

# LMD 15 ELECTRONIQUE DE COMMANDE POUR MOTEURS A COURANT CONTINU

## MANUEL DE L'UTILISATEUR

1. AVERTISSEMENT .....	2
2. PRINCIPE DE L'UNITE LMD 15. ....	2
3. LOGIQUE et FONCTIONS de l'UNITE LMD 15 .....	4
3.1. Logique de Commande de l'Unité LMD 15 .....	4
3.2. Mode Vitesse Réduite .....	7
3.3. Rampes d'accélération et de freinage. ....	7
3.4. Fins-de-course par limitation du courant .....	8
4. INSTALLATION ET CABLAGE .....	8
4.1. Montage .....	8
4.2. Câblage de l'alimentation et du moteur .....	8
4.3. Choix de l'alimentation .....	9
4.4. Raccordement des signaux de commande .....	9
5. EXEMPLES D'APPLICATIONS .....	10
5.1. Vérin avec arrêt(s) intermédiaire(s). ....	10
5.2. Vérin très simple commandé par un unique signal. ....	11
5.3. Pourvoyeur vertical .....	12
6. CARACTÉRISTIQUES .....	13
6.1. Valeurs à ne pas dépasser .....	13
6.2. Caractéristiques de service .....	14
6.3. Dimensions .....	15
7. DIFFICULTÉS ET REMEDES .....	16

Edition juillet 99. E.I.P. SA se réserve le droit de modifier les caractéristiques du produit. Elle prie l'utilisateur de ce manuel de lui signaler les éventuelles erreurs ou omissions.

# LMD 15 ELECTRONIQUE DE COMMANDE POUR MOTEURS A COURANT CONTINU

## MANUEL DE L'UTILISATEUR

### 1. AVERTISSEMENT

L'unité LMD 15 ne met en oeuvre que des tensions électriques égales ou inférieures à 24 V continu. Cet appareil n'est donc pas l'objet de la directive CE dite "Basse Tension". Par contre, les courants peuvent être importants et engendrer des risques potentiels d'incendie, de dommages matériels ou même de brûlures. L'installation et la mise en service doivent donc être confiées à un électricien qualifié et les prescriptions du chapitre "Installation et Câblage" doivent être respectées.

La conformité avec la directive CE sur les émissions et la susceptibilité électromagnétiques doit être testée sur l'équipement complètement assemblé. Ce test de conformité est donc de la responsabilité de l'ensemblier. En respectant les recommandations de ce manuel, qui reproduisent les conditions des tests réalisés sur l'unité LMD 15 elle-même, la conformité EMC ne devrait pas poser de problèmes.

La conformité avec la directive CE "Machine" qui concerne les dangers potentiels engendrés par les sources d'énergie -ici le moteur commandé par LMD 15- ne peut être garantie que par le constructeur de l'équipement; la responsabilité de EIP SA n'est ici pas engagée.

### 2. PRINCIPE DE L'UNITE LMD 15.

Les éléments constitutifs de l'unité LMD 15 sont représentés sur le schéma-bloc simplifié de la page suivante.

L'unité est alimentée par une source de tension continue extérieure de 24 V. Le moteur est commandé par un pont complet de transistors MOS FET. Le pont permet la commande bidirectionnelle du moteur et la marche à tension réduite par modulation de largeur (PWM). Le fonctionnement du pont en PWM est utilisé non seulement pour réduire la vitesse, mais encore pour produire des rampes d'accélération et de freinage. Par rapport à l'enclenchement brutal du moteur (par un contact), les rampes ménagent le moteur, l'alimentation, les organes mécaniques.

Pendant la rampe de freinage, une partie de l'énergie cinétique du moteur est retournée, à travers le pont, vers l'alimentation 24 V. Hormis le cas où l'alimentation est un accumulateur, l'énergie de freinage serait stockée dans les condensateurs connectés sur l'alimentation. La tension de l'alimentation grandirait et pourrait rapidement dépasser le maximum admissible, ce qui provoquerait la mise en défaut de l'unité. Pour pallier cette situation, l'unité LMD 15 contient un circuit qui absorbe l'énergie de freinage dans une résistance mise en circuit par un transistor. Le circuit de freinage est activé par une **variation** positive de la tension d'alimentation et non par le dépassement d'un seuil fixe. **Le circuit de freinage n'est actif que durant la rampe de décélération; il n'est pas prévu pour absorber l'énergie d'un moteur travaillant durablement en génératrice, par exemple, lors de la descente d'une charge.**

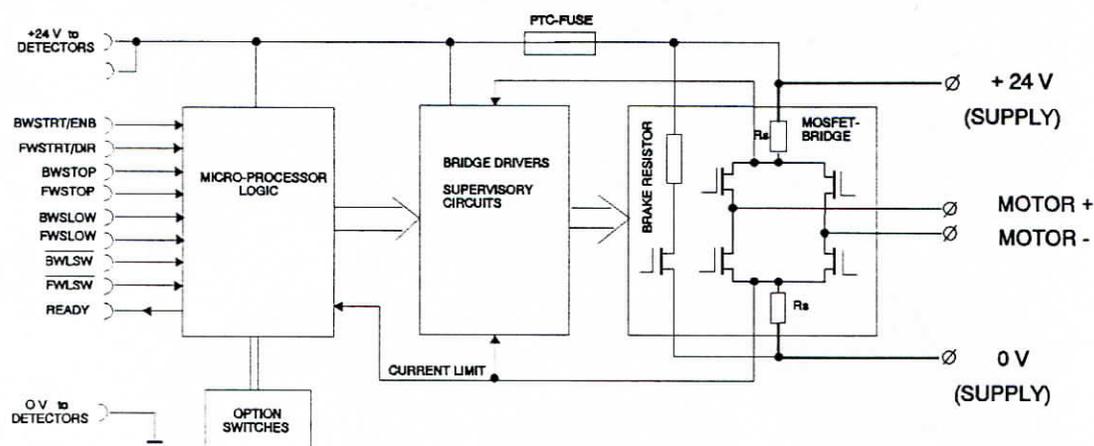


Figure 1: Schéma-Bloc de l'unité LMD 15

Les résistances  $R_s$  dans les lignes d'alimentation du pont de MOSFET sont des shunts pour la mesure du courant. Ils actionnent le déclenchement de défaut lors de courts-circuits sur les bornes du moteurs (entre elles, avec le + ou le - de l'alimentation). La mesure du courant est aussi utilisée, en liaison avec le potentiomètre "CURRENT LIMIT", pour réaliser des fins de course sur butées mécaniques, voir 3.4.

Un micro-processeur "single chip" matérialise toute la fonctionnalité de l'unité LMD 15 réduisant ainsi les circuits analogiques au rôle d'adaptateurs de signaux. Les fonctions des entrées seront détaillées au chapitre 3.

Les circuits de surveillance comprennent la protection contre les courts-circuits mentionnée au paragraphe précédent, la protection contre la sur-tension d'alimentation et la sur-température du boîtier. Dans tous ces cas, le témoin FAULT s'allume et le moteur est mis hors circuit. Si la tension d'alimentation tombe momentanément en dessous du minimum, l'unité se met en état de veille, avec moteur hors circuit.

Par souci de clarté, le schéma-bloc omet les composants inductifs et capacitifs du circuit de puissance, composants destinés à réduire les émissions électro-magnétiques, voir le chapitre "INSTALLATION ET CABLAGE".

### 3. LOGIQUE et FONCTIONS de l'UNITÉ LMD 15

#### 3.1. Logique de Commande de l'Unité LMD 15

Les signaux disponibles sur le connecteur sont définis par la table 3.1. Pour bien comprendre les possibilités de commande et la fonction des entrées, il est utile d'utiliser un modèle conceptuel: l'unité peut résider dans l'un de ses 5 états et les entrées permettent le changement d'état (automate séquentiel). Les états sont représentés par des cercles dans les figures 2 et 3, l'action des entrées par des flèches.

Deux modes d'action des entrées sont disponibles:

- **Mode 0:** Le commutateur 6 "CMD OPT" est ouvert (à droite), la broche 2 du connecteur est appelée **ENB** (ENable = Permission), la broche 3 est appelée **DIR** (DIRection), l'action des entrées est donnée par la figure 2.
- **Mode 1:** Le commutateur 6 "CMD OPT" est fermé (ON, à gauche), la broche 2 du connecteur est appelée **BWSTRT** (Backward Start), la broche 3 est appelée **FWSTRT** (Forward Start), l'action des entrées est donnée par la figure 3.

Table 3.1: Description des Entrées/Sorties

Broche	Nom	Fonction
1	+ 24 V OUT	Tension d'alimentation des détecteurs, I <sub>max</sub> 650 mA
2	BWSTRT/ENB	En mode 1: Backward Start, Départ arrière En mode 0: Enable, Permission de marche
3	FWSTRT/DIR	En mode 1: Forward Start, Départ avant En mode 0: Direction de marche, Haut = avant Bas = arrière
4	BWSTOP	Backward Stop, arrêt en marche arrière
5	FWSTOP	Forward Stop, arrêt en marche avant
6	BWSLOW	Backward Slow, Vitesse basse en marche arrière
7	FWSLOW	Forward Slow, Vitesse basse en marche avant
8	!BWLSW	Backward Limit Switch, Fin-de-Course arrière, signal haut au repos
9	!FWLSW	Forward Limit Switch, Fin-de-Course avant, signal haut au repos
10	READY	Sortie quittance, haut au repos, bas durant la marche
11	0 V	Retour de l'alimentation des détecteurs, voir paragraphe 4.4.
12	+ 24 V OUT	en parallèle avec broche 1

Le point d'exclamation (!) indique un signal actif bas. Dans les figures 2 et 3, l'inversion logique est indiquée par le surlignage du symbole.

Les 5 états de l'unité LMD 15:

- 0: **READY FW + BW**: Etat de repos, à l'enclenchement, après un arrêt autre qu'en fin de course. Les témoins READY FW et READY BW sont allumés, la sortie READY est haute ("UN").
- 1: **FW RUN**: Etat de marche avant, les témoins sont éteints, la sortie READY est basse ("ZERO").
- 2: **BW RUN**: Etat de marche arrière, les témoins sont éteints, la sortie READY est basse ("ZERO").
- 3: **READY FW**: Etat après un arrêt en fin de course arrière, le témoin READY FW est allumé, la sortie READY est haute.
- 4: **READY BW**: Etat après un arrêt en fin de course avant, le témoin READY BW est allumé, la sortie READY est haute.

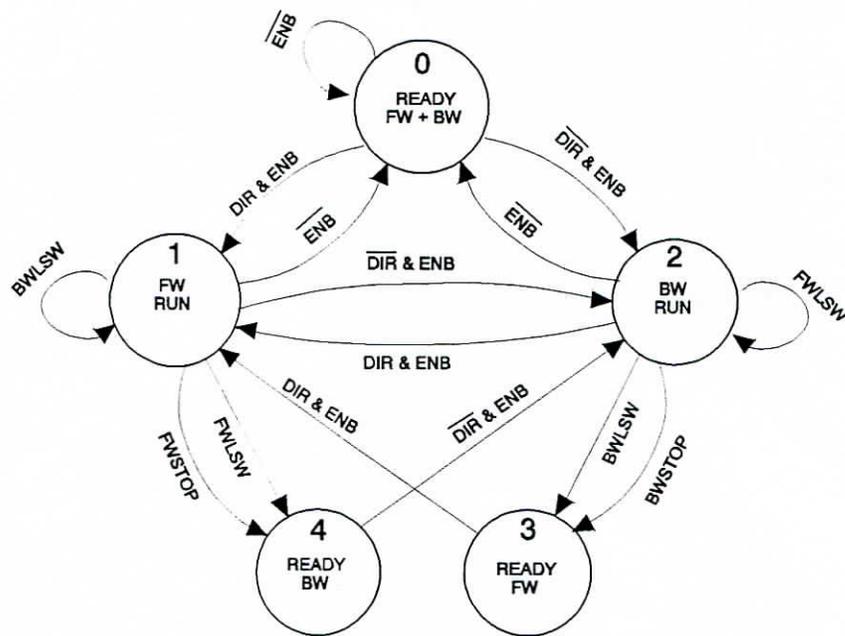


Figure 2:

Diagramme des transitions d'états pour le mode 0

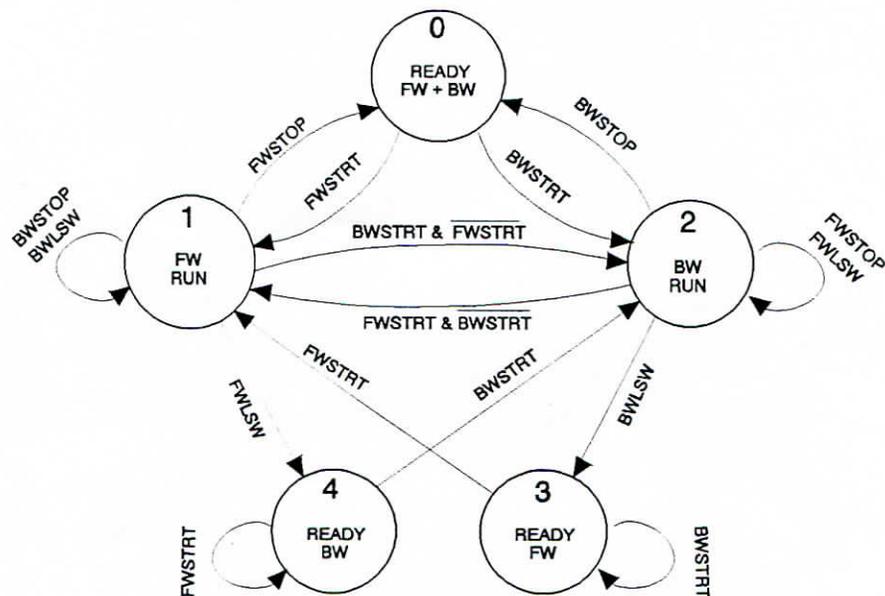


Figure 3:

Diagramme des transitions d'états pour le mode 1

Pour illustrer les deux modes de commande, montrons le contrôle d'un vérin à vis entraîné par un moteur DC et muni de contacts de fin-de-course à chaque extrémité. Les figures 4 et 5 donnent une séquence de travail représentative en mode 0 et 1 respectivement. Il est instructif de suivre le déroulement des séquences sur les diagrammes de transition, figures 2 et 3.



Figure 4: Exemple de vérin, Séquence des signaux en mode 0

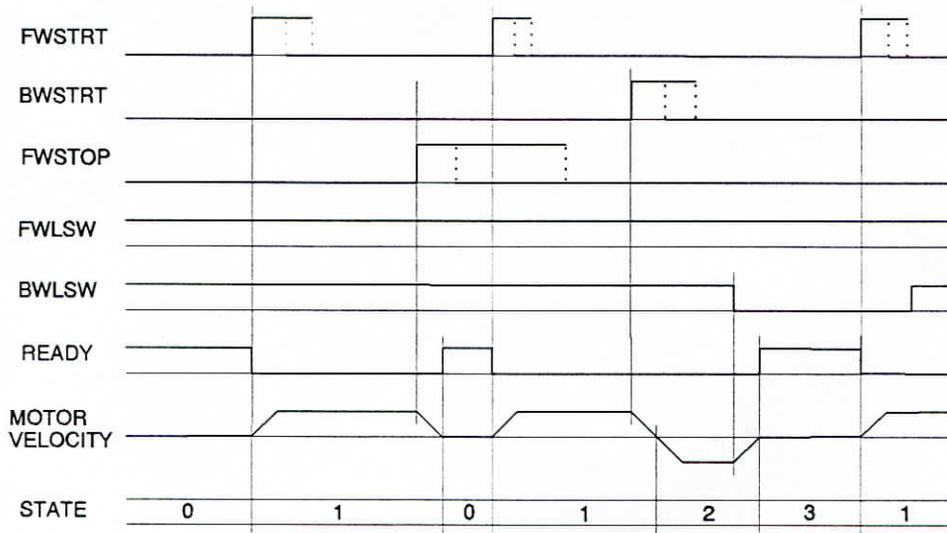


Figure 5: Exemple de vérin, Séquence des signaux en mode 1

On remarquera, en examinant la figure 2 qu'en mode de commande 0, les entrées FWSTOP et BWSTOP ont la même fonction que les entrées de fin-de-course FWLSW et BWLSW. Dans le mode 0 les deux paires peuvent être employées pour limiter la course, même simultanément. Le fait que la paire F/BWSTOP soit active haut et que la paire F/BWLSW soit active bas donne un degré de liberté supplémentaire.

### 3.2. Mode Vitesse Réduite

Les entrées FWSLOW et BWSLOW, non mentionnées dans les figures 2 et 3, commandent le mode vitesse réduite. Si ces entrées sont basses, le moteur reçoit, à travers le pont, la tension totale de l'alimentation. En marche avant, si FWSLOW est haut, le pont est commandé en modulation de largeur afin de réduire la vitesse du moteur. BWSLOW agit de même en marche arrière. La commutation des signaux F/BWSLOW peut intervenir en tout temps et les transitions entre la haute et la basse vitesse suivent la rampe présélectionnée.

Si on change la présélection de la vitesse réduite, la nouvelle valeur sera prise en compte après un arrêt ou après un passage par la vitesse rapide.

La vitesse réduite (plus précisément la tension réduite) est présélectionnée par les interrupteurs 1 à 3 du commutateur d'options selon le tableau 3.2.

Table 3.2: Présélection de la vitesse réduite

Inter. 1	Inter. 2	Inter. 3	% de la tension d'alimentation
OFF	OFF	OFF	17
ON	OFF	OFF	28
OFF	ON	OFF	40
ON	ON	OFF	52
OFF	OFF	ON	62
ON	OFF	ON	78
OFF	ON	ON	85
ON	ON	ON	95

Les valeurs données par la table sont en fait le rapport d'impulsion du modulateur PWM; pour obtenir la tension vraie au moteur, il faut tenir compte de la chute de tension dans les transistors, les shunts et les bobines, au total environ 0.12 V par Ampère.

### 3.3. Rampes d'accélération et de freinage.

Les interrupteurs 4 et 5 du commutateur d'options permettent de choisir 4 rampes. Toutes les modifications de la vitesse du moteur: mise en marche, arrêt, inversion, passage à la vitesse lente ou inversément mettent en jeu la rampe sélectionnée. Si on change la sélection de la rampe, elle ne sera prise en compte qu'après un arrêt du moteur.

Table 3.3: Présélection de la rampe

Inter. 4	Inter. 5	Durée de la rampe de 0 à vitesse max
OFF	OFF	714 ms +- 20 %
ON	OFF	358 ms +- 20 %
OFF	ON	182 ms +- 20 %
ON	ON	94 ms +- 20 %

### 3.4. Fins-de-course par limitation du courant

Il est parfois possible de remplacer les contacts ou détecteurs de fin de course par des butées mécaniques. Il en résulte une économie de composants et de câblage. Cette simplification n'est possible que si les éléments de transmission supportent un couple de surcharge sans dommage. Les réducteurs à grand rapport de réduction ne supportent en général pas le blocage de l'arbre secondaire.

Pour utiliser une butée comme fin de course, il faut régler la limite de courant à une valeur acceptable par la mécanique. La détection d'un courant dépassant la limite pendant les états 1 (FW RUN) ou 2 (BW RUN) conduit respectivement aux états 4 et 3, voir figures 2, 3. La limite de courant réglée ne doit toutefois pas être atteinte pendant les accélérations ou pendant la marche. On sera souvent conduit à choisir une rampe plus douce afin de réduire le courant d'accélération.

Le réglage de la limite de courant se fait avec un petit tournevis par l'orifice "CURRENT LIMIT". La pointe de mesure d'un voltmètre introduite dans l'orifice situé immédiatement à gauche du précédent donne la tension du curseur du potentiomètre (par rapport à 0 V, borne 11 du connecteur). **La limite de courant est de 5 Ampères par Volt (+/- 10 %)**. Exemple: si on lit une tension de 2.8 V, la limite de courant sera de  $2.8 \times 5 = 14$  A.

## 4. INSTALLATION ET CABLAGE

### 4.1. Montage

L'unité LMD 15 se fixe sur une paroi par 2 vis M4 distantes de 120 mm ou, avec un accessoire optionnel, sur un rail DIN de 35 mm. (Voir croquis coté, Figure 12). Pour des courants supérieurs à 6 Ampères et des facteurs de marche élevés, un montage vertical est impératif pour assurer un bon refroidissement. L'échauffement du module dépend du courant du moteur mais encore plus de la fréquence des freinages, de l'énergie cinétique etc... Dans tous les cas il faudra vérifier la température atteinte dans le cas de fonctionnement le plus dur; pour conserver une marge de sécurité avant le déclenchement, le boîtier ne devrait pas dépasser 65 °C.

Le degré de protection IP 10 destine l'unité LMD 15 au montage dans une armoire électrique.

### 4.2. Câblage de l'alimentation et du moteur

L'alimentation et le moteur se raccordent par des cosses Faston 6.3 x 0.8 mm. Ces cosses acceptent des sections de fil jusqu'à 2.5 mm<sup>2</sup>. Les paires de conducteurs d'alimentation et du moteur doivent être torsadées, même à l'intérieur de l'armoire électrique. Lorsque la longueur du câble du moteur excède 3 m, il est nécessaire d'utiliser un câble blindé pour limiter le rayonnement HF. Le blindage doit être connecté à la terre aux deux extrémités.

Le montage de l'unité LMD 15 doit également assurer une bonne mise à la terre pour l'efficacité des filtres EMC.

Les bornes d'alimentation sont repérées "0 V" et "+ 24 V". **Une erreur de polarité détruit l'unité LMD 15. Le branchement de l'alimentation sur les bornes du moteur est également destructif.** La protection contre les courts-circuits n'est d'aucun secours contre ces erreurs de branchement.

**Le circuit d'alimentation doit comporter un fusible ou un limiteur de courant fiable pour la sécurité de l'installation.**

Les bornes du moteur sont repérées "M+" et "M-"; ce repérage signifie simplement qu M+ est positif en marche avant. La polarité du moteur sera choisie de façon à rendre le sens du déplacement cohérent avec les signaux de commande.

### 4.3. Choix de l'alimentation

Toute source de tension continue délivrant nominalement 24 V peut convenir. Il faut s'assurer que le courant de pointe lors des accélérations et, éventuellement lors de l'arrêt sur butée, puisse être délivré sans chute de tension prohibitive, voir les caractéristiques techniques, chapitre 6.

Les alimentations "transformateur-redresseur-condensateurs" sont les plus robustes et à même d'encaisser de sévères surcharges. Les alimentations modernes à commutation primaire (Switch Mode Power Supply) sont économiques, légères et peu encombrantes. Comme elles comportent une limitation de courant, il faut s'assurer que le courant de pointe exigé par le LMD 15 n'entraîne pas la limitation. Ces alimentations n'ont en général qu'un modeste condensateur de sortie mais le circuit de freinage du LMD 15 prévient une montée de la tension lors de la récupération de l'énergie cinétique.

Le fonctionnement sur accumulateur est intéressant en ce sens qu'il permet le fonctionnement du moteur en génératrice sur de longues périodes, par exemple lors de descente d'une charge.

**La borne 0 V de l'alimentation doit être connectée à la terre afin de satisfaire aux normes électriques. Cette connection devrait être unique pour éviter la circulation de courants de masse.** Il sera, en général, approprié de faire cette connexion immédiatement sur la borne de l'alimentation.

### 4.4. Raccordement des signaux de commande

Les commandes se raccordent sur le connecteur à vis à 12 broches. Le connecteur accepte des fils de 0.5 mm<sup>2</sup> avec embouts. Les entrées, broches 2 à 9, acceptent des signaux de 24 V nominal. Une résistance de 4.7 k $\Omega$  est branchée entre l'entrée et le 0 V. Des contacts, des détecteurs de proximité p-n-p ou des sorties d'un automate programmable constituent des sources de commandes.

La borne 11 (0 V) sert de référence aux signaux d'entrée. Cette borne est galvaniquement reliée dans le LMD 15 à la cosse 0 V de l'alimentation, mais à travers une self à compensation de courant nécessaire au déparasitage EMC. Afin de conserver la fonction de ce composant, **la borne 11 du connecteur ne doit pas être reliée extérieurement à la masse.**

Les bornes 1 et 12 (+24 V OUT) sont destinées à alimenter les détecteurs de proximité et les contacts. Un "fusible" PTC protège ce circuit en limitant le courant à environ 700 mA. Notez que la caractéristique d'un fusible PTC est extrêmement lente, la protection n'est effective qu'en cas de courts circuits. Après disparition du court-circuit, le PTC se refroidit et rétablit automatiquement le courant.

La sortie de quittance (**READY**, borne 10) peut commander une charge référencée à 0 V. Si la charge est inductive, relais par exemple, monter une diode de recirculation selon la figure 6.

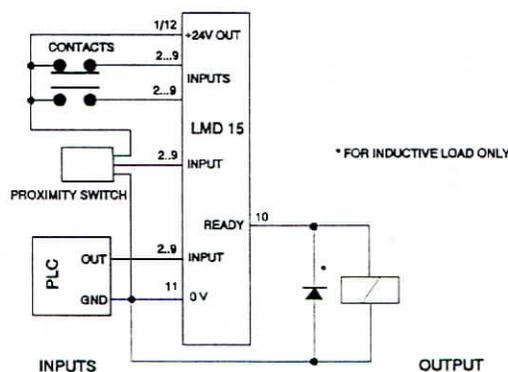


Figure 6 .  
Branchement des  
entrées et de la sortie

## 5. EXEMPLES D'APPLICATIONS

Les quelques exemples suivants sont basés sur un vérin à vis; il va sans dire que les principes et les connexions sont transposables à d'autres cinématiques: actuateurs linéaires à courroie ou chaîne, bandes transporteuses, réducteurs pour actionnement de vannes etc...

Dans les schémas, les communs des contacts et les alimentations des détecteurs de proximité ne sont pas représentés; les contacts doivent tous être retournés à +24 V (bornes 1 ou 12) et les détecteurs sont alimentés entre + 24 V et 0 V (borne 11).

### 5.1. Vérin avec arrêt(s) intermédiaire(s).

Les deux schémas, figures 7 et 8, correspondent aux séquences de contrôle des figures 4 et 5 respectivement. La figure 7 utilise le LDM 15 en mode de commande 0, la figure 8 utilise le mode 1. En mode 0, il suffit de 2 sorties de l'automate programmable; en mode 1, 3 sorties sont nécessaires. Dans les deux cas, le signal READY est retourné à l'automate programmable comme quittance.

L'exemple suppose que l'arrêt intermédiaire est commandé par l'automate en fonction de conditions extérieures: en mode 0 par l'entrée ENB, en mode 1 par les entrées F/BWSTOP. En mode de commande 1, on pourrait avoir un détecteur normalement ouvert (ou plusieurs câblés en "OU") qui commande l'arrêt intermédiaire: comme l'indique la figure 5, une impulsion FWSTRT est active même en présence de FWSTOP.

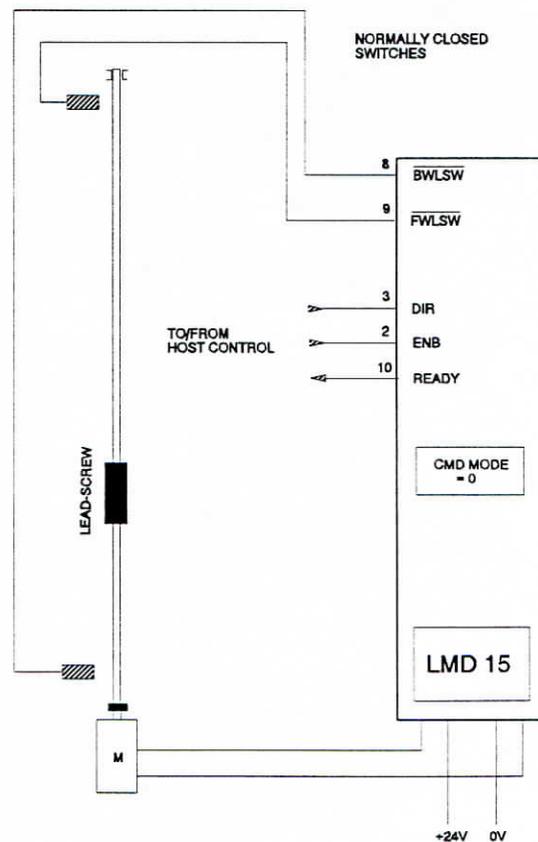


Figure 7: Exemple 5.1. en mode de commande 0

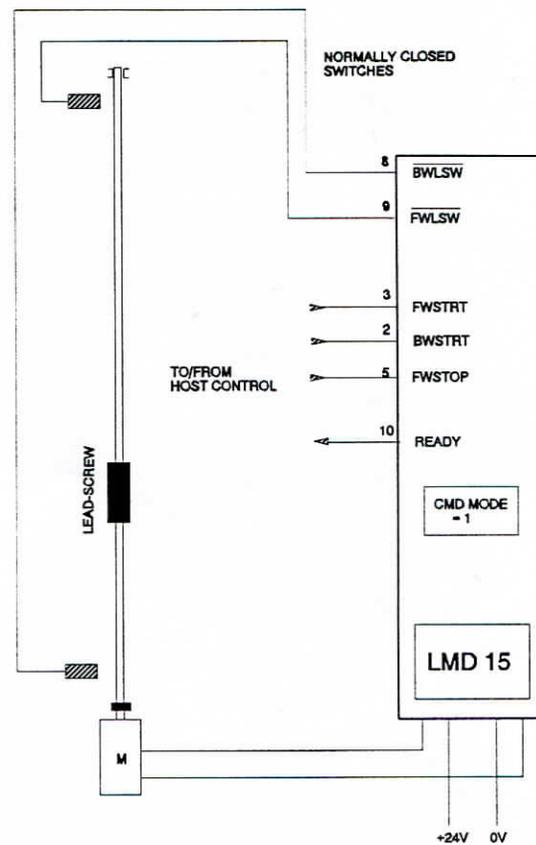


Figure 8: Exemple 5.1. en mode de commande 1

Dans cet exemple on a utilisé des fins-de-course câblés, des détecteurs p-n-p normalement fermés. Il eut été possible de détecter le courant sur butées de fins de course, voir le paragraphe 3.4.

Les entrées F/BWSLOW pourraient être pilotées par le contrôleur programmable ou par des détecteurs normalement ouverts.

## 5.2. Vérin très simple commandé par un unique signal.

Ce schéma utilise le mode 0 et des contacts de fin-de-course. Dans la figure 9, ces contacts sont normalement fermés comme l'exige la pratique; la figure 10 est une variante qui accepte des contacts normalement ouverts. Dans les deux schémas, la marche avant est toujours lente, le retour toujours rapide.

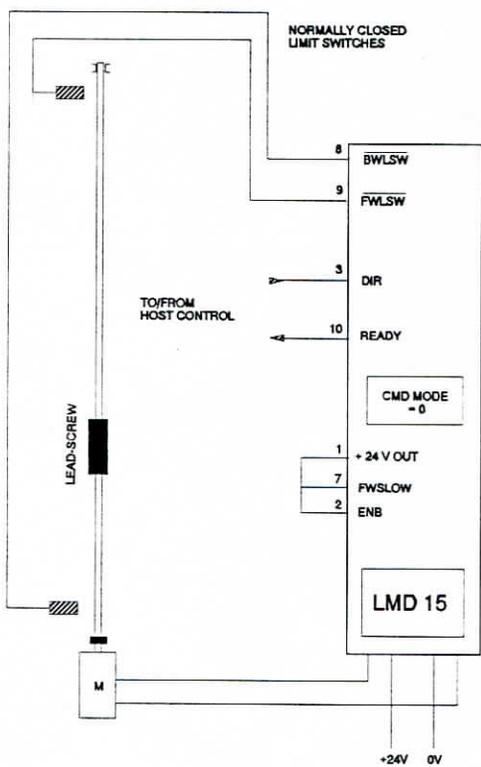


Figure 9: Exemple 5.2

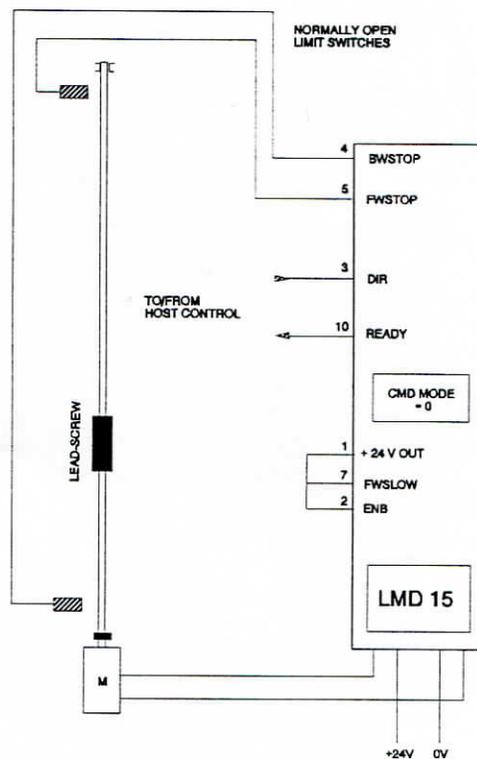


Figure 10: Exemple 5.2., variante

### 5.3. Pourvoyeur vertical

Une pile de pièces à usiner est mue verticalement par un vérin à vis. Le module LMD 15 travaille en mode de commande 0.

Le cycle de travail du pourvoyeur peut être décrit comme suit. La pile de pièces est chargée en position basse du vérin. Le contrôleur-hôte met la ligne DIR à 1. Le détecteur S1 (normalement fermé) met l'entrée ENB à 1 tant qu'aucune pièce n'est détectée. La pile monte à vitesse lente grâce à la connexion FWSLOW - +24 V. Dès que S1 voit une pièce, le vérin stoppe. Lorsque la pièce est enlevée par la machine (dispositif non représenté sur le dessin), la pile remonte jusqu'à la prochaine pièce. Lorsque la dernière pièce est prise, le vérin monte jusqu'au détecteur de fin-de-course supérieur et s'immobilise. Le signal FWLSW étant également conduit au contrôleur, celui-ci met DIR à 0, ce qui a pour effet de ramener le vérin à grande vitesse à la position de chargement basse.

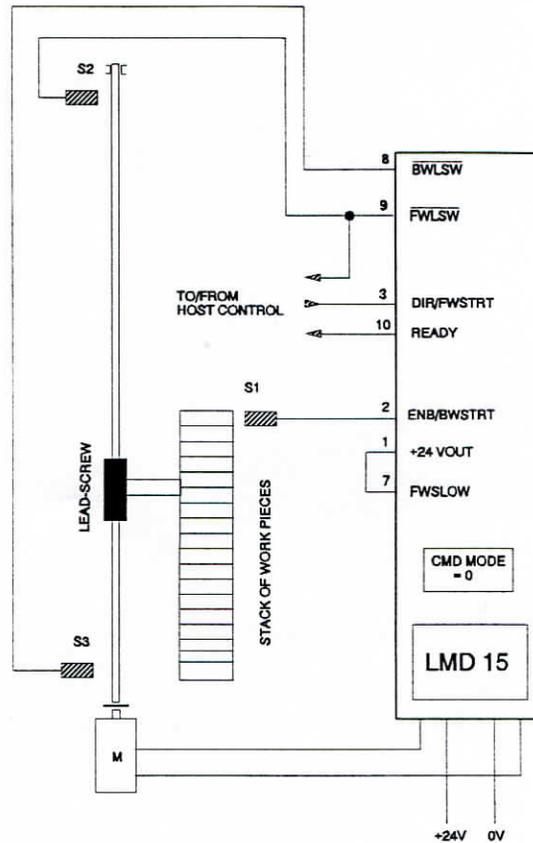


Figure 11: Exemple 5.3., Pourvoyeur vertical.

## 6. CARACTÉRISTIQUES

### 6.1. Valeurs à ne pas dépasser

- Tension d'alimentation: 35 V
- Courant moteur: 15 A temps illimité 1)  
17.5 A pendant 10 secondes  
25 A pendant 1 seconde
- Tension max. sur entrées: 30 V temps illimité  
50 V pendant 10 secondes
- Court-circuit sur READY 5 secondes maximum.

1) Le fonctionnement permanent à 15 A est possible mais il ne reste que peu de marge thermique pour le freinage. D'autre part, la marche à haute température diminue la durée de vie des composants

## 6.2. Caractéristiques de service

Grandeur	Conditions, commentaire	Max	Nom	Min
Tension d'alimentation			24 V	
Tension maximale	Tension produisant une faute par détection de sur-tension		35 V	
Tension minimale	Tension provoquant un RESET du processeur	17 V		15 V
Consommation à vide	Broches 1, 10, 12 non connectées, Ualim = 24 V		60 mA	
Courant disponible +24 Vout	Broches 1 et 12 (connectées interne)		0.65 A	0.6 A
Tension d'entrée "1"	Broches 2..7		14 V	
Tension d'entrée "0"	Broches 2..7		9 V	
Tension d'entrée "1"	Broches 9 et 10 (LSW)		9.5 V	
Tension d'entrée "0"	Broches 9 et 19 (LSW)		8.5 V	
Courant court-circuit READY	Broche 10, maximum 5 secondes		40 mA	
Tension de sortie READY	Ualim = 24 V, Iout = 12 mA Iout = 24 mA		23.6 V 23.4 V	
Durée impulsion STRT et STOP	Broches 2, 3, 4, 5		0.5 ms	0.4 ms
Echauffement $\Delta T$	Pas de freinage, montage vert., Imot 5 A Imot 10 A Imot 15 A		10 °C 25 °C 45 °C	
Déclenchement sur-température	Mesurée sur le boîtier		70 °C	
Tension moteur à vitesse maxi.	Ualim = 24 V Imot = 5 A, T = 30 °C Imot = 10 A, T = 45 °C Imot = 15 A, T = 60 °C		23.4 V 22.8 V 22.1 V	
Disjonction de court-circuit	Cosse MOT+ contre MOT-, +24V, 0 V	45 A	36 A	

### 6.3. Dimensions

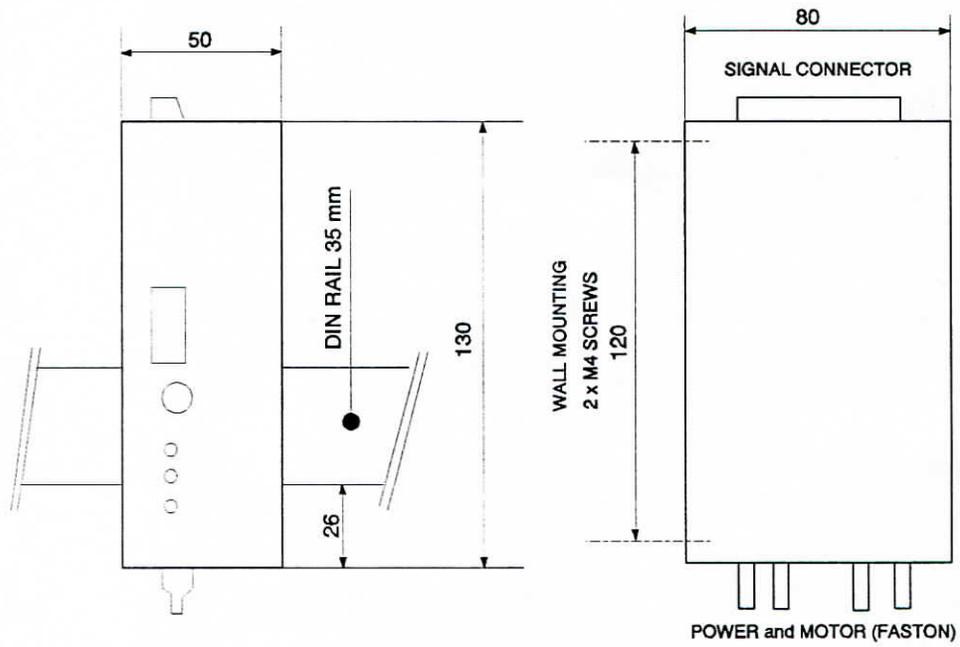


Figure 12: Encombrement et cotes de montage

## 7. DIFFICULTÉS ET REMÈDES

- Symptôme: A la mise sous tension le témoin rouge FAULT s'allume.
- Causes et remèdes: Il y a un court-circuit entre les fils du moteur ou entre le moteur et la masse, ou encore entre le moteur et + 24 V.  
La tension d'alimentation est trop haute (> 35 V)  
La température est trop haute (si LDM 15 a fonctionné à forte charge)  
  
Supprimer la cause, couper la tension d'alimentation et ré-enclencher après extinction du témoin.
- Symptôme: Après un ordre de départ, le moteur ne bouge pas et un seul témoin vert est allumé.
- Cause et remède: Une -ou les deux- entrée de fin-de-course (F/BWLSW) est basse. Si ces entrées ne sont pas utilisées, il faut absolument les ponter à + 24 V.
- Symptôme: Après un ordre de départ, le moteur n'effectue qu'un petit mouvement et un des témoins verts est allumé.
- Cause et remèdes: I<sub>max</sub> est réglé trop bas. LMD 15 se met en fin de course par détection du courant. Si des contacts -ou des détecteurs- de fin de course sont câblés, il n'y a aucun inconvénient à tourner I<sub>max</sub> au maximum (sens horaire). Si I<sub>max</sub> est utilisé comme arrêt en fin de course, il faut soit augmenter I<sub>max</sub> -si la résistance mécanique le tolère- ou diminuer la rampe d'accélération.
- Symptôme: Pendant l'accélération LMD 15 retourne à l'état de repos (les deux LED vertes allumées).
- Cause et remèdes: L'appel de courant fait chuter la tension d'alimentation au dessous de 17 V, ce qui provoque un "reset" du processeur. Il faut soit baisser la rampe d'accélération ou choisir un alimentation plus puissante.
- Symptôme: Lors du freinage, le témoin rouge FAULT s'allume.
- Cause et remèdes: La récupération de l'énergie cinétique provoque un augmentation de la tension au delà de 35 V, ceci malgré la circuit de freinage. Une diminution de la rampe peut être utile; un condensateur électrolytique de 20'000..50'000  $\mu$ F sur l'alimentation peut aussi apporter la solution.