Carte BOB-Raccordement VFD

Le VFD *(Variable Frequency Drive)* est un dispositif électronique qui permet à la fois de faire varier la vitesse et de contrôler le couple d'un moteur électrique en temps réel. En général les moteurs pilotés sont des moteurs à induction fonctionnant en courant alternatif triphasé. C'est le cas des électrobroches des petites CNC à portique.

La plupart des variateurs de vitesse utilisent l'une des trois méthodes de commande suivantes:

- Commande scalaire, aussi dite Tension/Fréquence, associée à une modulation de largeur d'impulsion *(PWM)*
- Commande vectorielle, associée à une modulation de largeur d'impulsion
- Commande directe du couple

Différentes stratégies de commande existent. La plus simple est la commande scalaire, elle consiste à maintenir constant le rapport tension sur fréquence (U/Hz) aux bornes du moteur. En d'autres termes, le flux magnétique dans le moteur est constant. Le couple par contre ne l'est pas. Si elle est suffisante pour de nombreuses applications, la commande scalaire a globalement de faibles performances. Les fonctionnements en basse vitesse, dynamiques, demandant un positionnement précis, en sens opposé... sont mal supportés. Des variantes de la commande scalaire utilisent un rapport tension fréquence dépendant de la situation. Les deux autres familles de stratégies de commande utilisées sont la commande vectorielle et la commande directe du couple. Reposant sur des calculs effectués en temps réel sur les courants et tensions, elles permettent de commander précisément à la fois le flux et le couple des moteurs électriques. Elles sont plus complexes, mais offrent des performances supérieures .

Concernant les VFD chinoises grand public la plupart fonctionnent en commande scalaire.

`--> Afin de conserver du couple sur l'électrobroche, il conviendra ne pas descendre trop bas en vitesse. Il est généralement admis de rester au-dessus de 30 % de la vitesse nominale.`

Principales fonctions en entrée sortie

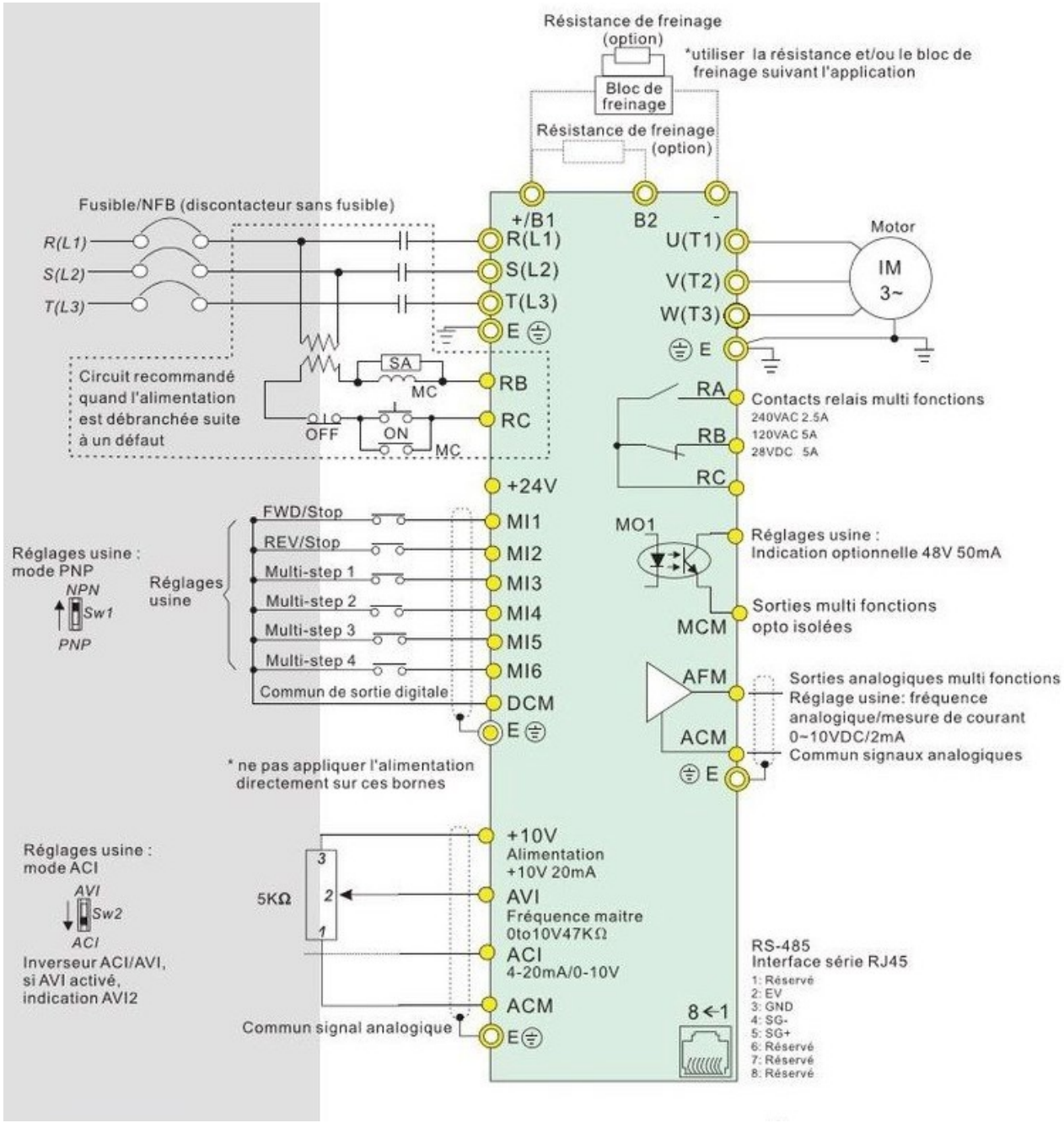
`--> il existe un notation conventionnelle`[1] `anglo-saxonne pour désigner ces fonctions.`

La mise en oeuvre, le câblage et la configuration du VFD sont assez perturbants lorsqu'on débarque dans le problème, d'autant que les notices, quand elles existent, sont assez médiocres.

Pour commencer, il convient de bien séparer trois sections :

- une section puissance : en entrée le courant secteur (240V ~ - monophasé pour les puissance inférieures à 2kW) et en sortie le courant triphasé modulé et un circuit externe de freinage
- Une section entrées des commandes assez touffue car ces VFD proposent différents modes d'entrées des commandes.
- une section sortie.

1 Il ne s'agit pas d'une norme mais de conventions de notation assez globalement suivies



Source Internet (VFD semi-industriel 380 tri--> 380 tri)

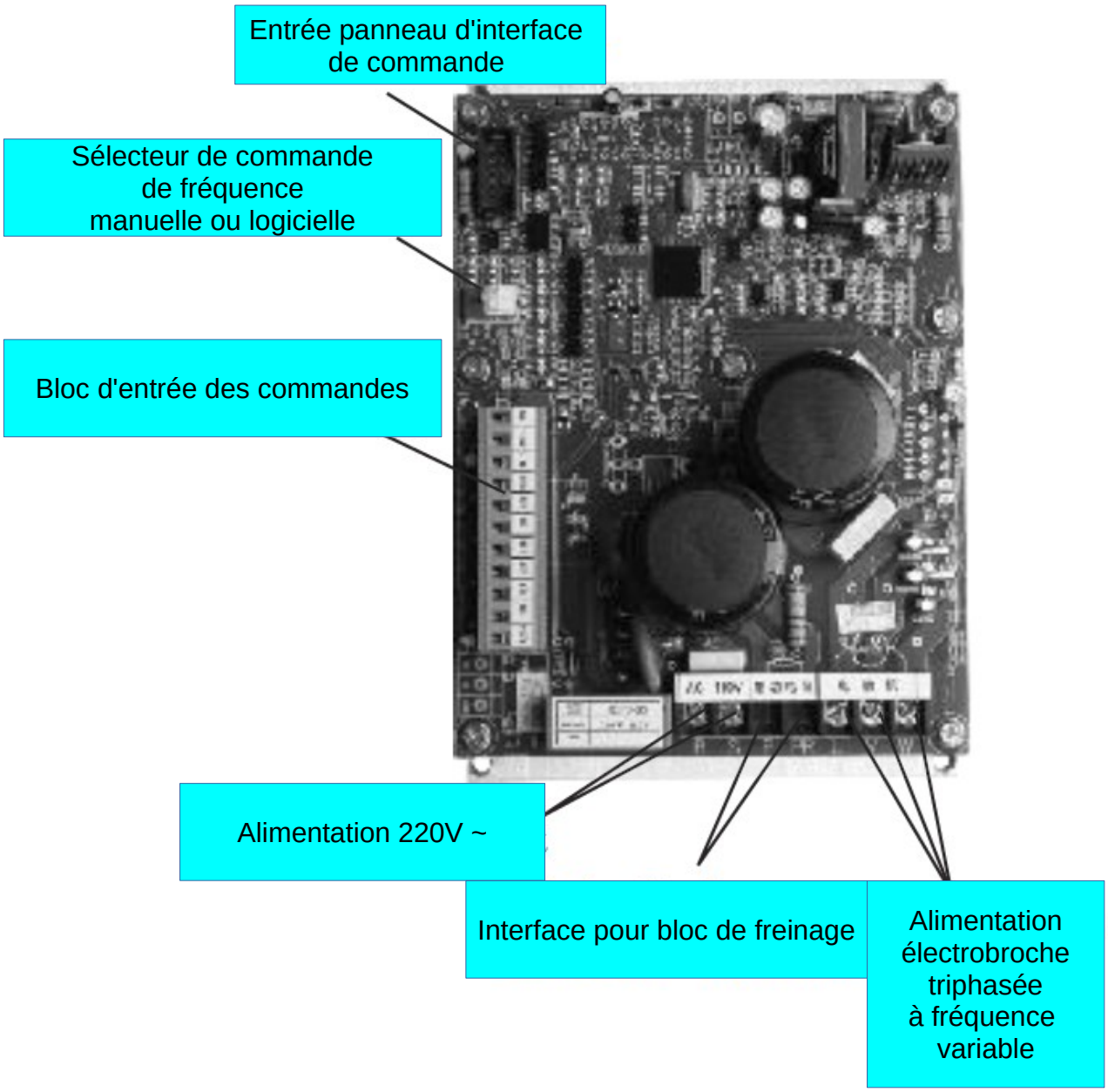
Le schéma ci-dessus illustre le propos . Au premier abord cela semble confus, mais en prenant chaque item un par un cela devient compréhensible.

VFD fournie avec la CNC3040T

Dans ce qui suit, je vais passer en revue le VFD « no name » qui a été fournie avec ma CNC3040T. Il assez représentatif de la production chinoise grand public. C'est un VFD mono 220V~ -triphasé de 1,5kW. Il fonctionne en commande scalaire avec une régulateur de type PID. C'est un VFD assez simplifié, par exemple il ne possède pas d'entrée de commande de vitesse en numérique, ni de liaison de commande par protocole série RS485, ni de commande par boucle de courant... mais en fait tout cela n'est pas pénalisant pour notre application.

Présentation globale

La notice fournie est en chinois avec quelques tableaux traduits en anglais, quelques schémas approximatifs autrement dit à peu près inexploitable.



Le schéma suivant illustre le panneau d'interface de commande manuelle avec :

- une section marche/arrêt, réglage de vitesse
- une section configuration par la touche *Function*

Sur les modèles récents un potentiomètre permet de régler directement la vitesse et quelques fonctions sont disponibles par bouton poussoir, comme l'est le sens de rotation.

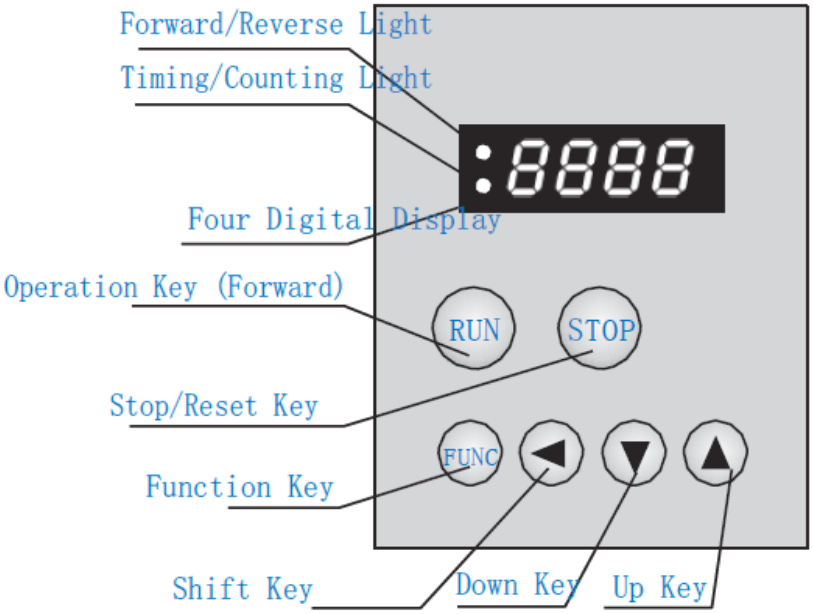
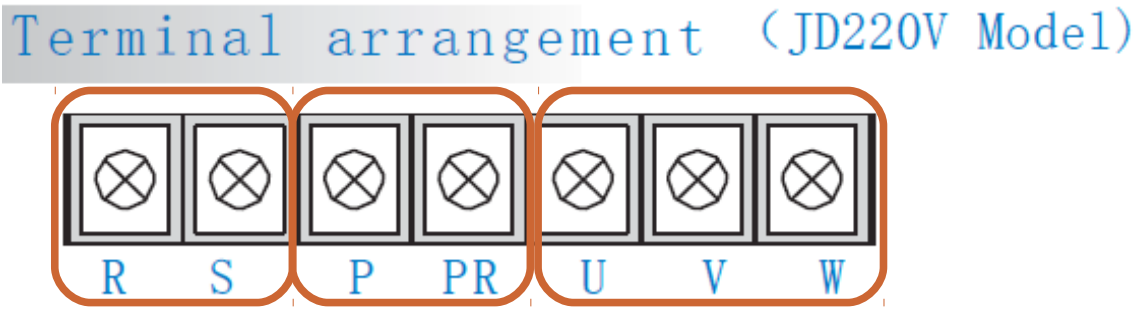


Figure 2 Host operation panel

Section puissance

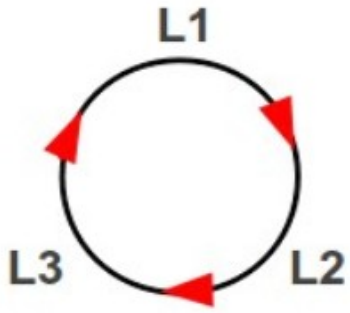


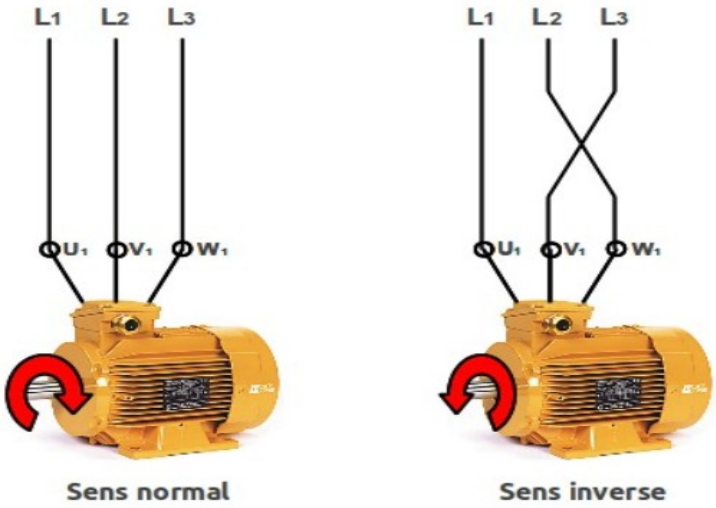
220 V ~ Frein externe Triphasé Electrobroche

R=Phase ; S=Neutre

`--> attention au bon repérage et au bon raccordement des phases U, V, W vers l'électrobroche`

Le sens d'évolution du courant aussi appelé rotation des phases du VFD est `U-> V-> W` ;

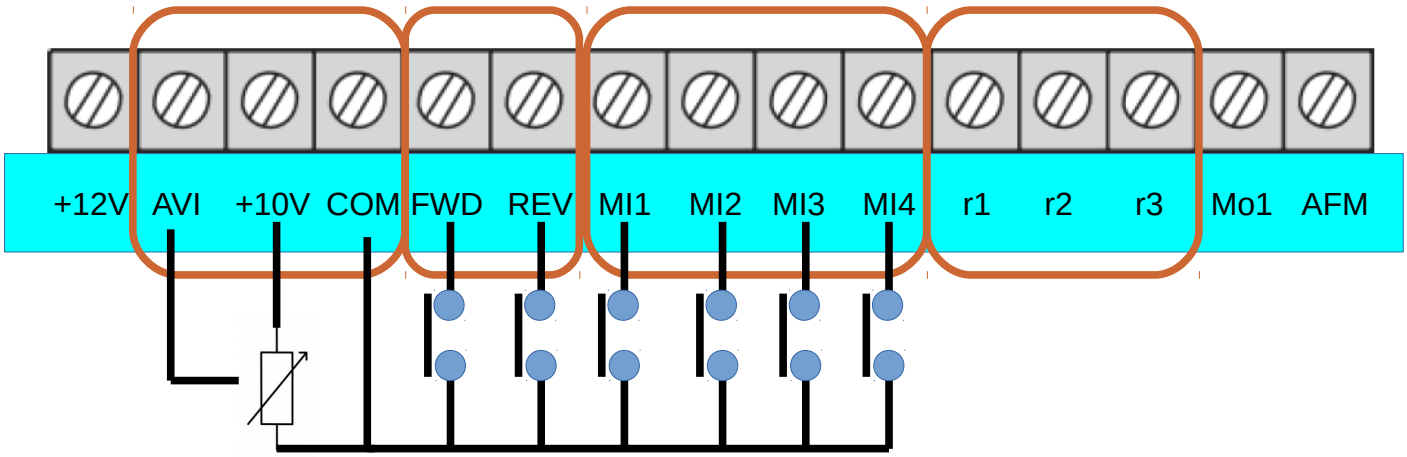




On part du principe que la rotation des phases est correcte par construction sur le VFD. Comme il n'y a pas de code couleur normalisé identique entre la Chine et l'UE il faudra faire un petit test comme le schéma ci-dessus pour obtenir le sens de rotation normal *Forward* qui par convention est le sens de rotation horaire *(Clockwise)* . Le sens inverse *(Reverse)* est le sens antihoraire *(Counter Clockwise).*

On notera que généralement le bornier de mise à la terre est noté *E (Earth) ou PE (Protective Earth).*
`--> afin d'éviter de griller bêtement l'électronique j'utilise, pour les commandes, des alimentations séparées associées à des régulateurs abaisseurs.`

Section commandes



Variation de vitesse

AVI= Analog Voltage Input= entrée analogique (0-10V) de la tension.

`--> S'assurer que le` *`jumper`* `ou l'interrupteur est sur la bonne position car il y a une possibilité de commande en 0-5V`

La consigne de vitesse de l'électrobroche est envoyée via une tension continue comprise entre 0 et 10V. Dans la section configuration du VFD on peut attribuer des valeurs de consigne de vitesse lorsque la tension de commande est à 0V et lorsque elle est à +10V ; par exemple 0V=30 % de la vitesse maximale et 10V=90 % de la Vmax. A l'aide d'un commutateur manuel on pourra piloter l'électrobroche soit via la carte BOB soit via un potentiomètre (entre 5 et 10 kOhms).

Nota : il existe d'autres méthodes comme le pilotage en boucle de courant 4-20 mA, l'entrée est notée en général ACI.

Entrées tout ou rien

Sur certaines VFD ces entrées tout ou rien sont mises à contribution pour utiliser une télécommande.

C'est pas difficile de configurer les entrées...il suffit de suivre la notice

D098~D101为可配置多功能输入端子用途。 共有20种功能。

MI1~MI4功能	00：无功能
	01：多段速指令1 02：多段速指令2 3：多段速指令3 04：多段速指令4
	05：错误复位
	06：加减速禁止指令
	07：加减速时间切换一 08：加减速时间切换二（由D011～D018确定当前的升降速率）
（未加特别说明的均为该端子与CO端相连为有效	09：暂停，减速到0（闭合后，保持0速，PLC暂停计时）信号消除后恢复 原先运行的频率。
	10：紧急停止（变频器将立即切断输出，即自由滑行停车）
	11：连锁（常闭），即此端子与COM连通时，正常操作，否则自由停车 并给出E_CH错误信号。
	12：停止
	13：正点动 14：负点动
	15：第二VF曲线（作为当前的最高电压频率，同时系统的升降速率将
	16：同上升键 17：同下降键
	18：计数器功能（只在MI3中设定，且PLC工作时无效）固定分配MI3为 计数输入，MI4为计数消除
	19：定时器功能（只在MI3中设定，且PLC工作时无效）固定分配MI3为 定时允许，MI4为定时消除
	20：PLC控制（只在MI3中设定）固定分配MI3为触发启动（单次运行）

Pas de chance ce tableau n'a pas été traduit et le vendeur est dans l'impossibilité de le traduire.

FWD : Forward= sens normal de rotation= sens horaire

REV : Reverse = sens inverse du sens normal de rotation. L'inversion de sens rotation n'a d'intérêt que sur des opérations de taraudage qui ne sont pas applicables avec des électrobroches rapides.

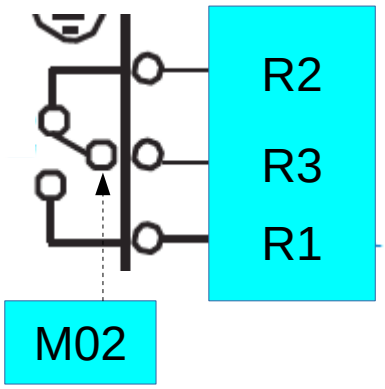
MI1...MI4 : contacts programmables dans la section configuration du VFD.

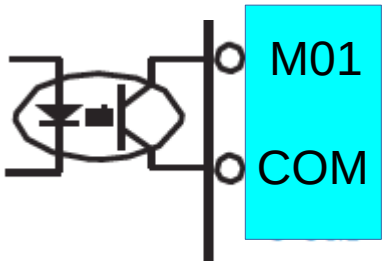
Pour ma VFD, le principe, en mode configuration, est d'appeler un paramètre compris entre D098 (MI1) à D101 (MI4) et de lui attribuer une valeur qui va associer une fonction au contact.

Sorties

Sur ce modèle d'entrée de gamme on trouve trois sorties

- une sortie relais (r1, r2, r3) dont l'état est piloté par le paramètre M02.
- une sortie pilotée par M01. La sortie de l'optocoupleur ne doit pas dépasser 30V-10mA
- une sortie AFM (Analog Frequency Modulation)



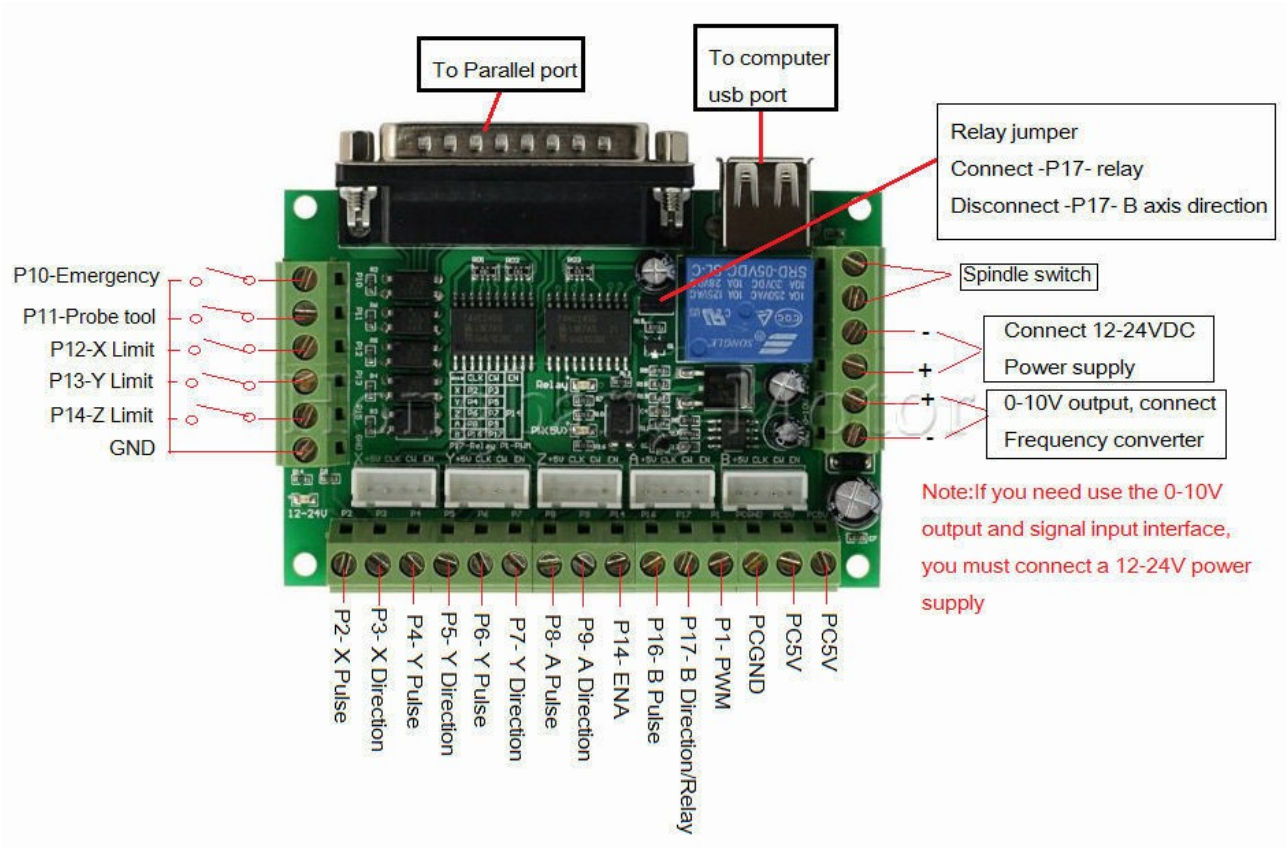


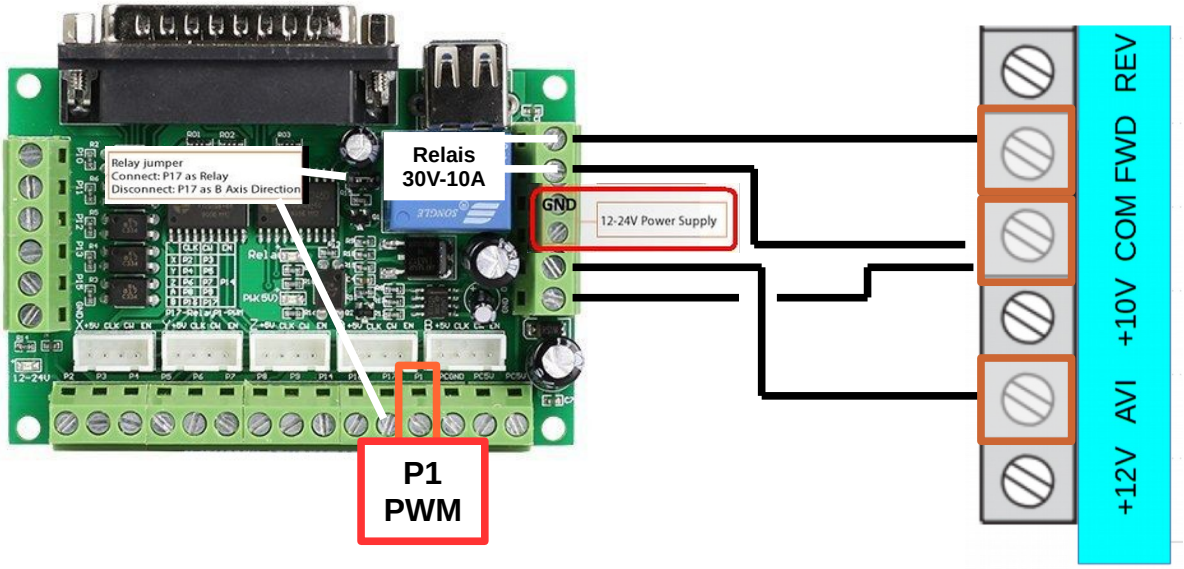
External Terminal Function	D104	Multi-function input terminal M01	0. Invalid 1. In operation 2. Error 3. Zero speed 4. Any frequency 1 arrival 5. Any frequency 2 arrival 6. Frequency area arrival 7. Counter/Timer arrival 8. Reserve 9. Program running 10. Program accomplished (last for 0.5s) 11. Low voltage warning 12. Overvoltage warning 13. Driver prepared 14. Backup 15. Backup	0
	D105	Multi-function input terminal M02		0
	D106	Multi-function input terminal M03 (not connected out, to be customized)		0
	D107	Multi-function input terminal M04 ~ (not connected out, to be customized)		0
	D108	Multi-function input terminal (AFM 0 10V output)	0:Frequency table(0 - Highest operation frequency);1:Current table(0-200% rated current) 2:Voltage table(0~150% rated voltage) 4:Frequency arrival 1(0 or +10V) 5: Frequency arrival 2(0 or +10V) 6: Frequency area arrival; 7/8/9/10: Output 1/2/3/6 times square waves corresponding to frequencies respectively.	0

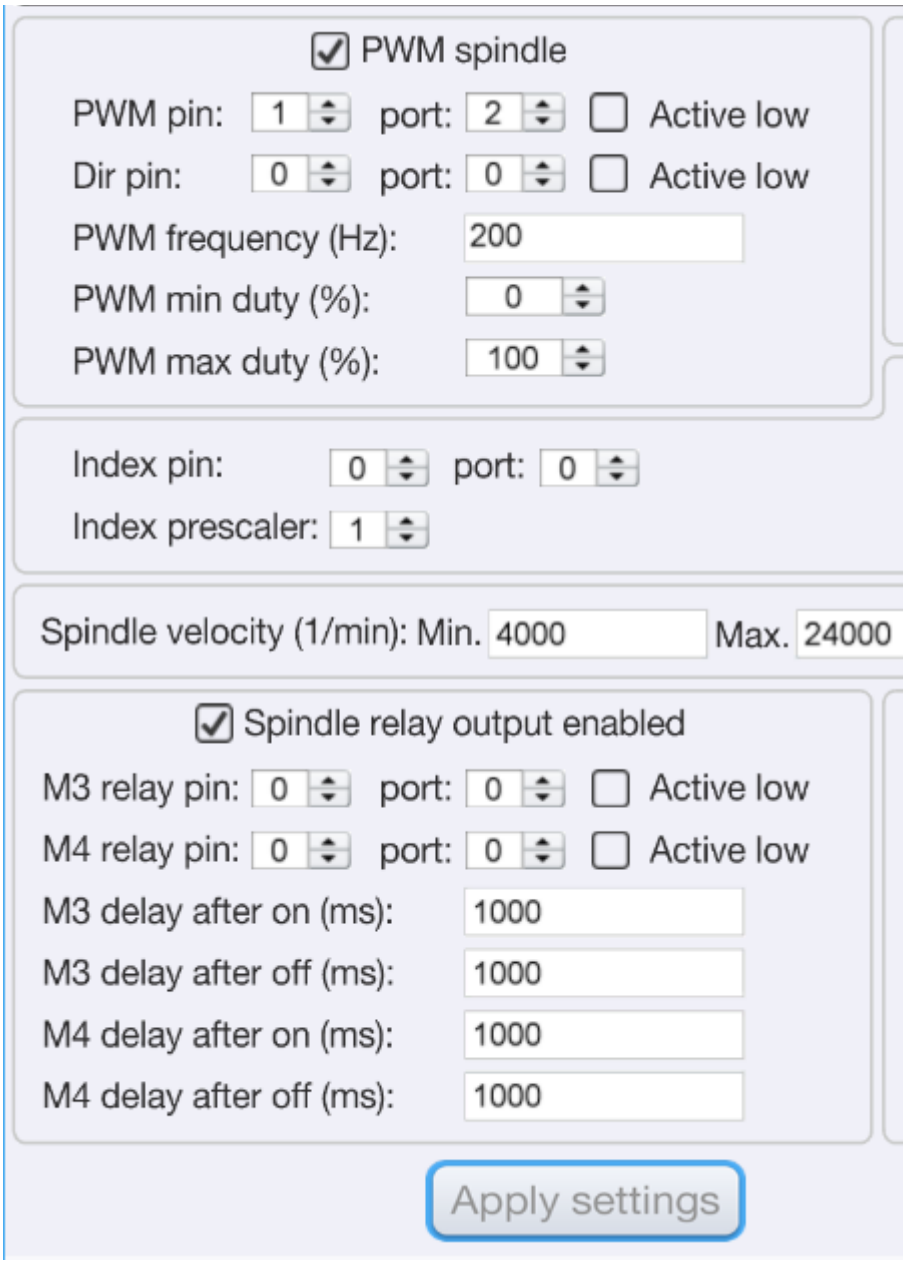
Les paramètres concernés (voir tableau) vont de D104 à D108. La sortie la plus utile pour notre application serait le relais pour la mise en route de l'arrosage, de l'aspiration et/ou de la pompe de circulation du fluide de refroidissement de l'électrobroche.

Pour ma part n'ayant pas d'arrosage ni de changeur d'outil j'utilise la carte BOB pour mettre en route la pompe et l'aspiration en même temps que l'électrobroche.

Câblage physique sur la carte BOB







Dans le post-processeur (UCCNC de chez CNCDRIVE) la configuration se limite à donner le n° de pin sur la carte BOB et les vitesses min-max.

Sur le boitier de commande livré avec la machine que je possède, on place le sélecteur manuel sur « Fréquence par PC » on appuie sur la touche Run du panneau frontal pour autoriser la marche et c'est le post-processeur qui pilote ensuite la vitesse et les marches/arrêt de l'électrobroche en déroulant le programme Gcode.

Annexe : Tables de configuration

Configuration du VFD

Juste quelques mots sur la configuration du VFD car même si dans les grandes lignes les principes et méthodes sont conservés, chaque constructeur propose des différences et des aménagements.

Les domaines d'application des VFD étant très étendus ils arrivent chez nous avec une configuration usine standard qui ne correspond pas nécessairement à notre application.

--> Vous devez absolument disposer d'un manuel technique, au moins en anglais, manuel qui soit à jour et qui corresponde exactement au modèle reçu. De ce point de vue les distributeurs chinois de matériel grand public sont très critiquables.

--> sans manuel technique il est très difficile, voire impossible de démarrer et faire fonctionner de façon optimale le VFD.

--> avant modification noter dans un document ou sur une feuille de tableur les valeurs attribuées aux paramètres d'usine, en effet bon nombre de VFD grand public n'ont pas de fonction *Reset* (réinitialisation) pour revenir aux paramètres usine.

Sur les VFD grand public, la configuration est une véritable épreuve pour les nerfs car tous les paramètres doivent appelés et renseignés par des boutons poussoirs en façe avant avec un afficheur par module à 8 digits et pour couronner le tout les menus sont organisés hiérarchiquement.

Les paramètres sont classés par groupes. En général la configuration, pour notre application, se limitera à quelques paramètres de base et éventuellement au profil des rampes de démarrage et décélération.

Paramètres de base

	Parameter	Name	Range and Instructions	Default Value
Basic Parameters	D000	Main frequency /First section speed	0~D002 The output is limited by the highest operation frequency of D002	50.00Hz
	D001	User code	0: Lock (except the code) 1: paramters revisable	1
	D002	Highest operation frequency	0.0 - 400.0Hz (Restrict the highest frequency of the converter output)	50.00Hz
	D003	Maximum voltage frequency	D005- 400.0Hz (The frequency at the maximum voltage, please refer to the annotation in Figure 8)	50.00Hz
	D004	Maximum output voltage	D006-255.0/single-phase 220, D006-420.0/three-phase 380V	220/380
	D005	Middle frequency setting	D007 D003	1.5
	D006	Middle voltage setting	D008 D004	1.7/3.4

	Parameter	Name	Range and Instructions	Default Value
Basic Parameters	D007	Minimum frequency setting	0.1 D005	0.5Hz
	D008	Minimum frequency voltage	0.1 D006	1.7/3.4
	D009	Upper output frequency limit	D010 400.0Hz	50.00Hz
	D010	Lower output frequency limit	0 D009 (Avoid overheat caused by low speed of motor)	0
	D011	First acceleration time selection	0.1 655.00s (Time needed from zero speed to highest operation frequency)	10.00
	D012	First deceleration time selection	0.1 655.00s (Time needed from highest operation frequency to zero speed)	10.00
	D013	Second acceleration time selection	0.10 655.00s	10.00
	D014	Second deceleration time selection	0.10 655.00s	10.00
	D015	Third acceleration time selection	0.10 655.00s	10.00
	D016	Third deceleration time selection	0.10 655.00s	10.00
	D017	Forth acceleration time selection	0.10 655.00s	10.00
	D018	Forth deceleration time selection	0.10 655.00s	10.00
	D019	Inching acceleration and deceleration time	0.10 655.00s	5.00
	D020	Inching frequency	0.0 Highest operation frequency (D002)	6.00Hz
	D021	Second highest voltage frequency	D007 400.0Hz Specified the second V/F curve	50.00Hz
	D022	Acceleration and deceleration	0: Use external terminal to choose acceleration and deceleration time; 1: 1-4 section speed automatically corresponds with 1-4 acceleration and deceleration time; other sections use the first acceleration and deceleration time.	0
	23- 30	Reserve		

Paramètres opératoires

Operation and Application Parameters	D031	Frequency order source setting	0:Digital setting 1:AVI terminal(0-10V/0-5V); 2:ACI terminal (0-20mA/4-20mA) 3:485 COM port; 4:PWM input; 5:Potentiometer inside the main hoset (* As shown in the annotations)	0
	D032	Operation order source setting	0. Internal keyboard 1.External terminal 2.COM port operation(to be assigned)	0
	D033	Stop key effective	0.STOP key is invalid when external terminal or COM port controls operation. 1.Valid	0
	D034	Stop method selection	0.Decelerate and stop 1.Automatic operation stops	0
	D035	REV key function	0.Invalid 1.Used for forward inching (only for outer lead box keyboard with REV reverse key)	1
	D036	Revert prohibited	0.Not prohibited 1.Prohibited (Meanwhile the reverse key on the keyboard is invalid)	0

	D037	Carrier frequency	1- 12K (The highest output frequency is 166.00Hz for 1K; highest output frequency is 333.00Hz for 2K)	4KHz
	D038	V/F curve selection	0:1 curve (use low frequency for torque compensation); 1: Any V/F curve(determine the curve from three points-low, middle and high); 2: 2nd power curve; 3: 3rd power curve	0
	D039	Display selection	0: Display frequency 1: Display revolving speed 2: CTC value 3: PLC phase 4:PLC time 5:Reserve 6.Test mode: frequency/current/output voltage AC, DC bus/module temperature 7/8/9/10: Reserve	0
	D040	Revolving speed converting ratio	1% 200.0%is used to calibrate the disply revolving speed value of digital tube; as shown in amotations.	100.0%
	D041	Main frequency revisement and recovery function	0.Maintain the revised frequency setting value when stops; 1.Recover the setting value before revisement after stops	0
	42- 43	Reserve		
	D044	Reserve		

Paramètres pour applications spéciales

	D045	DC brake level	0 100% (100% driver rated current)	30
	D046	DC braking time when starting	0-40.00s	0
	D047	DC braking time when stopping	0-40.00s	0

	Parameter	Name	Range and Instructions	Default values
Special Application Parameters	D048	Hopping frequency 1	~ 400.0Hz	0
	D049	Hopping frequency 2	~ 0 400.0Hz	0
	D050	Hopping frequency 3	~ 0 400.0Hz	0
	D051	Hopping frequency range	~ 0 2.5Hz	0.50
	52 59	Reserve		
	D055	Automatic voltage regulator(AVR)	~	1
	D060	Motor rated current setting	~ 30% 120%	100
	D061	Reserve		40
	D062	Torque compensation	0 20.0, Driver outputs extra voltage for higher torque (increase low-frequency torque)	4
	D63-69	Reserve	~	

Paramètres du régulateur PID

Le réglage d'un régulateur PID nécessite des connaissances avancées et il ne vaut mieux pas bricoler cette section. Il s'agit d'un dispositif qui s'efforce de maintenir la consigne de vitesse en modifiant le signal qui contrôle de la rapport Tension/Fréquence.

P I D Application Parameters	D070	PID detect value input terminal	0: No PID function 1:AVI, 2:ACI.	0
	D071	PID detect value gain	0-10.00	1.00
	D072	Proportional constant P	0-9.999	1.000
	D073	Integral time I	0.01 655.00s	1.00s
	D074	Derivative time D	0.00 10.00s	0.00s
	D075	Integral value upper limit	0-100% Integral upper limit frequency=highest operature frequency*eigenverte	100
	D076	One time delay	0-10.00s	0
	D077	PID output frequencylimit	0-110% 输 Output upper limit frequency=highest operation frequency*eigenverte	100
	D78-79	Reserve		

Paramètres de sécurité

Protection Function Parameters	D080	Software brake level setting	37 430Vdc(230V serie) 640Vdc-760Vdc(380V serie) 0	380/660
	D081	Overvoltage and stall rejection	0. Invalid 1. Valid	1
	D082	Acceleration overcurrent level	20% 250%	155
	D083	Operation overcurrent level	20% 250%	170
	D084	Decelaration overcurrent level	20% 250%	170
	D085	Overtorque testing level	0~ 200% rated current	150%

	D086	Overtorque testing time	0.1 20.0; 0:Not tested	15s
	D087	Electronic thermal relay function	0.Not activated 1.Activated (150%,1min)	0
	D88-89	Reserve		

Paramètres d'entrée/sortie

External Terminal Function Parameters	D090	ACI function	0: 4-20mA; 1:0-20m A (only for JDT model)	0
	D091	Analog low frequency	0-400.00Hz (Invalid when ACI inputs the passage and the low terminal is constantly 0)	0
	D092	Analog low bias direction	0: Forward direction 1: Reverse direction (Constanlty forward direction when ACI inputs the passage)	0
	D093	Analog high frequency	0.0 400.0Hz	50.00Hz
	D094	Analog high bias direction	0: Forward direction 1: Reverse direction (Constanlty forward direction when ACI inputs the passage)	0
	D095	Negative bias reversible	0: Irreversible 1: Reversible (Constanlty forward direction when ACI inputs the passage)	0
	D096	Opertation control terminalfunction	0: Forward/Stop,Reverse/Stop; 1:Operation/Stop,Forward/Reverse; 2: Three-wire system operation	0
	D097	Reserve		
	D098	Multi-function input terminal MI1	1-20 as shown in the following table	1
	D099	Multi-function input terminal MI2		2

Nota table de 1-20 pour D098-D101 manquante dans la doc.

	Parameter	Name	Range and Instructions	Default Value
	D100	Multi-function input terminal MI3	1-20 as shown in the following table	3
	D101	Multi-function input terminal MI4		4
	D102	Reserve		
	D103	Input terminal response time*	1 20ms. Increase the value can prevent uncertain interferences, but the response time will be delayed.	10

External Terminal Function	D104	Multi-function input terminal MO1	0. Invalid 1. In operation 2. Error 3. Zero speed 4. Any frequency 1 arrival 5. Any frequency 2 arrival 6. Frequency area arrival 7. Counter/Timer arrival 8. Reserve 9. Program running 10. Program accomplished (last for 0.5s) 11. Low voltage warning 12. Overvoltage warning 13. Driver prepared 14. Backup 15. Backup	0
	D105	Multi-function input terminal MO2		0
	D106	Multi-function input terminal MO3 (not connected out, to be customized)		0
	D107	Multi-function input terminal MO4 ~ (not connected out, to be customized)		0
	D108	~ Multi-function input terminal ~ (AFM 0 10V output) ~ ~	0:Frequency table(0 -Highest operation frequency);1:Current table(0-200% rated current) 2:Voltage table(0~150% rated voltage) 4:Frequency arrival 1(0 or +10V) 5: Frequency arrival 2(0 or +10V) 6: Frequency area arrival; 7/8/9/10: Output 1/2/3/6 times square waves corresponding to frequencies respectively.	0
	D109	AFM output gain ~	0 100% (used for different range of headers)	100%
	D110	Any frequency reaches 1	0 400.0Hz	0.0
	D111	Any frequency reaches 2	0 400.0Hz	0.0
	D112	CTC setting value	0 65500(Timer unit: second) Note: CTC refers to Counter/Timer	0
	D113	PWM periodical average times	0 100 Refer to the annotation of D031=4	1
	D114	PWM signal period	~ 0-999ms Refer to the annotation of D031=4	100ms
	D115-119	Backup		

Rampes de démarrage, freinage, accélération, décélération

Multi-section and PLC Parameters	D120	Simple PLC function	0:Program operation function not activated 1: Single-phase operation 2:Circulated operation 3: Single speed forward and reverse operation alternately, circulation times controllable(refer to annotations)	0
	D121	Reserve		
	D122	The 2nd section speed	0.1Hz D002	20.0Hz
	D123	The 3rd section speed	0.1Hz D002	30.0Hz
	D124	The 4th section speed	0.1Hz D002	40.0Hz
	D125	The 5th section speed	0.1Hz D002	0
	D126	The 6th section speed	0.1Hz D002	0
	D127	The 7th section speed	0.1Hz D002	0
	D128	The 8th section speed	0.1Hz D002	0
	D129	The 9th section speed	0.1Hz D002	0
	D130	The 10th section speed	0.1Hz D002	0

	D131	The 11th section speed	0.1Hz D002	0
	D132	The 12th section speed	0.1Hz D002	0
	D133	The 13th section speed	0.1Hz D002	0
	D134	The 14th section speed	0.1Hz D002	0
	D135	The 15th section speed	0.1Hz D002	0
	D136	The 16th section speed	0.1Hz D002	0

Multi-section and PLC related Parameters	~		~	
	D137 ~	1-08 section speed running	0 ~ 255, 8-bit binary number stipulated the 1-8 section speed running direction. Please refer to PLC application method. ~	0
	D138	9 16 section speed running	0 ~ 255, 8-bit binary number stipulated the 9-16 section speed running direction. Please refer to PLC application method.	0
	D139-140	Reserve	~	
	D141	The 1st section running time	0 ~ 65000s	0
	D142	The 2nd section running time	0 ~ 65000s	0
	D143	The 3rd section running time	0 ~ 65000s	0
	D144	The 4th section running time	0 ~ 65000s	0
	D145	The 5th section running time	0 ~ 65000s	0
	D146	The 6th section running time	0 ~ 65000s	0
	D147	The 7th section running time	0 ~ 65000s	0
	D148	The 8th section running time	0 ~ 65000s	0
	D149	The 9th section running time	0 ~ 65000s	0
	D150	The 10th section running time	0 ~ 65000s	0
	D151	The 11th section running time	0 ~ 65000s	0
	D152	The 12th section running time	0 ~ 65000s	0
	D153	The 13th section running time	0 ~ 65000s	0

D151	The 11th section running time	0 65000s	0
D152	The 12th section running time	0 65000s	0
D153	The 13th section running time	0 65000s	0
D154	The 14th section running time	0 65000s	0
D155	The 15th section running time	0 ~ 65000s	0
D156	The 16th section running time	0 65000s	0

Paramètres de communication

	D157-159	Backup	~	0

Communication Parameters	D160	Communication address	01 254	1
	D161	Communication address (Baud	0:4800Band/s; 1:9600Band/s; 2:19200Band/s; 3:38400Band/s	1
	D162	Transmission error handling	0.Keep running 1.Warning, slow down and stop 2.Reserve 3.Reserve	0
	D163	Communication format	0:7,N,2for ASC; 1:7,E,1for ASC; 2:7,O,1forASC 3:8,N,2for RTU; 4:8,E,1for RTU; 5:8O1 for RTU	0

Autres paramètres

Other Parameters	D164-167	Backup		
	D168	Total running time (hours)	Record the total running time	0
	D169	Total running time (seconds)	Record the total running time	0
	D169	Error record 1	Latest error record (Please refer to error code table at the back of instruction)	
	D171	Error record 2	Former error record	
	D172	Error record 3	Secondary error record	
	D173	Clear error	When set as 1, press "FUNC" to clear the error record	0
	D174	Error reset times	0 5, 0.refers to unlimited times	5
	D175	Reserve		
	D176	Reset to factory	When set as 1, press "FUNC" to load the defalt value of the parameter	0
	D177-178	Reserve	D178/ Version no.	0
	D179	Driver code	0 5	Revision not allowed
	D180-D200	Reserve		