

**CSLAB** s.c.  
ElectronicLaboratory

# CSMIO/IP-Steuerungen

---

## Achse als Spindel in Mach4

BETR.:

GERÄTEVERSION  
CSMIO/IP-S; CSMIO/IP-A  
v2 FP4  
v2 H7

FIRMWARE-VERSION (Software):  
v3.xxx (Mach4)



## Achse als Spindel in der Mach4-Software.

Bevor Sie die in dieser Anleitung beschriebene Funktion konfigurieren, müssen Sie einige wesentliche Bedingungen erfüllen:

- Diese Funktion ist nur für CSMIO/IP-S, CSMIO/IP-A-Steuerungen und eine Spindel vorgesehen, die von einem Servoantrieb angetrieben wird, der auf die gleiche Weise und mit der gleichen Präzision arbeitet wie die Servoantriebe der anderen Achsen (X, Y und Z).
- Der Servoantrieb zum Antrieb der Spindel wurde früher an die CSMIO/IP-Steuerung angeschlossen und auf die gleiche Weise konfiguriert wie die Servoantriebe der anderen Achsen. Ich beziehe mich hier auch auf die Mach4-Konfiguration und das Plugin.
- Falls ein Getriebe zwischen Servoantrieb und Spindel vorhanden ist, ist zu beachten, dass es sich um ein schlupffreies Getriebe handeln muss. Dies bedeutet, dass ein Zahnradgetriebe verwendet werden muss, z.B. ein Zahnriemengetriebe. Auf keinen Fall sind Getriebe auf Keilriemenbasis (Typ V-belt) erlaubt!



## „Achse als Spindel“

Mit dieser Funktion können Sie einen als OB-Achse konfigurierten Servoantrieb zum Antrieb einer Spindel verwenden (der Servoantrieb wird direkt zur OB-Achse).

Um die Funktion „Achse als Spindel“ zu aktivieren, müssen Sie die in den folgenden Punkten beschriebenen Schritte genau befolgen, da jede Abweichung zu einem fehlerhaften Betrieb dieser Funktion führen kann.

### 1) Achsen-Mapping (Axis Mapping).

Gehen Sie zu „Configure/Control.../Axis Mapping“. Wählen Sie im angezeigten Fenster eine der nicht belegten Achsen „OB“, dann in der Spalte „Master“ den nicht belegten „Motor“ und aktivieren Sie die Achse, indem Sie ein grünes Häkchen in der Spalte „Enabled“ setzen. In meinem Fall habe ich die Achse OB1 und Motor2 ausgewählt.

#### *Bitte beachten:*

Die Nummer des ausgewählten „Motors“ ist im Falle der CSMIO/IP-S-Steuerung die Nummer des step/dir-Ausgangs (Kanal) und im Falle der CSMIO/IP-A-Steuerung die Nummer des Encoder-Eingangs (Kanal) und des +/-10V-Analogausgangs (Kanal).

	Enabled	Master	Slave 1	Slave 2	Slave 3	Slave 4	Slave 5
X (0)		Motor0					
Y (1)							
Z (2)		Motor1					
A (3)							
B (4)							
C (5)							
OB1 (6)		Motor2					
OB2 (7)							
OB3 (8)							
OB4 (9)							
OB5 (10)							
OB6 (11)							



## 2) Einstellungen „Motor“

Gehen Sie zu „Configure/Control.../Motors“. In dem erscheinenden Fenster aktivieren Sie „check box“ für den im vorherigen Schritt ausgewählten „Motor“ (gleiche „Motor“-Nummer). Klicken Sie dann auf den Namen des „Motors“ auf der rechten Seite, um seine Parameter anzuzeigen. Konfigurieren Sie in diesem Fenster auch die Parameter „Counts“, „Velocity“ und „Acceleration“.

### *Hinweis:*

*- Bei Drehachsen, zu denen auch die für den Antrieb der Spindel verwendete „OB“-Achse gehört, ist die Basis-einheit der aufgeführten Parameter der GRAD!*

*- Die aufgeführten Parameter beziehen sich nur auf die OB-Achse selbst, nicht auf die OB-Achse und die Spindel.*

*Dies bedeutet, dass diese Parameter das Übersetzungsverhältnis zwischen der OB-Achse und der Spindel nicht berücksichtigen!*

Zum besseren Verständnis beschreibe ich die Parameter in separaten Punkten:

(a) „Counts“ - Anzahl der Impulse pro Grad der Umdrehung der OB-Achse.

Im Falle der CSMIO/IP-S-Steuerung stellt dieser Parameter die Anzahl der „step“-Impulse dar, die erforderlich sind, um die Welle des Servomotors der OB-Achse um 1 Grad zu drehen.

Im Falle der CSMIO/IP-A-Steuerung stellt dieser Parameter die Anzahl der Impulse dar, die am Encodereingang anliegen, wenn die Welle des Servoantriebs der OB-Achse um ein Grad gedreht wird.

Dieser Parameter wird in „Impulsen pro Grad“ („Pulses per Degree“) ausgedrückt.

b) „Velocity“ - Die Drehzahl, die der Servomotor der OB-Achse im Dauerbetrieb der Spindel ertragen kann. Diese Drehzahl sollte nicht die maximale Drehzahl des Servomotors sein, sondern aufgrund der Freiheit der Funktion des PID-Drehzahlreglers des Servoantriebs leicht reduziert sein. Andernfalls kann der Servoregler einen Fehler des PID-Drehzahlreglers melden.

Dieser Parameter wird in „Grad pro Minute“ („Degrees per Minute“) angegeben.

c) „Acceleration“ - Beschleunigung, die der Servomotor der OB-Achse bei wiederholtem Beschleunigen und Abbremsen ertragen kann.

Dieser Parameter wird in „Grad pro Sekunde<sup>2</sup>“ („Degrees per Sec<sup>2</sup>“) angegeben.



Damit Sie genau verstehen, was die oben genannten Parameter bedeuten, werde ich ein Beispiel verwenden, nämlich die Maschine, an der ich die Tests durchgeführt habe. Da es sich um ein Schreibtischgerät handelt, wird die Spindel von einem Schrittantrieb angetrieben (es hat keine Bedeutung, ich könnte genauso gut einen Servoantrieb verwenden). Der Schrittantrieb (Driver) wurde so konfiguriert, dass er 10.000 Impulse am „step“-Signaleingang benötigt, damit der Schrittmotor eine volle Umdrehung macht. Ich bin davon ausgegangen, dass die zulässige Drehzahl des Schrittmotors 500RM beträgt und er die Spindeln problemlos in 2 Sekunden auf die zulässige Drehzahl beschleunigen kann. Auf der Grundlage dieser Informationen können wir den Wert aller erforderlichen Parameter berechnen:

Counts = 10.000 Impulse: 360 Grad

Counts = 27,7(7) Impulse pro Grad

Velocity = 500 Umdrehungen pro Minute \* 360 Grad

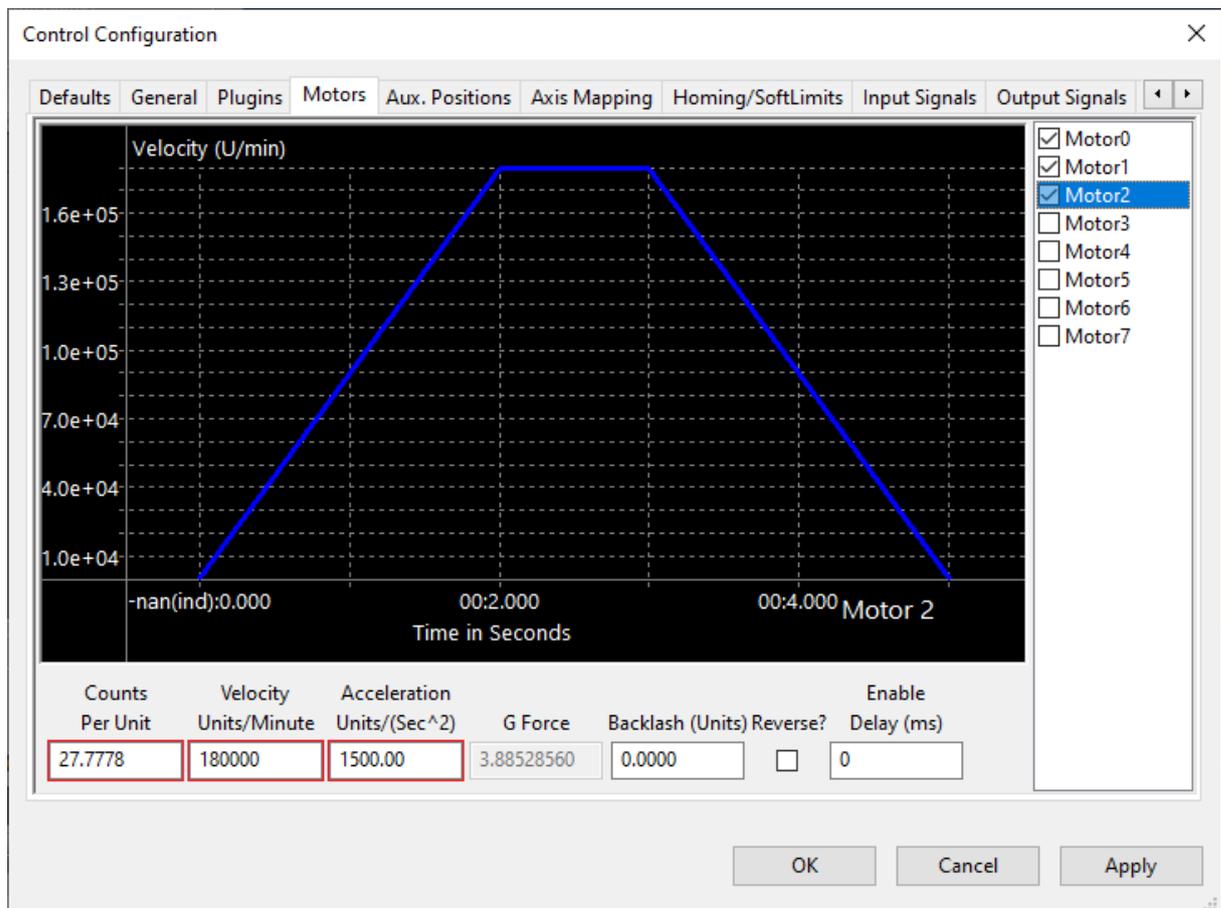
Velocity = 180.000 Grad pro Minute

Acceleration = Velocity : 60 Sekunden : 2 Sekunden

Acceleration = 180.000 Grad pro Minute : 60 Sekunden : 2 Sekunden

Acceleration = 1.500 Grad pro Sekunde<sup>2</sup>

Nachdem ich die Parameter in das Fenster „Motors“ umgeschrieben habe, sieht es in meinem Fall wie folgt aus:





### 3) Einstellungen „Spindle“

Gehen Sie zu „Configure/Control.../Spindle“. In dem angezeigten Fenster müssen 3 Parameter konfiguriert werden, zum besseren Verständnis beschreibe ich sie in separaten Punkten.

- a) „Step/Dir Spindle Axis“ - Wählen Sie aus der Dropdown-Liste eine „OB“-Achse mit der gleichen Nummer, die Sie unter Punkt 1 ausgewählt haben. In meinem Fall ist es die Achse „OB1“. Mit diesem Parameter wird der Mach4-Software mitgeteilt, welche OB-Achse für den Antrieb der Spindel verwendet werden soll.
- b) „Max Spindle Motor RPM“ - entspricht dem Parameter „Velocity“, der in Punkt 2b beschrieben wurde. Der einzige Unterschied besteht darin, dass der Parameter „Velocity“ in Grad pro Minute und der Parameter „Max Spindle Motor RPM“ in Umdrehungen pro Minute ausgedrückt wird. In meinem Fall beträgt der Wert des Parameters „Max Spindle Motor RPM“ 500 Umdrehungen pro Minute.
- c) „MaxRPM“ - Die maximale Spindeldrehzahl, die sich aus dem Übersetzungsverhältnis zwischen der OB-Achse und der Spindel in einem bestimmten Gang ergibt. Es darf auf keinen Fall ein Wert sein, der sich aus dem Wunsch ergibt, die Spindeldrehzahl in einem bestimmten Gang zu begrenzen.

Dieser Parameter wird in Umdrehungen pro Minute angegeben.

Das Übersetzungsverhältnis zwischen der OB-Achse und der Spindel wird berechnet, indem die Anzahl der Zähne des auf der Welle des OB-Achsenmotors montierten Ritzels durch die Anzahl der Zähne des auf der Spindelwelle montierten Ritzels geteilt wird.

$$i = \frac{Z1}{Z2}$$

Z1 - Anzahl der Zähne des auf der Welle des Servomotors der OB-Achse montierten Ritzels.

Z2 - Anzahl der Zähne des auf der Spindelwelle montierten Ritzels.

i - Übersetzungsverhältnis zwischen dem Spindelmotor und der Spindel.

In meinem Fall hat das auf der Schrittmotorwelle montierte Ritzel 18 Zähne und das auf der Spindelwelle montierte Ritzel hat 40 Zähne. Mit der obigen Formel erhalten wir:

$i = 18 \text{ Zähne} : 40 \text{ Zähne}$

$i = 0,45$



Jetzt können wir bereits den Wert des Parameters „MaxRPM“ berechnen. Dazu müssen wir den Wert des Parameters „Max Spindle Motor RPM“ mit dem Wert des Übersetzungsverhältnisses multiplizieren.

$$\text{MaxRPM} = \text{Max Spindle Motor RPM} * i$$

In meinem Fall beträgt der Wert des Parameters „Max Spindle Motor RPM“ 500 Umdrehungen pro Minute und der Wert des Übersetzungsverhältnisses beträgt 0,45. Mit der obigen Formel erhalten wir:

$$\text{MaxRPM} = 500 \text{ Umdrehungen pro Minute} * 0,45$$

$$\text{MaxRPM} = 225 \text{ Umdrehungen pro Minute}$$

Nachdem ich die Parameter in das Fenster „Spindle“ umgeschrieben habe, sieht es in meinem Fall wie folgt aus:

	MinRPM	MaxRPM	Accel Time	Decel Time	FeedBack Ratio	Reversed
0	0.00	225.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>
2	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>
3	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>
4	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>
5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>
6	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>
7	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>
8	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>
9	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>
10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>
11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	<input checked="" type="checkbox"/>

Max Spindle Motor RPM:   Wait on spindle to stabilize to  percent.

Spindle Override Delay:  (ms)

Step/Dir Spindle Axis:  (Axis must be enabled and mapped.)  Enable Step/Dir Spindle rigid tapping.

OK Cancel Apply

Wenn Ihre Maschine über ein Spindelgetriebe mit mehreren Übersetzungen verfügt, müssen die im Unterpunkt „c“ beschriebenen Schritte für jede dieser Übersetzungen wiederholt werden.



#### 4) Test des Spindelbetriebs.

Verlassen Sie das Fenster der Einstellungen, schalten Sie das Mach4-Programm in den Zustand „Enable“ (Schaltfläche in der unteren linken Ecke des Bildschirms) um, geben Sie den Befehl „M3 S100“ in die MDI-Zeile ein und drücken Sie die Schaltfläche „Cycle Start Gcode“. Nun sollte die Spindel beginnen, sich mit einer Drehzahl von 100 Umdrehungen im Uhrzeigersinn zu drehen. Wenn dies erfolgt ist, bedeutet das, dass Sie das Ende der Konfiguration der Funktion „Achse als Spindel“ erreicht haben und Sie können die Funktion „Spindelpositionierung (M19)“ aktivieren.

Wenn sich die Spindel gegen den Uhrzeigersinn dreht, müssen Sie auf die Registerkarte „Motor“ gehen und die Option „Reverse“ nutzen:

