

Manuel utilisateur du MAC23 CAN



Date : 12.12.06

Réf. : mac23_c_v7_um_fr.pdf
Réf. MI : CMND8701.DOC

Révision : 7

Auteur : C.MARTY



FICHE DE MODIFICATION DOCS MI
1/2

Documentation concernée : Manuel utilisateur du MAC23 CAN

réf. : CMND80701.DOC

Date et demandeur de la (des) modification(s)	Type (corrective ou Evolutive) et nature de la modification(s) : (noter chapitres, paragraphes concernés)	Approbation de la (des) modification(s)	Mise en place de la (des) modification(s)	Indice
C. MARTY 10/07/00	Création			0
C.ROUZOT 12/10/00	Corrective § VIII – Courbes couple/vitesse : courbes théoriques remplacées par courbes relevées à 24V et 40V	Nom : C.ROUZOT Date : 12/10/00 Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> motif du refus :	Personne chargée de la réalisation : N.ROUMEGOUX Date réalisation : 12/10/00	1
C. MARTY 18/10/00	Evolutive - Remplacement chapitre I et III - Mise à jour commande 07h (p 21) Correction connectique (§ VII, p 22)	Nom : C. MARTY Date : 18.10.00 Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> motif du refus :	Personne chargée de la réalisation : N.ROUMEGOUX Date réalisation : 18.10.00	2
C. MARTY 04/12/00	Evolutive Mise à jour II.1 – Dimensions mécaniques II.2 – Plan d'encombrement IV.1 – Alimentation 12 à 45 VDC VIII – Connectique	Nom : C. MARTY Date : 04/12/00 Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> motif du refus :	Personne chargée de la réalisation : N.ROUMEGOUX Date réalisation : 04/12/00	3
C. MARTY 19/04/01	Evolutive - Ajout : Chap. X - Précautions d'emploi - Chap. IV.3 → mise à jour - Chap. VII → détail commande 02h	Nom : C. MARTY Date : 20/04/01 Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> motif du refus :	Personne chargée de la réalisation : N.ROUMEGOUX Date réalisation : 19/04/01	4
C.MARTY 09/07/01	Corrective - § V.6 : ajout réponse 80h en cas de refus de commande - page 20 : correction index 04h	Nom : C.MARTY Date : 12/07/01 Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> motif du refus :	Personne chargée de la réalisation : N.ROUMEGOUX Date réalisation : 09/07/01	5
C.ONA 05/2003	Complémentaire - Ajout du sigle CE sur page de garde - Ajout sérigraphie § II.2	Nom : C.MARTY Date : 17/06/03 Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> motif du refus :	Personne chargée de la réalisation : N.ROUMEGOUX Date réalisation : 11/06/03 + 16/06/03	6
C.MARTY 06/2003	Evolutive - Décomposition de l'index CAN - Ajout du paramétrage de la tolérance de position			

FICHE DE MODIFICATION DOCS MI
2/2

Documentation concernée : Manuel utilisateur du MAC23 CAN

réf. : CMND80701.DOC

Date et demandeur de la (des) modification(s)	Type (corrective ou Evolutive) et nature de la modification(s) : (noter chapitres, paragraphes concernés)	Approbation de la (des) modification(s)	Mise en place de la (des) modification(s)	Indice
C. MARTY 12/2006	Evolutive - EVOLUTION de la relecture 01h, concerne les MAC en version logicielle 7.4 ou supérieure. - Ajout mouvement d'index 1Eh	Nom : C.MARTY Date : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> motif du refus :	Personne chargée de la réalisation : N.ROUMEGOUX Date réalisation : 12/12/06	7

PRECAUTIONS D'EMPLOI



La garantie Midi Ingénierie applicable aux modules MAC est conditionnée au strict respect des règles décrites dans ce manuel utilisateur.

1. Règles générales

- Les moteurs sont qualifiés IP30, respecter les limites relatives à cet indice de protection. En particulier, le moteur n'est pas étanche, il doit être protégé contre les projections de liquide et les ruissellements.
- Eviter les projections de solvants, acides, bases.
- Eviter l'exposition aux radiations nucléaires.
- Ne jamais ouvrir un module. Les tensions internes peuvent atteindre un niveau dangereux.
- Ne pas toucher un module sous tension : risque de brûlure ou d'électrocution.
- Ne pas toucher l'arbre moteur : risque de blessure.
- Ne pas soumettre l'arbre moteur à un effort axial ≥ 10 N ou bien à un effort radial ≥ 50 N à 5 mm du flasque.

2. Conditions de stockage

- Le module doit être stocké ou transporté dans son emballage d'origine ou dans un conditionnement adapté.
- Protéger le module contre les rayons solaires et l'humidité.
- La température doit être comprise entre -20°C et $+40^{\circ}\text{C}$.

3. Conditions d'utilisation

- **Attention ! Le moteur peut atteindre une température de 85°C avant disjonction thermique lors du fonctionnement. Ne pas toucher le module amplificateur ou le moteur, même hors mouvement.**
- **Ne jamais intervenir sur les connexions d'un module sous tension. Couper l'alimentation et attendre 20s au minimum avant toute intervention.**
- Respecter l'affectation des broches sous peine de destruction du système.
- Utiliser une alimentation protégée en surintensité ou bien insérer un fusible 5A temporisés sur la ligne d'alimentation DC.
- Le module doit se trouver à l'air libre avec une température ambiante comprise entre -10°C et $+40^{\circ}\text{C}$.
- Le flasque moteur doit être monté avec un bon contact thermique sur le châssis. Dans ces conditions, le MAC23 peut fonctionner sans interruption avec une consigne de couple de 75% avec une température ambiante de 27°C . Pour exploiter ce moteur avec un couple supérieur à 75% ou une T° ambiante supérieure à 27°C , il faut moduler le rapport cyclique d'utilisation, par exemple en utilisant des arrêts en mode standby automatique (divise par deux le courant moteur à l'arrêt).
- Le câble du MAC23 ne doit pas être soumis à des flexions répétitives. Installer le câble de manière fixe par rapport au moteur.
- Ne pas poser le produit sur un emplacement qui ne soit pas stable : le produit pourrait tomber et entraîner des blessures ou être endommagé.
- Relier la masse mécanique du MAC23 à la masse générale de la machine via la cosse FAST-ON. Cette cosse est galvaniquement reliée à toute la mécanique du produit (moteur + capot).
- Ne jamais introduire un corps étranger dans les orifices du produit.

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION.....	1
II - PRESENTATION DU MODULE MAC23.....	1
II.1 - Alimentation	1
II.2 - Spécifications électriques.....	1
II.3 - Dimensions mécaniques	1
II.4 - Plan d'encombrement	2
III - MOTORISATION.....	3
IV - FONCTIONNALITES	4
V - PROTOCOLE CAN MAC23	6
V.1 - Message CAN.....	6
V.2 - Message de Boot-up.....	6
V.3 - Message d'emergency / Lifebeat.....	6
V.4 - Message de Synchronisation	6
V.5 - Message pour configuration de l'adresse (Protocole LMT)	7
V.6 - Message de "Commande" (Protocole SDO Expedited Download).....	7
V.7 - Message de "Requête" (Protocole SDO Expedited Upload).....	7
V.8 - Message général.....	7
VI - MESSAGES POUR CONTROLE MAC23	8
VI.1 - Messages de type "Commandes"	8
VI.2 - Messages de type "Requêtes".....	9
VII – DETAIL DES COMMANDES MAC23-CAN	10
VIII – CONNECTIQUE	24
IX – COURBE COUPLE/VITESSE	25

I - INTRODUCTION

Le module MAC23 est constitué d'un moteur sans balai et d'une électronique de commande intégrée fonctionnant en mode autocommuté et ceci grâce à la relecture d'un codeur placé sur l'arbre moteur.

Cette technologie permet de connaître à tout instant la position du moteur et d'éviter tout décrochage.

II - PRESENTATION DU MODULE MAC23

Le module MAC23 est constitué d'un seul ensemble comprenant le moteur, son codeur associé et l'électronique de commande.

La connectique est assurée par deux prises Sub D 9 points dont une (femelle) est réservée à l'alimentation et aux entrées/sorties, l'autre (mâle) permettant la communication avec le module. Un bornier réf. C138 facilite la connexion et intègre les filtrages nécessaires pour la compatibilité CEM.

II.1 - Alimentation

L'électronique de commande du MAC23 est conçue pour fonctionner de 12 à 45 V_{DC} avec $I_{max} \leq 3 \text{ A @ } 24 \text{ V}_{DC}$ (**Attention ! A tension faible le courant consommé est plus élevé**)

Le courant réellement nécessaire ne dépend que de la puissance mécanique totale requise, y compris les frottements : $P = C * \omega$

Plus la tension d'alimentation est élevée, meilleur est le couple à haute vitesse.

Par contre, le couple à l'arrêt ou à faible vitesse ne dépend pas de la tension d'alimentation.

II.2 - Spécifications électriques

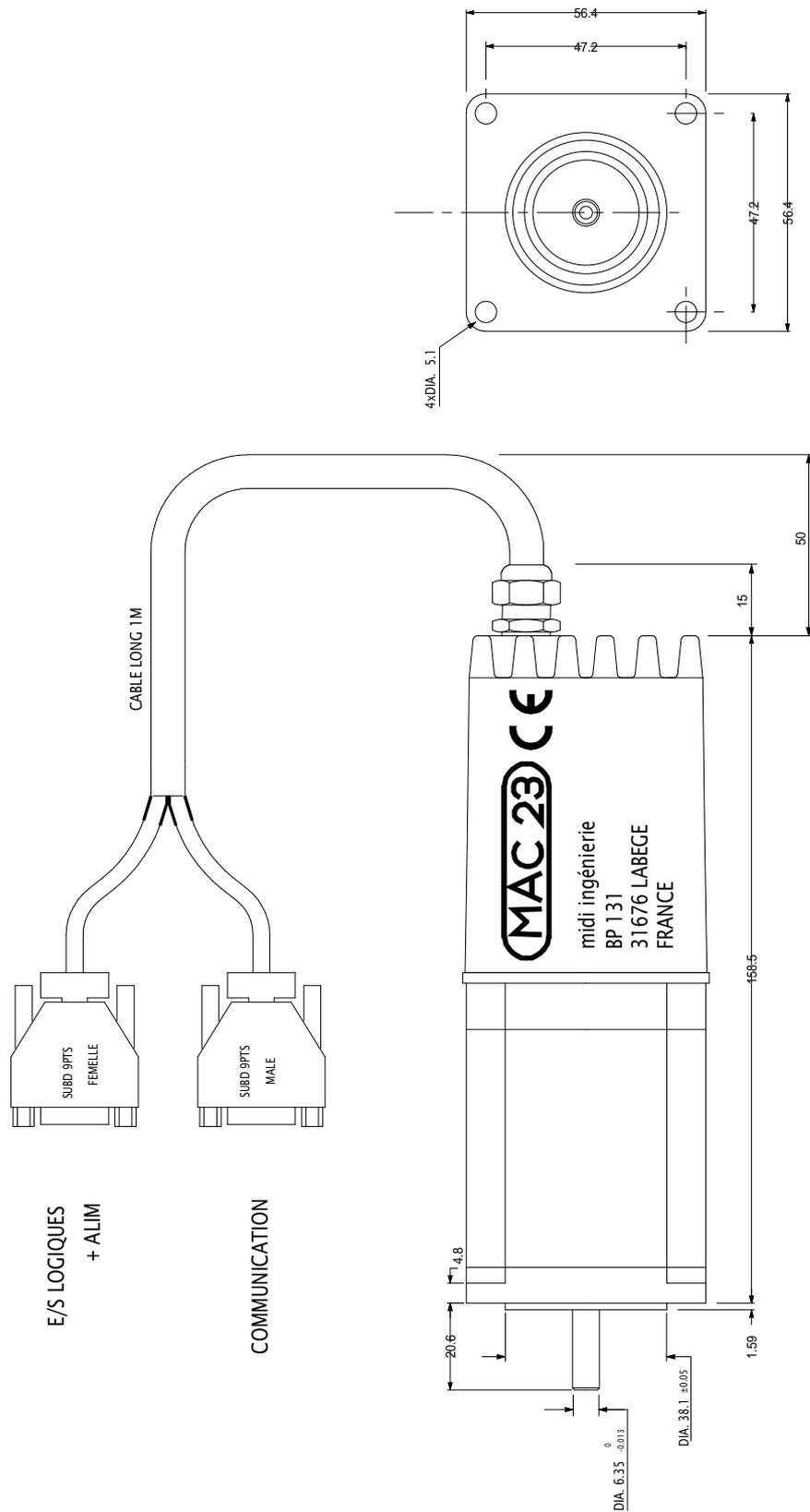
- Alimentation $12 \text{ V}_{DC} \leq V_{AL} \leq 45 \text{ V}_{DC}$
- Entrées logiques Valeurs à ne pas dépasser : $-0,5 \leq V_i \leq 25 \text{ V}_{DC}$
Seuil logique HCMOS avec pull-up 10 K à 5 V
Seuil bas (actif) $V_L \leq 1 \text{ V}$
Seuil haut (inactif) $V_H \geq 2,5 \text{ V}$
 $|I_{in}| \leq 0,5 \text{ mA } (0 \leq V \leq 5 \text{ V})$
- Sorties logiques Sortie HCMOS avec résistance de protection 220 Ω
Valeurs à ne pas dépasser : $-0,3 \leq V_o \leq 5,5 \text{ V}_{DC}$
 $-10 \text{ mA} \leq I_o \leq 10 \text{ mA}$

V _H	$\geq 3,0 \text{ V } (@ I_o = 1 \text{ mA})$
V _L	$\leq 0,6 \text{ V } (@ I_o = 1 \text{ mA})$

II.3 - Dimensions mécaniques

Taille	56,4 x 56,4 mm
Profondeur	158,5 mm
Masse	1,49 Kg

II.4 - Plan d'encombrement



III - MOTORISATION

Le moteur utilisé associé à son électronique de commande permet d'offrir une résolution de 2000 incréments/tour.

- Résolution : 2 000 points/tours
- Couple de maintien nominal : 1,4 Nm
- Inertie du rotor : 0,44 kg.cm²
- Diamètre de l'arbre de sortie : $\varnothing = 6,35$ mm l = 20,64 mm \pm 1 mm



Attention ! Effort toléré sur l'arbre moteur axial 10 N
radial 50 N à 5 mm du flasque

IV - FONCTIONNALITES

Les mouvements du moteur peuvent être contrôlés à la fois en position, en vitesse et en accélération.

- **Convention de signe** : un mouvement positif correspond à une rotation horaire de l'arbre moteur lorsque l'on regarde le flasque avant de face.
- **La position absolue du moteur** est mémorisée d'une mise sous tension à l'autre, mais peut être forcée à zéro par la commande 0Bh. Elle est relue par la requête 00h et peut varier de -1073741824 à +1073741823.
La résolution en position est $\frac{1}{2000}$ tour, soit 0,18 degré.
- **La vitesse** est réglée par la commande 0Dh.
- **L'accélération et la décélération** du moteur peuvent être contrôlées grâce à la commande 0Fh. Pour une valeur 0 l'accélération est seulement limitée par le rapport couple moteur / inertie de la charge. Pour toute autre valeur, une décomposition en 16 paliers de vitesse répartis linéairement permet de limiter l'accélération et la décélération.
- **La puissance** moteur est contrôlée par la commande 0Ch.

A l'arrêt, le couple moteur est automatiquement ramené à une valeur moitié de façon à limiter la consommation et les pertes par échauffement liées au courant moteur.

Vous pouvez, si nécessaire, configurer le MAC23 de manière à conserver la totalité du couple à l'arrêt. La puissance moteur est totalement coupée par la commande 1Ah. Elle est automatiquement rétablie à chaque demande de mouvement.

- **Trois modes de mouvements sont possibles** :
Les mouvements en mode position et en mode vitesse peuvent être synchronisés (cf commandes 10h et 11h)
 - Mode position : définit la position à atteindre (commandes 13h, 14h)
 - Mode vitesse : définit la nouvelle vitesse (commande 15h)
 - Mode interpolé : définit des segments [position, vitesse] (cf commande 16h)
- **2 butées virtuelles** : Deux butées logicielles peuvent être définies afin de limiter la dynamique de mouvement réalisable. Les deux commandes 09h et 0Ah permettent de définir les positions absolues respectives des 2 butées.
- **2 butées électriques** : Ces entrées butées sont activées lorsque les lignes correspondantes sont reliées au "GND". Chaque entrée correspond à un sens de rotation et son activation provoque l'arrêt de tout mouvement de même signe.
- **Entrée Réinitialisation** : Cette entrée réinitialise le MAC23 lorsqu'elle est reliée au "GND". Attention ! Il n'y a pas de dialogue série possible avec le MAC23 tant que cette entrée est active.

- **Entrée référence** : Cette entrée permet de remettre le compteur de position à zéro sur la transition 0 → 1. Pour l'utiliser, il faut câbler un "switch" entre la broche "référence" et la broche "GND". Le contact doit être fermé lorsque la position mécanique est négative, ouvert pour les positions positives.

Son fonctionnement est le suivant :

- Lors d'un mouvement anti-horaire (-), elle n'a aucun effet pour éviter tout problème d'hystérésis.
- Lors d'un mouvement horaire (+), l'ouverture du contact force la position à zéro. Le mouvement du moteur continue en suivant la position à partir de ce point.

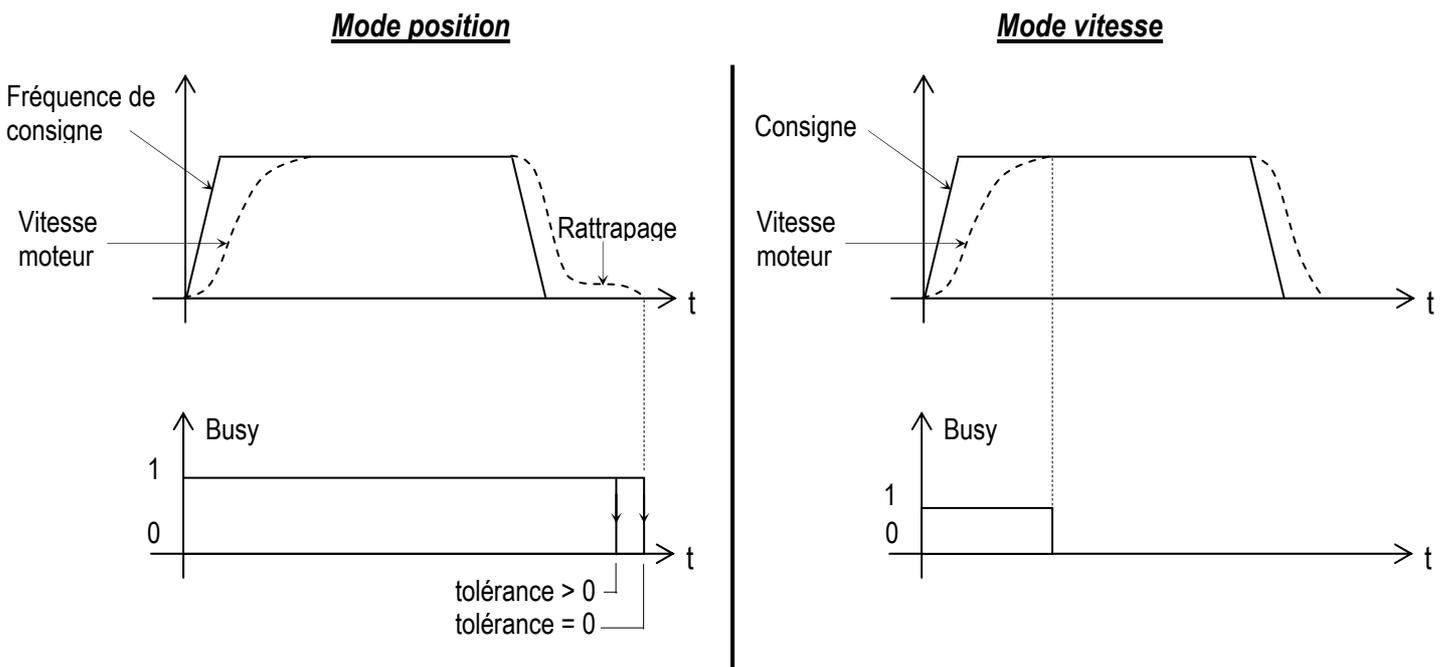
Attention, il faut envoyer la commande 07h avant de pouvoir utiliser cette fonction. D'autre part, la précision du zéro ainsi obtenue sera meilleure si le déplacement s'effectue à faible vitesse.

Les 4 entrées décrites ci-dessus peuvent ne pas être câblées si leurs fonctionnalités ne sont pas utilisées.

Le courant délivré par ces 4 entrées vaut 500 µA au maximum avec une tension maximum de 25V.

- **Sortie "busy"** : cette ligne est active (à 5 V) lorsque l'axe ne parvient pas à suivre la consigne de mouvement. Cette sortie délivre 5 mA et supporte une tension de - 0,5 V à + 5,5 V. En mode vitesse ou interpolation, elle est active en cas de décrochement de vitesse. En mode position (13h, 14h), elle signale que la position désirée n'est pas encore atteinte. Dans ce cas, la sortie busy reste activée tant que la position n'est pas dans la fourchette [consigne - tolérance, consigne + tolérance]. Attention ! L'asservissement de position continue jusqu'à l'obtention de la consigne exacte. Il peut être stoppé par la commande "18h". La tolérance est accessible par la commande 1Ch et la requête 06h. Sa valeur usine est 0.

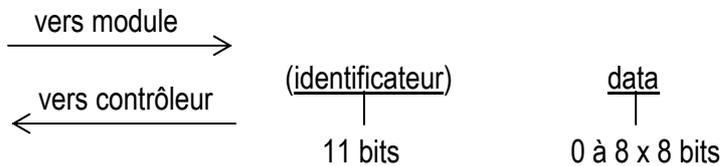
• **Profils de vitesse des mouvements**



V - PROTOCOLE CAN MAC23

Le protocole CAN de type MAC reprend le CIA Draft Standard 301 de la couche communication du CAN open dans sa version 4.0 du 16.06.1999.

V.1 - Message CAN



Le module CAN possède une adresse sur 7 bits, qui lorsqu'elle est véhiculée dans le message constitue les 7 bits de poids faible de l'identificateur.

adresse de module : 1 à 127, adresse 1 par défaut

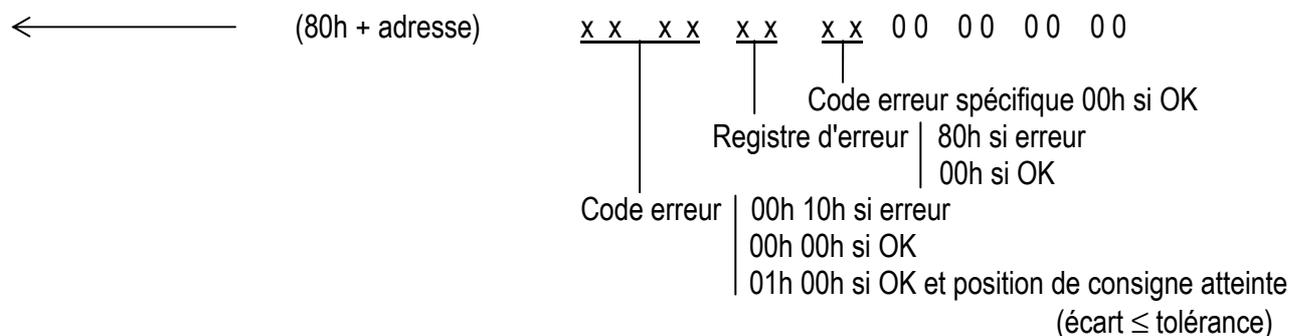
V.2 - Message de Boot-up



Ce message est émis :

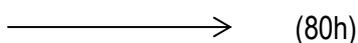
- à chaque mise sous tension du module,
- ou après réception d'une commande de réinitialisation du module,
- ou après la procédure de configuration d'adresse du module.

V.3 - Message d'emergency / Lifebeat



Ce message est émis spontanément toutes les 10 s en l'absence d'activité de communication dédiée au module et lorsqu'il se produit une modification de code d'erreur.

V.4 - Message de Synchronisation



Ce message est reçu par tous les modules et déclenche l'exécution des mouvements synchrones, préalablement autorisés par une écriture à l'index 2010h puis préchargés.

V.5 - Message pour configuration de l'adresse (Protocole LMT)

Un seul module doit être présent sur la ligne pour utiliser la procédure de configuration d'adresse. L'adresse est configurée uniquement à l'issue du déroulement complet de la procédure. Les valeurs autorisées pour l'adresse sont comprises entre 01h et 7Fh.

- **Passage au mode configuration**

—————> (7E5h) 04h 01h x x x x x x x x x x

- **Transmission de l'adresse**

—————> (7E5h) 11h adr x x x x x x x x x x
 <———— (7E4h) 11h 00h 00h x x x x x x x x

- **Retour au mode nominal**

—————> (7E5h) 04h 00h x x x x x x x x x x

La réception de ce message déclenche la prise en compte et la mémorisation de la nouvelle adresse du module.

V.6 - Message de "Commande" (Protocole SDO Expedited Download)

—————> (600h + adr) 23h index_l index_h sous_index d d d d d d
 <———— (580h + adr) 60h index_l index_h sous_index 00h 00h 00h 00h si le module accepte la commande
 <———— (580h + adr) 80h index_l index_h sous_index 00h 00h 00h 00h si le module refuse la commande

index_l : poids faible de l'index (1 octet)
 index_h : poids fort de l'index (1 octet) fixé à 20h
 sous_index : 1 octet (00h par défaut)
 d d d d d d : 4 octets de paramètres de commande

V.7 - Message de "Requête" (Protocole SDO Expedited Upload)

—————> (600h + adr) 40h index_l index_h sous_index 00h 00h 00h 00h
 <———— (580h + adr) 42h index_l index_h sous_index d d d d

index_l : poids faible de l'index (1 octet)
 index_h : poids fort de l'index (1 octet) fixé à 20h
 sous_index : 1 octet (00h par défaut)
 d d d d d d : 4 octets de réponse à la requête

V.8 - Message général

—————> (600h) data
 <———— (601h) data

Le message est interprété par l'ensemble des modules présents. Seul le module d'adresse 1 assure le protocole.

VI - MESSAGES POUR CONTROLE MAC23

"!" : commandes interdites en cours de mouvement.

Le MAC23 peut interpréter 32 commandes et 16 relectures. Les index sont répartis comme suit : 2000h à 201Fh pour les commandes et 2000h à 200Fh pour les relectures.

La liste ci-dessous résume les commandes utilisées.

VI.1 - Messages de type "Commandes"

- **Initialisation**

Index_h	Index_l	Sous-index	Paramètres	Fonction
20h	00h	00h	x x x x x x x x	réinitialisation du module
20h	01h	00h	x x x x x x x x	réinitialisation de l'EEPROM (retour en configuration usine)

- **Paramétrage**

Index_h	Index_l	Sous-index	Paramètres	Fonction
20h	02h	00h	x x x x x x00	forçage du courant nominal à l'arrêt du moteur !
20h	02h	00h	x x x x x x01	mise en standby automatique à l'arrêt moteur (Couple moitié) !
20h	03h	00h	x x x x x x00	butées soft et hard inactives !
20h	03h	00h	x x x x x x01	autorisation des butées hard !
20h	03h	00h	x x x x x x08	autorisation des butées soft !
20h	03h	00h	x x x x x x09	autorisation des butées soft et hard !
20h	04h			non utilisée
20h	05h			non utilisée
20h	06h			non utilisée
20h	07h	00h	x x x x x x01	autorisation de l'entrée Référence
20h	07h	00h	x x x x x x00	inhibition de l'entrée Référence
20h	08h			non utilisée
20h	09h	00h	BBBB BBBB	définit la butée soft supérieure !
20h	0Ah	00h	BBBB BBBB	définit la butée soft inférieure !
20h	0Bh	00h	x x x x x x x x	RAZ compteur de position (position origine)
20h	0Ch	00h	x x x x x xCC	couple CC avec 00h<CC<80h
20h	0Dh	00h	x x x x VVVV	vitesse max définie en période (VVVVh * 0.125µs par incrément)!
20h	0Eh	00h	x x x x VV00	vitesse de rattrapage
20h	0Fh	00h	x x x x x NN	coefficient de rampe NNh !

- **Mouvement**

Index_h	Index_l	Sous-index	Paramètres	Fonction
20h	10h	00h	x x x x x x x	attente synchro : le prochain mouvement sera synchronisé
20h	11h	00h	x x x x x x x	signal de synchronisation
20h	12h	00h	x x x x x x x	non utilisée
20h	13h	00h	PPPP PPPP	aller à la position PPPPPPPPh suivant le profil de vitesse !
20h	14h	00h	x x x x x x x	retour à la position 0 suivant le profil de vitesse !
20h	15h	00h	xx 00 VVVV	mouvement infini avec consigne en vitesse VVVVh, sens+
20h	15h	00h	xx F6 VVVV	mouvement infini avec consigne en vitesse VVVVh, sens-
20h	16h	00h	DDDDVVVV	segment: déplacement relatif DDDdh avec la vitesse VVVVh
20h	17h	00h	x x x x x x x	arrêt avec rampe prédéfinie
20h	18h	00h	x x x x x x x	arrêt sans rampe (freinage maximum)
20h	19h	00h	x x x x x x x	mise sous puissance (automatique si mouvement)
20h	1Ah	00h	x x x x x x x	coupure puissance moteur
20h	1Bh			non utilisé
20h	1Ch	00h	x x x x x TT	réglage de la tolérance de positionnement (TTh)
20h	1Dh			non utilisé
20h	1Eh	00h	DDDD VVVV	segment "virtuel" : ie index 16h mais mouvement non exécuté
20h	1Fh			non utilisé

VI.2 – Messages de type "Requêtes"

Index_h	Index_l	Sous-index	Paramètres	Fonction
20h	00h	00h	x x x x x x x	relecture de la position en cours
20h	01h	00h	x x x x x x x	relecture de l'état du module
20h	02h	00h	x x x x x x x	relecture de la butée soft supérieure
20h	03h	00h	x x x x x x x	relecture de la butée soft inférieure
20h	04h	00h	x x x x x x x	relecture de la version logicielle
20h	05h	00h	x x x x x x x	relecture des vitesses maximum et rattrapage
20h	06h	00h	x x x x x x x	lecture coeff rampe + couple + mode(courant/butées) + tolérance position
20h	07h	00h	x x x x x x x	relecture température + tension d'alim + E/S

08h à 0Fh : non utilisées

VII – DETAIL DES COMMANDES MAC23-CAN

Les commandes doivent être précédées par l'identificateur (600h + adresse) (Protocole SD0 Expedited Download) ou bien par 600h (message général).

<u>Index I:</u>	00h
<u>Type de fonction:</u>	Initialisation
<u>Fonction:</u>	Initialisation du module
<u>Commande:</u>	23h 00h 20h 00h x x x x x x
<u>Action:</u>	Le module est remis dans un état identique à l'état de mise sous tension.

<u>Index I:</u>	01h
<u>Type de fonction:</u>	Initialisation
<u>Fonction:</u>	Initialisation EEPROM
<u>Commande:</u>	23h 01h 20h 00h x x x x x x
<u>Action:</u>	Tous les paramètres du module sont remplacés par les paramètres usine. Attention, l'adresse est réinitialisée à 1.

<u>Index I:</u>	02h
<u>Type de fonction:</u>	Paramétrage
<u>Fonction:</u>	Mode de gestion du couple à l'arrêt
<u>Commande:</u>	23h 02h 20h 00h x x x x 0dh
<u>Action:</u>	<p>d</p> <p>0 Forçage du courant nominal à l'arrêt du moteur</p> <p>1 Mise en standby automatique à l'arrêt moteur (Couple moitié)</p> <p>Le mode nominal fournit un couple de maintien important alors que le mode standby permet de diminuer la consommation sur l'alimentation et l'échauffement du moteur.</p> <p>Attention ! En mode standby le moteur peut osciller de ± 1 incrément autour de sa position de consigne. Utiliser la commande d'arrêt (index 18h) pour stopper cette oscillation, si nécessaire.</p>

Index I: **03h**
Type de fonction: Paramétrage
Fonction: Mode de gestion des butées
Commande: 23h **03h** 20h 00h x x x x 0d
Action: d
 0 Butées soft et hard inactives
 1 Autorisation des butées hard seulement
 8 Autorisation des butées soft seulement
 9 Autorisation des butées soft et hard

Index I: **07h**
Type de fonction: Paramétrage
Fonction: Gestion de l'entrée Référence
Commande: 23h **07h** 20h 00h x x x x 01
Action: d = 1 Pour autoriser l'entrée Référence (RAZ position sur un front)
 d = 0 Pour inhiber l'entrée Référence. C'est la configuration par défaut à chaque mise sous tension du module.

Index I: **09h**
Type de fonction: Paramétrage
Fonction: Définit la butée soft supérieure
Commande: 23h **09h** 20h 00h b b b b b b
Action: Programme la valeur de la butée soft supérieure avec la valeur hexadécimale signée bbbbbbbh.
 Cette valeur est mémorisée en cas de coupure d'alimentation.
 Si la position de l'axe dépasse cette butée, le mouvement est immédiatement stoppé (freinage maximum) pourvu que la détection des butées soft soit autorisée.

Index I: **0Ah**
Type de fonction: Paramétrage
Fonction: Définit la butée soft inférieure
Commande: 23h **0Ah** 20h 00h b b b b b b b b
Action: Programme la valeur de la butée soft inférieure avec la valeur hexadécimale signée bbbbbbbh. Cette donnée est mémorisée en cas de coupure d'alimentation.
 Si la position de l'axe dépasse cette butée, le mouvement est immédiatement stoppé (freinage maximum) pourvu que la détection des butées soft soit autorisée.

Index I: **0Bh**
Type de fonction: Paramétrage
Fonction: Raz position
Commande: 23h **0Bh** 20h 00h x x x x x x x x
Action: Remise à zéro du compteur de position de l'axe. Cette commande permet donc de redéfinir la position d'origine.

Index I: **0Ch**
Type de fonction: Paramétrage
Fonction: Limite le couple maximum de l'axe.
Commande: 23h **0Ch** 20h 00h x x x x x x d d
Action: Cette commande permet de limiter le couple fourni par le moteur. La valeur hexadécimale "dd" doit être comprise entre 00h et 80h. Le couple maximum sera proportionnel à cette valeur et au couple maximum de l'axe.
 Cette donnée est mémorisée en cas de coupure d'alimentation.

Index I: **0Dh**
Type de fonction: Paramétrage
Fonction: Paramétrage de la vitesse haute du module
Commande: 23h **0Dh** 20h 00h x x x x V V V V
Action: Modification de la vitesse haute du module. Celle-ci est donnée par 2 octets hexadécimaux sous forme de période : la durée d'un incrément vaut $V V V V * 0,125 \mu s$.
 Ce paramètre est conservé en mémoire lors des coupures d'alimentation.

Index I: **0Eh**
Type de fonction: Paramétrage
Fonction: Fixe la vitesse de rattrapage
Commande: 23h **0Eh** 20h 00h x x x x V V 0 0
Action: La valeur hexadécimale $V V h$ donne la vitesse utilisée pour ajuster la position réelle à la position de consigne lors d'un mouvement point à point (index 13h et 14h).
 La vitesse est telle que chaque incrément durera $V V * 200 \mu s$.
 Ce paramètre est conservé en mémoire lors des coupures d'alimentation.

Index I: **0Fh**
Type de fonction: Paramétrage
Fonction: Ajustement de l'accélération
Commande: 23h **0Fh** 20h 00h x x x x x x AA
Action: Définit le nombre d'incréments effectués sur les rampes d'accélération et de décélération lors des mouvements qui suivent le profil de vitesse trapézoïdal (mouvements d'index 13h, 14h, 15h).
 Le nombre d'incréments effectués sur chaque rampe vaut 120 fois AA.
 Ce paramètre est mémorisé en cas de coupure d'alimentation.

Index I: **10h**

Type de fonction: Mouvement

Fonction: Passage en mode synchrone

Commande: 23h **10h** 20h 00h x x x x x x

Action: Signale que le prochain mouvement sera synchronisé (ie lancé par la commande d'index 11h).

Index I: **11h**

Type de fonction: Mouvement

Fonction: Signal de synchronisation

Commande: 23h **11h** 20h 00h x x x x x x

Action: Lance le mouvement préchargé. Il faut pour cela que le module ait séquentiellement reçu la commande 10h suivie d'une commande de mouvement acceptant le mode synchrone (13h,14h,15h) avant d'avoir cette synchronisation.

Remarque : Cette commande équivaut au message de synchronisation (80h).

Index I: **13h**

Type de fonction: Mouvement

Fonction: Mouvement vers la position donnée avec profil de vitesse trapézoïdal

Commande: 23h **13h** 20h 00h p p p p p p

Action: Cette commande lance un mouvement vers la position absolue hexadécimale ppppppph (valeur signée). La vitesse suit un profil trapézoïdal:

- accélération jusqu'à la vitesse maximum (cf commande 0Dh) sur un nombre d'incrément donné (cf commande 0Fh),
- palier à vitesse maximum si le déplacement global est suffisamment important,
- décélération suivant une rampe symétrique à celle de l'accélération,
- ajustement de la position à la valeur de consigne avec une vitesse bornée par la vitesse de rattrapage.

Index I: **14h**
Type de fonction: Mouvement
Fonction: Retour vers la position zéro avec un profil de vitesse trapézoïdal
Commande: 23h **14h** 20h 00h xx xx xx xx
Action: Retour à la position d'origine (ie commande 13h avec argument 00000000h).

Index I: **15h**
Type de fonction: Mouvement
Fonction: Demande un mouvement "infini" de vitesse donnée
Commande: 23h **15h** 20h 00h xx SS VV VV
Action: Lance ou enchaîne un mouvement de vitesse V V V V. Le premier mouvement de ce type lance le moteur dans le sens anti-horaire si SS=F6h ou horaire dans les autres cas. Le mouvement est accéléré en suivant la rampe prédéfinie jusqu'à la vitesse de consigne. Celle-ci est donnée par les 2 octets hexadécimaux V V V V sous forme de période: la durée d'un incrément vaut $V V V V * 0.125\mu s$. Lors de ce type de mouvement, la vitesse peut être modifiée en cours de déplacement par une nouvelle commande 15h mais le sens de rotation est forcément conservé. Ce mouvement peut être stoppé par les commande 17h,18h ou bien par cette commande 15h avec un argument VVVV=0000.

<u>Index I:</u>	16h
<u>Type de fonction:</u>	Mouvement
<u>Fonction:</u>	Mouvement interpolé
<u>Commande:</u>	23h 16h 20h 00h p p p p V V V V
	<p>pppp Paramètre hexadécimal de position sous forme d'un nombre de pas à effectuer.</p> <p>VVVV Paramètre de vitesse hexadécimal sous forme d'une période d'unité 0,125 µs / pas.</p>
<u>Action:</u>	Effectue un mouvement à vitesse constante suivant le paramètre vitesse pour un nombre de pas selon le paramètre position.
<u>Remarques</u>	<p>Cette commande de mouvement est stockée par le module dans une mémoire tampon à 3 étages (FiFo) avant interprétation.</p> <p>Ce système permet un fonctionnement de type "mouvement interpolé"</p> <p>Lorsque la FiFo est saturée, une nouvelle commande est rejetée (retour 80h) jusqu'à désaturation.</p> <p>Utiliser l'index 1Eh pour réaliser un arrêt moteur temporisé.</p>

<u>Index I:</u>	17h
<u>Type de fonction:</u>	Mouvement
<u>Fonction:</u>	Arrêt avec décélération prédéfinie
<u>Commande:</u>	23h 17h 20h 00h x x x x x x
<u>Action:</u>	<p>Effectue un freinage en limitant la décélération avec le coefficient de rampe prédéfini. Le moteur s'immobilise puis reste sous tension pour conserver un couple de maintien en position.</p> <p>Cette commande peut interrompre les mouvements 13h,14h et15h.</p>

Index I: **18h**
Type de fonction: Mouvement
Fonction: Arrêt d'urgence (freinage maximum)
Commande: 23h **18h** 20h 00h x x x x x x
Action: Effectue un arrêt d'urgence. Le moteur freine avec son couple maximum et s'immobilise. Il reste sous tension une fois arrêté. La position de l'axe reste valide. Cette commande peut interrompre n'importe quel type de mouvement.

Index I: **19h**
Type de fonction: Mouvement
Fonction: Mise sous puissance
Commande: 23h **19h** 20h 00h x x x x x x
Action: Le moteur est mis sous tension et fournit un couple de maintien limité par la valeur choisie (cf commande 0Ch) et divisé par 2 si le mode standby est activé. Si nécessaire, cette mise sous tension est effectuée automatiquement lors de l'exécution d'une commande de mouvement.

Index I: **1Ah**
Type de fonction: Mouvement
Fonction: Coupure de puissance moteur
Commande: 23h **1Ah** 20h 00h x x x x x x
Action: Coupe la puissance moteur. Noter que le moteur n'a plus de couple de maintien.

 Attention ! Il peut être risqué pour l'alimentation de couper la puissance en cours de rotation. D'autre part, cette commande ne donne pas de couple de freinage efficace. Il faut utiliser la commande 18h pour avoir un arrêt d'urgence.

Index I: **1Ch**

Type de fonction: Paramétrage

Fonction: Réglage de la tolérance en mode position

Commande: 23h **1Ch** 20h 00h xx xx xx TT

Action: La valeur TTh donne le nombre d'incréments tolérés entre position réelle et position de consigne.

Index I: **1Eh**

Type de fonction: Mouvement

Fonction: Mouvement interpolé

Commande: 23h **1Eh** 20h 00h pp pp VV VV

pppp Paramètre hexadécimal de position sous forme d'un nombre de pas à effectuer.

VVVV Paramètre de vitesse hexadécimal sous forme d'une période d'unité 0,125 µs / pas.

Action: Donne un arrêt moteur dont la durée est strictement celle du segment de pppp pas à la vitesse VVVV.
 Cette commande permet de gérer les phases d'arrêt sans perte de synchronisation dans une interpolation multiaxe.
 Par exemple :
 ...
 681h 23h 16h 20h 00h 03h E8h 10h 00h (segment axe 1)
 682h 23h 1Eh 20h 00h 03h E8h 10h 00h (arrêt axe 2 pendant le segment axe 1)
 ...

Remarques Cette commande de mouvement est stockée par le module dans une mémoire tampon à 3 étages (FiFo) avant interprétation.
 Ce système permet un fonctionnement de type "mouvement interpolé"
 Lorsque la FiFo est saturée, une nouvelle commande est rejetée (retour 80h) jusqu'à désaturation.

Index I: **00h**
Type de fonction: Requête
Fonction: Lecture de la position actuelle
Requête: 40h **00h** 20h 00h xx xx xx xx
Réponse: 42h **00h** 20h 00h pp pp pp pp

La valeur sur 4 octets hexadécimaux signés pp pp pp pp donne la position en cours de l'axe interrogé. Cette position est mémorisée en cas de coupure d'alimentation. A la remise sous tension, elle est donc valide pourvu que l'axe n'ait pas été déplacé.

Index I: **01h**
Type de fonction: Requête
Fonction: Lecture de l'état du module
Requête: 40h **01h** 20h 00h xx xx xx xx
Réponse: 42h **01h** 20h 00h dd ff gg hh

1^{er} octet (dd) : défauts rédhibitoires.

Les disjonctions coupent la puissance du moteur.

Toutes les commandes de mouvement sont alors refusées jusqu'à acquittement du défaut par la commande 00h ou remise sous tension du module après disparition du défaut.

dd: valeur hexadécimale représentant bit à bit les éventuels défauts relevés.

bit 7: réservé

bit 6: avertissement (non mémorisé) $valim \geq 46V$

bit 5: avertissement (non mémorisé) $valim \leq 12V$

bit 4: disjonction pour température excessive ($T > 85^{\circ}C$)

bit 3: réservé

bit 2: réservé

bit 1: réservé

bit 0: disjonction pour micro coupure d'alimentation

- f f: valeur hexadécimale représentant bit à bit l'état du module.
- bit 7: réservé
 - bit 6: réservé
 - bit 5: réservé
 - bit 4: réservé
 - bit 3: arrêt sur la butée hard positive
 - bit 2: arrêt sur la butée hard négative
 - bit 1: arrêt sur la butée soft positive
 - bit 0: arrêt sur la butée soft négative
- g g: valeur hexadécimale représentant bit à bit l'état du module.
- bit 7: réservé
 - bit 6: réservé
 - bit 5: réservé
 - bit 4: réservé
 - bit 3: réservé
 - bit 2: réservé
 - bit 1: réservé
 - bit 0: réservé
- h h: valeur hexadécimale représentant bit à bit l'état du module.
- bit 7: avertissement mémorisé de surtension d'alimentation, implémenté sur les MAC en version logicielle 7.4 ou supérieure.
Ce bit est remis à zéro par la commande d'index 00h ou bien lors d'une coupure d'alimentation.
Il peut être activé par deux phénomènes distincts: surtension d'alimentation externe ou bien freinage important (transformation d'énergie mécanique en énergie électrique).
Dans ce dernier cas veuillez nous contacter afin de mettre en place si nécessaire un ballast ou une autre récupération d'énergie.
Note: ce bit peut également être activé sur un système doté d'un ballast car le seuil de déclenchement du ballast peut être supérieur à la tension d'avertissement.
- bit 6: réservé
 - bit 5: réservé
 - bit 4: réservé
 - bit 3: réservé
 - bit 2: réservé
 - bit 1: réservé
 - bit 0: réservé
-

Index I: **02h**
Type de fonction: Requête
Fonction: Lecture de la butée soft supérieure
Requête: 40h **02h** 20h 00h xx xx xx xx
Réponse: 42h **02h** 20h 00h pp pp pp pp

La valeur sur 4 octets hexadécimaux signés pp pp pp pp donne la position de la butée soft supérieure de l'axe. Cette position est mémorisée en cas de coupure d'alimentation.

Index I: **03h**
Type de fonction: Requête
Fonction: Lecture de la butée soft inférieure
Requête: 40h **03h** 20h 00h xx xx xx xx
Réponse: 42h **03h** 20h 00h pp pp pp pp

La valeur sur 4 octets hexadécimaux signés pp pp pp pp donne la position de la butée soft inférieure de l'axe. Cette position est mémorisée en cas de coupure d'alimentation.

Index I: **04h**
Type de fonction: Requête
Fonction: Relecture de la version logicielle
Requête: 40h **04h** 20h 00h xx xx xx xx
Réponse: 42h **04h** 20h 00h VV VV VV VV

V V V V V V V V donne la version et l'indice logiciel.

Index I: **05h**

Type de fonction: Requête

Fonction: Lecture des vitesses de consigne

Requête: 40h **05h** 20h 00h xx xx xx xx

Réponse: 42h **05h** 20h 00h rr 00 VV VV

rr 00 correspond à la vitesse de rattrapage (cf index Eh)
VV VV correspond à la vitesse de consigne (cf index 0Dh).

Index I: **06h**

Type de fonction: Requête

Fonction: Lecture des coefficients de rampe et de couple

Requête: 40h **06h** 20h 00h xx xx xx xx

Réponse: 42h **06h** 20h 00h nn cc km dd

nn coefficient de rampe hexadécimal, valeur de 00h à FFh
La rampe d'accélération ou de décélération s'effectue sur un nombre d'incrément
égal à $120 * nn$.

cc coefficient de couple hexadécimal, valeur de 00h à 80h.
Le couple moteur est limité par la valeur $C_m = C_{mot} * cc / 128$
avec C_{mot} couple maximum du moteur.

k mode de gestion du couple à l'arrêt:
0 Forçage du courant nominal à l'arrêt du moteur
1 Mise en standby automatique à l'arrêt moteur (Couple moitié)

m gestion des butées:
0 Butées soft et hard inactives
1 Autorisation des butées hard seulement
8 Autorisation des butées soft seulement
9 Autorisation des butées soft et hard

dd Tolérance en mode position

Index I: **07h**

Type de fonction: Requête

Fonction: Lecture des mesures analogiques

Requête: 40h **07h** 20h 00h x x x x x x

Réponse: 42h **07h** 20h 00h t t V V c c d d

t t valeur hexadécimale donnant une mesure de la température:

Dans la gamme [0,100°C] on a température (°C) = 2,5 x mesure - 215
(mesure = valeur décimale de tt)

V V valeur hexadécimale donnant une mesure de la tension d'alimentation:
Valim (V) = mesure/4,8 (mesure = valeur décimale de v v)

c c 1 octet hexadécimal représentant les valeurs d'entrées/sorties

- bit 7: réservé
- bit 6: réservé
- bit 5: entrée butée positive (1 ssi l'entrée est mise à la masse)
- bit 4: réservé
- bit 3: "busy" : valeur 0 ssi le moteur ne parvient pas à suivre la consigne du mouvement
- bit 2: réservé
- bit 1: réservé
- bit 0: réservé

d d 1 octet hexadécimal représentant les valeurs d'entrées/sorties

- bit 7: réservé
- bit 6: entrée butée négative (1 ssi entrée forcée à la masse)
- bit 5: entrée référence (1 ssi entrée forcée à la masse)
- bit 4: réservé
- bit 3: réservé
- bit 2: réservé
- bit 1: réservé
- bit 0: réservé

Remarque: cette relecture permet de vérifier votre câblage des entrées butées et du top référence.

VIII – CONNECTIQUE

Le module est équipé d'une prise dédiée à la communication et d'une prise réservée à l'alimentation et aux entrées/sorties.

Prise Sub D 9 points mâle du MAC23

1	RESERVE
2	CAN_L
3	0V CAN
4	RESERVE
5	ECRAN
6	RESERVE
7	CAN_H
8	RESERVE
9	RESERVE

Prise Sub D 9 points femelle du MAC23

1	Réservé
2	Butée négative (activée si reliée à GND)
3	Sortie "Busy" (active si niveau 5V par rapport à GND)
4	Butée positive (activée si reliée à GND)
5	+ALIM (12 V _{DC} à + 45 V _{DC})
6	Entrée Réinitialisation (activée si reliée à GND)
7	Entrée Référence (voir description fonctionnelle)
8	GND (pour E/S logiques)
9	0 V ALIMENTATION

La masse mécanique peut être prise directement sur le boîtier du module.

IX – COURBE COUPLE/VITESSE

