

Une électrobroche est composée d'une broche porte-outil accouplée à un moteur triphasé piloté en tension et en fréquence. Pour les fraiseuses à portique amateur on s'appuiera sur des électrobroches d'une puissance de 0,8 kW à 2,2 kW, majoritairement d'origine chinoise. Elles sont alimentées en courant 220V triphasé à une fréquence pouvant monter à 400 Hz. Ce courant est fourni par un VFD (Variable Frequency Driver) en général d'origine chinoise lui aussi.

1. ELECTROBROCHE

Pour les applications grand public ce sont des broches à roulement précontraints classiques qui sont proposées. La qualité des roulements est critique : ils déterminent la précision et la durée de vie de l'équipement. Dans l'offre chinoise le pire côtoie le juste correct. La technologie des roulements céramiques n'est apparemment pas utilisée sur les broches chinoises grand public.

La précision revendiquée pour les broches grand public est de l'ordre de $\pm 0,03$ à $\pm 0,05$ mm sur le cône de broche.

---> *S'assurer, quand cela est possible, que la broche soit montée avec des roulements grande vitesse, roulement(s) précontraint(s) au moins pour les roulements de tête.*

En usinage CNC, l'électrobroche peut avoir à usiner une heure d'affilée ou plus ; il vaut mieux donc avoir une électrobroche robuste et fiable, et correctement refroidie.

---> *Même si ce n'est pas à proprement parler un consommable ces électrobroches s'usent (perte de précision, grippage). Elles ne sont pas réparables, tout au moins pour le commun des mortels. Il convient d'en prendre soin et de les conduire correctement pour les faire durer et conserver leur précision.*

1.1. Refroidissement liquide vs refroidissement à air

Le refroidissement liquide a beaucoup d'avantages :

Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45**



- VAPEUR 45 -

FOLIO 1/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

- Refroidissement indépendant de la vitesse de rotation. Les turbines à air des électrobroches refroidies par air voient vite leurs performances se dégrader avec la baisse de vitesse de rotation.
- Beaucoup moins de bruit,
- évacuation de la chaleur mieux répartie,
- plus grande « densité » de chaleur évacuée,
- pas de consommation de puissance par le ventilateur externe.
- Le refroidissement liquide n'est pas une grosse contrainte et il devient quasiment obligatoire pour les électrobroches à partir de 2.2 kW.

L'eau pure n'est pas conseillée, il faut utiliser un liquide de refroidissement adapté pour éviter entartrage et corrosion du carter en aluminium. Le liquide de refroidissement passivé et antimoussage. La température moyenne en entrée d'électrobroche à ne pas dépasser pour le fluide est de 35 à 40°C. Prévoir le démarrage automatique de la pompe de circulation sur le même relais que la broche. On peut aussi le programmer sur les post-processeurs comme Mach3 ou UCCN.

1.2. Rodage - préchauffage :

Les roulements de tête sont de type précontraints (du moins espérons-le) et, pour une électrobroche neuve, il convient de les roder par des cycles de fonctionnement à vide. Ce serait même, d'après certains, vital s'il s'agit de roulements céramiques. Les cycles conseillés sont souvent indiqués dans la notice du constructeur.

Le préchauffage de l'électrobroche est important avant usinage et se résume souvent à un cycle à vide à mi-vitesse d'une à deux minutes avec des courtes rampes d'accélération/décélération

1.3. Porte-outil

Préférer les portes outils utilisant des pinces ER qui, étant standard, offrent un grand choix de fournisseurs. Pour des électrobroches de 500W à 800W opté pour un jeu de pinces et un porte pinces ER11. Les ER11 serrent de 0,5 mm à 7 mm. De 1,5kW à 2,2 kW les ER16 ou ER20 sont l'offre la plus courante.

2. COUPLE VS PUISSANCE

Ces deux notions sont distinctes et doivent bien être assimilées.

Le couple est un effort appliqué à un axe pour le mettre en mouvement, le stopper ou le maintenir en position stable.

Pour illustrer le concept pensez que le couple c'est le résultat produit par l'effort exercé par vos jambes lorsque vous pédalez sur un vélo.

La puissance (en Watts) est la capacité à effectuer un travail en un temps donné.

$$\text{Puissance} = \text{Couple} * \text{Vit_Rotation} \quad P \text{ en W ; Couple en N.m ;} \\ \text{Vit_Rotation en radians par seconde.} \\ 1 \text{ tour} = 360^\circ = 2 * \pi \text{ radians} = 6,28 \text{ radians}$$

La relation peut s'écrire aussi $\text{Couple} = \text{Puissance} / \text{Vit_Rotation}$

Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45**



- VAPEUR 45 -

FOLIO 2/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE ELECTROBROCHE

FPe45

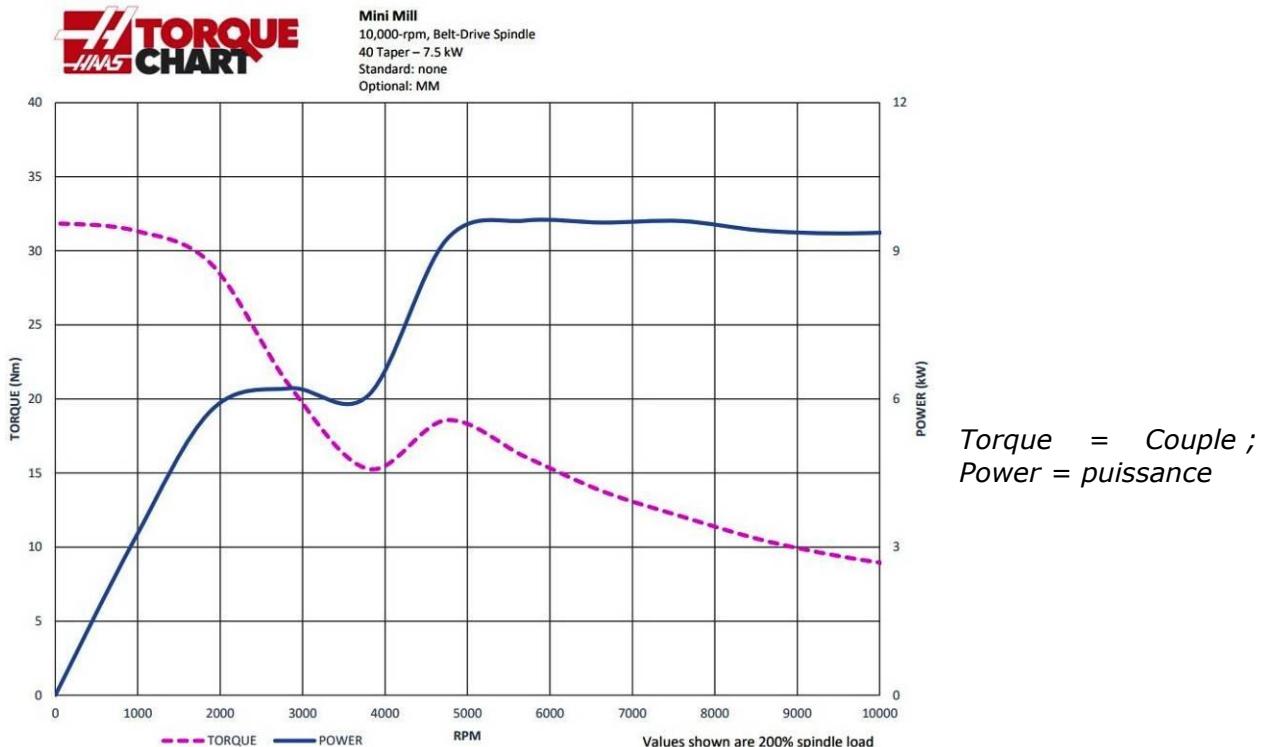
Exemple :

- Fraiseuse d'établi tournant à 1500 trs/mn avec un moteur de 1100 W. 1500 trs/mn devient $(1500/60)*(2*3,1416) = 157,1$ radians/s
- Avec un rendement électrique-mécanique de 90 % le couple est de : Couple = $(1100*0,9)/157,1 = 6,3$ N.m
- Dans le cas d'une électrobroche de 1100W avec le même rendement tournant à 24000 trs/mn le couple sur l'axe n'est plus que $6,3/24000*1500 = 0,39$ N.m.

Le résultat précédent est très important. Une électrobroche ne pourra entraîner que des fraises de petit diamètre. Cela tombe bien car elles ne produisent que peu d'effort de coupe ce qui est compatible avec le manque de rigidité des fraiseuses à portique amateur.

Le fait de prendre un broche plus grosse par exemple 2.2 kW pour remplacer une 0,8 kW et augmenter le débit matière, n'est pas une si bonne idée. La masse supplémentaire va augmenter, à motorisation inchangée, l'inertie de l'équipage mobile et par suite diminuer son accélération. La conséquence en est la diminution de la capacité à suivre rapidement et précisément les changements de direction d'où une réduction nécessaire de la vitesse de déplacement. Avec une fraise plus grosse ou des coupes plus agressives, les efforts de coupe augmentent mais, comme la rigidité de l'ensemble n'est pas excellente, on peut assister à une baisse de précision et des états de surface médiocres. A la limite il peut y avoir des pertes de pas pour les moteurs commandés en boucle ouverte c'est à dire des erreurs de positionnement de l'équipage mobile. Notons que les moteurs pas à pas pilotés en boucle ouverte forment l'essentiel de la production mais se voient supplantés par les ensembles à boucle fermée.

2.1. Cas des broches réelles



Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45



- VAPEUR 45 -

FOLIO 3/21 – Juillet 2025



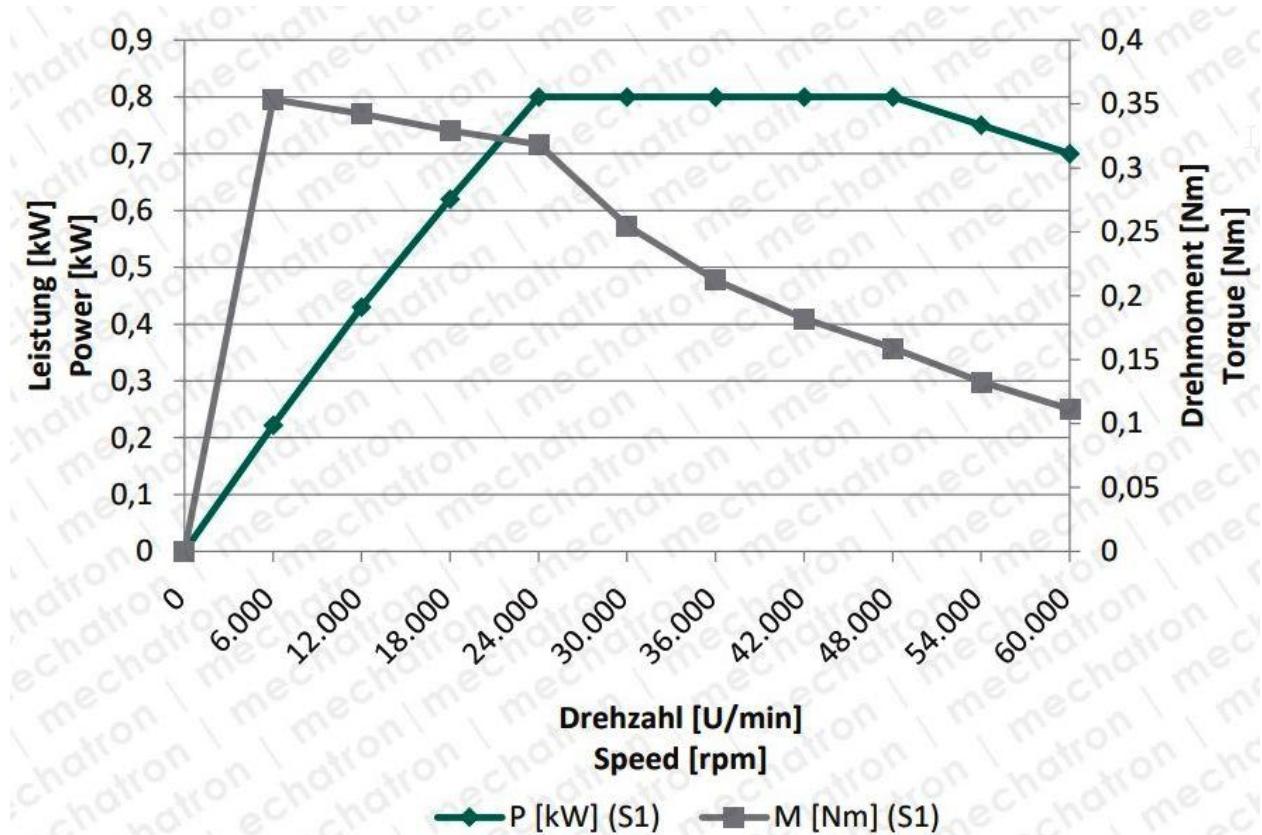
Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE ELECTROBROCHE

FPe45

D'une manière générale le couple des électrobroches diminue avec la vitesse de rotation, mais comme la vitesse de rotation augmente on aura une puissance sensiblement constante.

On admet, semble-t-il, que la plage efficace de fonctionnement des électrobroches est comprise entre 0,5 Vmax et Vmax.



https://www.mechatron-gmbh.de/wp-content/uploads/2023/11/Datenblatt_HFP-6508-ER11.pdf

Ci-dessus une broche industrielle Mechatron de 0,8 kW pour un service S1 (fonctionnement continu).

Ci-après une broche standard (grand public?) Mechatron de 0,8 kW qui correspond dimensionnellement à celles utilisées sur nos fraiseuses à portique.

Attachement ER11/ Refroidissement liquide.

https://www.mechatron-gmbh.de/wp-content/uploads/2024/03/Datenblatt_HFS-6508-24-ER11.pdf

Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45



- VAPEUR 45 -

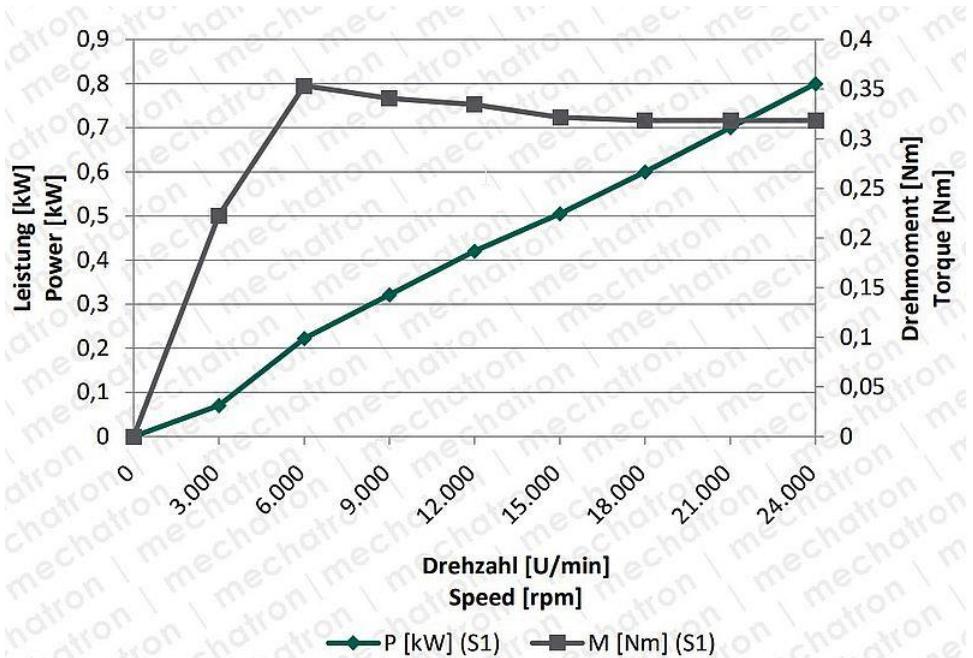
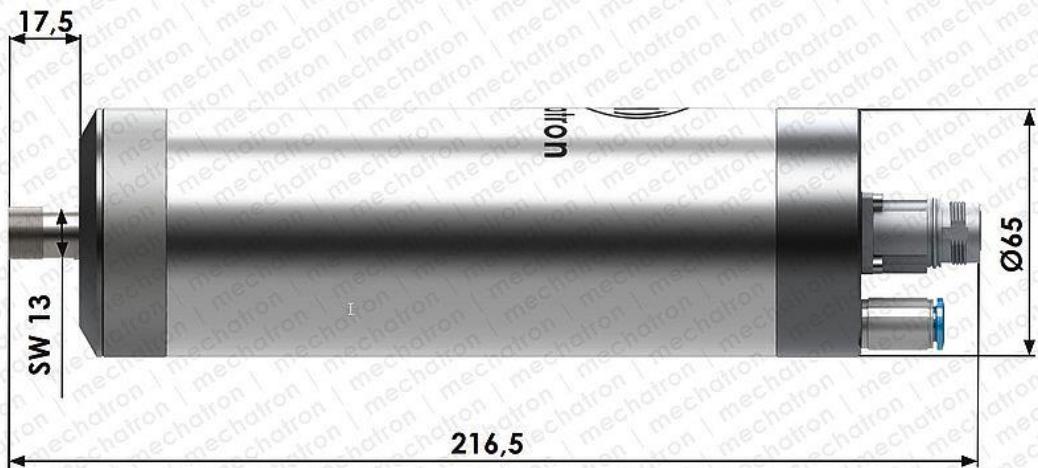
FOLIO 4/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE ELECTROBROCHE

FPe45



Le diagramme ci-dessus montre que la broche pourra être utilisée entre 6000 et 24 000 trs/mn, mais dans la pratique on aura intérêt à rester dans la plage 12 000 – 24 000 trs/mn.

2.2. Classes de service

Les types de services S1 à S9 sont des modes de fonctionnement décrits de manière normative.

Un moteur standard qui sort de l'usine est prévu pour fonctionner en service continu, service de type S1, c'est-à-dire à charge nominale de manière constante avec moins de six démarrages/arrêts (espacés dans le temps) par heure. D'autres types de fonctionnement peuvent être définis. Par exemple, le type S6 (service ininterrompu périodique à charge

Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45



- VAPEUR 45 -

FOLIO 5/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE ELECTROBROCHE

FPe45

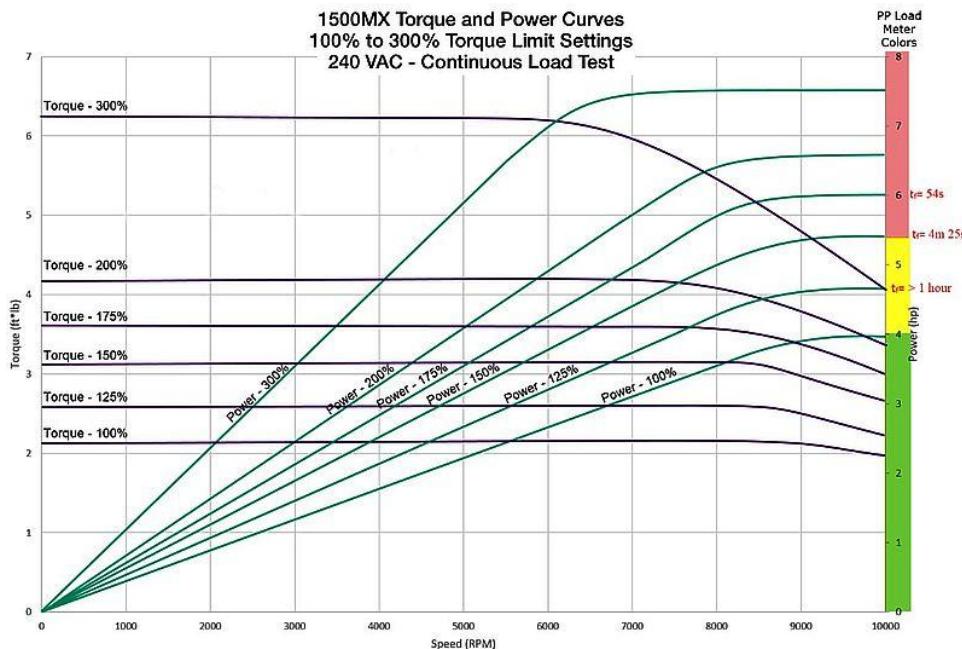
intermittente) décrit une suite de cycles de service identiques comprenant chacun une période de fonctionnement à charge constante et une période de fonctionnement à vide. Il n'existe pas de période de repos dans ce service S6.

Remarque : si on lit sur une électrobroche chinoise $P = 800$ W on ignore complètement dans quel type de service cela a été établi. Est-ce du service S1 (continu) ou S2 (intermittent à charge constante avec période de repos jusqu'au refroidissement du moteur) ou autre? Prudence donc.

Ce qui limite la puissance des moteurs électriques c'est l'échauffement des bobinages qui détruit leur isolant et met le moteur en court-circuit. Il faut garder cela à l'esprit car le VFD peut être programmé pour maintenir le couple constant sur l'électrobroche en jouant sur les valeurs Voltage/Fréquence et donc en injectant plus de puissance. C'est une des raisons pour lesquelles ont choisi un VFD 1,5 à 2 fois plus puissant que l'électrobroche. La programmation du VFD permet cependant de limiter le taux de surpuissance admissible.

Le diagramme suivant montre les courbes de performance de l'électrobroche 1500 MX installée sur une fraiseuse verticale classique de chez Tormach. Elle pourra fonctionner en service S1 à 100 % de la puissance nominale sur toute la plage de vitesses, mais seulement pendant 1 heure à 125 %.

Si pour mener à bien une opération d'usinage qui dure 45mn on a besoin d'un couple égal à 150 % du couple nominal on devra injecter une puissance de 125 % la P_{nominale} , la plage de vitesse sera entre 6800 et 8000 trs/mn. On en déduit les paramètres de coupe, taux d'enlèvement de matière et durée d'usinage réelle.



Source : Tormach

Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45



- VAPEUR 45 -

FOLIO 6/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

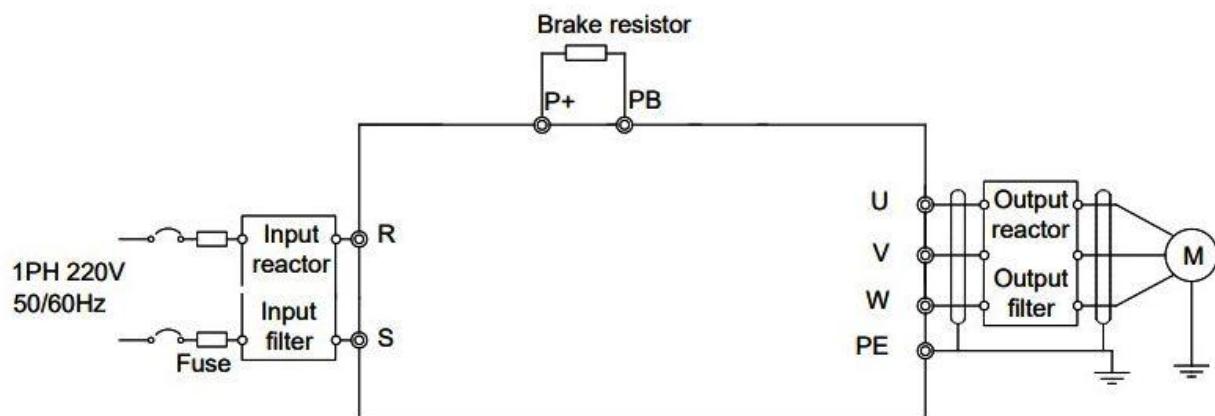
Autre exemple, si un détourage en contour demande 4 minutes en fonctionnement continu on pourrait faire fonctionner l'électrobroche Tormach entre 125 % et 150 % de sa puissance nominale.

Le taux de surpuissance est programmable dans le VFD comme dit précédemment. Comme vu dans la section généralités sur le fraisage, le choix de la vitesse de rotation est conditionné par le diamètre de la fraise, le nombre de dents, l'avance, le matériau et le type d'usinage. Ce n'est pas un choix à faire au hasard. L'obsession du taux d'enlèvement de matière le plus élevé possible par unité de temps fait commettre des erreurs dans le choix des stratégies d'usinage. Pour les fraiseuses à portique, l'usinage s'appuie sur une stratégie de profondeur de passe légère avec des trajectoires plus longues certes mais avec des vitesses d'avance beaucoup plus grandes. Les logiciels comme Fusion 360 simulent très précisément la cinématique de coupe et donnent le temps d'usinage.

3. VARIABLE FREQUENCY DRIVE (VFD)

Bien qu'il n'y ait pas de standardisation, les VFD chinois suivent à peu près tous le même principe. Pour l'exposé nous utilisons un VFD de marque Huanyang, marque établie de longue date et de bonne réputation. Les VFD ne sont pas exclusivement dédiés à piloter les électrobroches de nos petites CNC mais couvrent un large éventail d'applications. Il en découle un choix important et déroutant de connexions différentes et de paramètres de programmation.

En premier lieu dès que l'on connaît la puissance nécessaire on doit choisir la tension d'entrée et la tension de sortie du VFD. En entrée ce sera vraisemblablement du 240V-Monophasé (courant réseau) et en sortie se sera du 220V-Triphasé à fréquence variable (400 Hz maxi). La tension de sortie dépend de l'électrobroche choisie.



En lisant le diagramme ci-dessus de gauche à droite, on place un filtre électromagnétique en entrée du VFD. Ce filtre EMI en entrée est indispensable.

FICHE TECHNIQUE ELECTROBROCHE

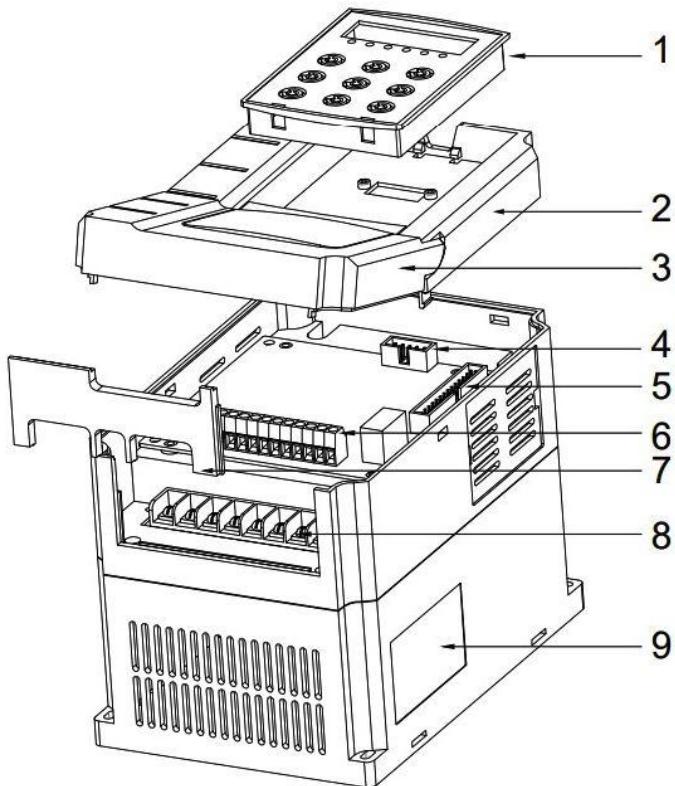
FPe45



On branche le courant réseau sur les entrées de puissance de l'électrobroche, en général notées R et S pour le monophasé réseau.

En sortie on retrouve les trois phases U,V, W et une mise à la terre ici notée PE. Un filtre triphasé en sortie est requis mais il n'est pas vraiment indispensable. Si après branchement le moteur tourne à l'envers on permute deux phases sur le bornier connecteur.

En plus on trouve deux connecteurs P+ et PB pour brancher une résistance dissipatrice de freinage. Celle-ci s'impose lorsque l'on doit freiner intensément et de manière très fréquente un dispositif à forte inertie. Pour les petites CNC il n'y en a pas besoin.



Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45



Modélisme et Patrimoine Ferroviaires

- VAPEUR 45 -

FOLIO 8/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE ELECTROBROCHE

FPe45

Les VFD ont pratiquement tous la même anatomie.

1 – Clavier Interface. Ce clavier est détachable ce qui autorise de l'installer en face avant de l'armoire électrique. Il est relié par un câble en nappe sur le connecteur 4. Si vous avez besoin de le changer ce câble car trop court, alors attention car il existe plusieurs pas standard pour le connecteur.

4 – Connecteur carte mère. On ne s'en préoccupe pas

6 – Connecteur multifonction pour les commandes

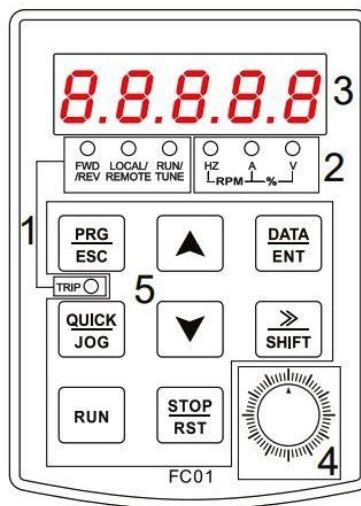
8 – Bornier connecteur de puissance.

3.1. Clavier Interface

Le clavier comprend 5 sections.

Section 1 : informe à l'aide de voyants LED sur l'état de quelques fonctions

FWD / REV	LED off : Rotation horaire (CW) LED on: Rotation Antihoraire (CCW)
Local / Remote	LED off : VFD opérée par le clavier LED clignotante (blinking) : VFD opérée comme un terminal LED on : VFD opérée par un contrôle à distance
RUN / TUNE	LED off : VFD à l'arrêt LED clignotante (blinking) : Etat d'auto calibrage de paramètres LED on : Marche
TRIP	LED on : VFD en défaut LED off : Etat normal LED clignotante : Etat d'alarme préliminaire de surcharge



Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45



- VAPEUR 45 -

FOLIO 9/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE ELECTROBROCHE

FPe45

Section 2 : Unité d'affichage (LED numérotées de gauche à droite 1-2-3)

Hz	1 On	Fréquence
A	1 On & 2 On	Intensité courant
V	2 On	Tension
RPM	2 On & 3 On	Vitesse de rotation trs/mn
%	3 On	Pourcentage

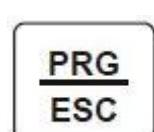
Section 3 : Afficheur à 7 segments

La table suivante permet d'identifier l'affichage mais à vrai dire il n'y a pas de problème.

Displayed word	Corresponding word	Displayed word	Corresponding word	Displayed word	Corresponding word
0	0	1	1	2	2
3	3	4	4	5	5
6	6	7	7	8	8
9	9	A	A	B	B
C	C	d	d	E	E
F	F	H	H	I	I
L	L	N	N	n	n
o	o	P	P	r	r
S	S	t	t	U	U
v	v	.	.	-	-

Section 4 : Potentiomètre manuel de réglage. Il est branché sur la borne AI1 du bornier multifonction. Cette option est très pratique.

Section 5 : Boutons



Entrée ou sortie du premier niveau de menu et supprime rapidement le paramètre

Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45**



- VAPEUR 45 -

FOLIO 10/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE ELECTROBROCHE

FPe45

DATA
ENT

Enter dans le menu étape par étape.
Confirme le paramètre



Augmente la valeur de la donnée active ou le code de fonction en paramétrage



Diminue la valeur de la donnée active ou le code de fonction en mode paramétrage

SHIFT

Décale le pointeur à l'affichage du paramètre en mode marche ou arrêt.
Sélectionne le chiffre du paramètre à modifier durant la modification du paramètre. Les deux touches précédentes incrémentent ou décrémentent la valeur.

RUN

Mise en route de l'électrobroche lorsque la commande en mode manuel a été sélectionnée.

STOP
RST

Cette touche est utilisée lors du fonctionnement sous contrôle du paramètre P07.04

Cette touche est utilisée pour le reset (acquittement) lors de la mise en défaut de la machine

QUICK
JOG

Cette touche, déplacement rapide, est sous le contrôle du paramètre P07.02

3.2. Alarmes et mise en défaut

Même si les VFD récentes sont mieux protégés, une perte instantanée de la charge peut lui être fatale. Pour cette raison on ne mettra aucun organe de coupure entre le moteur et le VFD sauf pour des raisons de sécurité et donc à usage exceptionnel. Il vaut mieux « cramer » le VFD que détruire la CNC ou se faire arracher un doigt. En usage régulier, hors situation d'urgence, on arrêtera donc le moteur via le VFD.

Lorsque le voyant TRIP du panneau avant est allumé une alarme ou un message de défaut s'affiche pour indiquer une situation anormale. Le code des 6 derniers défauts est stocké dans les paramètres P07.27 à P07.32. Les données opératoires des 3 derniers défauts sont stockées dans les paramètres de P07.33 à P07.56. Ainsi en étudiant le contenu de paramètres du groupe P07 on parvient plus facilement à cerner la ou les causes du défaut.

L'acquittement de défaut se fait par appui sur la touche STOP/RST. Il est parfois nécessaire d'éteindre le VFD, attendre la décharge des condensateurs et de rallumer pour acquitter le défaut.

Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45



- VAPEUR 45 -

FOLIO 11/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

(Voir Annexe pour le détail de la table des codes de défauts.)

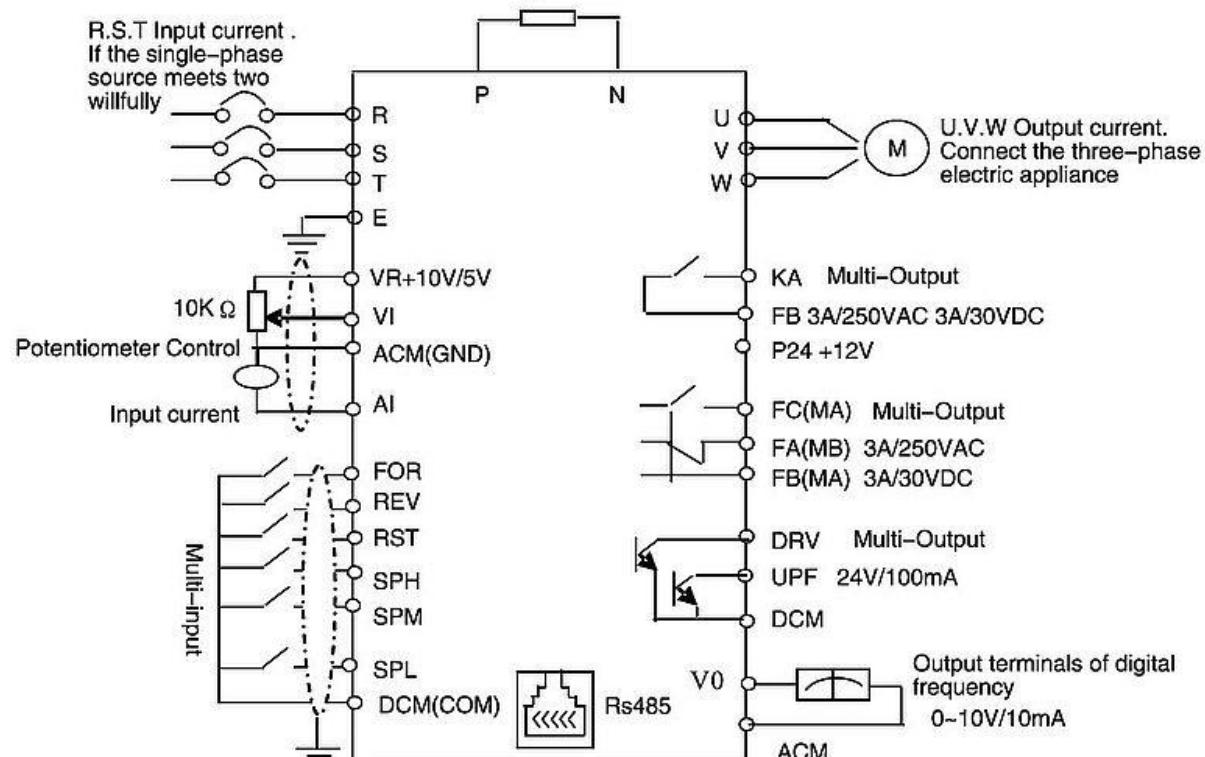
4. SCHÉMATIQUE GÉNÉRALE

VFD Huanyang HY01D523B de 1,5 kW

Bornier de puissance : Entrée Monophasé 220V (Ligne, Neutre) sortie 220 V triphasé à fréquence variable U,V,W

Le diagramme montre les valeurs attribuées en sortie usine. Certain borniers peuvent être réaffectés par paramétrage dans le menu configuration.

Braking Resistor



Note: The above wiring diagram explained that only supplies the reference, take the actual product as the standard. The diagram is subject to change without notice.

Note : GND (ground) ou COM désignent la référence 0 Volt de la tension, communément appelée masse en français. Il faut distinguer le COM-GND d'avec E (Earth) qui correspond à la mise à la terre. La schématique est organisée en groupe fonctionnels.

4.1. Commande analogique de fréquences

On peut utiliser une tension variable 0-5 V mais le standard est 0-10 V. La valeur de la commande est le point milieu d'un potentiomètre de 10 k_Ohm. L'intensité débitée par le VFD étant limitée il ne faut pas prendre de potentiomètre de résistance inférieure à 10 kOhm.

On peut aussi utiliser un réglage par boucle de courant 4-20 mA, mais ce n'est pas une méthode répandue parmi les amateurs. Son principal avantage par rapport à une boucle de tension est que la précision du signal transmis n'est pas affectée par les pertes en ligne, car le courant circulant dans la boucle est fourni par une source de courant dont l'intensité est régulée pour correspondre au signal à transmettre, quelle que soit la résistance de la ligne. Un autre avantage est que l'intensité dans la boucle n'est normalement jamais nulle, même lorsque le signal à transmettre correspond au minimum d'échelle. Ainsi est-il possible de détecter une rupture de ligne, puisque dans ce cas, l'intensité est nulle.

VR +10V/5V Power supply for Speed setting

Tension de référence pour le réglage de vitesse. +10V par défaut

VI Analog Voltage Input

Tension analogique de commande 0/10 V

AI Analog Current Input

Intensité pour le réglage de fréquence 4-20 mA

ACM (GND) Common for Analog and control signals

Masse commune pour les signaux analogique et de contrôle.

4.2. Groupe multifonction

Les actions sont déclenchées par fermeture d'un interrupteur manuel ou commandé par la carte contrôleur. L'une des bornes du circuit est branché sur ACM et l'autre sur l'entrée à activer.

Les entrées SPH, SPM, SPL sont associées à des paramètres de vitesse, accélération, décélération et autres permettant de programmer des cycles de fonctionnement simples. On peut réaffecter d'autres données par paramétrage dans le menu configuration.

FOR *Forward run* Marche Avant – Sens Horaire

REV *Reverse run* Marche Arrière – Sens anti horaire

RST *Reset* Réinitialisation

SPH *High speed* Grande vitesse

SPM *Middle speed* Vitesse moyenne

SPL *Low speed* Petite vitesse

DCM (COM) *Common of digital control signal* Masse commune signaux de commande numériques

Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45**



- VAPEUR 45 -

FOLIO 13/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

4.3. Liaison RS485 (EIA-485)

Il s'agit d'une liaison filaire, à 2 ou 4 fils avec blindage extérieur, utilisée dans l'industrie. La norme RS-485, également connue sous le nom de TIA-485(-A) ou EIA-485, est une interface de communication série qui permet jusqu'à 32 dispositifs série de communiquer à des distances allant jusqu'à 1200 mètres. Le débit de données est faible, d'autant plus faible que la liaison est plus longue. Les réseaux de communication numérique qui mettent en œuvre cette norme peuvent être utilisés efficacement sur de longues distances et dans des environnements électriquement bruyants. La documentation est très abondante sur Internet.

Note : le « port série » des ordinateurs PC est en RS232, mais il est devenu obsolète avec la liaison USB ou FireWire. Il existe des cartes de conversion RS232 vers RS485 à coût très faible. Cette liaison RS485 n'a pas d'intérêt pour nous car la liaison PC vers Contrôleur s'effectue par liaison Ethernet robuste et à haut débit puis vers du contrôleur vers le VFD à l'intérieur de l'armoire sur quelques dizaines de centimètres tout au plus.

4.4. Groupe des services

ACM Common of analog and control signal Masse commune signaux analogiques et de contrôle;

VO Output digital frequency Sortie fréquence en 0-10V sous 10 mA

DRV Multi-Output 1 |Sortie opto-couplées. Courant continu DC-24V/100 mA

UPV Multi-Output 2 |

DCM Common Digital and control signal Masse commune pour les signaux de contrôle et numériques

FA(MB) Multi-Output 3 Sortie multiple relai Normal Ouvert ou Normal fermé. 3A/250V

FB(MA)

FC(MA)

KA (EKA) Multi-Output 4 (N/O) Multi-Sortie Normal Ouvert 3A/250V

KB (EKB)

4.5. Paramétrage du VFD

Concernant le VFD en pilotage de l'électrobroche seuls un nombre réduit de paramètres aura à être renseignés. Ce sont les fréquences mini et maxi de fonctionnement, les temps d'accélération 0 à Fréquence_max, décélération f_max à 0, le sens de rotation la surpuissance et la méthode de contrôle du couple. On aura besoin de renseigner l'origine de commandes : clavier, PC, ...

Pour rentrer les paramètres il est judicieux de faire une liste sur papier, de prendre son temps et de les contrôler minutieusement une fois toutes les saisies faites. Cela permet d'éviter les prises de tête en cas de dysfonctionnement alors que c'est juste un paramètre mal renseigné.

Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45**



- VAPEUR 45 -

FOLIO 14/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

5. PILOTAGE VIA LE POST-PROCESSEUR UCCNC

Pour une utilisation amateur la commande manuelle de l'électrobroche ne présente pas d'inconvénient. Elle ne prend vraiment d'intérêt que lorsqu'on utilise un changeur d'outil automatique (ATC) ou que certaines séquences d'usinage demandent une vitesse continûment variable. Les post-processeurs sont capables de gérer l'électrobroche et c'est vrai que cela amène du confort lorsque il y a des usinages longs avec de nombreuses séquences enchaînées avec changement d'outil.

Tout commence par la configuration dans le menu du post-processeur.

5.1. Type de contrôle PWM

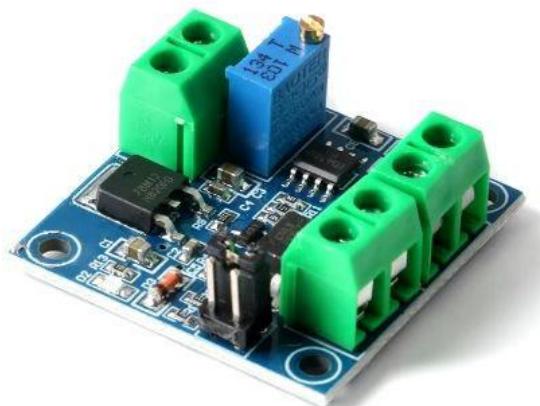
<input checked="" type="checkbox"/> PWM spindle		<input type="checkbox"/> Step/direction spindle	
PWM pin:	1	port:	2
Dir pin:	17	port:	2
PWM frequency (Hz):	200	Steps per rotation:	500
PWM min. duty (%):	20	max. (%):	100
		Acceleration (steps/s ²):	200

La commande en PWM consiste en une succession rapide d'impulsions électriques. Le PWM est un signal tout ou rien, c'est-à-dire alternant sans transition entre une valeur minimale fixe A et une valeur maximale fixe B. En fonction de la durée des signaux à la valeur maximale A en proportion des signaux à la valeur minimale B on peut obtenir la valeur moyenne recherchée de la commande analogique sur une période donnée.

5.2. PWM spindle check box:

PWM : Pulse Width Modulation. La modulation de largeur d'impulsion est une technique couramment utilisée pour synthétiser des signaux pseudo analogiques à l'aide de circuits numériques. Cela revient en quelque sorte à fabriquer une « potentiomètre numérique » pour amener une tension de commande variable que le VFD va transformer en variation de fréquence, c'est à dire de vitesse de rotation.

Petit problème : assez peu de VFD grand public sont capables de traiter directement le signal PWM, on doit adjoindre un filtre convertisseur comme celui-ci.



La résistance variable ne sert pas à ajuster la tension de sortie mais à régler si nécessaire la réponse du filtre. En entrée le signal PWM et en sortie un signal 0-10V sensiblement proportionnel au signal PWM. Bizarrement sur ce modèle chinois la tension de sortie ne dépasse pas 8,8V face aux 10V attendus.

Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45**

5.3. PWM port & pin:

C'est le numéro de bornier et le n° de port de sortie de la carte contrôleur. Active Low dépend du type d'entrée de commande du VFD, généralement c'est le niveau haut du signal qui détermine l'activation de la commande, donc la check-box n'est pas cochée.

5.4. Dir port & pin:

C'est l'adresse physique qui émet le signal de direction de l'électrobroche. Le sens de rotation va dépendre du G_code programmé (M3- sens horaire, M4-sens antihoraire). Une commande de changement de direction inverse la polarité du signal de sortie. Ici aussi le signal peut être sur un niveau haut ou un niveau bas. Rappel : par paramétrage du VFD on peut bloquer la rotation anti-horaire. On peu aussi imposer un freinage et/ou un délai pour passer du sens horaire à l'anti-horaire et vice versa

5.5. PWM frequency:

Ce signal établit la fréquence de base du signal PWM, autrement dit la durée de la période du cycle. Cette donnée est malheureusement très mal documentée pour les VFD et les cartes contrôleur. Pour comprendre on prend une analogie avec une lampe à incandescence.

Pour que la sensation physique d'une valeur moyenne constante d'allumage apparaisse, il faut que l'alternance d'allumage/extinction soit suffisamment rapide pour qu'elle ne se remarque pas.

Si par exemple le cycle complet de PWM durait une seconde (cette durée est nommée période), ce qui donne une fréquence de 1 Hertz (1 cycle par seconde), les durées d'allumage et d'extinction de l'actionneur seraient réparties proportionnellement sur cette seconde. Imaginons une lampe halogène allumée à 40% de sa puissance. Elle sera alimentée 40% du temps et éteinte durant 60 % du temps. Avec une fréquence de 1 Hz, elle serait allumée pendant 0,4 seconde puis éteinte pendant 0,6 seconde. L'effet de clignotement résultant est parfaitement perceptible... La fréquence du PWM devra donc être beaucoup plus grande que 1 Hz, ou autrement dit la période doit être bien plus courte qu'une seconde.

Selon les utilisations, la fréquence de PWM va de 100 Hz (100 cycles par seconde) à 200 kHz. Il semble que les cartes de commande des CNC travaillent à des fréquences au mieux de quelques centaines de Hertz.

5.6. PWM min duty (%):

Ce paramètre établit la valeur minimale du cycle de charge PWM. Sur la vue plus haut le signal est 20 % du temps à sa valeur maximale et 80 % du temps à sa valeur minimale. Le cycle de charge PWM atteindra cette valeur quand l'ordre « Vitesse de rotation minimale » de l'électrobroche sera envoyé par le contrôleur.

5.7. PWM max duty (%):

Ce paramètre établit la valeur maximale du cycle de charge PWM. Sur la vue plus haut le signal est 100 % du temps à sa valeur maximale et 0 % du temps à sa valeur minimale. Le cycle de charge PWM atteindra cette valeur quand l'ordre « Vitesse de rotation maximale » de l'électrobroche sera envoyé par le contrôleur

5.8. Type de contrôle STEP/DIR

Le signal de commande est un train d'impulsions (Step) comme pour les commandes de déplacement en X, Y, Z. Ce type de contrôle est surtout adapté aux servomoteurs de positionnement.

Step port & pin : cf chapitre précédent

Dir port & pin : cf. chapitre précédent

5.9. Steps per rotation:

C'est la valeur du nombre d'impulsions que le contrôleur doit envoyer pour 1 tour de moteur.

5.10. Accélération :

C'est la valeur numérique de l'accélération maximale du débit d'impulsions (Step) en rotation de l'électrobroche en (Step/s)/s. Autrement dit de combien au maximum on peut accroître le débit d'impulsions (Step/s) en 1 seconde. Cela indique la limite d'accélération du moteur en une seconde

5.11. Régulation PID

Spindle PID control	<input type="button" value="Set"/>	Encoder PPR: 400	<input type="checkbox"/> Reverse Enc. dir.
Index pin:	<input type="button" value="0"/>	port: 0	<input type="button" value="0"/>
Index prescaler:	<input type="button" value="1"/>	Encoder A pin:	<input type="button" value="0"/>
		port: 0	<input type="button" value="0"/>
		Encoder B pin:	<input type="button" value="0"/>
		port: 0	<input type="button" value="0"/>

Pour mémoire le VFD ayant un régulateur PID intégré et paramétrable on n'active pas cette fonction du post-processeur. Donc pas de raccordement. Le paramétrage optimal d'une régulation n'est pas simple il faut s'en tenir aux valeurs et à la procédure recommandée par le fabricant du moteur et du codeur d'impulsions.

5.12. Plage de vitesses

Spindle Velocity (1/min)	min.: 5000	max.: 24000
<input type="checkbox"/> Use pulleys	<input type="button" value="Spindle pulleys"/>	
Pulleys no.:	1	

Cette section s'applique au PWM ou au Step/Dir

Minimum velocity:

C'est la valeur numérique minimale en trs/mn qui peut être programmée. Si une valeur plus faible a été programmée par le G_code « S » c'est cette valeur minimale qui est retenue.

Maximum velocity:

C'est la valeur numérique maximale en trs/mn qui peut être programmée. Si une valeur plus grande a été programmée par le G_code « S » c'est cette valeur minimale qui est retenue.

Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45**



- VAPEUR 45 -

FOLIO 17/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE ELECTROBROCHE

FPe45

5.13. Spindle Pulleys

Spindle pulleys

Pulley number	Min.velocity	Max.velocity	Pulley ratio
1.)	1	1	1
2.)	1	1	1
3.)	1	1	1
4.)	1	1	1
5.)	1	1	1
6.)	1	1	1
7.)	1	1	1
8.)	1	1	1
9.)	1	1	1
10.)	1	1	1
11.)	1	1	1
12.)	1	1	1
13.)	1	1	1
14.)	1	1	1
15.)	1	1	1

Select pulley with executing M215 Px.

Dans certains cas la broche est entraînée par un jeu de poulies. Je ne l'ai jamais vu sur une fraiseuse à portique amateur, la broche porte-outil étant apparemment toujours entraînée directement par le moteur sur nos machines.

Ce bouton ouvre une fenêtre dans laquelle on va renseigner les vitesses mini et maxi et le rapport de transmission du jeu de poulies ou du train d'engrenages. On appelle la combinaison de transmission choisi par le G_code « M215 Pxx » où xx est le n° de la combinaison de poulies. Lorsque l'interpréteur G_code de UCCNC rencontre la commande M215 Pxx il l'exécute en fonction de ce qui a été configuré dans cette section.

Spindle relay output enabled

M3 relay pin: port: Active low

M4 relay pin: port: Active low

M3 delay after on:

M3 delay after off:

M4 delay after on:

M4 delay after off:

Flood/Mist relay output enabled

M7 relay pin: port: Active low

M8 relay pin: port: Active low

M7 delay after on:

M8 delay after off:

M9 delay:

Utilitaires

Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45



- VAPEUR 45 -

FOLIO 18/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

Lorsque l'interpréteur G_code de UCCNC rencontre un des G_codes de cette section il envoie la commande correspondante au VFD ou au relai de puissance de l'équipement concerné.

M3 spindle relay port & pin:

Le relais de mise en marche dans le sens horaire s'active avec M3 et s'inactive après une commande M5 .

M4 spindle relay port & pin:

Le relais de mise en marche dans le sens antihoraire s'active avec M4 et s'inactive après une commande M5.

M3 delay after on:

Le logiciel se met en pause pour la durée indiquée, en millisecondes, quand une commande M3 a été lue. Après ce délai l'électrobroche se met en route en obéissant au paramétrage du VFD. L'électrobroche va tourner jusqu'à ce qu'une commande M5 soit lue.

M3 delay after off:

Lorsque la commande M3 est active (la broche tourne) et que la commande M5 est lue, M3 est désactivée et la procédure d'arrêt ne devient effective qu'après le délai indiqué, délai en millisecondes.

M4 delay after on: cf. M3 after on

M4 delay after off: cf. M3 after off

5.14. Flood/Mist relay outputs enabled checkbox:

L'activation des cases à cocher autorise les commandes M7, M8, M9 qui vont déclencher la pulvérisation de liquide de refroidissement/lubrification par déclenchement du relais de puissance.

Même logique que les commandes précédentes.

M7 Pulvérisation brouillard lubrifiant

M8 Arrosage par liquide de refroidissement

M9 Désactivation des commandes M7 ou M8

Dans la section suivante on retrouve quelques défauts possibles et leurs remèdes. Les codes sont propres à chaque fabricant.

Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45**



- VAPEUR 45 -

FOLIO 19/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE

ELECTROBROCHE

FPe45

OH1 OH2	Surchauffe rectifieur Surchauffe module Inverter	1- Conduit aération bouché-Ventilateur endommagé 2- Température ambiante trop haute 3- Durée de fonctionnement en surcharge trop élevée	1- Se reporter au paramétrage des surintensités 2- Nettoyer les conduits d'aération, changer le ventilateur et s'assurer qu'il s'enclenche à la bonne température 3- Ventiler ou rafraîchir la pièce ou l'armoire électrique 4- Changer ou déplacer les alimentations de puissance
EF	Défaut externe	Défaut du système information sur une ou plusieurs entrées	
CE	Erreur communication	1- Débit (bauds) est incorrect 2- Erreur de câblage 3- Connecteurs défectueux 3- Adresse machine incorrecte 5- Interférence électromagnétique excessive	1- Rétablir un débit compatible avec la ligne 2- Tester la connectique 3- Examiner la table des adresses du serveur et corriger 4- Tester les sources de pollution électromagnétiques, changer le trajet des câbles, augmenter la qualité des câbles blindés
EEP	EEPROM en défaut	1- Erreur en écriture et ou lecture 2- EEPROM endommagée	1- Presser STOP/RST ou éteindre et au bout d'un moment rallumer le VFD 2- Changer le panneau de contrôle
PIDE	Régulateur PID en défaut	1- Boucle de rétroaction en défaut 2- Source de rétroaction ayant disparue	Tsetter le lignes et les signaux
END	Durée de fonctionnement usine atteinte	Le temps réel de fonctionnement programmé chez le fabricant a été atteint	Contacter le fabricant pour réajuster le temps total de fonctionnement
LL	Électronique en sous-charge	Retour de pré-alarme en fonction du paramètre	Tester la charge et la valeur du paramètre de pré-alarme

Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45



- VAPEUR 45 -

FOLIO 20/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE

ELECTROBROCHE

FPe45

Code	Type défaut	Causes possibles	Remèdes possibles
OC1	Sur-intensité en accélération	1-Durée accélération ou décélération trop courtes	1-Augmenter la durée de freinage 2-Test tension réseau-résistance externe de freinage
OC2	Sur-intensité en décélération	2- Tension alimentation réseau trop faible 3- VFD sous-dimensionné	3- Installer un VFD plus puissant
OC3	Sur-intensité en marche à vitesse constante	4-Charge trop élevée pendant les transitoires 5- Court-circuit à la terre ou perte d'une phase 9-Interférence électromagnétique excessive	4-Tester le chaîne cinématique ou électrique aval 5- Tester la configuration électrotechnique aval 6- Mesurer l'environnement électromagnétique, contrôler les blindages
OV1 OV2 OV3	Surtension à l'accélération Surtension à la décélération Surtension en marche à vitesse constante	1-Tension anormale en entrée 2-Retour de courant trop massif	1-Test réseau en entrée 2- Vérifier temps de décélération, le VFD entame une procédure de démarrage alors que le moteur tourne encore 4- Mettre une résistance de freinage ou un freinage dynamique
UV	Sous-tension DC bus	Tension alimentation trop faible	Test de l'alimentation
OL1	Surcharge moteur (Overload)	1- Alimentation moteur trop faible 2- Réglage du courant moteur incorrect 3-Calage moteur ou transitoire dynamique trop élevé	1-Test alimentation 2- Remise à zéro du courant moteur et réglage paramètres 3- Tester la charge moteur et son couple nominal
OL2	Surcharge VFD (Overload)	1-Temps d'accélération trop faible 2- Remise à zéro du moteur et de la ligne aval (perte de la charge) 3- Alimentation trop faible 4- Charge trop élevée 5- Moteur de puissance insuffisante	1-Augmenter la durée des rampes accélération et décélération 2- Eviter de redémarrer aussitôt après avoir stoppé (paramétriser un court délai) 3- Tester la ligne d'alimentation 4- Choisir un VFD plus puissant 5- Choisir un moteur plus puissant
OL3	Surcharge électrique (overload)	Le VFD affiche une pré-alarme de surcharge en fonction du paramétrage	Vérifier le paramétrage de la charge et de la pré-alarme de surcharge

Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45



- VAPEUR 45 -

FOLIO 21/21 – Juillet 2025



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>