

BY 125

SYSTEME DE SYNCHRONISATION ECONOMIQUE

MANUEL D'UTILISATION



- Fréquence de comptage de 80 kHz
- Temps de réponse dynamique élevé (120 µsec)
- Marche synchronisée en phase ou en proportion
- Entrées générateur d'impulsions TTL (A, \bar{A} , B, \bar{B} , Z, \bar{Z})
- Mise en oeuvre facile par PC et liaison série.
- Mémoires RAM et EEPROM
- Simple à installer et à raccorder (rail DIN ou RACK)

*Pour des infirmations plus actuelles cf. les versions BY12512d
disponibles en allemand et en anglais*

1.	Introduction	Page 1
2.	Principe de base	Page 4
3.	Traitement des impulsions	Page 6
4.	Changement de rapport en production	Page 8
5.	Modification de phase et positionnement relatif	Page 8
6.	Registre index et contrôle	Page 9
7.	Raccordement et configuration du matériel	Page 10
	7.1. Tension d'alimentation	Page 11
	7.2. Générateur d'impulsion	Page 11
	7.3. Entrées et sorties analogiques	Page 13
	7.4. Ports séries	Page 13
	7.5. Contrôle des entrées et sorties	Page 15
8.	Liste des registres	Page 17
	8.1 Registres de données	Page 17
	8.2 Programmation des registres	Page 19
9.	Les leds frontales	Page 21
10.	Guide du signal analogique	Page 21
11.	Guide du signal digital	Page 22
12.	Remarques au sujet des moteurs, générateurs d'impulsions, câbles etc...	Page 23
13.	Reset et mémorisation des erreurs	Page 24
14.	Spécifications et dimensions	Page 25

1) INTRODUCTION

Le BY125 est un synchroniseur économique pour des hautes performances de synchronisation et des applications multiples entre deux moteurs indépendants, avec un rapport prix/performance intéressant. L'unité est compatible avec plusieurs sortes de moteurs (AC,DC,SERVO etc...), qui ont des vitesses variables proportionnelles à la tension de consigne comprise entre 0 et 10V. La fréquence de comptage de 60 kHz permet l'utilisation de générateur d'impulsions de haute résolution même avec de grande vitesses de fonctionnement. Grâce au temps de réponse très court (120µs), l'unité permet une synchronisation convenable sous des conditions dynamiques élevée avec des servo-moteurs.

Bien entendu, ces appareils sont aptes à assurer un synchronisme intégral ou proportionnel ainsi qu'un grand nombre d'autres fonctions comme l'utilisation d'une impulsion d'index (TOP0), un ajustage de phase, une indication digitale du déphasage, etc...

Tous les paramètres sont programmés numériquement, ce qui exclut tout réglage par potentiomètres. Le paramétrage s'effectue par l'intermédiaire d'un PC/Laptop et du logiciel opérateur SW12501 (compris à la livraison).

Le système est intégré dans un boîtier 19 " avec tous les raccordements sur la face avant. Dans le cas d'un montage en rack, un châssis pivotant n'est pas nécessaire. Avec l'option SM150, l'appareil est encliquetable sur rail DIN.

Le BY125 nécessite une alimentation 24VDC non stabilisée (18/30V).

La description qui suit utilise, en relation avec les paramètres et les fonctions de contrôles, des indications de la forme "Cxx". Elles représentent les numéros des paramètres et des fonctions lors d'une communication avec un PC ou un ordinateur industriel, par le biais de la liaison série.

Toutes les indications sont données en toute bonne foi, car elles sont le fruit de notre expérience et ont été maintes fois vérifiées. Toutefois, MOTRONA n'engage pas sa responsabilité concernant toute erreur possible et se réserve le droit d'effectuer des modifications.

Ces instructions sont étendues, car nous essayons de décrire toutes les fonctions et détails concernant le BY125 et le logiciel opérateur.

Si vous avez déjà une expérience concernant l'utilisation des modules de synchronisation MOTRONA, vous pouvez seulement consulter les paragraphes 7), 8) et 22).

Lorsque vous serez familiarisé avec le PC et le logiciel, les menus opérateur deviendront suffisamment explicites.

Section I Description des fonctions de bases et de la physionomie électrique

Section II Description de l'utilisation du logiciel opérateur SW 12501 avec un PC

Section III Information au sujet du protocole logiciel utilisé, seulement lorsque le système doit fonctionner connecté en permanence à un automate programmable ou à un ordinateur industriel.

2. PRINCIPE DE BASE

Le principe est basé sur l'adjonction d'une "synchronisation analogique" entre les deux moteurs à synchroniser. Cela est effectué en appliquant une tension de consigne pour la vitesse de référence sur les moteurs et en réglant la vitesse de rotation des moteurs de tel sorte qu'ils puissent fonctionner avec un synchronisme approximatif. L'adjonction d'un rapport de vitesse pour le moteur esclave peut être réalisé comme représenté figure 1. Cette pre-synchronisation analogique peut permettre d'avoir deux vitesse de rotations avec une tolérance de l'ordre de 1%.

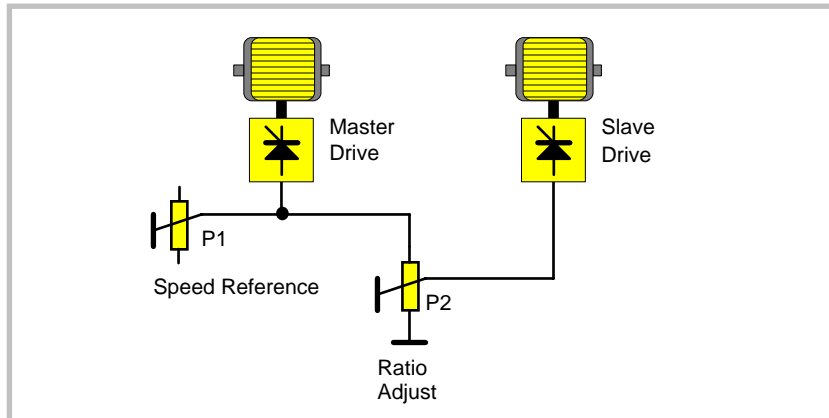


Fig.1

La mission d'un synchronisme digital est, maintenant, de compenser ce défaut résiduel de façon qu'il en résulte une synchronisation en position, angulaire et absolu avec absence de dérive et de décalage successif du rotor des moteurs. Cela nécessite d'avoir un retour digital de la position angulaire du rotor de ces moteurs. En général, on utilise des générateurs d'impulsions incrémentaux ou des signaux équivalents (par exemple signaux équivalents émis par un résolveur).

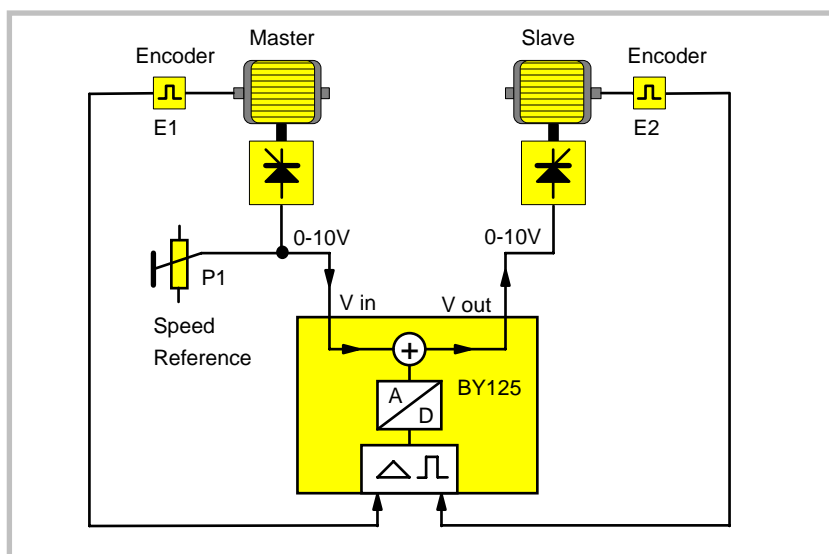


Fig.2

La synchronisation contrôle en permanence la position angulaire des deux rotors et génère immédiatement un signal analogique de correction dès l'apparition d'une erreur angulaire. Ce signal analogique de correction vient s'ajouter à la consigne de vitesse de référence du moteur esclave, tout en tenant compte du sens de cette correction, afin de repositionner les deux rotors des moteurs maître et esclave. Comme le système de synchronisation a un temps de réponse de seulement quelques microsecondes pour chaque impulsion du générateur d'impulsion, le moteur esclave n'a pratiquement aucune chance de dériver.

Remarque 1 : Un avantage essentiel, pour obtenir une synchronisation de qualité, est d'utiliser un signal analogique de référence, comme décrit ci-dessus, spécialement pour des systèmes dynamiques (accélération, décélération et marche arrière fréquentes). Ce ne serait pas un problème technique de générer la valeur de consigne de référence du moteur esclave à partir des signaux du générateur d'impulsion, mais cela provoquerait des erreurs temporaires en positionnement et en vitesse avant que le système n'est calculé la tension de commande correcte de référence pour le moteur esclave afin d'obtenir une synchronisation correcte. Notre philosophie concernant la synchronisation est qu'**à tous moments les moteurs soient en phase**, et non pas seulement à l'intérieur d'une plage de temps de synchronisation. Pour cette raison, le BY125 utilise un signal analogique de référence pour le moteur esclave et un retour digital de la position angulaire qui garantissent de bons et performants résultats dans toutes les conditions d'utilisations pratiques.

Remarque 2 : En fait, l'entrée analogique U_e correspondrait mieux à un signal de vitesse proportionnel à la vitesse réelle u du moteur maître plutôt qu'à un signal de consigne de vitesse de référence. Pour autant qu'un signal de la vitesse réelle soit disponible (générateur tachymétrique, sortie image de la consigne de vitesse), il peut être utilisé comme consigne de vitesse de référence. Cependant, dans les applications pratiques, il n'y a normalement pas de différence car la consigne de commande de vitesse et la vitesse réelle sont en boucle fermée. Mais il existe des exceptions :

Lorsque, par exemple, le moteur maître utilise une rampe interne, cette coïncidence n'existe plus et il existe des changements brusques de la tension de consigne de vitesse de référence (la vitesse réelle s'approche de la consigne de vitesse par le biais de rampes internes). Il en résulte l'apparition d'erreurs temporaires en positionnement et en vitesse pendant les phases d'accélération et de décélération, tant que le moteur n'a pas atteint sa vitesse stable. Si ces erreurs temporaires ne peuvent pas être acceptées, il existe deux possibilités :

- Raccorder un signal de vitesse de référence correct sur l'entrée U_e , comme expliqué ci-dessus.
- Mettre les rampes du maître à zéro et utiliser un générateur de rampes externe (tel notre RG125), ou une sortie analogique d'un automate programmable, comme montré figure 3.

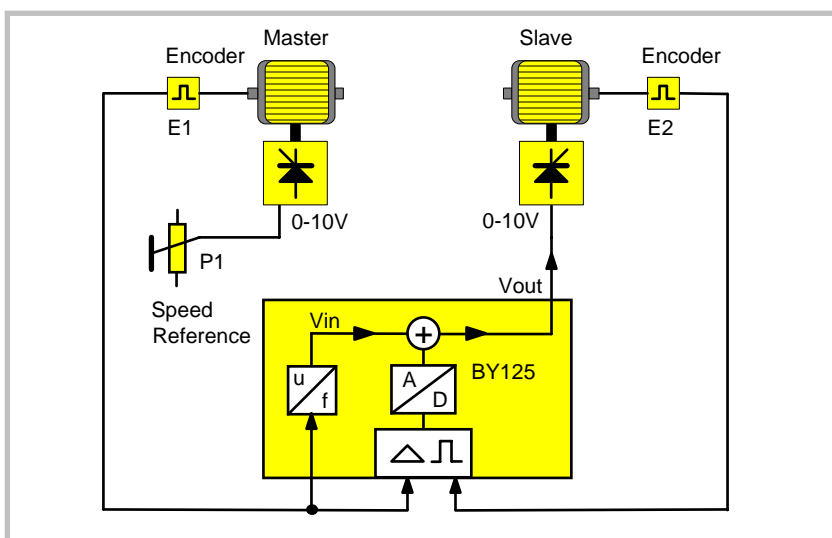


Fig.3

Remarque 3 : Quelques applications n'utilisent pas toujours un signal de référence analogique (par exemple lorsque le maître est une roue de mesure sur une ligne de produit sans fin).

Quelques applications utilisent des convertisseurs Fréquence/Tension rapides afin de générer un signal de vitesse analogique depuis le générateur d'impulsion du maître (par exemple notre convertisseur FU 125). Il faut alors savoir que de petites oscillations risquent d'apparaître lors de brusques changements de vitesse, dues au temps de réponse du convertisseur f/v . Voir figure 4

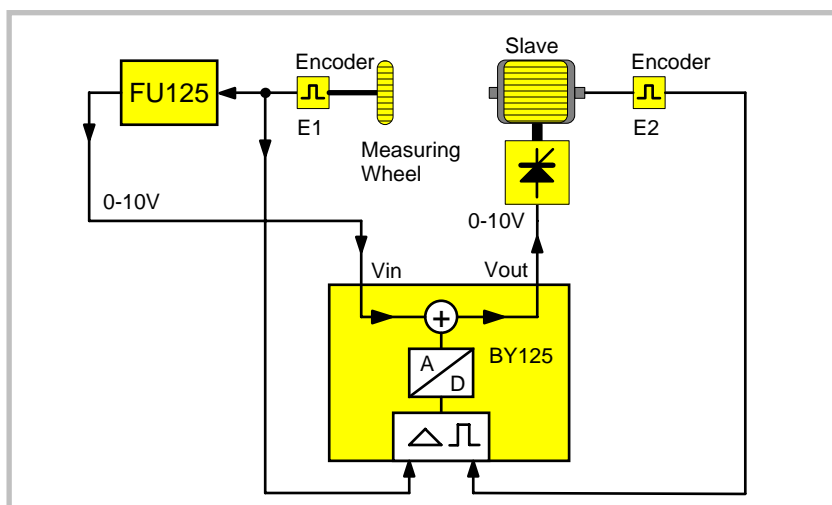


Fig.4

3. TRAITEMENT DES IMPULSIONS

Pour une adaptation simple du synchroniseur par rapport à des impératifs physiques et opérationnels (réducteur, résolution codeur, diamètre de roue de mesure etc...), les impulsions du maître et de l'esclave sont traitées séparément. Le facteur "FACTOR 1" affecte les impulsions du maître et le facteur "FACTOR 2" celles de l'esclave.

Les deux facteurs ont 5 décades et peuvent avoir des valeurs comprises entre 0.0001 et 9.9999. Mettre les deux facteurs à une valeur 1, correspond à obtenir un rapport de vitesse et de phase de synchronisation de 1:1. Les valeurs des facteurs peuvent être introduits par le biais d'une liaison série avec une interface RS232 ou d'une interface optionnelle RS485 (référence SS124). Indépendamment du mode de programmation, la modification en course ou en angle du moteur esclave en fonction du maître découle de l'équation suivante :

$$S_{\text{Esclave}} = \frac{\text{Facteur 1}}{\text{Facteur 2}} \cdot S_{\text{Maître}}$$

(opération proportionnelle)

$$S_{\text{Esclave}} = \frac{1}{\text{Facteur 1}} \cdot \frac{1}{\text{Facteur 2}} \cdot S_{\text{Maître}}$$

(opération réciproque)

Les opérations réciproques ou proportionnelles peuvent être sélectionnées par le paramètre "LV-CALC" dans le menu setup.

Remarque concernant les équations :

Lorsqu'une synchronisation en position et angulaire est requise, nous recommandons d'affecter à **S master** et **S slave** un nombre correspondant au nombre d'impulsion par tour des générateurs d'impulsions lorsque les deux moteurs doivent être synchronisés sur une distance précise ou lors d'un cycle machine défini.

Lorsque simplement une synchronisation en vitesse est requise (par exemple lorsqu'une erreur de vitesse de l'ordre de 10^{-5} est acceptable), S master et S slave peuvent aussi être paramétrés avec la valeur de la fréquence des générateurs d'impulsions.

Pour une opération proportionnelle normale, en tenant compte de toutes les données géométriques de la machine, on préférera affecter au facteur 2 une valeur qui permettra d'avoir le facteur 1 directement dans l'unité utilisée (FACTOR 1 est le paramètre qui peut être modifié pendant la production, et le facteur 2 est la "constante machine" qui normalement ne sera jamais modifiée.)

L'exemple suivant permet d'expliquer le calcul du facteur 1 et du facteur 2 avec un système de déroulement de bande de matière, dont la tension de la matière doit être modifiée de l'extérieur en adaptant la vitesse de l'esclave :

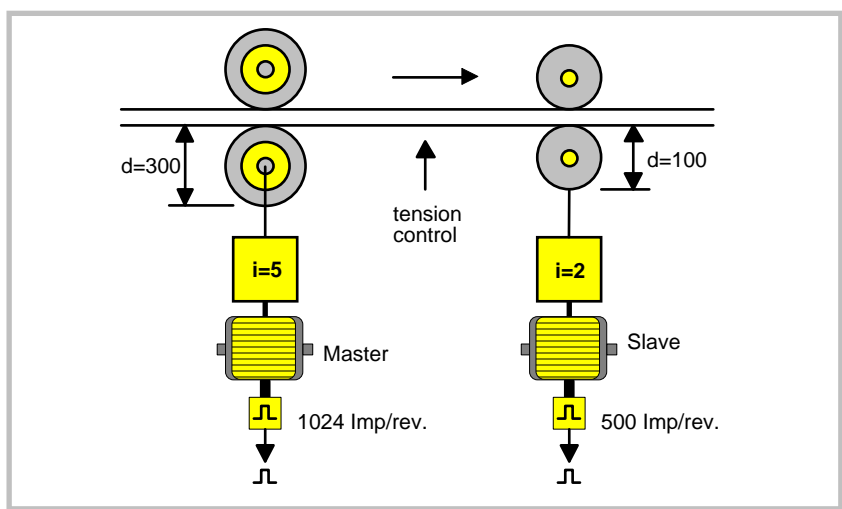


Fig.5

Lors d'un tour complet du rouleau du maître, le système reçoit $5 \times 1024 = 5120$ impulsions du générateur maître. Si la matière doit traverser le système sans aucune tension, le rouleau de l'esclave devra faire exactement trois tours dans ce temps. Donc le système doit recevoir $3 \times 2 \times 500 = 3000$ impulsions du générateur de l'esclave. Cela signifie que le système recevra 3000 impulsions de l'esclave pour chaque 5120 impulsions du maître pour fonctionner en synchronisation.

En conséquence, nous devrions avoir les valeurs des facteurs 1 et 2 de tel sorte que nous ayons la relation

$$5120 \times \text{Facteur 1} = 3000 \times \text{Facteur 2}$$

Une manière simple d'obtenir cela, est d'utiliser la valeur inverse du nombre impulsion pour les facteurs, par exemple : FACTOR 1 = 0.3000 et FACTOR 2 = 0.5120. Alors les conditions de synchronisation seront réalisées et la formule est vérifiée, mais cela pourra perturber la compréhension de l'utilisateur qui, pour avoir un système sans tension, il devra introduire la valeur 0,3000 sur son terminale. Pour une meilleure compréhension, il est préférable qu'il puisse introduire la valeur 1. Alors nous aurons la formule suivante :

$$5120 \times 1,0000 = 3000 \times \text{Facteur 2}$$

Comme résultat, nous trouvons que le facteur 2 doit avoir la valeur $5120 : 3000 = 1.7067$. Cela calibre le facteur 1 à une unité compréhensible (1.0000 = Pas de tension, 1.0375 = 3,75% de tension). Le même résultat peut être obtenu en utilisant le paramètre "F1 scaling Factor" pour le traitement des valeurs transmises par l'opérateur sur un terminal.

Remarque 1 : Il est préférable, dans la mesure du possible, d'avoir la valeur des facteurs 1 et 2 comprise entre 0.1000 et 2.0000. Cela permet au BY d'utiliser pleinement les 12 bits de résolution pour tous les convertisseurs D/A. Lorsque, par exemple, le résultat du calcul des facteurs donne les valeurs 4.5000 et 7.8000, il est préférable d'utiliser les valeurs 0.4500 et 0.7800 (ou 0.9000 et 1.5600 ou toutes autres valeurs proportionnelles dans la fourchette préconisée) afin d'assurer un meilleur fonctionnement.

Remarque 2 : Lorsqu'une synchronisation en position est nécessaire, l'accumulation d'erreurs doit être évitée en choisissant une valeur exacte pour les facteurs 1 et 2 (les facteurs ne peuvent être paramétrés qu'avec 4 chiffres après la virgule).

Par exemple, si l'on a un rapport 16:17, il ne faut jamais utiliser la valeur décimale 0.94117647... pour le facteur 1 car les chiffres qui n'ont pas pu être introduits provoqueront une erreur qui se cumulera rapidement et provoquera des erreurs de positionnement. Cela peut être parfaitement évité en utilisant des valeurs comme 1.6000 et 1.7000 (ou 0.8000:0.8500 etc..).

Cette remarque peut ne pas être respectée lors d'une synchronisation de vitesse seule, car les erreurs de vitesse sont tellement petites qu'elles deviennent indécélables.

4. CHANGEMENT DE RAPPORT EN PRODUCTION

Le rapport de vitesse peut être modifié à tout moment en modifiant la valeur du facteur 1 en liaison série, introduite par la commande "Activate Data". Le changement de la valeur 1.0000 à 2.0000 du facteur 1 entraînera une vitesse deux fois plus rapide. Le changement de vitesse peut être doux ou brusque. Une rampe \sin^2 ajustable est disponible pour le changement de vitesse. Voir paragraphe "Ramp1".

Le rapport de vitesse, en utilisant le mode 3, peut encore être changé à l'aide de boutons poussoirs ou de signaux provenant d'un automate programmable. Dans ce mode, toute activation des entrées "TRIM +" et "TRIM -" provoque une incrémentation ou une décrémentation permanente de la valeur du facteur 1.

La vitesse d'incrément et de décrémentation est sélectionnable par le registre "Trim Speed". A tout moment, la valeur du facteur peut être sauvegardée dans l'EEPROM par activation d'une entrée du système ou par une commande logiciel. Ceci permet d'être certain d'utiliser plus tard le même rapport de vitesse ou après une coupure secteur.

Pour prévenir toutes erreurs de manipulation ou de paramétrage excessif, la valeur du facteur 1 peut être limité à l'aide de deux paramètres Factor 1 Minimum et Factor 1 Maximum.

5. MODIFICATION DE PHASE ET POSITIONNEMENT RELATIF

La situation de phase entre le maître et l'esclave est déterminé par l'état existant lors de la mise sous tension ou lors de la dernière activation de l'entrée reset (en mode indexage, le top index et le déphasage définissent la position relative, voir chapitre 6).

Pendant tout le temps de fonctionnement, la position relative et l'écart angulaire sont maintenus jusqu'à ce que l'utilisateur ne les change par utilisation des signaux TRIM.

Cette fonction, activée par les entrées TRIM+ ou TRIM-, provoque une augmentation ou une diminution temporaire de la vitesse de l'esclave et permet un déphasage entre les deux rotors. Lors du relâchement des boutons TRIM, le moteur se resynchronise avec sa nouvelle position relative. La vitesse différentielle du TRIM est réglable et fonctionne comme un additionneur ou un soustracteur de vitesse pour l'esclave, sans tenir compte de la vitesse absolue actuelle. C'est pour cela que la fonction TRIM peut être utilisée pendant l'arrêt des moteurs afin de positionner l'esclave dans une bonne position de départ. La fonction TRIM est disponible seulement en mode 1 et 2.

Comme exemple, la fonction TRIM est idéale pour régler les pixels de couleur en fonctionnement des machines à imprimés multicolores.

6. REGISTRE INDEX ET CONTROLE

Les impulsions d'index ou marqueur sont utilisés pour la correction automatique de position des moteurs ou de la matière et permettent ainsi une resynchronisation. Il est possible d'utiliser soit la sortie TOPO du générateur d'impulsion (Z et Z₂, 5V TTL) ou l'entrée index du bornier de raccordement à vis (10...30V), mais il ne faut en aucun cas utiliser les deux en même temps.

Il est possible d'introduire et de mémoriser la valeur de déphasage entre les impulsions index à l'aide d'un PC ou d'un ordinateur standard, et peut être modifié à tout moment (registre "phase offset").

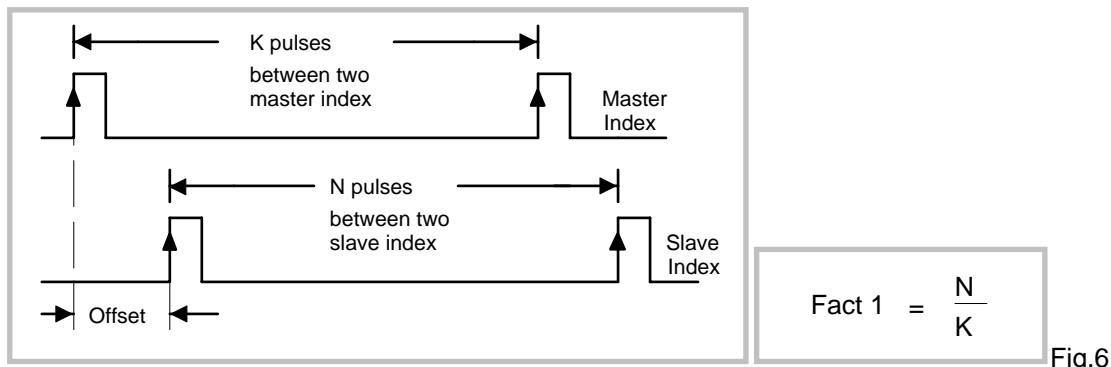


Fig.6

Le paramètre "FACTOR 1" est utilisé pour mettre en correspondance le nombre d'impulsions K et N des deux générateurs d'impulsions. Le nombre des impulsions de l'esclave N doit être inscrit dans le registre "Imp-Ind".

La formule Fig.6 permet de calculer la valeur du facteur 1. La valeur du déplacement M doit être inscrit directement, comme celle du "nombre d'incrément de l'esclave", et être comprise entre 0 et +/-N/2, ce qui correspond à un déphasage compris entre 0 et +/-180°.

Entre les deux signaux index, le système fonctionne comme une synchronisation digitale normale. Les impulsions du maître sont proportionnelles au facteur 1, mais les impulsions de l'esclave sont comptées, en mode index, avec un facteur fixe de valeur 1,0000.

Un front montant de l'entrée index de l'esclave démarre le processus de comparaison de phase avec l'index du maître et de correction, s'il n'y a pas de correspondance avec la valeur de déphasage M. Les phases d'ajustement additionnelles, telles que décrites au paragraphe 5.1, sont aussi disponibles en mode index. Par exemple, démarrer depuis une position de phase initiale M, le déphasage final peut facilement être réglé, par boutons poussoirs ou automate programmable, suivant l'application. La nouvelle valeur de déphasage peut être récupérée dans le registre "Phase Offset" M.

Comme spécialité, le BY125 peut même fonctionner avec un nombre d'index différent des deux côtés. Cela est possible grâce aux spécifications suivantes :

- l'entrée index maître est équipée d'un diviseur d'index programmable (paramètre Ind-Div), qui, par exemple, permet de prendre en compte une impulsion sur cinq.
- l'entrée index esclave est verrouillée dans un mode de fonctionnement qui est d'être active seulement après une entrée index maître valide.

Cela permet à l'utilisateur d'avoir à terme, pour un cycle de machine, d'avoir par exemple 5 impulsions index du maître et 3 impulsions index de l'esclave. Lors du démarrage, le BY125 vérifie la position des deux index et les met en correspondance. Par conséquent, chaque 5^{ième} index maître devra être contrôlé pour chaque 3^{ième} index esclave.

7. RACCORDEMENT ET CONFIGURATION MATERIEL

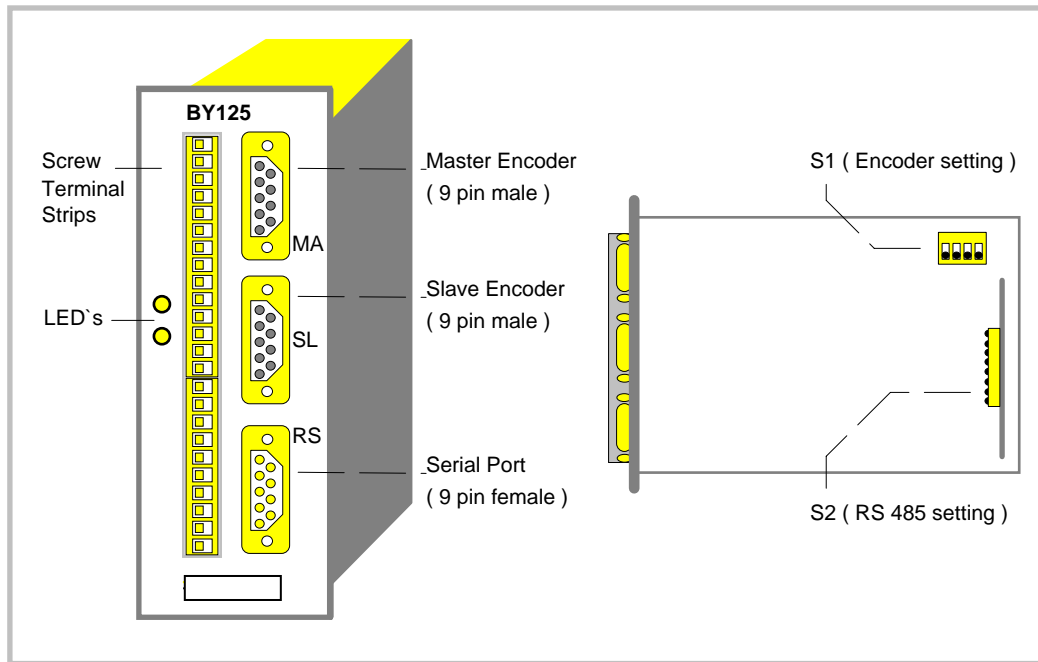


Fig.7

Fig.7 type de connexion disponible en face avant, Fig.8 Schéma de raccordement du BY125 avec une configuration de périphériques minimum et Fig.9 représente le raccordement complet des différentes broches.

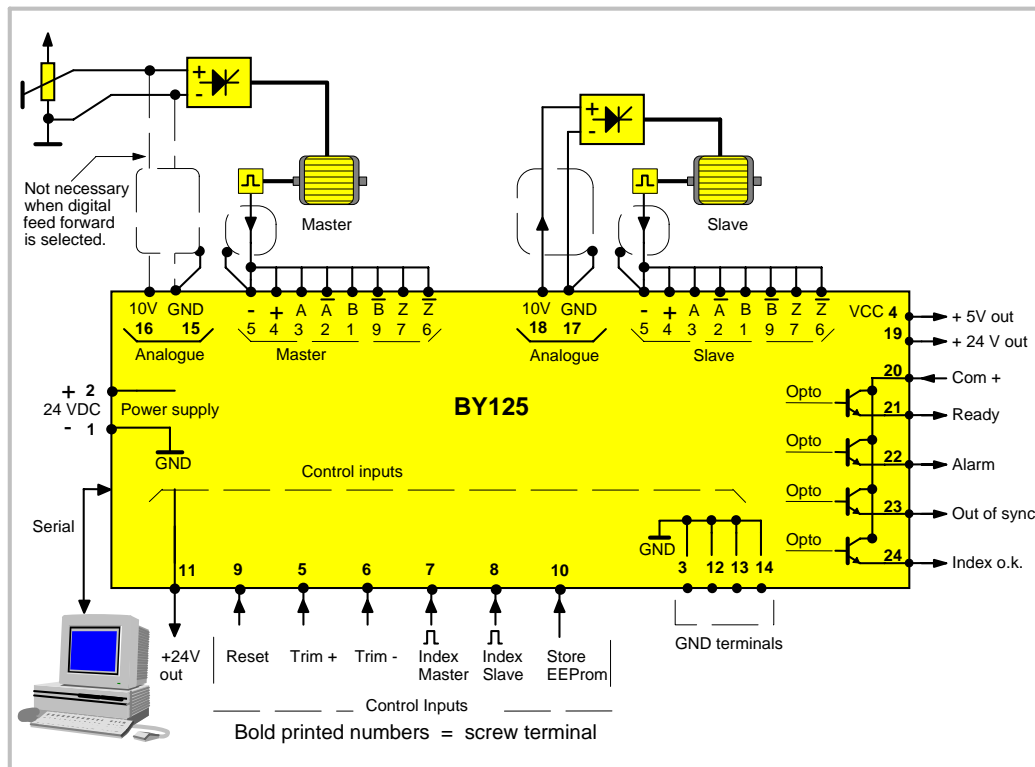


Fig.8

7.1 Tension d'alimentation

Le BY125 nécessite une alimentation 24 V DC (+/- 25%) non stabilisée, tant que la tension, ondulation comprise, ne dépasse pas les limites de 18 à 30V. L'alimentation du BY125 est protégée contre les inversions de polarité par une diode.

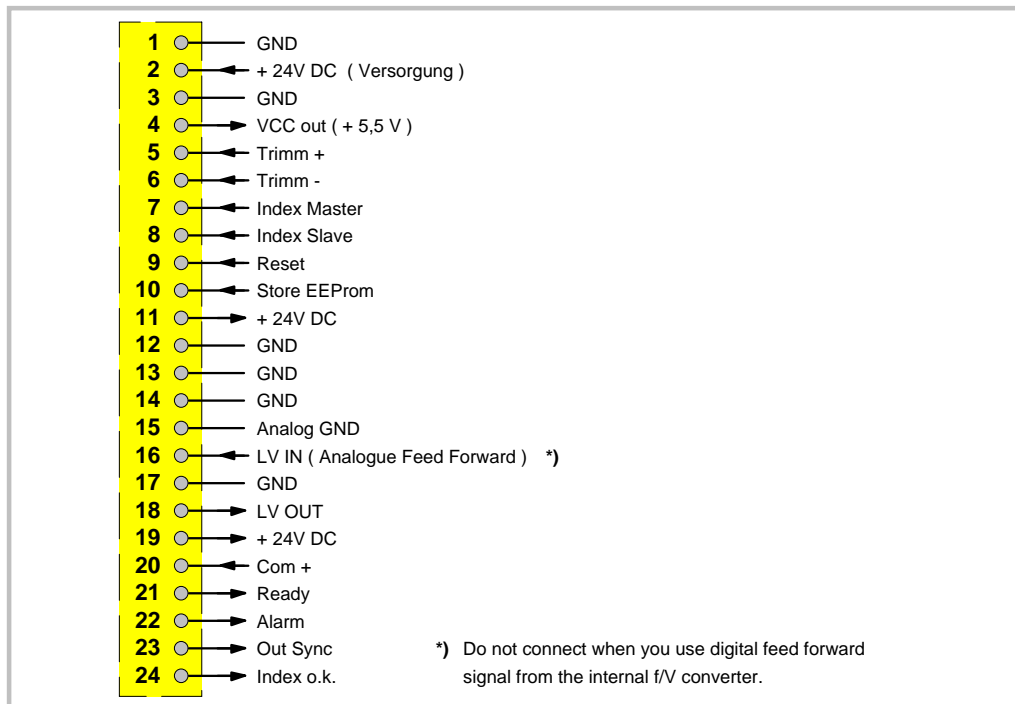


Fig.9

7.2 Générateur d'impulsions

Le système n'accepte que les signaux d'impulsions TTL (5V RS422) ou signaux équivalents depuis un simulateur de générateur d'impulsions (résolveur). Il est essentiel de raccorder les signaux A, \bar{A} , B, \bar{B} . Les signaux d'index Z, \bar{Z} peuvent être supprimés s'il n'y a pas nécessité.

Lorsque les entrées d'index, avec un niveau haut, raccordées aux bornes à visser 7 et 8 sont utilisées, les signaux Z et \bar{Z} **ne doivent jamais être raccordés** car il peut y avoir une confusion entre les différents signaux d'index.

S'il y a nécessité d'utiliser un codeur existant 10-30Volts avec les signaux A/B/Z, un convertisseur PU202 doit être utilisé afin de convertir ces signaux au format RS422 avec les signaux complémentaires.

Une tension auxiliaire de 5,5V (max 500 mA total) est disponible sur le connecteur MAITRE et ESCLAVE pour une alimentation simple des générateurs d'impulsions. Les deux connecteurs sont des connecteurs SUBD 9 points mâle.

Les figures 10 et 11 montrent le schéma de raccordement des générateurs d'impulsions et le schéma de principe des circuits d'entrées. Lors du raccordement des générateurs d'impulsions, il n'est pas très important de respecter l'ordre des signaux A et B pour respecter le sens de comptage. Le sens de comptage peut être défini dans le menu de configuration du logiciel.

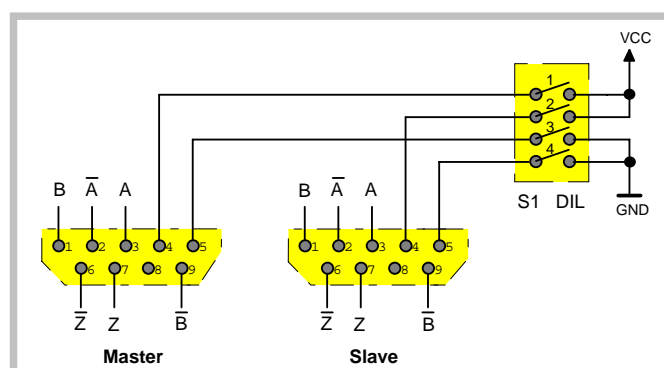


Fig.10

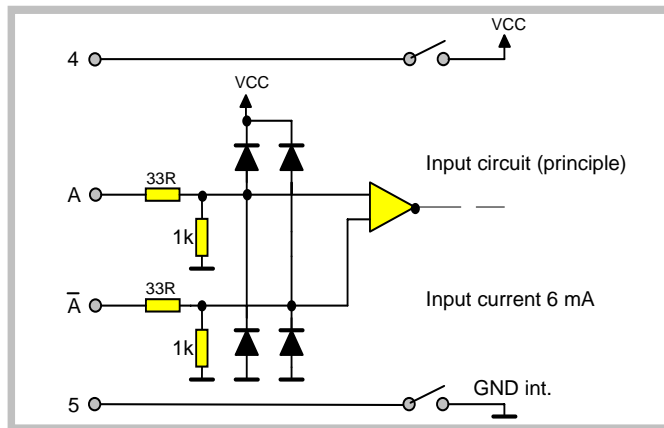


Fig.11

Important

Les 4 switches S1 vous permettent de configurer le type d'alimentation utilisé pour les générateurs d'impulsions (voir figure 7).

Générateurs d'impulsions alimentés par le BY125

Commuter les switches 1 et 3 sur ON (maître)
Commuter les switches 2 et 4 sur ON (esclave)
Les pins 4 et 5 sont disponibles pour les alimentations.

Générateurs d'impulsions alimentés par une source extérieure ou le simulateur du moteur est utilisé (résolveur).

Commuter les switches 1 sur OFF et 3 sur ON (maître)
Commuter les switches 2 sur OFF et 4 sur ON (esclave)
La pin 5 est disponible pour le potentiel GND.

Opération sans potentiel

Commuter les switches 1 et 3 sur OFF (maître)
Commuter les switches 2 et 4 sur OFF (esclave)
Les entrées fonctionneront hors potentiel. Toutefois, la source d'impulsion doit être en phase avec le moteur tout en utilisant une alimentation externe.

ATTENTION

Lorsque les switches 1 et 2 sont sur ON, vous devez vous assurer qu'aucune tension externe n'est appliquée sur les pins 4 et 5 car cela pourrait sérieusement endommager l'unité.

7.3 Entrées et sorties analogiques

Les entrée et sortie analogiques se situent sur les bornes de raccordement à visser 16 et 18. Le commun GND analogique est raccordé en interne au négatif de l'alimentation 24 V DC. Tous les niveaux analogiques sont compris entre +/-10 Volts.

Lvin (borne 16): Réception d'une tension proportionnelle à la vitesse du maître (par exemple tension de référence maître ou signal tachymétrique niveau +/-10V).

Lvout (borne 18): Cette sortie pilote la vitesse de l'esclave en transmettant une tension de consigne. Lorsque le "Gain Corr" est configuré avec une autre valeur que 0, la tension de correction digitale est prise en charge par cette sortie.

Les bornes GND 15 et 17 représentent le potentiel GND des signaux analogiques et sont raccordées en interne.

7.4 Ports séries

Le système est équipé en standard d'une interface RS232 et peut être équipé d'une interface additionnelle RS485 en option (Option SS124). Les deux liaisons séries utilisent le même connecteur pour le raccordement et la communication est possible avec les deux interfaces à la fois en alternance.

Nota:

Lorsque l'interface RS232 est connectée, la liaison RS485 n'effectuera plus d'opération dans son mode de potentiel libre.

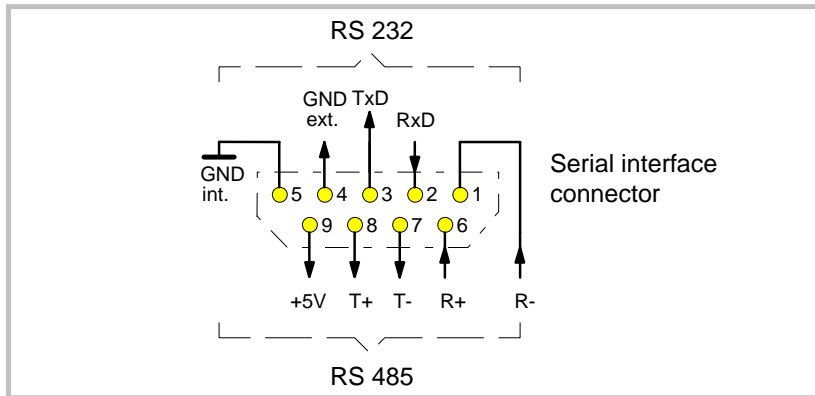
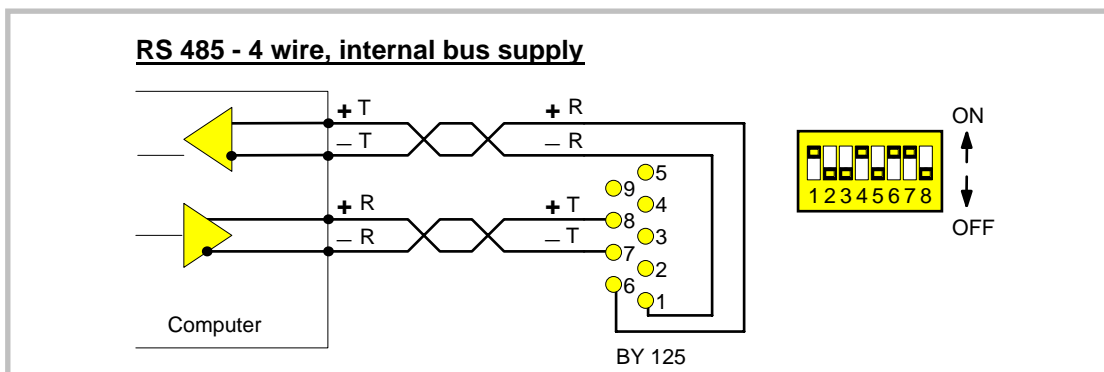
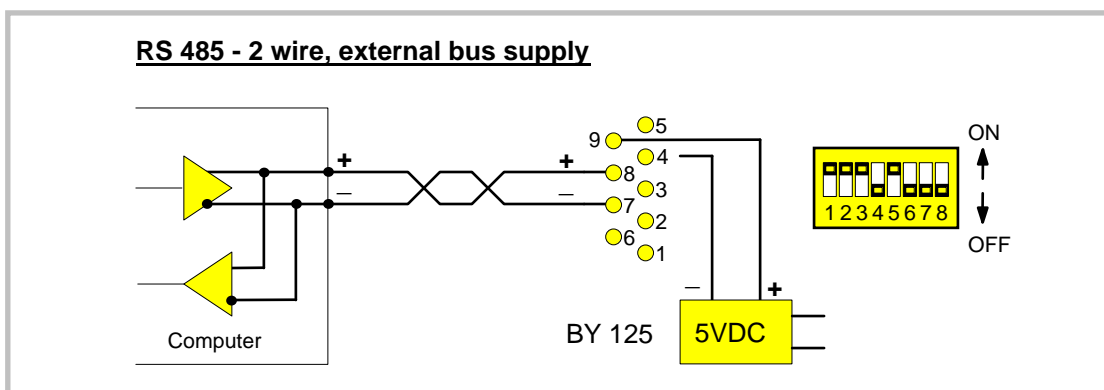
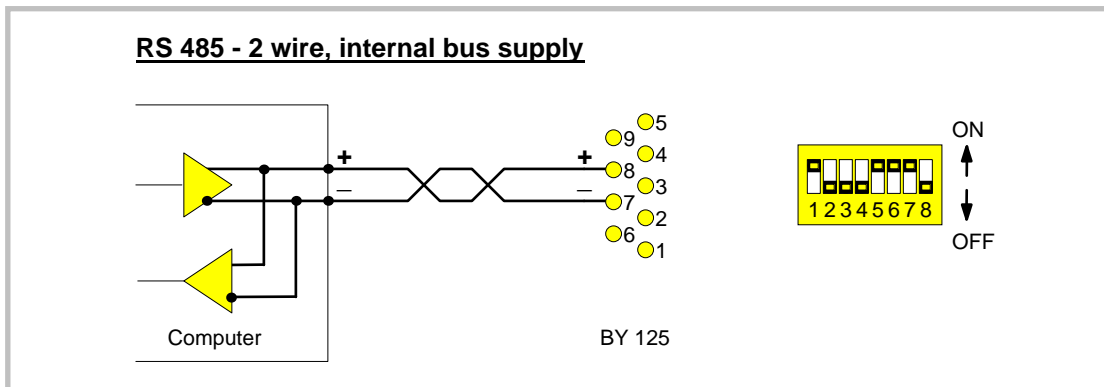


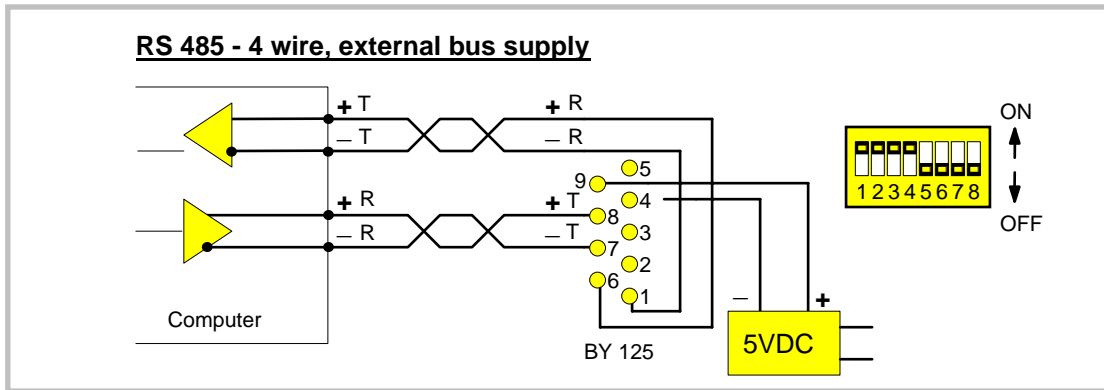
Fig.12

La liaison série doit être utilisée.

- Pour la configuration des registres par PC, utiliser le logiciel opérateur OS3.1.
- Pour des opérations en ligne avec un ordinateur maître, il y a possibilité d'accéder à tous les registres et les fonctions de contrôle. La liaison de communication utilise le protocole DRIVECOM standard (ISO 1745) qui est très utilisé dans le milieu industriel.

Avant de mettre en service le BY125 avec un bus RS485, quelques réglages sont nécessaires. Ouvrir le flanc droit de l'appareil. La carte optionnelle d'interface RS485 est équipée de 8 switches S2 situés à l'extrémité droite de la face arrière (voir fig 7). Le type de bus et le niveau de potentiel souhaité peuvent être configurés.





Nota: Lors de l'utilisation des deux bus de communication, le BY125 utilise un certain temps pour commuter de "transmission" en "réception" et l'ordinateur devra prévoir un délais (comme indiqué fig13) avant d'établir une nouvelle communication.

Avec l'alimentation interne du bus RS485, il ne doit en aucun cas y avoir une tension externe d'appliquée sur la pin 4 du connecteur.

Delay Times:	
Baud Rate:	Time in ms:
600	32
1200	16
2400	8
4800	4
9600	2

Fig.13

7.5 Contrôle des entrées et sorties

Il y a 6 contrôles possibles pour les entrées et 4 pour les sorties de disponibles sur les bornes à visser. Toutes les entrées sont compatibles avec les automates programmables. Tous les signaux sont raccordé au GND et le potentiel négatif à l'alimentation. Toutes les sorties sont des sorties transistors opto-isolées, compatibles avec les automates programmables.

Logique 0 (bas) = 0.....5 Volts
Logique 1 (haut) = 10...30 Volts

Afin d'éviter toutes erreurs, les signaux de commandes restent dans un état stable pendant au moins 10 msec.

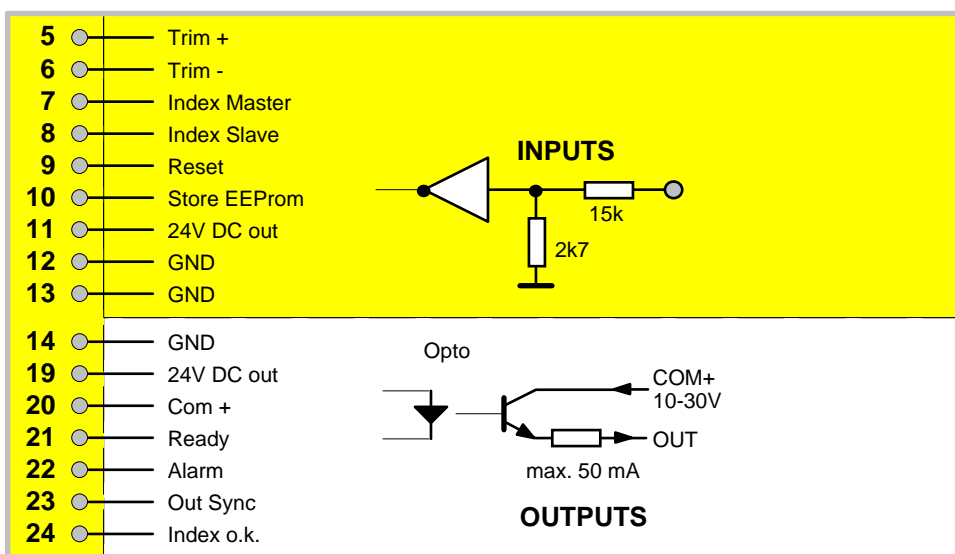


Fig.14

Entrées:

Trim + (5) : Ajuste la position angulaire de l'esclave afin de rattraper le maître, dans la direction choisie. A condition que les opérations soient seulement statiques. Incrémente le facteur d'échelle FACT1 dans le mode 3.

Trim - (6) : Identique à ci-dessus mais ajuste l'esclave afin de le retarder par rapport au maître ou décrémente le facteur d'échelle FACT1 dans le mode 3.

Index maître (7):

Index esclave (8): Ces entrées 10-30V permettent l'utilisation de détecteurs de proximités ou de cellules photoélectriques pour l'impulsion de TOP0, lorsque cette marque de référence ne peut être transmise par le générateur d'impulsion. Les entrées sont prises en compte sur le front montant de l'information et sont traitées par une fonction logique "ou" sur l'entrée index TTL du générateur d'impulsion, ce qui permet de traiter l'un ou l'autre mais jamais les deux en même temps.

Reset (9): Remet à zéro les compteurs différentiel internes et les signaux de correction analogiques. Les deux moteurs fonctionnent en synchronisme analogique sans correction.

Restitution des données

de l'EEPROM (10): Un front montant de cette entrée restitue toutes les données de fonctionnement actuel et stocker dans l'EEPROM et lors de la prochaine mise sous tension, les données modifiées seront validé. Le BY125 n'est plus opérationnel pendant un temps de 50msec lors de l'activation de la restitution et la sortie "READY" changera d'état pendant la restitution.

Sorties:

Ready (21): Elle signale que l'unité est prête à fonctionner. A la mise sous tension, cette sortie est à zéro pendant environ une seconde, afin de permettre à l'alimentation de se stabiliser, puis passe à un. La sortie repasse à zéro pendant le temps de sauvegarde des paramètres dans l'EEPROM.

Attention: lorsque la sortie est à un, l'unité ne peut pas détecter elle même un défaut système et donc n'est pas une garantie d'un fonctionnement sans défaut.

Alarm (22): La sortie "alarm" signal que la tolérance de déviation présélectionnée à été dépassée, dans l'une ou l'autre des directions, tel que défini dans le paramètre "alarm".

Out Sync (23): Cette sortie passe à un lorsque, malgré la correction analogique intégrale, le synchronisme ne peut pas être maintenu. Des problèmes électriques ou mécanique peuvent en être la cause.

Index ok (24): La sortie passe à un lorsque l'impulsion de l'index de l'esclave est à l'intérieur de la fenêtre définie dans le paramètre "Ind Wind", en respectant la position de l'impulsion de l'index du maître et le déphasage inscrit dans le registre "Phase Offset".

8 LISTE DES REGISTRES

Les registres modifiés sont sauvegardés dans un EEPROM. Les registres peuvent seulement être programmés par une liaison série en utilisant l'interface RS232 ou RS485.

Le logiciel SW12501 (compris avec la livraison) permet simplement de lire, écrire, modifier, copier et ajuster les paramètres. Il est aussi inclus un ajustement et un programme de test pour un paramétrage simple.

Le tableau suivant présente tous les registres de fonctionnement. Les caractères "C00, C01 etc.." représente le code adresse pour la liaison série. Tous les paramètres, en regard de leur valeur numérique, sont limités en interne.

Data in		Setup	
C00	Factor 1	C40	Mode
C01	Factor 2	C41	LV Calculation
C02	Trim Time	C90	Unit NR.
C03	Integration Time	C91	Baud - Rate
C04*	Impulse Index	C92	Serial Form
C05*	Offset	C45	Master Direction
C06	Alert1	C46	Slave Direction
C08	Ramp	C47	Offset Correction
C09	Stop Ramp	C48	Gain Correction
C10	Correction Divider	C50	Gain Total
C11*	Phase Adjust		
C12*	Index Divider		
C13	F1 Scaling Factor		
C14	Factor 1 Minimum		
C15	Factor 1 Maximum		
C16*	Index Window		
C17	Sampling Time		
C18*	Index Mode		

Fig.15

8.1 Registres de données

Factor 1: Facteur de traitement des impulsions du générateur maître. Plage de réglage entre 0.0001 et 9.9999

Factor 2: Facteur de traitement des impulsions du générateur esclave. Plage de réglage entre 0.0001 et 9.9999.
En mode 2, ce paramètre est automatiquement configuré avec la valeur fixe 1.0000.

Trimm speed: Le changement du taux doit être introduit comme un nombre de cycle logiciel (1cycle=120µsec), pour la vitesse de décalage, lorsque les entrées Trim +/- sont activées, ou pour l'inc/dec du facteur 1 en mode 3.
Plage de réglage entre 001 et 999 cycles par incrément.
Exemple:
Avec un Trimm configuré à 001, toutes les 120µsec un décalage d'un incrément est effectué (=8333 incréments par seconde), et avec un Trimm configuré à 050, le processeur doit attendre 50 cycles pour un incrément de décalage.

Intégration

time: la constante de temps pour l'intégrateur de phase, qui permet d'éviter des erreurs de positionnement, est aussi introduit comme un nombre de cycle logiciel. Plage de réglage entre 000 et 999.

Valeur 000: Pas d'intégration, seulement un contrôle proportionnel.

Valeur 020: L'intégrateur à besoin de 20 cycles (2,4msec) pour rattraper un incrément, etc...
En mode 2, l'intégrateur est automatiquement inactif.

Impulse index: Seulement pour la synchronisation avec index. Nombre d'impulsion N entre les index esclave
(voir paragraphe 6). Plage de réglage entre 1 et 50.000.

Phase offset: Nombre d'impulsions, du générateur esclave, de décalage admissible par rapport au maître. En mode 2, cela est équivalent au déphasage M. Plage de réglage: +/- 32.000

Alarm: Configuration de la fenêtre de tolérance. Peut être configuré entre 0000 et 9999 bits de différence. Valeur courante 30. Active la sortie "Alarm" en cas de dépassement de la fenêtre de tolérance.

Index window: Configuration d'une fenêtre dans laquelle, les impulsions index du maître et de l'esclave doivent être pendant le fonctionnement. Elle peut être configurée entre 1 et 9999 incréments du générateur d'impulsion. Il active la sortie "Index ok", lorsque les impulsions index du maître et de l'esclave sont à l'intérieur de la fenêtre.

Ramp: Temps de la rampe lors d'un changement de rapport de vitesse. Valeur comprise entre 0 et 99,9 sec.. Mettre le paramètre "Ramp" à zéro entraîne un changement brutal de la vitesse de l'esclave. Toutes les autres valeurs génèrent une transition \sin^2 entre un rapport et le suivant, à l'intérieur du temps configuré, indépendant de la différence entre la vitesse initiale et finale.

Stop-ramp: Lorsque, pendant le fonctionnement, le programme test est activé par une commande de la liaison série, le moteur esclave utilisera cette rampe pour ralentir avant d'exécuter les fonctions de test. Valeurs comprises entre 0 et 99,9 sec.

Correction divider:

Cette fonction est active dans tous les modes de fonctionnement. Valeurs comprises entre 1 et 11 produit une atténuation digitale du signal de correction de phase qui est généré, lorsque que le moteur est raccordé avec un jeu mécanique (couplage roue dentée), et ne peut réagir rapidement. Dans certain cas, il n'est pas souhaitable d'effectuer une correction immédiate. Le "Correction Divider" génère une fenêtre, pour le "jeu" du moteur, à l'intérieur de laquelle le contrôleur n'effectuera aucune correction.

Valeur 1= Pas de fenêtre, réaction avec 1 incrément

Valeur 2= Fenêtre avec +/- 1 incrément du générateur d'impulsion.

Valeur 3= Fenêtre avec +/- 2 incrément du générateur d'impulsion.

Valeur 4= Fenêtre avec +/- 4 incrément du générateur d'impulsion.

Valeur 4= Fenêtre avec +/- 8 incrément du générateur d'impulsion. Etc...

Phase adjust: Seulement pour les fonctionnements avec index. Atténuation digitale de la réponse par rapport aux erreurs des impulsions index.

1 = correction intégrale avec chaque index reçue, soit 100%

2 = correction à chaque pas avec 50% d'erreurs résiduelles

3 = correction à chaque pas avec 33% d'erreurs résiduelles

4 = correction à chaque pas avec 25% d'erreurs résiduelles

5 = correction à chaque pas avec 20% d'erreurs résiduelles etc...

Explication:

la valeur dépend de la dynamique du moteur et de sa vitesse maximum.

Exemple: Si une impulsion index arrive toutes les 20msec et que le moteur ne puisse corriger

une erreur en 20msec, il y aura une instabilité si la correction suivante est activée avant que la précédente ne soit terminée. Dans un tel cas, le pourcentage de correction de phase doit être réduit.

Index- Divider: Seulement pour les fonctionnements avec index.

Une fois que la procédure d'installation est terminée, programmer le facteur d'échelle F1 à la valeur numérique qui devra correspondre à une valeur de fonctionnement de 1.0000 pour le facteur 1

Exemple : Si l'opérateur désire programmer 3.5000 au lieu de 1.0000, programmer le facteur F1 à 35000. Pour tous les calculs des facteurs, vérifier le mode dans lequel vous vous trouvez (proportionnel ou inversement proportionnel au Fact 1).

Facteur 1 min

Facteur 1 max: Ce sont les limites de programmation du facteur 1. Les valeurs inscrites en dehors de ces limites seront réajustées par rapport aux valeurs min ou max. Les valeurs du facteur 1 vont de 0.9500 à 1.0500, l'utilisateur doit tenir compte d'une variation de +/- 5 % du rapport de vitesse. En mode 3 l'incrément et la décrémentation du facteur 1 sont limitées à cette fenêtre.

8.2 Programmation des registres

Mode Il existe 8 modes de fonctionnement comme indiqué fig 20 . Plage de 1 à 8

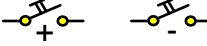

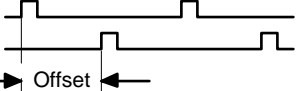
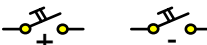
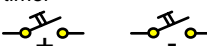




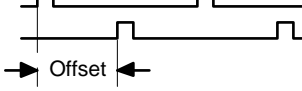

Mode	Trim inputs	Index inputs	Impulse scaling
1	Phase trim by internal timer 	No function	Fact 1 : Fact 2
2	Phase trim by internal timer 	Index control with phase offset 	Fact 1 : 1,0000
3	Phase trim by internal timer 	Index Master $\int =$ Forward offset displacement Index Slave $\int =$ Reverse offset displacement	Fact 1 : Fact 2
4	Phase trim by internal timer 	Index Master  Increment Fact 1 Index Slave  Decrement Fact 1	Fact 1 : Fact 2
5	Phase trim by external pulse source 	No function	Fact 1 : Fact 2
6	Phase trim by external pulse source 	Index control with phase offset 	Fact 1 : 1,0000
7	Similar to Mode 1	Similar to Mode 1	Similar to Mode 1
8	Phase trim by internal timer 	Unlocked index registration for special applications	Fact 1 : 1,0000

Fig.16

LV Calculations

Ce paramètre détermine la relation entre le facteur programmé et la vitesse résultante de l'esclave. Zone 1 - 4

1 ou 5 : La vitesse de l'esclave est proportionnelle à la programmation du Facteur 1, par exemple, elle est multipliée par 2 lorsque la valeur du facteur 1 est changée de 1.0000 à 2.0000. Cette programmation convient pour la majorité des applications de synchronisation.

2 ou 6 : la vitesse de l'esclave est inversement proportionnelle à la programmation du Facteur 1, par exemple, elle est divisée par 2 lorsque la valeur du facteur 1 est changée de 1.0000 à 2.0000. Cette programmation convient pour les applications de cisailles rotatives (Facteur 1 représente la longueur prééglée) ainsi que toutes les autres applications dans lesquelles les unités mécaniques sont inversement proportionnelles à la vitesse du moteur.

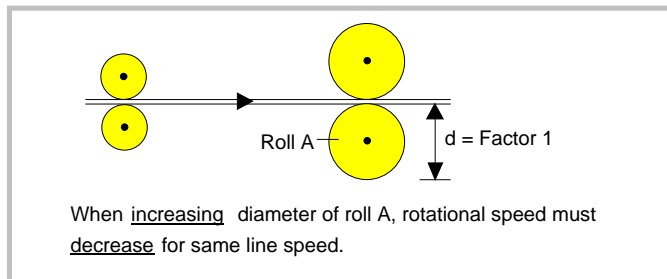


Fig.17

3 ou 7 : La vitesse de l'esclave change proportionnellement au facteur 1 et réciproquement au facteur 2. Convient à différentes applications qui nécessitent l'emploi des deux facteurs d'échelles externes (F1 et F2).

4 ou 8 : La tension de référence de l'esclave reste constante, indépendamment du facteur 1 et du facteur 2

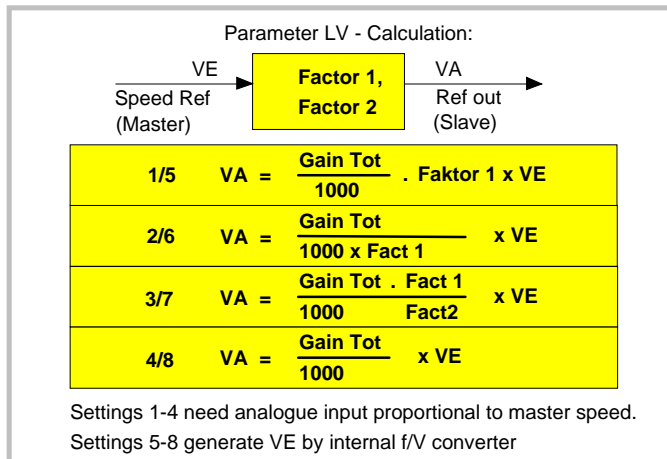


Fig.18

Clarification : Lorsque le paramètre lv-calc est sur 1, la tension de sortie sera identique à la tension d'entrée du facteur 1 = 1.0000 et Gain tot = 1000

Mast Dir Direction du générateur d'impulsion du maître. 0 ou 1

Slav Dir Direction du générateur d'impulsion de l'esclave. 0 ou 1

Le sens correct peut être facilement trouvé en utilisant le « Test Program » du logiciel.

Offset correction Programmation numérique de la correction analogique du décalage.
Plage de programmation +/- 99 (Programmation normale « 0 »*)

Gain correction Programmation numérique du contrôle du gain (contrôle proportionnel)
Plage de 0 à 9999. La programmation de la valeur 9999 provoque une correction de 100 mV par bit d'erreur. Programmation conseillée 30...300 (par exemple 0,3 mV...3 mV par bit d'erreur)

Gain total Programmation numérique du multiplicateur du signal de tension analogique.
Plage de 0 à 9999

***) Remarque :** Le BY 125 utilise des amplificateurs de précision qui ne nécessitent pas un ajustement du décalage. Cependant, pour une grande majorité de moteurs, par équilibre de courant entre différents systèmes, un décalage externe peut se produire, et peut être corrigé par un réglage du décalage.

Unit Nr Permet d'adresser le système (entre 11 et 99) pour la communication en liaison série. On ne peut pas utiliser d'adresse contenant un « 0 » (exemple 20, 30, 40 etc) car elles sont réservées à l'adressage collectif vers plusieurs unités.

Valeur de base : 11

Baud-Rate

Les vitesses suivantes peuvent être sélectionnées

0	9600 Baud
1	4800 Baud
2	2400 Baud
3	1200 Baud
4	600 Baud

Fig.19

Set-Form

Les formats de transmission suivants peuvent être sélectionnés

Ser-Form	Databits	Parity	Stopbits
0	7	Even	1
1	7	Even	2
2	7	Odd	1
3	7	Odd	2
4	7	None	1
5	7	None	2
6	8	Even	1
7	8	Odd	1
8	8	None	1
9	8	None	2

Fig.20

9 Les leds frontales

Les 2 LEDS frontales indiquent les conditions de fonctionnement de l'unité. Lors d'un fonctionnement normal, les LEDS clignotent de façon alternative. Tout autre état des LEDS indique une faute de l'appareil ou du logiciel.

10 Guide du signal analogique

Le diagramme suivant montre le traitement interne complet d'une ligne de signal analogique et les registres concernés.

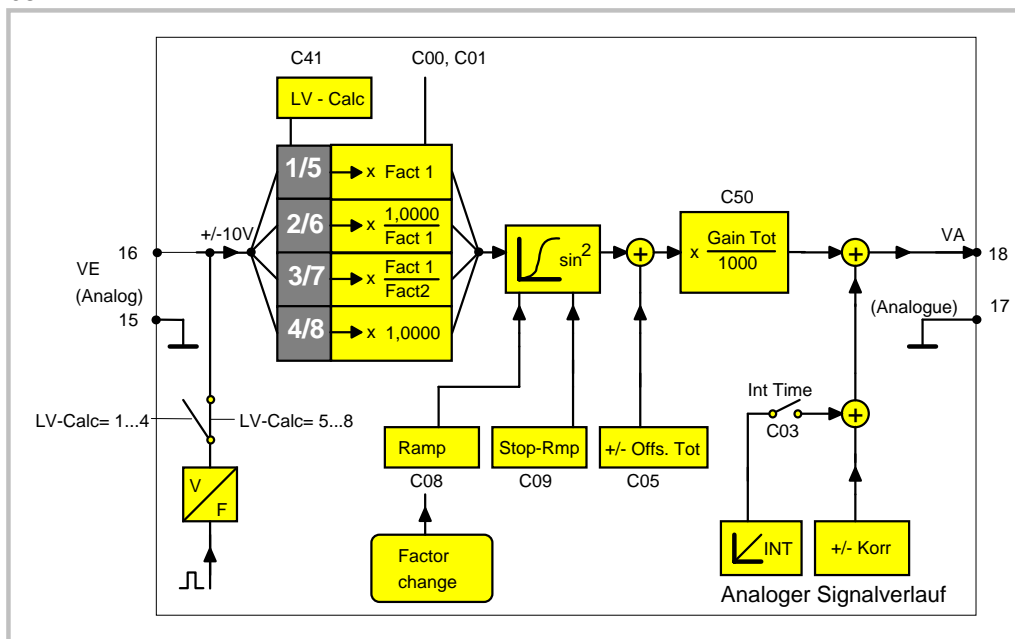


Fig.21

La tension de référence de vitesse du maître est raccordée sur la borne 16 du connecteur à vis. Suivant la valeur du paramètre "LV-CALC", un coefficient multiplicateur est pris en compte. La tension résultante génère une rampe sin², qui, en fonctionnement normal, peut avoir seulement deux états: Gain=0 ou Gain=1. Lors d'un changement du rapport de vitesse, le générateur crée un profil transitoire sin² entre deux vitesses. En activant le programme test, le gain commande une rampe de 1 à 0 (ou vice-versa) avec une fonction sin².

La sortie générateur reçoit un signal prioritaire d'ajustement d'offset avant de transmettre au circuit de contrôle du gain total. Le registre "Gain-Tot" fournit une échelle de tension finale. Le signal analogique est complété par les signaux de correction et d'intégration et est ensuite affecté à la sortie de référence de l'esclave.

$$UA = UE \times \text{Fact1} \times \frac{\text{Gain Tot}}{1000} \quad (\text{LV - Calc} = 1)$$

11. GUIDE DU SIGNAL DIGITAL

Le schéma suivant représente tous les processeurs essentiels nécessaires à la génération du signal de correction analogique. Pour une meilleure compréhension, les détails auxiliaires ont été omis.

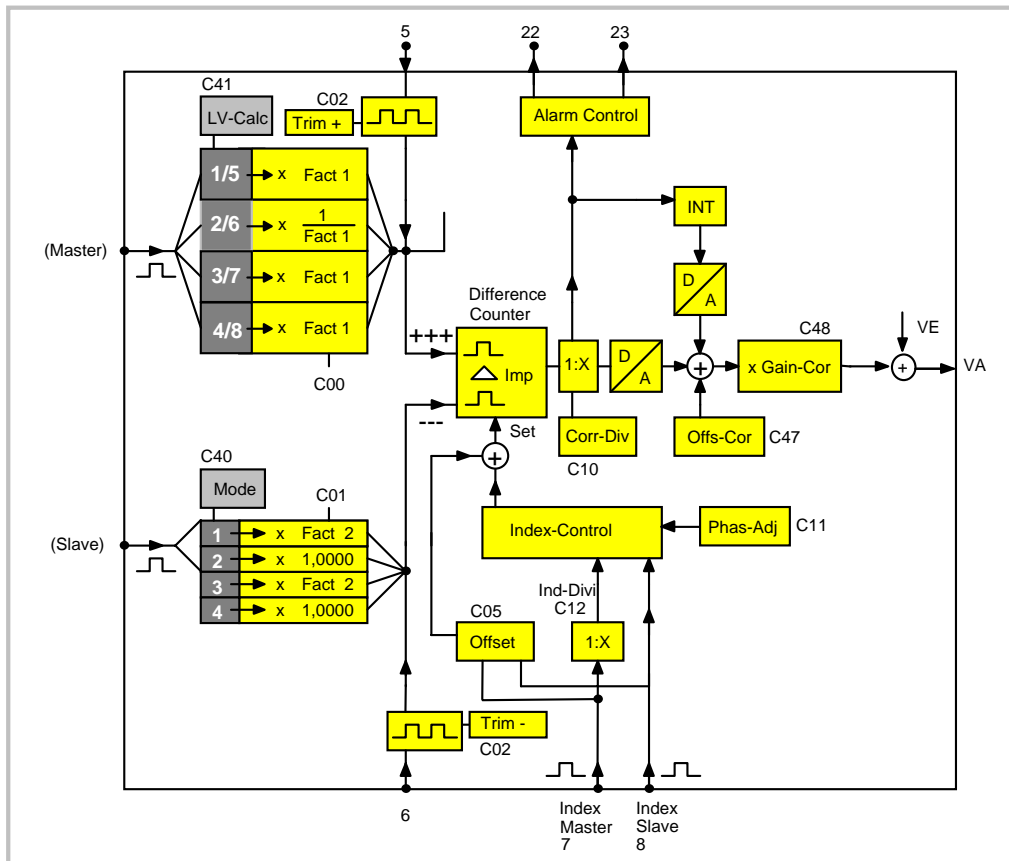


Fig.22

Les impulsions du maître et de l'esclave génèrent un circuit étagé d'impulsions individuelles (dépendant des registres "LV-Calc" et "Mode") avant de les transmettre au compteur différentiel. Le compteur différentiel reçoit une échelle finale par le registre Corr-Div. Un DAC 12bits converti les bits d'erreurs en analogique. Avant de transmettre l'ajustement de l'erreur de gain total, le résultat de l'intégrateur et l'offset sont additionnés. L'intégrateur fondamental est similaire à un compteur auxiliaire qui décrémente ou incrémente, à moins que le compteur d'erreur différentiel soit à l'intérieur d'une fenêtre de +/- 7 bits d'erreurs. Le compteur intégré est limité à une plage de comptage de +/- 512. Un étalonnage final, par le registre "gain corr" permet une adaptation de la tension de correction avec la tension de référence.

Les entrées de comptage, du compteur différentiel, reçoivent des impulsions supplémentaires du circuit de contrôle de phase, en accord avec les possibilités de déplacement et d'ajustement de phase. Le circuit contrôle d'index peut aussi présélectionner le compteur différentiel qui, par l'intermédiaire d'un temporisateur de contrôle interne, réinitialisera toujours les erreurs et les conditions de phase.

La sortie correction analogique totale peut être calculée comme suit:

$$Korr = \frac{\Delta Imp}{Corr-Div} \times \frac{Gain-Cor \times 10 \text{ mV}}{1024} \text{ (m V)}$$

Une saturation analogique est provoqué avec 1024 bits d'erreurs, mais le compteur par lui même mémorisera et compensera jusqu'à 32 000 bits d'erreurs.

12 Remarque au sujet des moteurs, générateurs d'impulsions, câbles, etc...

12.1 Les moteurs utilisés doivent être correctement dimensionnés en fonction de la puissance et de la dynamique nécessaire. Le BY125 ne pourra jamais effectuer une synchronisation en dehors des limites physiques des moteurs.

Avant de raccorder le maître et l'esclave sur le synchroniseur, ils doivent être réglés afin d'être stable, sans oscillations, par l'intermédiaire d'une tension de commande de vitesse de référence. L'entrée de référence doit être libre de potentiel. L'entrée "-" peut être reliée à la terre.

Dans ce cas, éviter les phénomènes de "boucles de terre", par exemple si la source d'alimentation est reliée aussi à la terre. L'entrée de référence ne doit jamais être au potentiel principal.

12.2 La résolution du générateur d'impulsion TTL, en principe, doit être aussi haute que possible, afin de rendre les erreurs de phase dues à la mécanique aussi petit que possible lorsque le synchroniseur "joue" avec quelques incréments du générateur autour de la position zéro. Pour autant, il serait insensé de choisir un nombre de points par tour supérieur à ce qui est nécessaire ou raisonnable. Si, par exemple, un réducteur, avec 0.1 mm de jeu mécanique, était installé, un générateur d'impulsion avec une résolution de 0,01mm pourra provoquer de légers problèmes de stabilité, qui pourront être corrigés par le paramètre "Corr-Div".

Le BY125 traite chaque canal du générateur d'impulsion avec un courant de 6mA. Bien que certains types de générateurs d'impulsions soient capables de fournir des impulsions à plusieurs synchroniseurs, nous préconisons notre distributeur d'impulsions GV 150. Il est destiné aux applications qui nécessitent l'utilisation des signaux d'un seul générateur d'impulsion par plusieurs types de système (variateur, synchroniseur, positionneur, etc...).

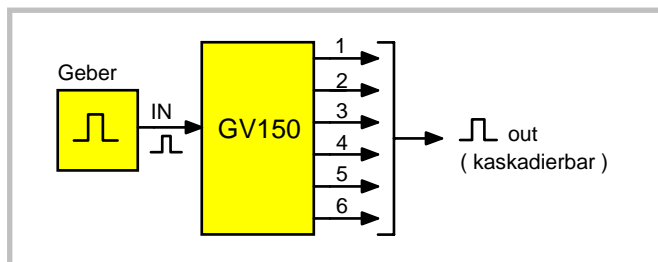


Fig.23

12.3 Il est impératif d'utiliser des câbles blindés (sauf pour l'alimentation 24V). Le blindage doit être raccordé au GND du terminal, disponible sur chaque connecteur. Le blindage doit rester non raccordé du côté du périphérique de fin. Le blindage doit seulement traverser les différents terminaux et ne doit jamais être raccordé à la terre pendant son cheminement.

Exemple typique de protection

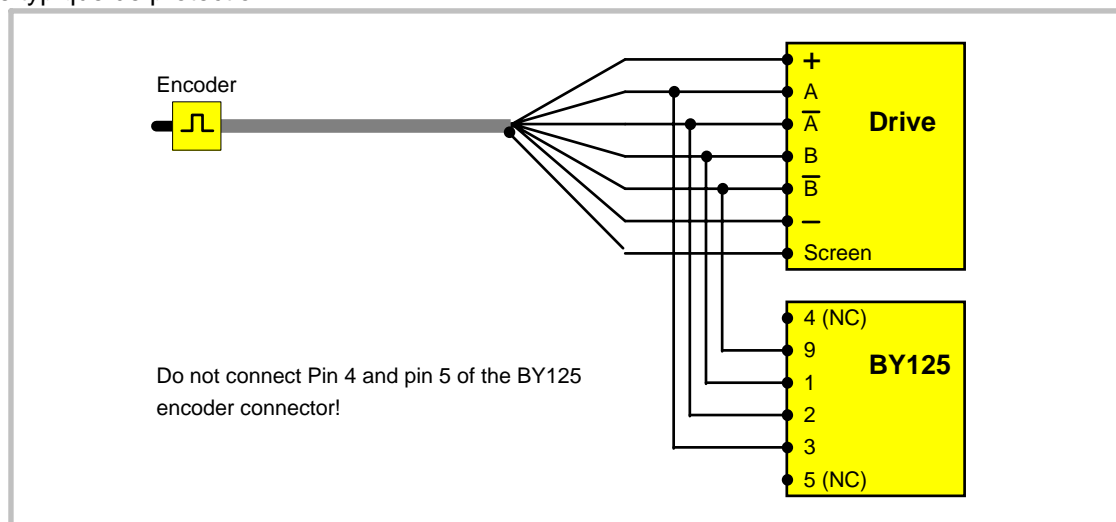


Fig.24

Les blindages peuvent être reliés à la terre. Mais, il faut en premier lieu les raccorder à la borne GND de l'unité.

A noter : tous les types de câble ne conviennent pas pour la transmission de fréquences élevées comme 60 kHz. Cependant, avec une installation correcte et un bon raccordement des blindages, l'interface RS 422 permet une bonne transmission même au travers de longues distances.

Les sections des câbles du codeur doivent être choisies en tenant compte des chutes de tension. Le BY 125 fournit une alimentation codeur de 5,5 V, le codeur doit recevoir au moins l'alimentation minimum à l'autre bout (voir les spécifications du codeur)

12.4 Tous les câbles devraient être installés indépendamment des câbles d'alimentation des moteurs et autres câbles de puissance. Utiliser des méthodes normales d'antiparasitage pour tout équipement se trouvant à proximité du synchroniseur (par exemple filtres RC pour contacteurs AC et diodes pour circuits inductifs DC). Respecter toutes les précautions habituelles quant aux installations électriques et aux conditions d'environnement des équipements électroniques industriels.

- 12.5 Si vous avez besoin de transmettre des signaux électroniques par des contacts relais, il est nécessaire d'utiliser des relais avec des contacts dorés. Pour une transmission d'impulsions ou analogique, nous recommandons l'utilisation de notre sélecteur GV 155.

13 Reset Et Mémorisation Des Erreurs

L'unité vérifie soigneusement toutes les entrées de données pour la validation et la correction en respectant leur plage de valeurs autorisées. Si, dans un cas extrême, une donnée incorrecte était enregistrée, un mauvais fonctionnement voir même une déconnexion de l'appareil pourrait en résulter. Si cela venait à se produire :

Mettre l'unité hors tension puis la remettre sous tension après quelques secondes.

Cela nécessite une nouvelle configuration de tous les ports et registres. Les données stockées dans la RAM et le buffer seront perdues et l'unité restaurera par défaut les données de l'EEProm.

Si, cependant, des données incorrectes ont été enregistrées dans l'EEProm, la procédure précédente ne servirait à rien. Dans ce cas :

- Eteindre l'unité
- Mettre toutes les entrées de commande (bornes à vis 5 à 10) à un niveau haut en même temps
- Rallumer l'unité et laisser sous tension les entrées de commandes pendant au moins 500 msec.

Cela remettra l'EEProm aux valeurs minimales, et tous les registres devront être reconfigurés

Les étapes ci-dessus représentent une procédure d'urgence que vous ne devez jamais utiliser lors d'un fonctionnement normal. Cependant, dans un cas extrême elles vous aideront à faire refonctionner l'unité.

14 Spécifications et dimensions

Alimentation	18...30 V non stabilisée
Consommation	Environ 200 mA (plus 25 % du courant consommé par l'alimentation interne pour les codeurs)
Alimentation codeur	Auxiliaire 5,5V max 500 mA intégrée
Processeur	H8/325 avec fréquence 20 MHz
PBC et technologie	SMD, , multiplexeur PCB, logique de haute vitesse 74 HCT
Entrées codeur	2 A, \bar{A} , B, \bar{B} , Z, \bar{Z} (5 V TTL/RS 422)
Autres entrées	6 lignes de contrôle, toutes PNP avec un niveau 10 30 V
Liaison série	RS 232 avec sortie DTR et RS 485 (en option)
Fréquence absolue max	60 kHz
Temps de réponse	Environ 120 μ sec
Entrées/Sorties analogiques	1 entrée +/- 10 V ($R_i=100$ kOhms) 1 sortie +/- 10 V ($I_{max} = 5$ mA) Résolution : 12 Bits (=4096 pas)
Limite de correction du signal analogique	10 Bits =1024 incréments
Limite de mémorisation des erreurs	32 000 incréments
Sorties contrôle	4 sorties (opto-coupleur 50 V / 30 mA max)

Erreur de vitesse	+/- 0.00 (absolu)
Température d'emploi	0... 45 °C
Dimensions	Voir le schéma
Poids	Environ 850 g

