric BORDRON et Fabrice YAOUANC

Projet encadré par : Sébastien LAHAYE



Le projet a été réalisé par deux étudiants de quatrième année en AGI (Automatique et Génie Informatique) à l'ISTIA, une école d'ingénieurs située à Angers.

Le nom de ce projet est « Réalisation d'une maquette pédagogique d'un système de convoyage à espacement constant » et a pour objectif de réaliser une maquette pédagogique représentative des systèmes de convoyage à espacement constant.

Il est très courant de rencontrer dans l'industrie ce type de dispositif permettant d'obtenir un espacement constant entre les pièces transportées. L'objectif est de faciliter les traitements (tri, conditionnement, remplissage,...) en aval sur la ligne de production.

Bien que ce projet ait un objectif technique, il oblige chaque étudiant à être autonome et à l'équipe entière de gérer le déroulement d'un projet.

Mots-clés : maquette, convoyage, espacement constant



This project has been carried out by two students in fourth grade in ACS (Automatic and Computer Sciences) in engineering school in Angers.

Its name is "Developing an educational model of a system of conveyors with constant spacing". The objective is to conceive a representative educational model of the systems of conveying with constant spacing.

It is very common to meet this type of device in the industry allowing to obtain a constant spacing between the transported parts/products. The objective is to facilitate processings (sorting, packaging, filling, ...) downstream on the production line.

Although, this project has a technical purpose, it requires each student to be autonomous and the whole team to handle the conduct of a project.

Keywords: model, conveying, constant spacing