Manuel utilisateur

MICL504

Date : 27.06.03

Réf. : BLM91171.DOC

Révision : 13

Auteur : B. LOPEZ

INTRODUCTION

Nos produits sont conçus pour fonctionner de manière fiable si ceux-ci sont installés et utilisés conformément au manuel utilisateur.

La maintenance du produit doit être exclusivement effectuée par Midi Ingénierie, sauf remplacement du fusible s'il existe.

Précautions d'utilisation et de stockage

- ✓ Ne pas toucher le produit lorsqu'il est sous tension.
- ✓ Ne pas débrancher le produit lorsqu'il est sous tension.
- ✓ Attendre l'extinction complète des leds avant toute manipulation du produit.
- ✓ Ne pas brancher le produit lorsque l'alimentation est sous tension.
- ✓ Ne pas poser le produit sur un emplacement qui ne soit pas stable : le produit pourrait tomber et entraîner des blessures ou être endommagé.
- ✓ Respecter les consignes d'aération précisées dans le manuel utilisateur.
- ✓ Ne pas utiliser ou stocker le produit dans un endroit humide.
- ✓ Relier la masse mécanique du produit à la masse de référence de la machine (terre).
- ✓ Pile interne (si existante) : ne pas essayer de recharger la batterie, de la démonter, de la plonger dans l'eau ou bien de vous en débarrasser en la jetant au feu. Retourner le produit à Midi Ingénierie qui effectuera le remplacement et le recyclage de la pile.
- ✓ Ne jamais introduire un corps étranger dans les orifices du produit.
- ✓ Réaliser un câblage soigneux de la carte.
- ✓ Utiliser des câbles blindés à la terre pour des liaisons d'alimentation et moteur supérieures à 0,3 m.

Protections internes

Ce produit est équipé de composants et systèmes de protection destinés à protéger le produit lui-même ainsi que les ensembles dans lesquels il est monté.

Une protection en entrée par fusible protège l'alimentation amont de surconsommation éventuellement due à une défaillance du produit ou de l'élément qu'il pilote sous réserve d'un dimensionnement des conducteurs d'alimentation en accord avec la valeur de coupure de fusible précisée dans la documentation, voire sur le produit même.

Les autres éléments de protection sont :

- ✓ Protection contre les surtensions par disjonction et fusible 5 A.
- ✓ Protection contre les courts-circuits moteur par disjonction.
- ✓ Protection contre les surintensités générées ou subies par limitation ou disjonction.
- ✓ Protection contre l'échauffement indésirable des éléments de puissance par disjonction.

Des éléments de protection accessibles à l'utilisateur sont présents :

- ✓ Entrées "reset" ou arrêt d'urgence.
- ✓ Entrées butées provoquant la coupure de la puissance ou l'arrêt du moteur lorsqu'elles sont activées sélectivement selon le sens du mouvement.

SOMMAIRE

I - DESCRIPTION GENERALE 1

II - NOTICE D'INSTALLATION SIMPLIFIEE DE LA CARTE MICL504 3
II.1 - Installation simplifiée pour contrôle du couple 4
II.2 - Compensation RI 5
II.3 - Génératrice tachymétrique 6

III - SPECIFICATIONS 7
III.1 - Spécifications électriques 7
III.2 - Dimensions mécaniques et connectique 8

IV - REGLAGES 9
IV.1 - Fonctionnement en contrôle de couple 9
IV.1.1 - Réglage par potentiomètre P_3 (26a en l'air) 10
IV.1.2 - Réglage par résistance R_{76} à câbler (26a à la masse) 10
IV.2 - Fonctionnement en boucle de vitesse par compensation RI 11
IV.2.1 - Réglage par potentiomètre P_4 et P_3 (26a en l'air) 11
IV.2.2 - Réglage par résistance R_{54}, R_{40} et R_{76} à câbler (26a à la masse) 12
IV.3 - Fonctionnement en régulation avec génératrice tachymétrique 13
IV.3.1 - Réglage par potentiomètre P_4, P_3 et P_2 (26a en l'air) 14
IV.3.2 - Réglage par résistances R_{54}, R_{40} et R_{76} (26a à la masse logique) 15
IV.4 - Optimisation de la compensation PI en boucle de régulation vitesse 15

V - PROTECTIONS 16
V.1 - Limitation du courant moteur 16
V.1.1 - Courant max 16
V.1.2 - Courant moyen 16
V.1.3 - Courant instantané 17
V.2 - Dissipation thermique 18
V.3 - Butées 19
V.4 - Défauts et Reset 20
V.5 - Activation du moteur 21

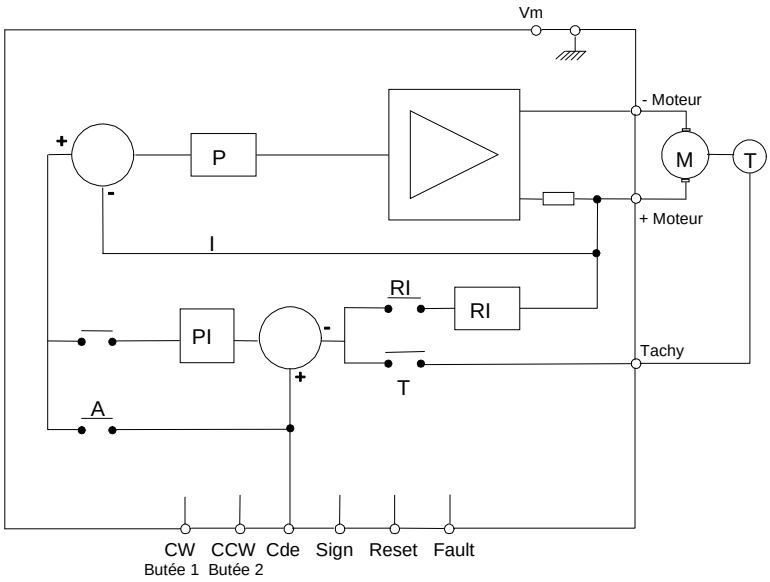
VI - REMARQUE SUR LES ENTRÉES CONSIGNE ET GÉNÉRATRICE TACHYMÉTRIQUE 22

VII - LE REGLAGE DE L'OFFSET 23

ANNEXE
- Configuration de la carte MICL504

I - DESCRIPTION GENERALE

Caractéristiques principales



- Amplificateur linéaire quatre quadrants 4 A, 50 V.
- Asservissement en vitesse par tachy C.C. ou par compensation RI.
- Contrôle du couple par amplificateur à transconductance.
- Une seule tension d'alimentation pouvant varier de 12 V_{DC} à 50 V_{DC}.
- Limiteur de puissance moteur.
- Protection contre les courts-circuits et les surcharges en courant et en température.

Fonctionnalités

La carte MICL504 est une carte linéaire quatre quadrants pour le contrôle des moteurs à courant continu, soit en couple grâce à son amplificateur à transconductance, soit en vitesse grâce à une régulation proportionnelle et intégrale (boucle PI).

Dans un format Europe 3U elle offre le choix entre trois modes de fonctionnement :

- asservissement de vitesse par compensation RI,
- asservissement de vitesse avec génératrice tachymétrique en contre-réaction,
- contrôle du couple moteur par amplificateur à transconductance.

La façon la plus économique pour contrôler la vitesse d'un moteur à courant continu est d'asservir la force contre-électromotrice (fcem) générée par celui-ci. En effet, la fcem d'un moteur à courant continu est directement proportionnelle à sa vitesse angulaire. La tension appliquée aux bornes du moteur (U) est égale à la fcem de ce dernier augmentée de ses pertes résistives.

$$U = fcem + RI$$

R : résistance propre du moteur

En compensant la chute de tension RI due à la résistance du moteur on peut donc facilement asservir la fcem du moteur et donc la vitesse angulaire de ce dernier. Vu le coefficient de température de la résistance du moteur 0,4 % par °C, la mise en œuvre du circuit doit être faite à la température de fonctionnement du moteur. Cependant, compte tenu de la faible valeur de la résistance moteur, les résistances parasites de câblage, de contacts collecteur... viennent entacher la régulation d'une erreur que l'on peut difficilement rendre inférieure à 5 %.

En faisant appel à une génératrice tachymétrique la précision du contrôle de vitesse dépend avant tout de la précision de la génératrice et peut atteindre 1 % voire mieux, et elle est pratiquement indépendante de la température et des éléments parasites de câblage.

L'amplificateur de type transconductance permet de transformer la tension d'entrée de consigne en un courant de sortie proportionnel. Le couple d'un moteur à courant continu étant proportionnel au courant qui lui est appliqué, l'amplificateur permet donc de réaliser une commande en couple quasi parfaite.

Deux types de protections sont assurés par la carte :

- la protection du moteur : grâce à la limitation du courant maximum instantané et du courant moyen maximum (ajustable par résistances) ;

- la protection de la carte comprend :

    - un fusible 5A,

    - un limiteur de courant asservi à la puissance dissipée par la carte,

    - un disjoncteur thermique qui coupe l'étage de puissance à une température du refroidisseur d'environ 80°C,

    - une disjonction sur les courts-circuits en sortie moteur.

II - NOTICE D'INSTALLATION SIMPLIFIEE DE LA CARTE MICL504

Avertissement

La présente notice décrit la manière la plus simple de mettre en œuvre une carte amplificateur pour moteur à courant continu MICL504.

Son but est de proposer une méthode de réglage pratiquement qualitative sans calcul préalable pour les utilisateurs n'ayant pas de compétence particulière en contrôle moteur.

Cette notice ne remplace pas les chapitres dans lesquels l'utilisateur trouvera toutes les informations nécessaires à l'optimisation de son application et les spécifications complètes de la carte.

Une note d'application sur la boucle de régulation de vitesse est disponible sous la référence BLN91242.DOC.

Fonctionnalités

Les cartes MICL504 sont des amplificateurs linéaires quatre quadrants destinés au pilotage des moteurs à courant continu soit en couple grâce à leur ampli à transconductance, soit en vitesse grâce à une régulation proportionnelle et intégrale (correcteur PI).

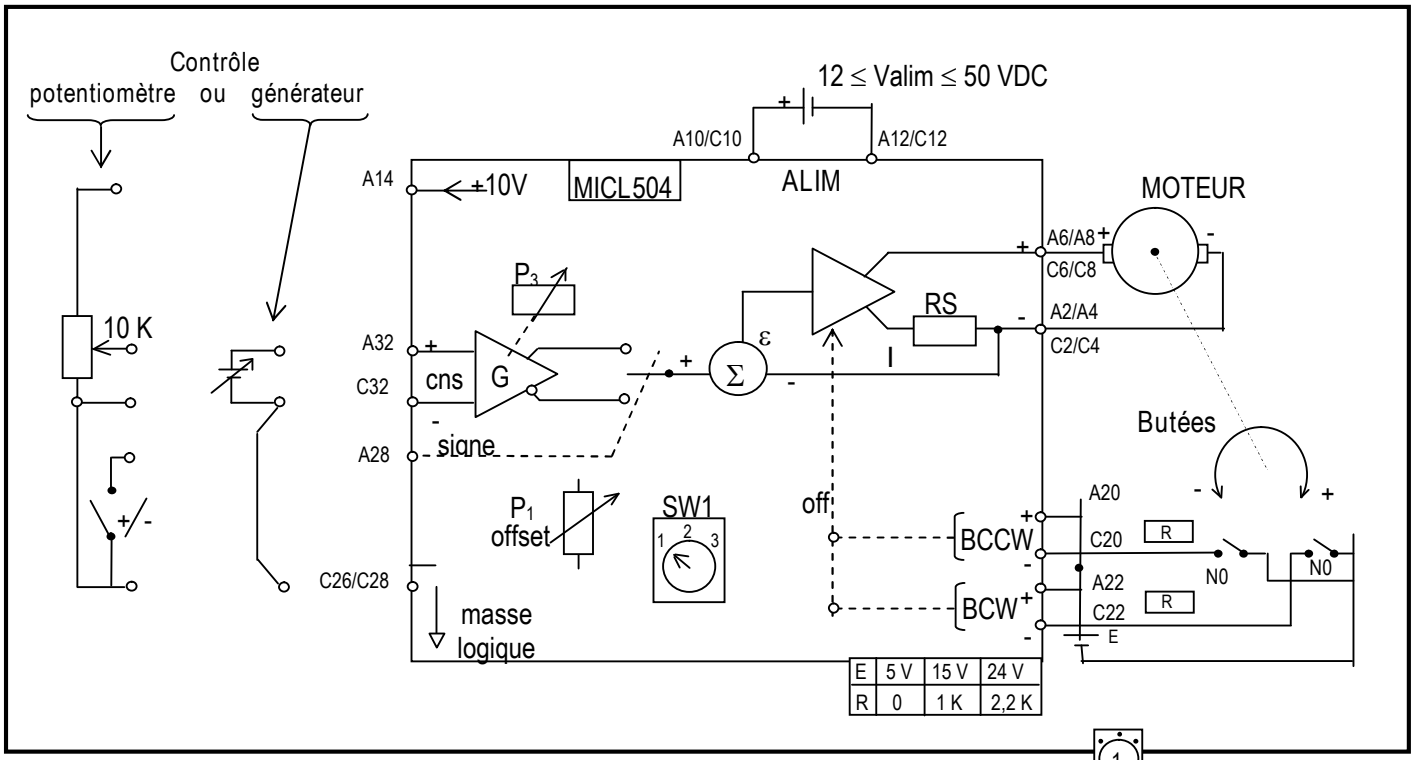
Ils offrent le choix entre 3 modes de fonctionnement :

1 - Contrôle du couple moteur par contrôle de son courant.

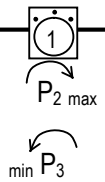
2 - Asservissement de vitesse par compensation de la résistance moteur (compensation RI).

3 - Asservissement de vitesse avec génératrice tachymétrique en contre réaction.

II.1 - Installation simplifiée pour contrôle du couple



1. Configuration : SW1 : position 1
   P_2 en butée sens horaire



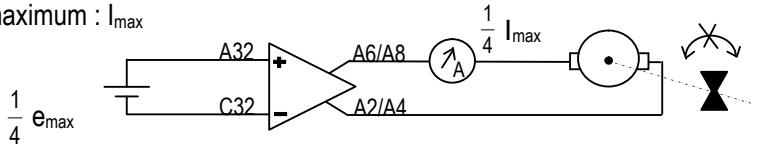
2. Préréglage de G : P_3 en butée sens anti-horaire (gain min)

3. Réglage du gain : G

$$I_{max} = \frac{\tau_{max}}{k_e} \qquad G = \frac{I_{max}}{e_{max}}$$

k_e : constante de couple du moteur utilisé
e_{max} : dynamique de la consigne (10 V avec potentiomètre)
τ_{max} : couple max à fournir

4. Placer un ampèremètre en série avec le moteur, bloquer le rotor moteur.
   Mettre le montage sous tension avec la consigne au quart de sa valeur maximum et augmenter P_3 (sens horaire) pour amener le courant moteur au quart de sa valeur maximum : I_{max}



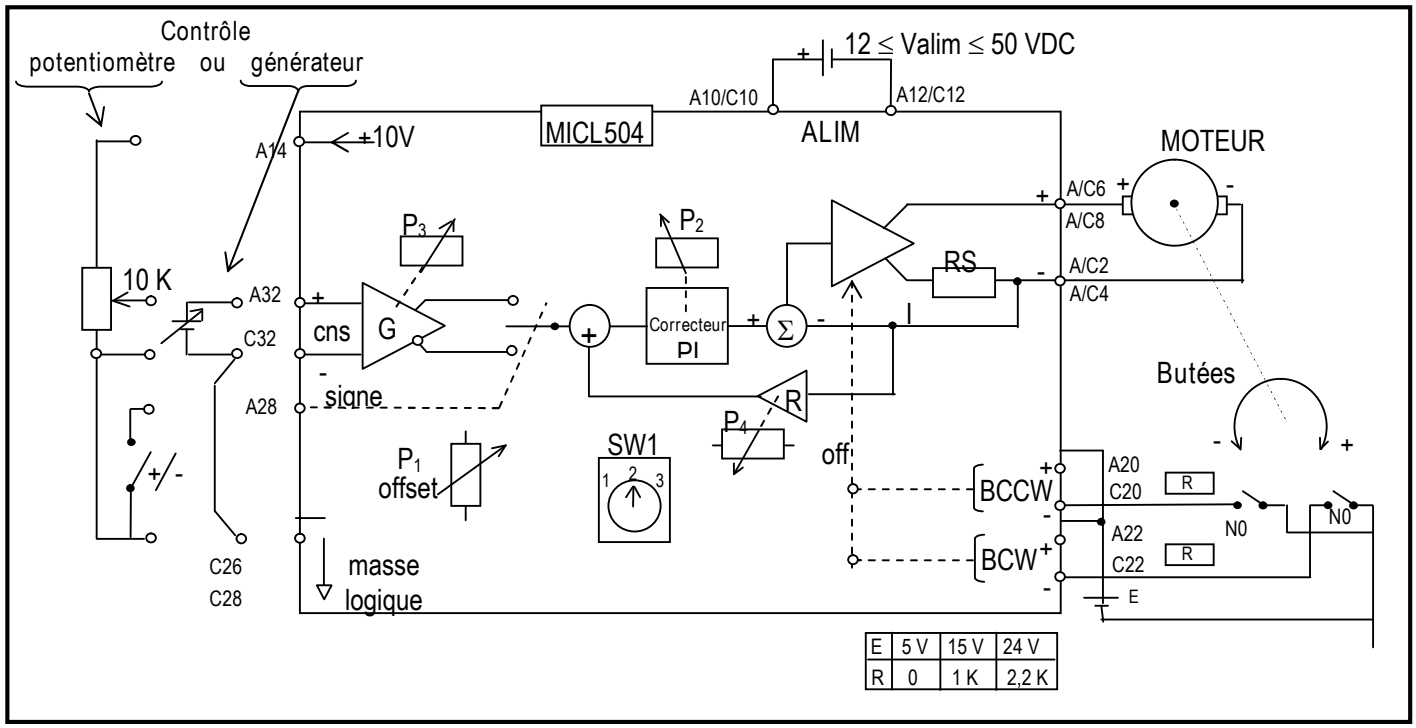
$\frac{e_{max}}{4}$ P_3 $\Rightarrow \frac{I_{max}}{4}$

5. Placer la consigne à 0 et ajuster le potentiomètre d'offset P_1 pour annuler le courant moteur, reprendre éventuellement le réglage du gain § 4.

- Câbler, si nécessaire, R71 en fonction du courant maximum désiré.
- Tous les réglages doivent être effectués butées non actives (commutateurs ouverts).

I_{max} (A)	0,5	2	2,5	3	4	5	6	7
R_{71} (KΩ) 1%	5,49	6,34	7,32	8,66	12,1	19,1	40,2	∞

II.2 - Compensation RI



1. Configuration : SW1 : position 2 — ②

2. Préréglage : P_2, P_3, P_4 en butée sens anti-horaire — $\min P_2$ $\min P_3$ $\min P_4$

3. Mettre la carte sous tension avec une consigne (cns) nulle : ajuster P_1 (offset) pour obtenir l'arrêt complet du moteur — $cns = 0$ $P_1 \Rightarrow \omega = 0$

4. Placer la consigne à 25% de sa valeur maximum et ajuster P_3 (gain) pour régler la vitesse au quart de la valeur maximum désirée, moteur non chargé. — $\frac{cns_{max}}{4}$ $P_3 \Rightarrow \omega = \frac{\omega_{max}}{4}$

5. Freiner le moteur et augmenter P_4 pour l'empêcher de ralentir, si le moteur accélère lorsqu'on essaie de le freiner, diminuer P_4 .

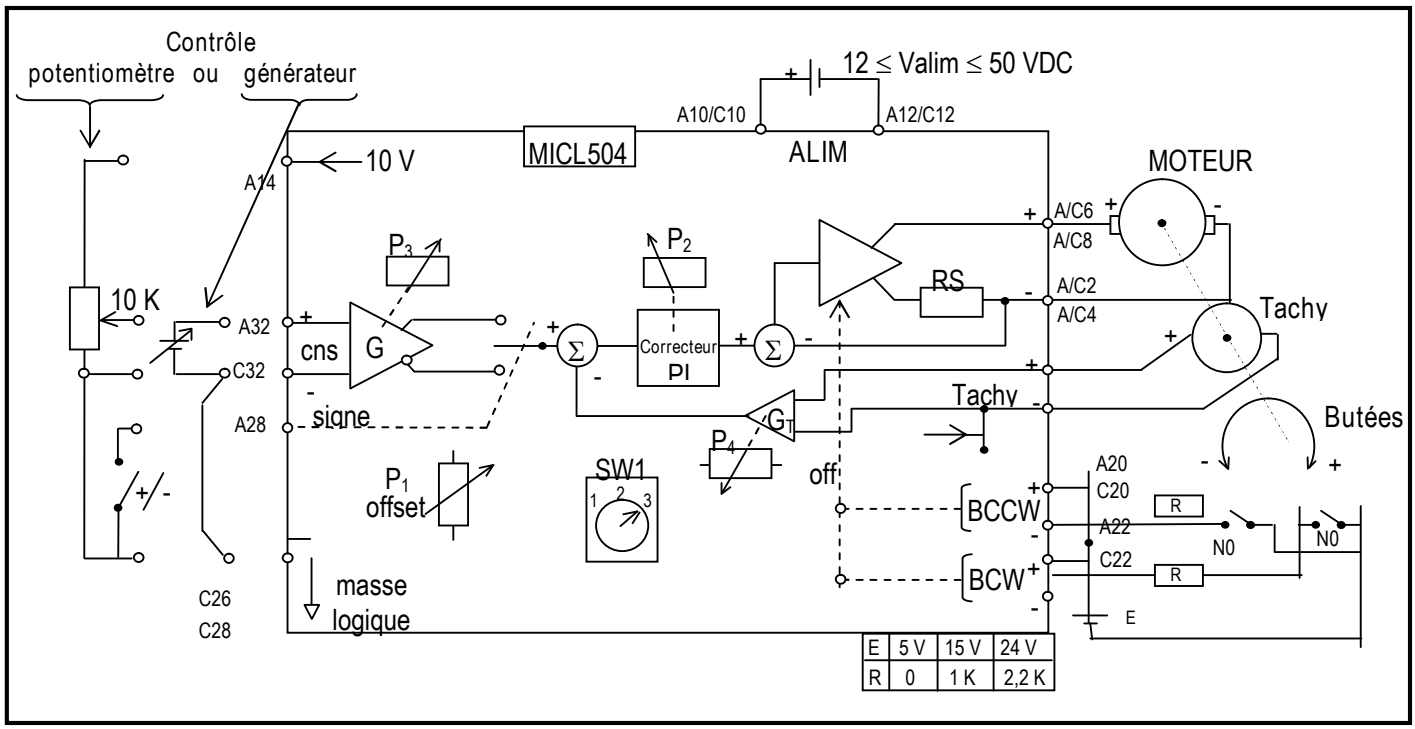
6. Reprendre éventuellement les réglages d'offset et de gain des paragraphes 3 et 4.

7. Placer la consigne à 0 et ajuster le potentiomètre d'offset P_1 pour annuler le courant moteur, reprendre éventuellement le réglage du gain § 4.

- Câbler, si nécessaire, R71 en fonction du courant maximum désiré.
- Tous les réglages doivent être effectués butées non actives (commutateurs ouverts).

I_{max} (A)	0,5	2	2,5	3	4	5	6	7
R_{71} (KΩ) 1%	5,49	6,34	7,32	8,66	12,1	19,1	40,2	∞

II.3 - Génératrice tachymétrique

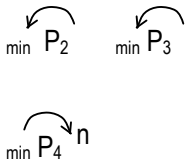


1. Configuration : SW1 : position 3

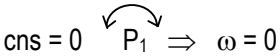
2. Préréglage : P_2 , P_3 en butée sens anti-horaire
A partir de sa butée anti-horaire, tourner P_4 de n tour

$$n = 0{,}31 \frac{J}{k\,kt} 10^6$$

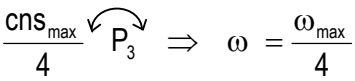
J : Inertie ramenée au moteur (kg m²)
k : constante de couple moteur (Nm/A)
kt : Fem tachy (V/1000 tr/mn)



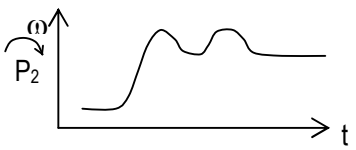
3. Mettre la carte sous tension avec une consigne (cns) nulle : ajuster P_1 (offset) pour obtenir l'arrêt complet du moteur.



4. Placer la consigne à 25% de sa valeur maximum et ajuster P_3 (gain) pour régler la vitesse moteur au quart de la valeur maximum désirée. Reprendre éventuellement les réglages d'offset et de gain une deuxième fois (§3 et §4).



5. Ajuster la réponse dynamique du système (avec la charge réelle) en modifiant la valeur de compensation PI : une trop faible valeur de P_2 peut provoquer une instabilité basse fréquence; une trop forte valeur de P_2 peut provoquer un accrochage en général à fréquence audible voisine du KHz.



6. Placer la consigne à 0 et ajuster le potentiomètre d'offset P_1 pour annuler le courant moteur, reprendre éventuellement le réglage du gain § 4.

- Câbler, si nécessaire, R71 en fonction du courant maximum désiré.
- Tous les réglages doivent être effectués butées non actives (commutateurs ouverts).

I_{max} (A)	0,5	2	2,5	3	4	5	6	7
R_{71} (KΩ) 1%	5,49	6,34	7,32	8,66	12,1	19,1	40,2	∞

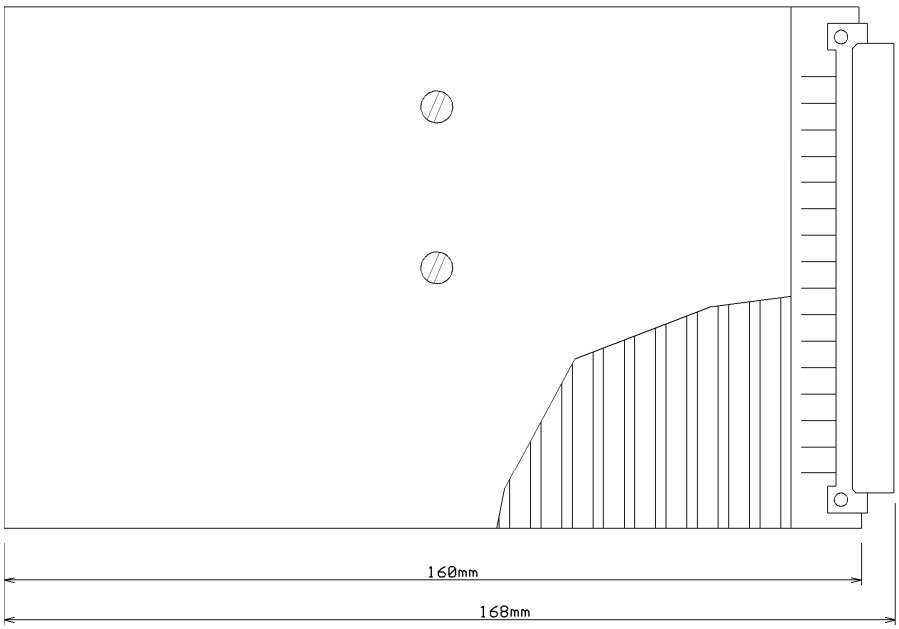
III - SPECIFICATIONS

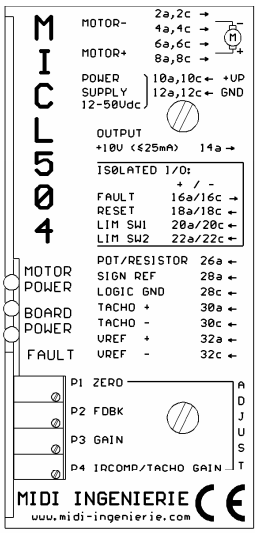
III.1 - Spécifications électriques

Tension d'alimentation	12 V à 50 V_{DC}
Dynamique de tension de sortie	± (V_{alim} - 5 V) à I = 1 A
Courant max. continu délivré au moteur	4 A
Courant de pointe instantané	7 A (limité par la carte)
Tension de commande différentielle	± 10 V ou 10 V avec bit de signe
Plage de mode commun de la commande	± 10 V_{DC}
Facteur de transconductance	1 A/V (ajustable de 0,11 A/V à 1,4 A/V)
Dynamique de l'entrée tachy	Ajustable de 1V à 50V pleine échelle
Erreur de décalage entrée tachy	Ramenée à l'entrée ± 5 mV
Bande passante de l'entrée tachy	150 Hz (à 3 dB)
Bande passante asservissement de vitesse	≈ 30 Hz nominal (dépend du moteur et du réglage PI)
Bande passante régulation du courant	2 KHz (à 3 dB)
2 entrées butées	Optoisolées
1 entrée reset	Optoisolée
1 entrée signe	Compatible TTL/CMOS
1 sortie défaut	Optoisolée
Voyant en face avant	1 led verte : présence alimentation 1 led rouge : défaut 1 led jaune : courant appliqué au moteur
Puissance électrique continu crête	100 W 150 W } Ventilée
Protection thermique de la carte	80°C sur refroidisseur
Température de fonctionnement de la carte	0... 65°C
Connexion	DIN41612 32 points forme D Bornes à vis en option
Sortie + 10V auxiliaire	Impédance sortie 100 Ω

III.2 - Dimensions mécaniques et connectique

➢ **Dimensions mécaniques**





➢ **Connexions (connecteur DIN41612 32 points forme D)**

Moteur -	a2	c2	Moteur -
Moteur +	a4	c4	Moteur +
	a6	c6	
Alim +	a8	c8	Alim + (12V, 50V)
	a10	c10	
Masse alim	a12	c12	Masse alim
+10V (sortie ≤ 25 mA)	a14	c14	RESERVE
DEFAUT+	a16	c16	DEFAUT - sortie opto-couplée
RESET +	a18	c18	RESET - entrée opto-couplée
BUTEE CCW +	a20	c20	BUTEE CCW - entrée optoisolée
BUTEE CW +	a22	c22	BUTEE CW - entrée optoisolée
RESERVE	a24	c24	RESERVE
Potentiomètre/résistance	a26	c26	Masse logique
Signe (entrée TTL/CMOS)	a28	c28	Masse logique
Tachy	a30	c30	Retour tachy
Consigne	a32	c32	Retour consigne (entrée différentielle)

Remarque : Les pièces mécaniques (radiateur + face avant) sont connectées à la masse électrique de la carte MICL504 (masse mécanique = masse électrique 12 a/c).

IV - REGLAGES

Choix du réglage par résistance ou potentiomètre

Pour les trois modes de fonctionnement, les réglages de la carte peuvent être réalisés grâce aux potentiomètres ou aux résistances à câbler.

26a en l'air : potentiomètres (ne câbler aucune résistance)

26a à la masse logique (26c) : résistances à câbler.

Remarque : Cette définition est unique pour l'ensemble des réglages.

IV.1 - Fonctionnement en contrôle de couple

Placer la roue codeuse en position 1.

Placer le potentiomètre P_2 en butée dans le sens horaire.

Déterminer le courant maximum I_M à appliquer au moteur en fonction du couple maximum désiré C_M.

$$I_M = \frac{I_D}{C_D} * C_M \quad \text{ou} \quad I_M = \frac{C_M}{K}$$

K : constante de couple
I_D : courant de démarrage (Valim/Rmot)
C_D : couple de démarrage

Déterminer le gain à donner à l'amplificateur de transconductance.

$$G = \frac{I_M}{V_M}$$

I_M : courant maximum (exprimé en ampère)
V_M : valeur maximum de la consigne (exprimé en volt)

Placer un ampèremètre en série dans le circuit moteur. Placer la valeur de la consigne à 0V.
Mettre le montage sous tension (le courant dans le moteur doit être très faible ≤ 10 mA).
Bloquer le moteur et ajuster le potentiomètre de réglage d'offset P_1 pour annuler le courant dans le moteur.

IV.1.1 - Réglage par potentiomètre P_3 (26a en l'air)

Placer la consigne à une faible valeur (< 1/10 de la dynamique désirée) et ajuster le potentiomètre de gain P_3 pour obtenir le courant correspondant (moteur toujours bloqué).

$$I = G * Vconsigne$$

Le gain augmente en tournant le potentiomètre dans le sens horaire. Celui-ci est réglé à 1A/V en sortie usine.

Remarque : Il peut être nécessaire de répéter deux fois les réglages dans l'ordre ; le réglage du gain modifiant légèrement le réglage d'offset.

IV.1.2 - Réglage par résistance R_{76} à câbler (26a à la masse)

On peut aussi ajuster le gain par une résistance fixe R76 à câbler sur picots. La résistance R76 est calculée selon la formule suivante :

$$R_{76} = \frac{5236}{303G - 7} \ K\Omega \ \text{avec} \ G \ \text{exprimé en A/V}$$

d'où le tableau suivant :

G (A/V)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,4
R_{76} (KΩ)	226	97,6	61,9	45,3	36,5	30,1	25,5	22,1	19,6	17,8	12,4

IV.2 - Fonctionnement en boucle de vitesse par compensation RI

Placer la roue codeuse en position 2.

Prérégler la réponse dynamique de la boucle de régularisation de vitesse.

$$C6 \geq \frac{K^2}{2 * J} \text{ (nF)}$$

- Vérifier que :

$J = JM + JL$ (Kg.m²)

où K : constante de couple moteur (Nm/A)
avec JM : moment d'inertie du rotor
JL : moment d'inertie de la charge ramenée à l'axe du moteur par défaut C6 = 440 nF

Dans le cas contraire, augmenter C6 (mise en parallèle de Cx6)

IV.2.1 - Réglage par potentiomètre P_4 et P_3 (26a en l'air)

- Ajuster le potentiomètre P_4 (mesurer entre ses broches extérieures) à la valeur de la résistance interne du moteur multipliée par 10000 (1 $\Omega \rightarrow$ 10 KΩ) diminuée de 2,2 ΩK.

$$P_4 = 10000 * R_{MOT} - 2200\ (\Omega)$$

R_{MOT} : résistance moteur (Ω)

Tenir éventuellement compte de la résistance de câblage.

- Ajuster P_2 à la valeur suivante :

$$P_2 = \frac{9\,10^{-3}}{C_6} K\Omega \text{ ; } C_6 \text{ exprimée en nF}$$

7

Remarque : Un fonctionnement stable est généralement obtenu en plaçant P_2 à sa valeur minimale (butée dans le sens inverse des aiguilles d'une montre), mais la réponse dynamique n'est alors pas optimale.

Mettre la consigne de vitesse à 0, placer la carte sous tension et ajuster le potentiomètre de réglage d'offset P_1 afin d'arrêter le moteur. Mettre une consigne pour faire tourner le moteur et ajuster la vitesse de ce dernier à l'aide du potentiomètre P_3 (la vitesse augmente quand on tourne le potentiomètre dans le sens horaire).

IV.2.2 - Réglage par résistance R_{54}, R_{40} et R_{76} à câbler (26a à la masse)

On peut prédéfinir le réglage de vitesse comme suit :

- Placer sur les picots prévus à cet effet les résistances valeurs calculées selon les formules suivantes :

  - $R_{54} = 10000 * R_{MOT}$
  - R_{40} calculée selon la formule donnée précédemment pour P_2
  - $R_{76} = \dfrac{748}{\dfrac{fcem}{V_C} * 6{,}25 - 1}\ K\Omega$

V_C : valeur de consigne
fcem : force électromotrice correspondant à la valeur de consigne appliquée V_C

Remarque :

$fcem = k * \omega$

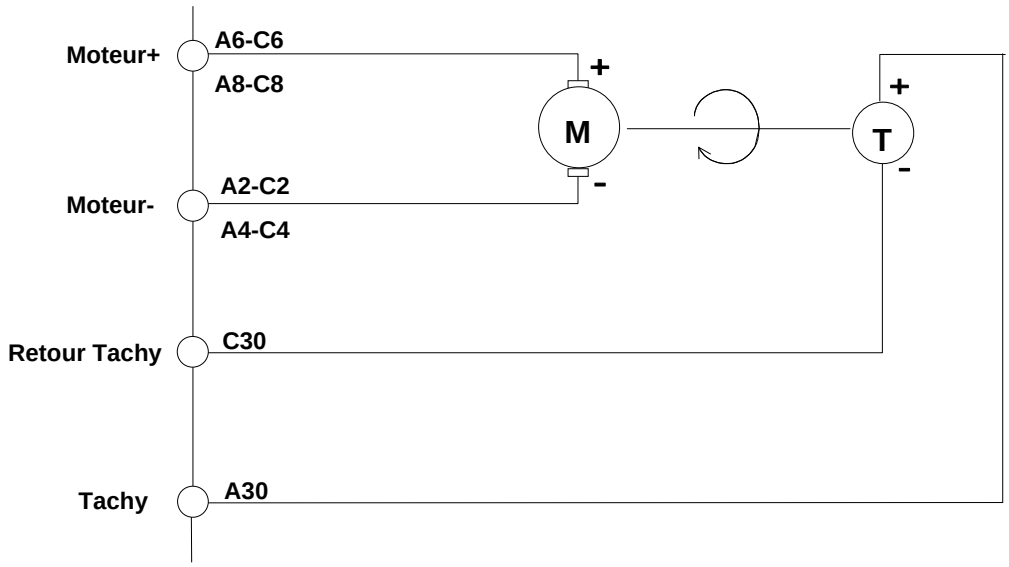
ω = vitesse du moteur (tour/mn)

K : constante moteur (volt/tour/mn)

IV.3 - Fonctionnement en régulation avec génératrice tachymétrique

Placer la roue codeuse en position 3.

Branchement de la génératrice tachymétrique



Prérégler la réponse dynamique de la boucle de régularisation de vitesse.

$$8{,}65\ 10^{-3} * \frac{K}{J * W_{max}} < C6 < 86{,}5\ 10^{-3} * \frac{K}{J * W_{max}} \text{ (nF)}$$

- Vérifier que :

Avec W_{max} : vitesse maximale de rotation du moteur envisagée en 1000 tours/mn
K : constante de couple moteur (Nm/A)
J : JM + JL (Kg.m²)

avec JM : moment d'inertie du rotor
JL : moment d'inertie de la charge ramenée à l'axe moteur

Par défaut C6 = 440 nF (usine)

Dans le cas contraire, augmenter la valeur de C6 (mise en parallèle de Cx6 et Cxx6)

IV.3.1 - Réglage par potentiomètre P_4, P_3 et P_2 (26a en l'air)

- Ajuster P_2 à la valeur suivante (compensation PI)

$$P_2 = \frac{9\,10^3}{C_6}\ (K\Omega)\ ;\ C_6\,(nF)$$

Remarque : Un fonctionnement stable est généralement obtenu en plaçant P_2 à sa valeur minimale (butée dans le sens contraire de rotation des aiguilles d'une montre) mais la réponse dynamique n'est alors pas optimale.

- - Ajuster P4 à la valeur suivante (gain tachy)

$$P_4 = 703 * C6 * \frac{J}{K * K_T} - 2{,}2\ (K\Omega);\ C6\,(nF)$$

avec K_T : FEM de la génératrice tachymétrique en volt/1000 tr/min

Par la suite, on procède de la même manière que pour ajuster la boucle en compensation RI.

Mettre la consigne de vitesse à 0, placer la carte sous tension et ajuster le potentiomètre de réglage d'offset P_1 afin d'arrêter le moteur.

Mettre une consigne pour faire tourner le moteur et ajuster la vitesse de ce dernier à l'aide du potentiomètre P_3 (la vitesse augmente si l'on tourne le potentiomètre dans le sens horaire).

IV.3.2 - Réglage par résistances R_{54}, R_{40} et R_{76} (26a à la masse logique)

On peut aussi prédéfinir ce réglage de vitesse comme suit :

- Placer la résistance R40 calculée selon la formule donnée précédemment pour P2

- Régler le gain de l'entrée tachy à l'aide de la résistance R54 à placer sur picot
  Donner à R_{54} la valeur suivante :

$$R_{54} = 703 * C6 * \frac{J}{K * K_T} \ (K\Omega)$$

- Placer la résistance R76 sur picots calculée selon la formule :

$$R_{76} = \frac{748}{35{,}2 * \frac{V_T}{V_C} * \frac{R_{54}}{21 + R_T} - 1}$$

V_T : valeur de la tension en sortie de la tachy pour une vitesse particulière ω.
V_C : valeur de la tension en consigne correspondant à la vitesse ω.
R_T : résistance interne de la génératrice tachymétrique.

Nota : Toutes les résistances sont exprimées en KΩ.

IV.4 - Optimisation de la compensation PI en boucle de régulation vitesse

L'optimisation de la réponse dynamique du système nécessite l'adaptation des composantes proportionnelles et intégrales du gain de boucle aux caractéristiques du moteur, éventuellement de la génératrice tachymétrique et de la charge.

Il est souhaitable de brancher un oscilloscope sur le point de test **PT6** pour observer la réponse du système à un échelon de commande. On augmentera la valeur du gain de la correction PI, à l'aide du potentiomètre P_2, pour obtenir une réponse avec juste un léger dépassement (sens horaire).

Si l'on ne dispose pas d'un oscilloscope, on peut effectuer le réglage soit au jugé, soit en observant le comportement du système : un gain trop faible provoquant des résonances BF dans la régulation de vitesse.

Un gain trop fort peut provoquer un accrochage sur une fréquence en général audible et voisine du KHz.

Pour certains moteurs, il peut s'avérer nécessaire d'augmenter la valeur de la capacité d'intégration C6 (valeur standard utilisée 440 nF = 2 x 220 nF).

Attention ! L'entrée tachy n'est pas référencée à la masse de la carte, il convient donc de ne jamais brancher la masse de l'oscilloscope sur le point de retour tachy si l'oscilloscope n'est pas isolé galvaniquement de la terre.

Remarque : Une fois la valeur optimale de la compensation PI déterminée, le potentiomètre P_2 doit être remplacé par une résistance R_{40} de même valeur si l'on désire ajuster la carte par résistance à câbler (26a à la masse).

V - PROTECTIONS

V.1 - Limitation du courant moteur

V.1.1 - Courant max

En sortie usine la valeur maximum du courant est fixée à 7A. Cette valeur peut être diminuée en plaçant une résistance sur picot R_{71} selon la formule suivante :

$$R_{71} = \left(\frac{10 - k}{0{,}387k - 1} \right) k\Omega \quad \text{avec} \quad k = 5{,}6 - \frac{3}{7} * I_{max}$$

Soit les valeurs suivantes :

I_{max} (A)	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7
R_{71} (KΩ) 1%	5,49	6,34	7,32	8,66	12,1	19,1	40,2	∞

Courant de limitation minimum : 1,5 A.

V.1.2 - Courant moyen

La valeur moyenne du courant dans le moteur peut être limitée à une valeur inférieure à 4 A. Le dépassement de cette valeur provoque la disjonction de la carte avec une constante de temps de l'ordre de 3 s. Le tableau suivant fournit la valeur de la limite en fonction de la résistance R_{99}.

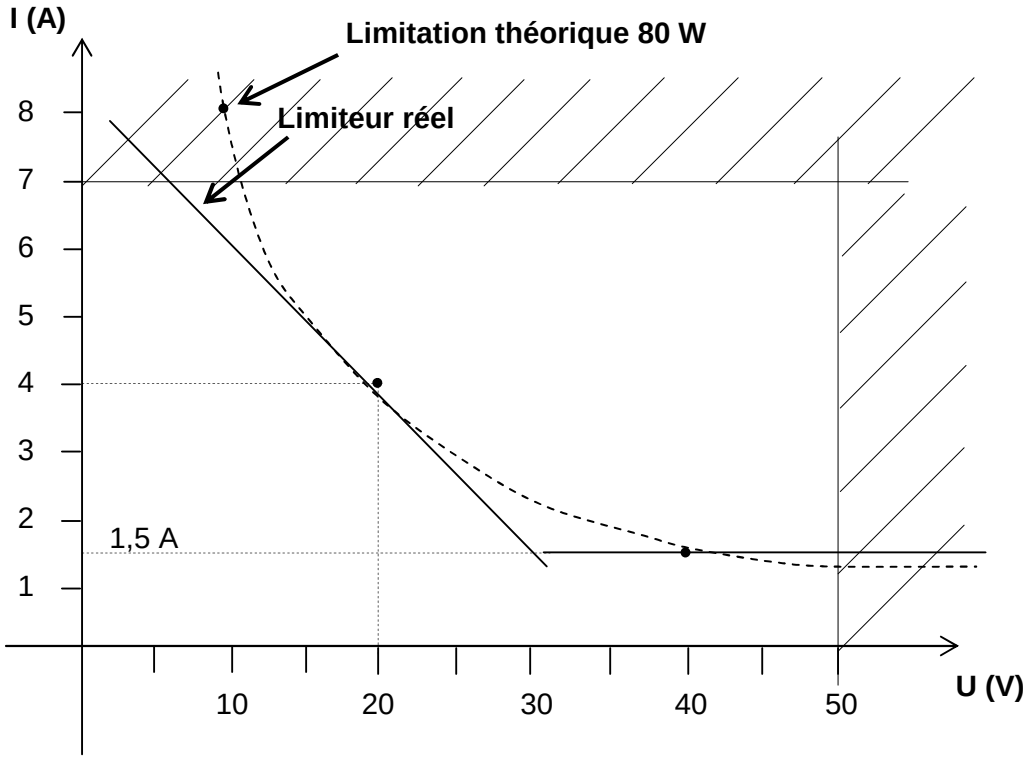
Ilim (A)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
R_{99} (KΩ) 1%	0,374	0,887	1,54	2,55	4,22	7,15	14,7

La formule suivante permet d'obtenir la valeur de R_{99} pour une limite en courant désiré (Ilim).

$$R_{99} = \left(\frac{38{,}3 \ \text{Ilim}}{57{,}45 - 13{,}83 \ \text{Ilim}} \right) K\Omega$$

V.1.3 - Courant instantané

Compte tenu du fonctionnement en mode linéaire de la carte, la puissance dissipée par le pont de puissance est égale au courant fourni multiplié par la tension d'alimentation diminué de la force électro-motrice. Afin d'éviter de dépasser la puissance instantanée admissible par les transistors du pont, un limiteur de courant maintien cette puissance inférieure à 80 W selon la courbe de réponse données ci-dessous.



U = Valim - fcem

V.2 - Dissipation thermique

La résistance thermique R_{Th} refroidisseur air ambiant est de 1,2°C/W sans ventilation forcée (carte en position verticale avec libre circulation de l'air ambiant donc en dehors d'une enceinte close). La disjonction thermique du module est obtenue pour une température de 80°C.

L'augmentation de température tolérée est donc :

$\Delta T = 80°C - TA$

TA : température ambiante

La puissance moyenne dissipable par la carte MICL504 est donc :

$$P_M \leq \frac{\Delta T}{R_{Th}}$$

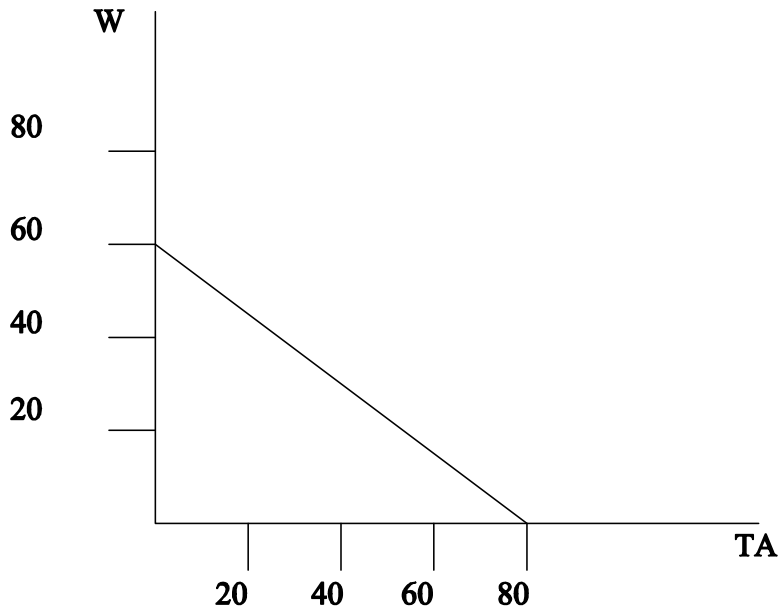
P_M : exprimée en Watts
R_{Th} : exprimée en °C/W
ΔT : exprimée en °C

La puissance dissipée par le module dépend de la chute de tension dans le module et du courant injecté dans le moteur I_M.

La chute de tension dans le module est égale à la différence entre la tension d'alimentation V_{alim} et la tension aux bornes du moteur V_M.

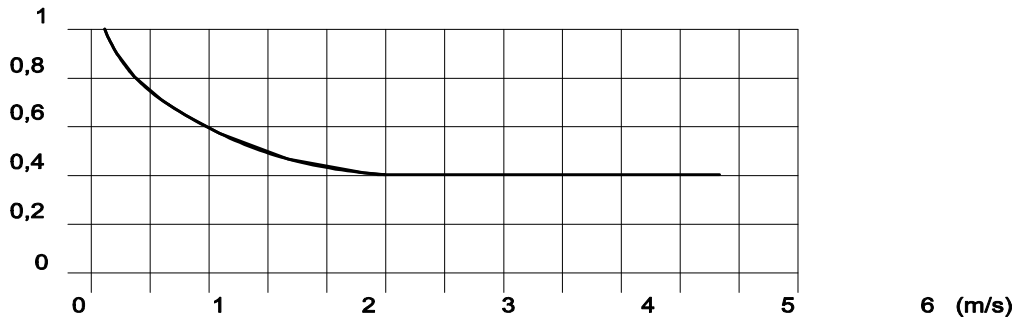
$$P_M = I_M (V_{alim} - V_M)$$

Il convient d'adapter la tension d'alimentation à l'application de façon à minimiser le terme (V_{alim} - V_M) pour limiter l'échauffement de la carte.



Relation entre la température ambiante et la puissance maximum dissipable par la carte.

Une ventilation forcée appliquée sur le radiateur de la MICL504 permet de diminuer la résistance thermique du radiateur et par conséquent d'augmenter la puissance dissipable par la carte.



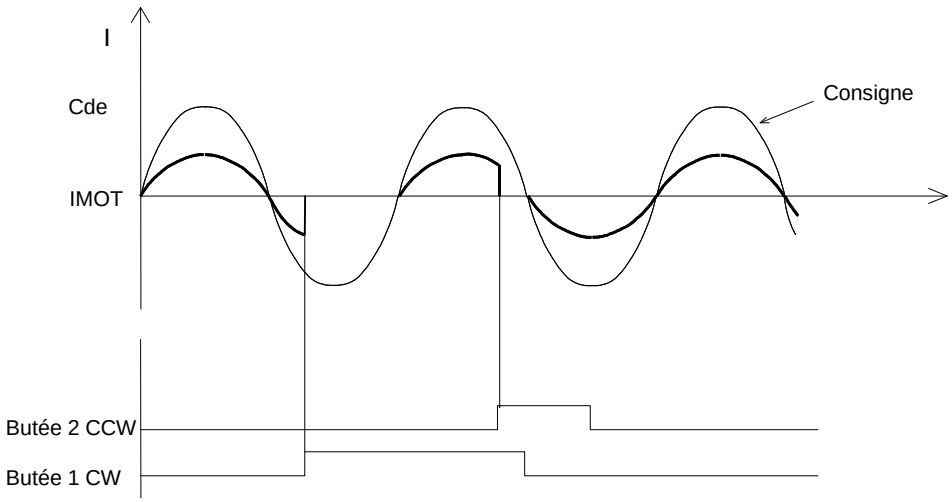
$$R_{thf} = a * R_{th}$$

R_{thf} : résistance thermique avec ventilation forcée.
R_{th} : résistance thermique sans ventilation forcée.
a : facteur de proportion

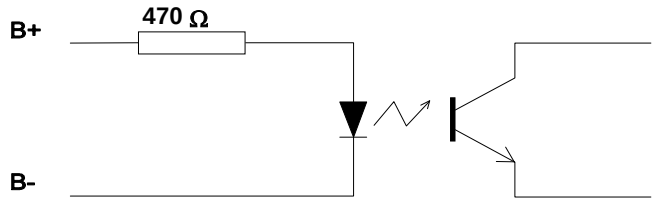
Remarque : Le courant maximum admissible par la carte dépend lui aussi de la chute de tension dans le module. Cette limitation est faite automatiquement par la carte, aussi si la tension d'alimentation est trop élevée la limitation de courant imposée par l'utilisateur risque de ne pas être atteinte.

V.3 - Butées

La carte MICL504 possède deux entrées butées qui lorsqu'elles sont activées bloquent respectivement le courant dans le sens de rotation horaire ou antihoraire du moteur de façon à limiter le couple appliqué au moteur.



Caractéristiques des entrées Butées et Reset optoisolées



Tension d'entrée $5V \leq V_{IN} \leq 7V$
Courant d'entrée $5 \leq I \leq 8$ mA

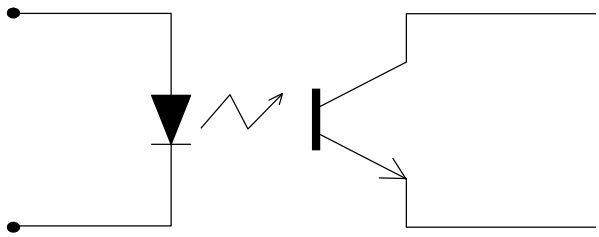
Pour $7V < V_{IN} < 15V$ placer une résistance série 1KΩ.
Pour $15V \leq V_{IN} \leq 24V$ placer une résistance série 2,2 KΩ.

V.4 - Défauts et Reset

Une sortie défaut et une led rouge matérialisent les défauts de court-circuit moteur, courant moyen supérieur à la limite fixée et de protection thermique.

Le défaut est mémorisé et coupe automatiquement le courant appliqué au moteur. Une activation de l'entrée Reset ou une remise sous tension de la carte permettent de reprendre le fonctionnement normal de la carte.

Caractéristique de la sortie Défaut actif à 0



Valeurs à ne pas dépasser :

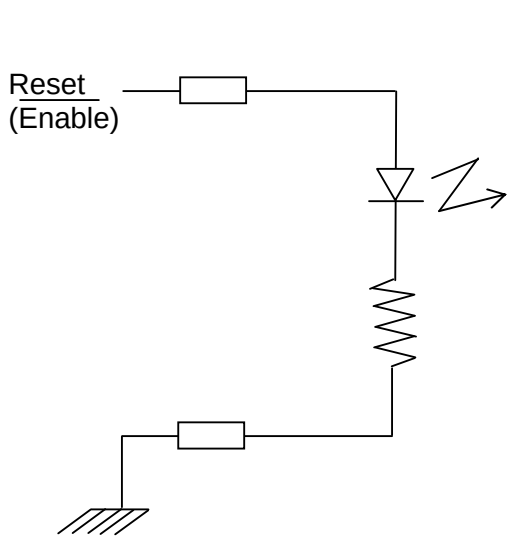
$V_H \leq 30\ V_{DC}$
$I_L \leq 20$ mA

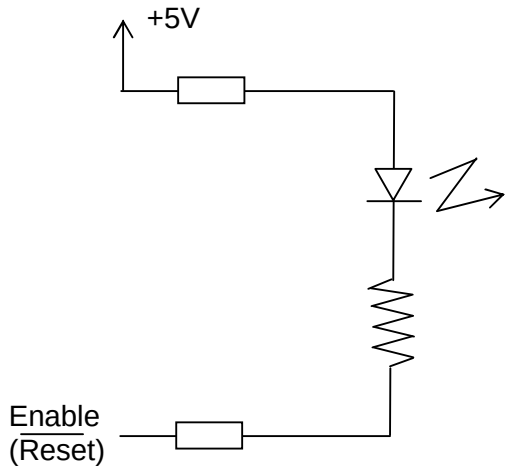
$I_H \leq 100\ \mu A$ $V_L \leq 0,4$ V

V.5 - Activation du moteur

Une led jaune matérialise la présence du courant dans le moteur dès que ce courant dépasse 30 mA.

Remarque : A défaut, le moteur est normalement sous tension. L'activation de l'entrée Reset permet de couper la puissance moteur. Selon le câblage de l'entrée Reset (logique directe ou inverse) celle-ci peut servir d'entrée "Enable".





Reset = 1 ⇔ puissance off

Reset = 0 ⇔ puissance on

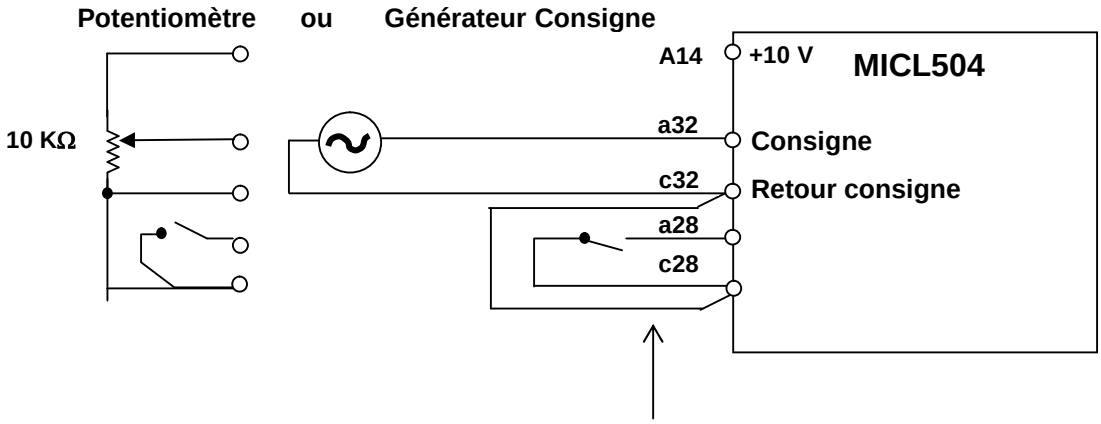
Enable = 1 ⇔ puissance on

Enable = 0 ⇔ puissance off

VI - REMARQUE SUR LES ENTRÉES CONSIGNE ET GÉNÉRATRICE TACHYMÉTRIQUE

L'entrée consigne est une entrée différentielle. Cette caractéristique permet de s'affranchir des problèmes de tension de décalage liés au courant circulant dans les connexions de masse. Il convient donc de connecter les deux entrées consigne et retour consigne directement au niveau du générateur. De plus la polarité de la commande peut être inversée simplement en permutant les deux entrées consigne et retour consigne. L'entrée signe permet, elle, de travailler avec une tension de consigne en valeur absolue avec le signe fourni par une information logique à part. Le fait de placer l'entrée signe à 0 inverse la polarité de la commande. L'entrée signe en l'air ou à 1 logique laisse la polarité initiale de la commande.

Attention ! L'entrée consigne n'est pas une entrée flottante, il convient donc que son potentiel reste référencé au potentiel de la carte, on choisira en général la masse.



Connexion à réaliser ***uniquement*** si le générateur est non référencé à la masse de la MICL504

L'entrée génératrice tachymétrique est référencée à une tension interne à la carte, elle ne doit en aucun cas être connectée à une autre référence y compris la masse. On peut pour éventuellement pallier à des problèmes de bruit ramener une capacité de 100 nF entre masse logique et retour tachy.

VII - LE REGLAGE DE L'OFFSET

Le réglage d'offset de la carte est un réglage global qui permet de compenser l'ensemble des offsets de la carte.

Les différents offsets associés aux étages d'amplification de la carte sont modifiés par les divers réglages possibles de la carte. Aussi, le réglage de l'offset doit-il être effectué dans les conditions exactes d'utilisation y compris au gain exact.

Pour les mêmes raisons l'utilisation du signe indépendant de la consigne est à déconseiller pour les applications requérant une forte précision puisque le réglage de l'offset est différent suivant la valeur de cette entrée. Si l'utilisateur ne dispose pas d'une consigne signée, il peut cependant facilement créer ce signe par utilisation de l'entrée différentielle de la consigne. En imposant une valeur fixe sur l'une des entrées différentielles, la consigne vue par la carte est égale à la valeur de commande moins cette valeur fixe, permettant ainsi de signer artificiellement la commande.

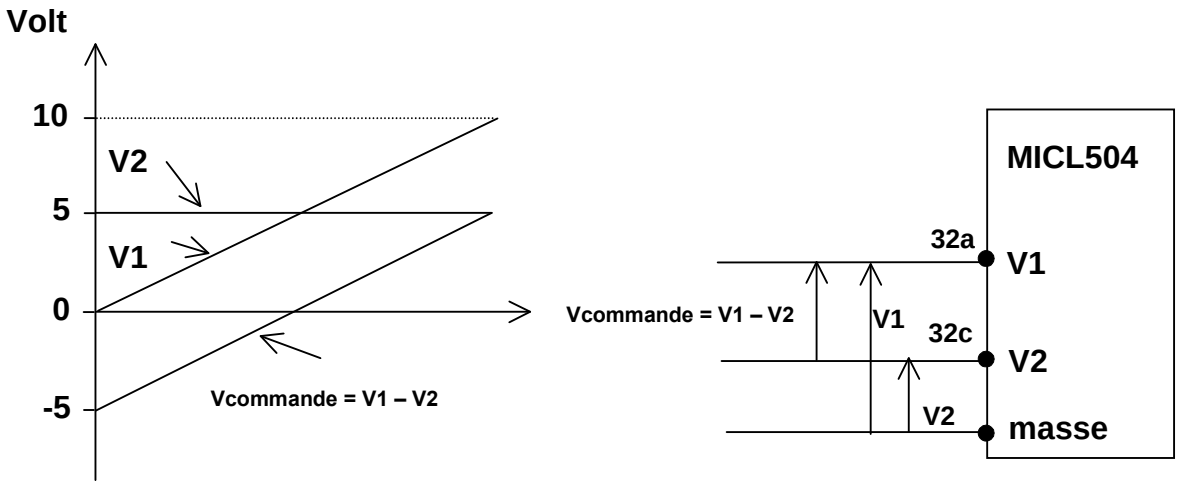
V1 --------- consigne

V2 --------- retour consigne

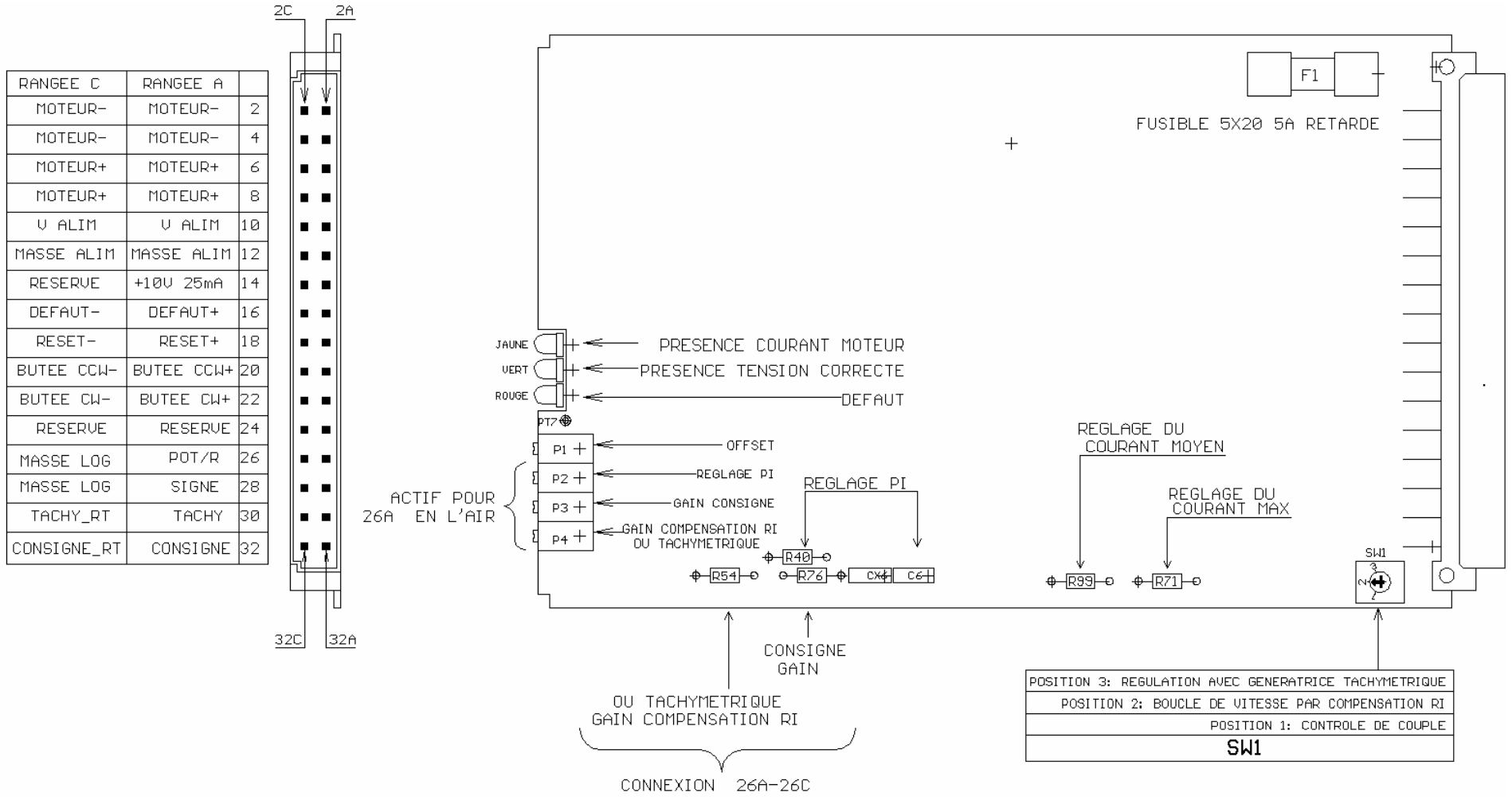
Tension de commande = V1 - V2

Par exemple, pour une dynamique 0 - 10V de V1 en plaçant V2 à 5V on réalise une commande signée de dynamique ± 5V.

V1 = commande désirée + V2



Annexe

Configuration de la carte MICL504

RANGEE C	RANGEE A	
MOTEUR-	MOTEUR-	2
MOTEUR-	MOTEUR-	4
MOTEUR+	MOTEUR+	6
MOTEUR+	MOTEUR+	8
V ALIM	V ALIM	10
MASSE ALIM	MASSE ALIM	12
RESERVE	+10V 25mA	14
DEFAUT-	DEFAUT+	16
RESET-	RESET+	18
BUTEE CCW-	BUTEE CCW+	20
BUTEE CW-	BUTEE CW+	22
RESERVE	RESERVE	24
MASSE LOG	POT/R	26
MASSE LOG	SIGNE	28
TACHY_RT	TACHY	30
CONSIGNE_RT	CONSIGNE	32