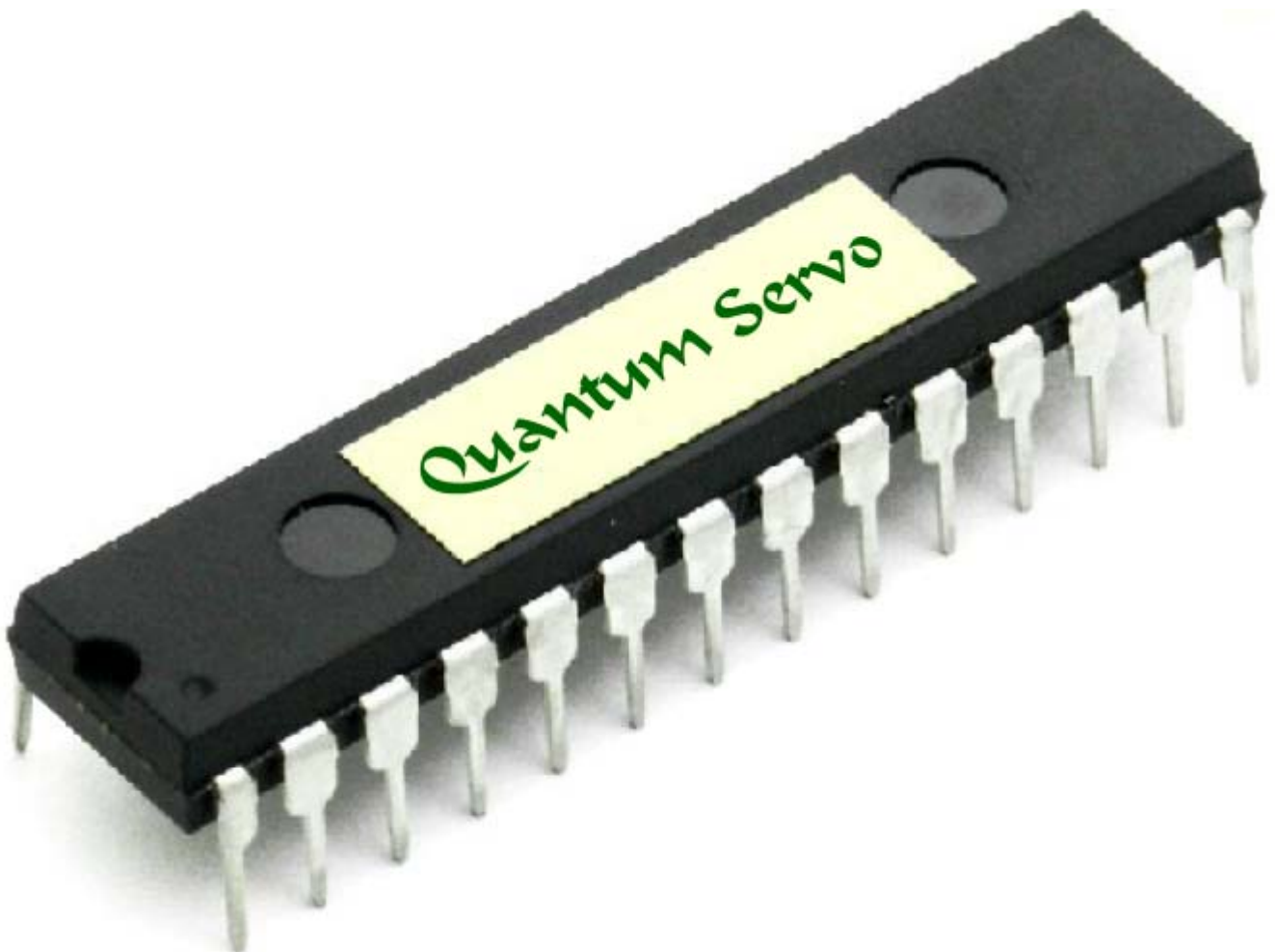


# Quantum Servo DSP

Gépkönyve

Firmware V1.5.X



**Nagysebességű servo szabályzó DSP**

©2008 M & V Elektronika Kft.

### Felelősség nyilatkozat:

Jelen ismertető nem teljes CNC Vezérlő leírás és csak a vezérlő DSP IC-t tartalmazza. Nem tekinthető

egy- az egyben utánépíthető, referencia könyvnek!

A szerző nem vállal felelősséget az esetlegesen ebből adódó károkért! A vezérlőáramkör (DSP) nem használható járművekben, orvosi felszerelésekben és olyan egyéb berendezésekben, melyek meghibásodása esetén, fokozottan veszélyesé válhatnak az emberi testi épségre!

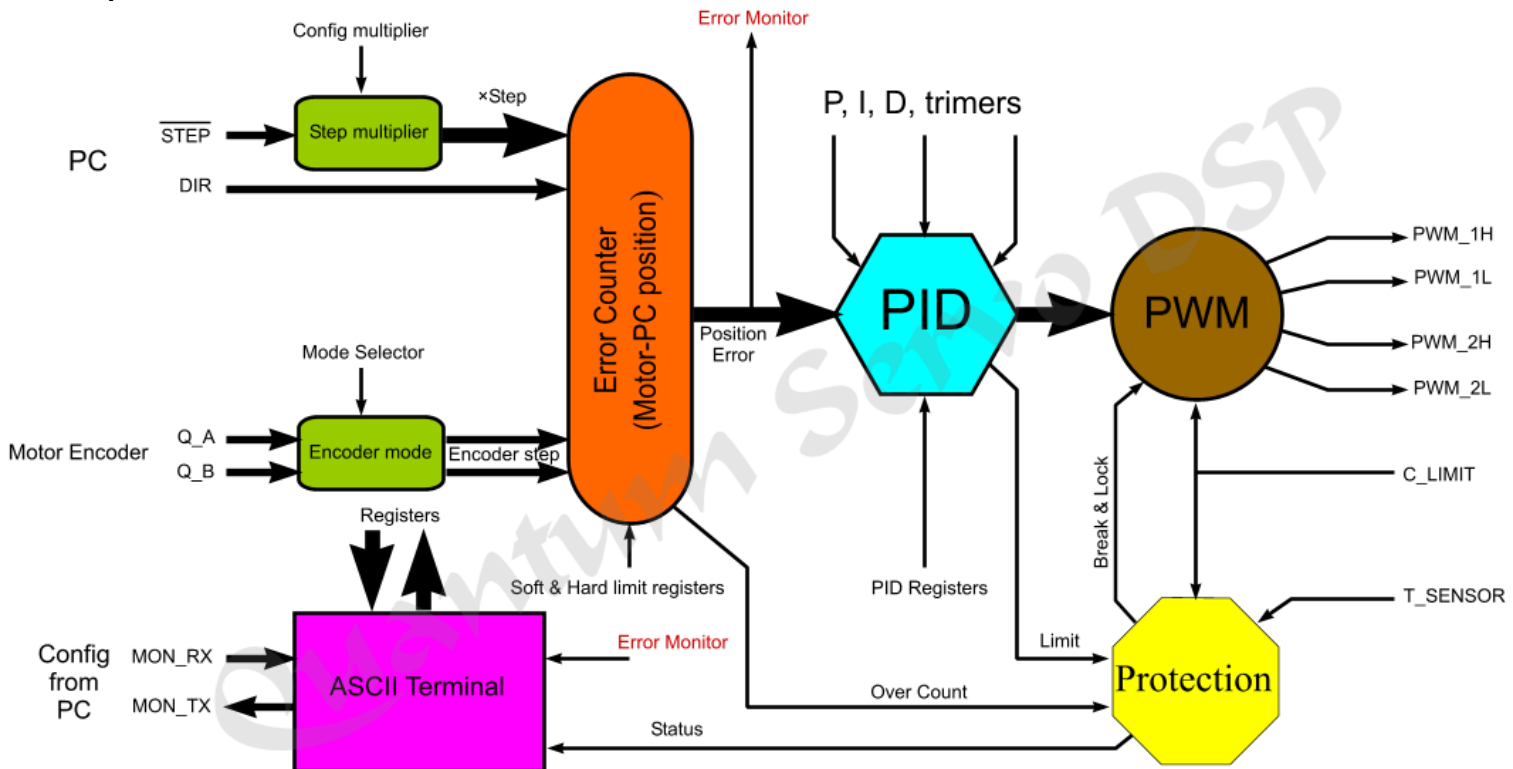
Jelen dokumentáció szakembereknek készült. Nem taglalja részletesen a berendezések biztonságtechnikai és zavarvédelmi előírásai, ezért mindenki csak saját felelőségére használhatja!



### Quantum Servo DSP (dsPIC30F4012, Firmware V1.5.X):

- Step/Dir rendszerű motor léptető bemenetek
- Kétsatornás, inkrementális Encoder bemenetek
- Encoder feldolgozás: 2×, 4× -es módok
- Programozható Encoder Digitális Zavarszűrő (EDF)
- Step jel többszöröző: 1× - 10× (lépéstöbbszöröző)
- Motor túlterhelés védelem: 1s - 7s (programozhatóan)
- Vezérlő túlterhelés védelem: 60/80/100°C (lekérdezhető és állítható hőfokkal)
- Programozható Integrálási idő (95.45uS – 477.25 uS)
- Soros porton keresztüli finomhangolás (belső regiszterek kezelése RS232C vagy USB portokon)
- Online hibaszint monitor (OP-rendszer független, ASCII és Bináris kommunikáció)
- Hibaszint csúcsindikátor (3s-os adatgyűjtővel)
- Online PWM gerjesztési állapot lekérdezés,
- Teljes PID motorszabályzó algoritmus
- Analóg P, I, D paraméterállítás
- DSP teljesítmény: 120MHz, 30 MIPS, 16 bites CPU, 40 bites ALU
- Teljes H-híd vezérlés (PWM-es és motorfékes üzemmódokkal)
- 16 bites, 20kHz-es PWM
- Áramkorlátozó bemenet
- Állítható Soft Error Limit tároló (1 - 200 Step)
- Állítható Hard Error Limit tároló (1 - 30000 Step)
- - Sávzélességek:
  - Encoder jel frekvencia: max. 6MHz,
  - Step jel frekvencia: max. 1 MHz,
- Kettős LED-es Status kijelzések
- Hőmérő szenzor bemenet
- Hibajelző kimenet (Fault)
- Vész Stop bemenet (Stop),
- Láncolt hibakezelés,
- Számos írható, olvasható és konfiguráló regiszter

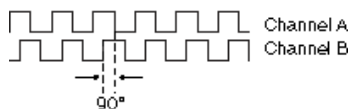
### Belső felépítés:



A Számítógép a DSP Step/Dir bemenetein keresztül lépteti a motort. A Step jel negatív logikájú (lefutó élre léptet). Minden Step élre a DSP belső hibaszámlálóját a Dir jelnek megfelelő irányba lépteti. A léptetés mértékét a Step multiplier regiszter is befolyásolja. E regiszterrel többszörözni lehet a bejövő Step impulzusokat (1× - 10×). Erre azért van szükség, hogy nagy felbontású encoderrel szerelt motorokat is lehessen elfogadható fordulatszámra hajtani, viszonylag alacsony léptetési frekvenciát kiadni képes CNC szoftverekkel is! A lépés többszörözés a CNC gép felbontását csökkenti, cserébe az elérhető max. fordulatszámot emeli. Egyensúlyba hozható vele a nagy encoder felbontás ↔ max. sebesség konfliktus.

A mechanikai visszacsatolást a motorra szerelt encoder jelei biztosítják.

Az Encoder egy fényáteresztő tárcsára két sorban felhordott sötét vonalakat tartalmaz. A két sor egymáshoz képest eltolva helyezkedik el. Két optikai fotocella segítségével a két sort egyenként leolvassák és logikai jellé alakítják. A két jel fázishelyzetéből lekérdezhető a lépés iránya, a jelek számából az elmozdulás mértéke.



A DSP az Encoder jeleit kétféle üzemmódban tudja feldolgozni: 2× és 4× módok. E két mód befolyásolja ugyanazon encoderrel elérhető motor felbontásokat!

2X



4X

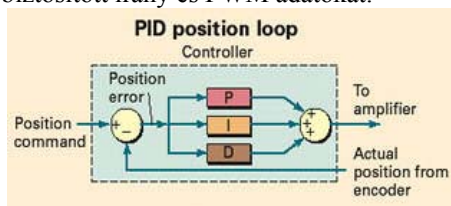


2×-es módban a DSP csak a vonalak belépő élét (pirossal jelöltet) kezeli. Ilyenkor az Encoder alapfelbontása (PPR) duplázódik. 4×-es módban a DSP minden élét feldolgozza a vonalaknak. Ebben az esetben az Encoder alapfelbontása (PPR) négyszereződik.

Javasolt beállítások:

200-1000 PPR esetén 4×-mód,  
felette 2×-mód.

Pozícióhiba mentes helyzetben a két jel különbsége nulla (a differenciálszámláló 0-án áll). A két jel (számláló) különbsége és iránya szolgáltatja a hibajelét. E hibajel olvasható le a soros porton keresztül (MON\_ portokon). A hibajel szolgál kiindulópontként az összetett PID algoritmusnak. A PID állítja elő a hídvezérlőnek biztosított irány és PWM adatokat.

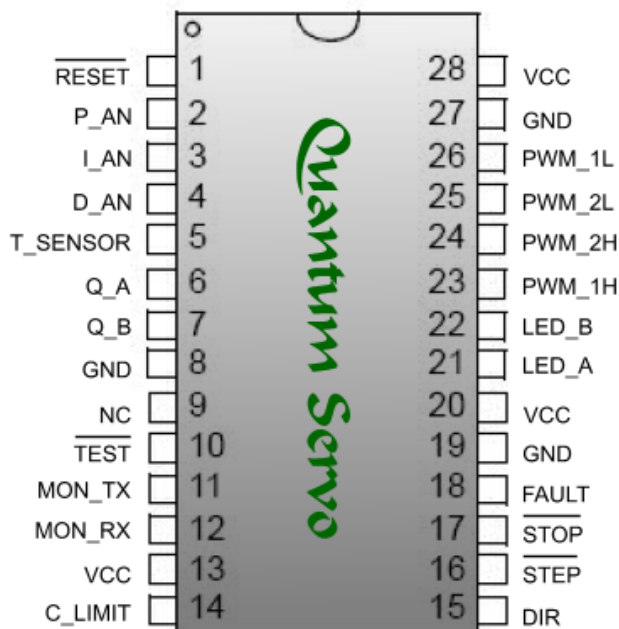


A PWM adatokat tilthatja a külső áramkorlátozó jel. E jel számos védelemnek alapja. A PWM generátor vezérli a híd kimeneteket (PWM\_...). A „H” híd minden ágát a DSP egyenként vezérli, így motormozgatásakor PWM szabályzás, míg vész megállás esetén (lásd védelmek), motorfékes üzemmód valósul meg.

Kétszintű védelmi rendszer van kiépítve, melyek mind a motort, mind a DSP-vel épített CNC Vezérlőt védik. Néhány védelem csak jelzést ad, néhány a DSP-t blokkolja és csak Reset-el lehet kihozni belőle. Minden védelmi működés szöveges üzenetet küld a Status regiszteren keresztül, így mindig pontosan nyomon követhető az esetleges leoldás oka. A két LED-es kimenet (LED\_A és LED\_B) tájékoztató jelzéseket ad az aktuális állapotról. Részletes ismertetése a védelmi rendszereknél olvasható!

A belső regiszterek konfigurálására és az Online hibaszint monitorozásra a soros kimenet (MON\_RX és MON\_TX) szolgál. Szabványos RS232 ASCII vagy Bináris kommunikációja révén, bármilyen (OP-rendszerrel független) terminál program használható. Windows esetén a beépített Hyperterminál, vagy a QDSP számára kifejlesztett **Quantum Sentinel** program javasolt. USB átalakító használata esetén van lehetőség USB-n keresztüli kommunikációra is!

## Lábkiosztás:



### 1. - RESET

Negatív logikájú TTL bemenet. Alacsonyszinten a DSP-t alaphelyzetbe állítja. Nem szükséges külső reset áramkör, ezt belül elvégzi. Magas állapotban a DSP futtatja belső szoftverét (normál állapot).

### 2., 3., 4., - (P, I, D)\_AN

Analóg bemenetek. 0 – VCC közötti feszültségszintek meghatározzák a P. I. D. ágak erősítését. A PID paraméterek beállítására szolgál.

### 5. – T\_SENSOR

Analóg bemenet. 0 – VCC közötti, a hőmérséklet növekedésével lineárisan növekvő feszültségszintet fogad, mely arányos a hűtőborda hőmérsékletével. Aktuális értéke soros porton kiolvasható. A belső túlterhelés védelem alapjele.

### 6. – Q\_A

TTL bemenet. Inkrementális Encoder „A” csatornájának bemenete.

### 7. – Q\_B

TTL bemenet. Inkrementális Encoder „B” csatornájának bemenete.

### 8., 19., 27. – GND

Logikai föld pont (negatív).

### 9. – NC

Üres.

### 10. – TEST

Negatív logikájú TTL bemenet. Teszt gomb (stresz gomb) bemenete. Magas\_Alacsony\_Magas szintváltások „Test way” regiszternyi egységugrást hajt végre a motoron.

### 11. – MON\_TX

TTL kimenet. Soros porti adat kimenete monitor programokhoz.

### 12. – MON\_RX

TTL bemenet. Soros porti adat bemenet monitor programokhoz.

### 13., 20., 28. – VCC

Pozitív logikai tápfeszültség (+5V).

### 14. – C\_LIMIT

TTL bemenet. Áramkorlátozó bemenet. Magas szintje esetén tiltja a PWM-es kimeneteket.

### 15. – DIR

TTL bemenet. Meghatározza a motor forgás irányát.

### 16. – STEP

Negatív logikájú TTL bemenet. Lefutó élre lépteti a motort (belső hibaregisztert).

### 17. – STOP

Negatív logikájú TTL bemenet. Lefutó élre letiltja a DSP működését és motorfékes üzemet generál.

### 18. – FAULT

TTL kimenet. Magas szintje védelmi működést jelez.

### 21. – LED\_A

Negatív logikájú TTL kimenet. Állapotjelző „A” LED meghajtó kimenete.

### 22. – LED\_B

Negatív logikájú TTL kimenet. Állapotjelző „B” LED meghajtó kimenete.

### 23. – PWM\_1H

TTL kimenet. Baloldali hidvezérlő, felső FET-jét működteti PWM-es módban.

### 24. – PWM\_2H

TTL kimenet. Jobboldali hidvezérlő, felső FET-jét működteti PWM-es módban.

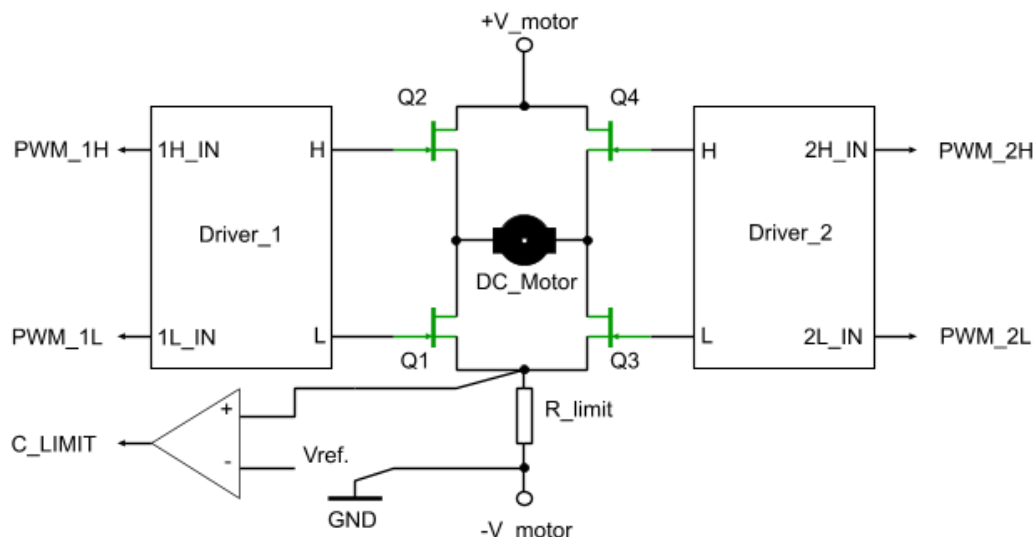
### 25. – PWM\_2L

TTL kimenet. Jobboldali hidvezérlő, alsó FET-jét működteti PWM-es és motorfékes módban.

### 26. – PWM\_1L

TTL kimenet. Jobboldali hidvezérlő, alsó FET-jét működteti PWM-es és motorfékes módban.

## Hídvezérlés:



A hídvezérlési kimenetek IR2112 driver IC-re lettek tervezve. A Firmware belső „Dead time” generátort tartalmaz. Motorfékes módban az alsó FET-ek vezéreltek. A felső FET-ek Gate töltő kondenzátorát 2s-os frissítő algoritmus tartja életben. 47 $\mu$ F-os töltőkondenzátor javasolt! A töltő dióda BAV21 vagy gyorsabb legyen (<100nS)! A töltési idő 51 $\mu$ S.

A túláram korlátozáshoz a TTL jelet egy komparátorral kell biztosítani.

Túláram korlátozáskor az össze PWM kimenet 0-ba vált. Normál vezérléskor az alsó kimenetek (PWM\_1L vagy PWM\_2L) PWM jellel van meghajtva, míg ilyenkor a hozzátartozó felső hídfél statikus magas szinttel. Motorfékes módban mindkét alsó kimenet vezérelt (a felsők kikapcsolva).

### (P; I; D)\_AN bemenetek:

Javasolt trimmer érték 1kOhm (a GND és a VCC közé kötve).

### T\_SENSOR bemenet:

Alkalmazható thermoszenzor: 640-es sorozatú, 4k7 NTK a hűtőbordához szorítva. A bemenet és a VCC közé kell kötni. A bemenet és a GND közé 1kOhmos ellenállás és egy 100nF-os kondenzátor párhuzamosan szükséges.

### STEP/DIR bemenetek:

A STEP jel negatív logikájú, lefutó élre lépteti a belső számlálót. A DIR jelnek a STEP léptetése előtt 100nS-al stabilizálnia kell. A minimális STEP impulzus hossza 5nS.

### TEST bemenet:

Magas\_alacsony\_magas szintváltás sorozatra, a „Test way” regiszter által előírt mértékű egységugrást hajtja végre (Encoder step-ben mérve). A bemenet felhúzására tipikusan 3k Ohmos ellenállás ajánlott. Közvetlenül ráköthető a nyomógombra (szoftveresen pergésmentesített).

### STOP bemenet:

Vész-stop funkciót lát el. Nem pergésmentesített, negatív logikájú, TTL bemenet! Hatására mindenkor letilt a DSP és a motort motorfékes üzembe viszi, valamint a FAULT kimenetet magasra állítja. Kihozni belőle csak Reset-el lehet.

### FAULT kimenet:

Hibajelző TTL kimenet. A STOP bemenet és a belső védelmi rendszer működteti. Javasolt nyitott kollektoros, tranzistoros meghajtása, így logikai OR kapcsolat hozható létre a többi tengellyel és a PC-vel is!

### LED\_A és LED\_B kimenetek:

Negatív logikájú TTL kimenetek, akár közvetlen LED meghajtásokra is (a LED+ellenállását a VCC és a kimenet közé kell kötni)! Gyűjtött állapotjelző LED-ek (Status). A védelem működése esetén a kiolvasható „Status” regiszter tartalmazza az okot, szöveges formában.

A DSP kétszintű védelmi rendszerrel van ellátva:

1. Önálló védelmek. Működésbe lépésük esetén a motort motorfékkel megállítják, és a DSP-t letiltják. LED-es ("A" és "B") fényjelzést, valamint a „Status” regiszterben szöveges üzeneteket adnak. A DSP újraindításával lehet csak kihozni belőle. Minden önálló védelem hibajelet generál a FAULT kimeneten. Ezzel a PC-n futó CNC vezérlőszoftvert (pl. Mach3-at) is le lehet állítani.

- Hard limit (Error\*) regiszter túlfutás védelme (mérete állítható):

Ha a hibajel (Error\*) meghaladja a beállított értéket, a DSP motorfékkel megállítja a motort és letiltja további működését.

Elsősorban fordított Encoder bekötés és a motormegszorulás védelmét látja el.

*\* Error regiszter = hibaszint regiszter, mely a kért és a tényleges mechanikai pozíciók közötti eltérést méri Encoder Step-ben. Ha nincs eltérés, értéke 0.*

- Motor túlterhelés védelem:

Ha motor túláram korlátozása folyamatosan működik, és ideje meghaladja az "Overcurrent time" regiszter értékét, a védelem megállítja a motort és letiltja további működését.

- Vezérlő túlterhelés védelem:

A Hűtőborda hőmérsékletét egy thermo szenzor folyamatosan méri és kb. 60/80/100°C-nál letiltja a DSP további működését. Szerviz kóddal állítható.

- Stop bemenet aktív (alacsony). Hatására a DSP letilt. Láncolt hibakezelés bemenete.

2. PC-n keresztüli védelmek. Önmagában nem állítja meg a Vezérlőt, csak hibajelet generál a FAULT kimeneten. Ha ez a kimenet össze van kötve a PC egyik Input bemenetével és a vezérlő szoftver megfelelően fel van konfigurálva, akkor ez a jel képes megállítani a végrehajtást úgy, hogy nem történik impulzus veszteség! Bizonyos feltételek mellett a hiba kijavítása után, selejt nélkül folytatható a munka.

- Soft limit (Error\*) regiszter túllépése. Az állapot fennállásáig jelzést ad a "A" LED-en is. E jelzés elsősorban az alakhű pályakövetés ellenőrzésére szolgál. Folyamatosan figyel a motor és a CNC szoftver együttfutását. Szécsúszásuk esetén megállíthatja a végrehajtást és jelzést ad. Szerviz kóddal engedélyezhető a Fault jelzése.

- Motor csúcsáram korlátozás:

A DSP folyamatosan ellenőrzi a C\_LIMIT bemenet állapotát, és magas szintje esetén a PWM-es kimeneteket korlátozza. A korlátozás tényét a "B" LED kigyújtásával jelzi. Ez a jelzés nem működteti a FAULT kimenetet.

### LED jelzések és Fault kimeneti táblázat:

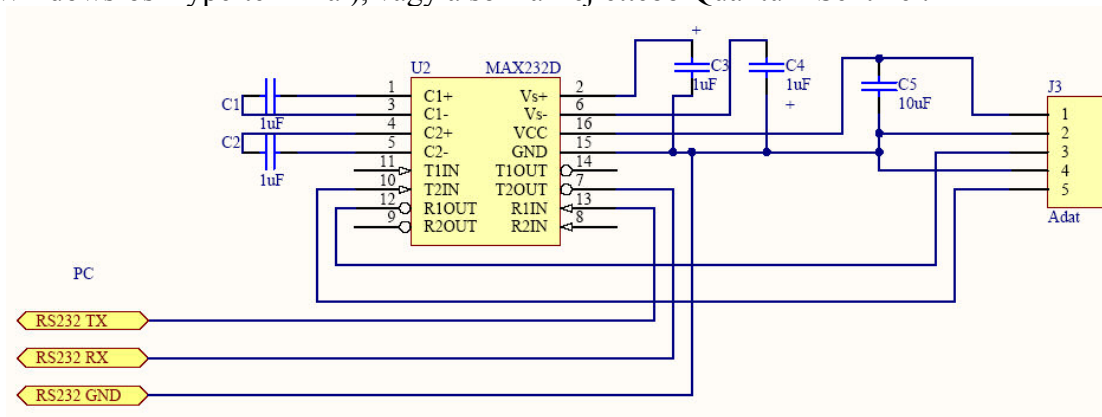
Hiba	LED_A	LED_B	FAULT	Motorfék	Status regiszter
Áramkorlát:	-	X	-	-	-
Soft limit:	X	-	Programozható	-	-
Hard limit:	X	-	X	X	Üzenet
Motor Túlterhelés:	-	X	X	X	Üzenet
Hővédelem:	-	X	X	X	Üzenet
Stop:	t-1*	t-1*	X	X	Üzenet

**A DSP-t megállítják és csak RESET-el lehet kijönni belőle!**

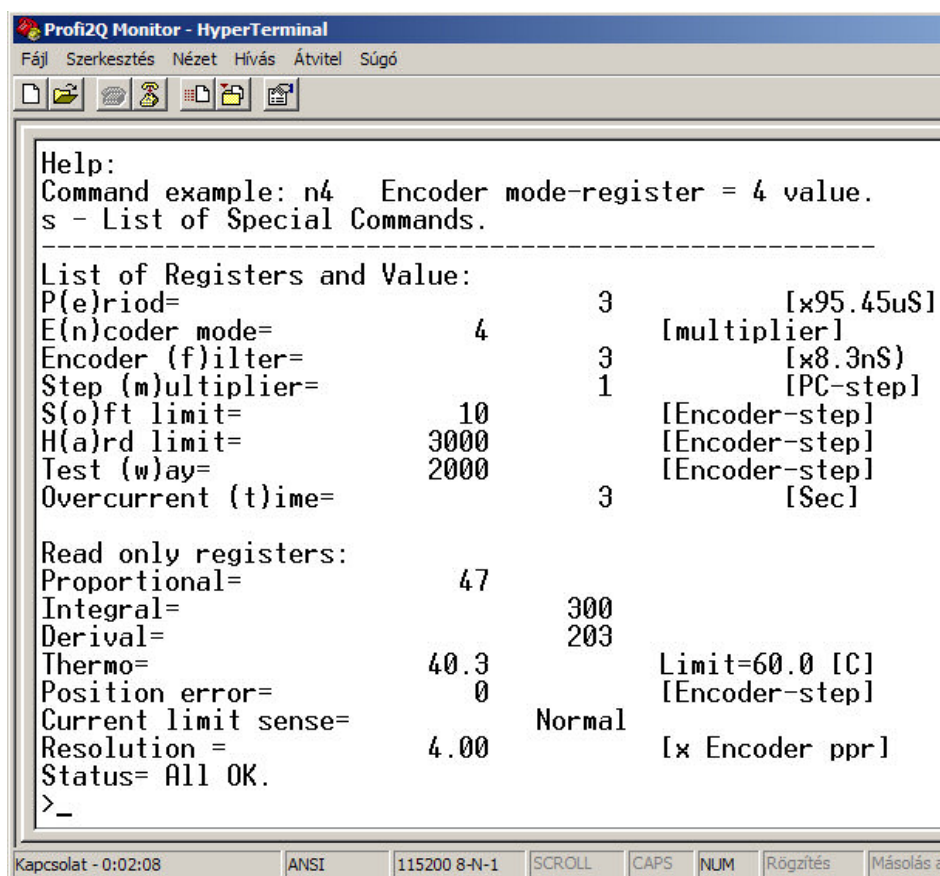
*\*t-1 előző állapot megtartása.*

## MON\_TX és MON\_RX portok:

RS232C illesztéshez a MAX232 IC alapkapcsolása javasolt. Adatátvittele 115200,8,N,1 átvitelvezérlés nélkül, ASCII módban. USB átalakítóval használható USB portra is. Megjelenítő szoftver: bármely szabványos ASCII Terminal program (pl. a Windows-os Hyperterminal), vagy a sokkal fejlettebb Quantum Sentinel.



(soros illesztő)

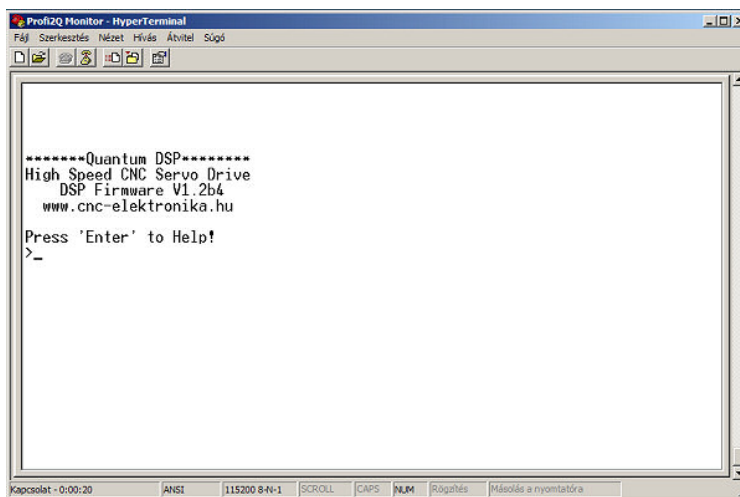


(Windows-os Terminal szoftver)

Minta PCB RS232C (SUB D9) kábelre:  
Az Rxx ellenállások 0 Ohmos (áthidaló)!

## Kommunikáció a DSP-vel:

Sikeres beállítás (Hyperterminal) után, ha a Terminált hamarabb indítjuk ell mint a Vezérlőt, akkor a következő bemutatkozó szöveg jelenik meg a Vezérlő bekapcsolását követően:

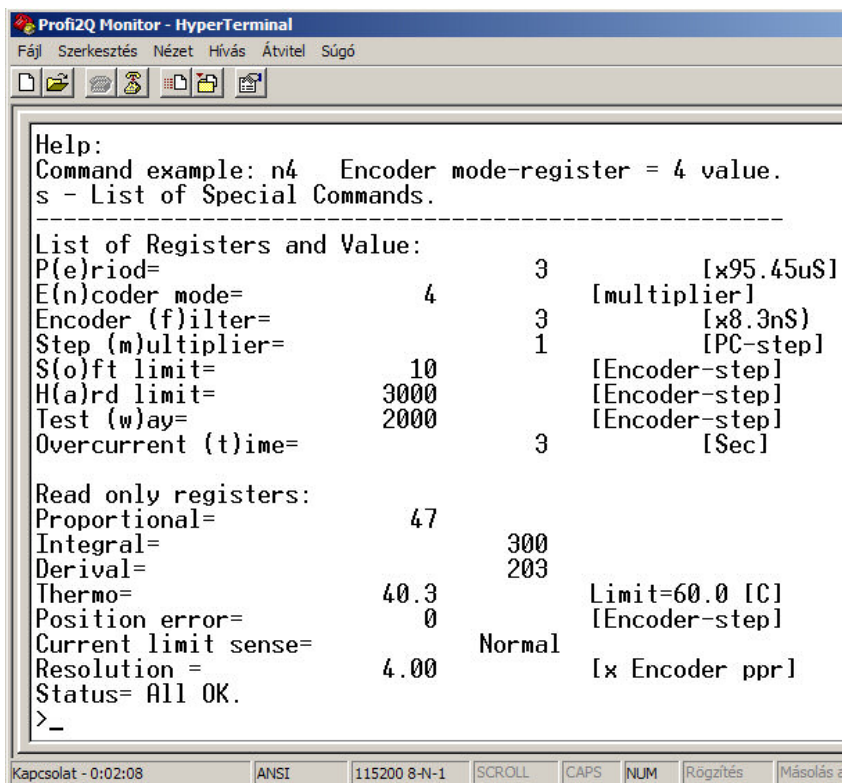


(Aktív kommunikáció)

Leolvasható a beégetett DSP Firmware verziója.

*Ha a DSP hamarabb lett bekapcsolva, mint ahogyan a csatlakozás létrejött, akkor ez a képernyő nem jelenik meg (üres), de egy ENTER lenyomása után listázódnak a regiszterek!!!*

ENTER után egy részletes segítség (HELP) jelenik meg:



(aktuális állapot lekérdezése)

Itt kilistázza megtaláljuk a legfontosabb regisztereket és azok értékeit. Az írható regiszterek neveiben szereplő zárójeles betűk a hozzá tartozó parancsok, melyekkel értékeik megváltoztathatóak.

```

ProfizQ Monitor - HyperTerminal
Fájl Szerkesztés Nézet Hívás Átvitel Súlyó

Help:
Command example: n4 Encoder mode-register = 4 value.
s - List of Special Commands.
-----
List of Registers and Value:
P(e)riod= 3 [x95.45uS]
E(n)coder mode= 4 [multiplier]
Encoder (f)ilter= 3 [x8.3nS]
Step (m)ultiplier= 1 [PC-step]
S(o)ft limit= 10 [Encoder-step]
H(a)rd limit= 3000 [Encoder-step]
Test (w)ay= 2000 [Encoder-step]
Overcurrent (t)ime= 3 [Sec]

Read only registers:
Proportional= 47
Integral= 300
Derival= 203
Thermo= 40.3 Limit=60.0 [C]
Position error= 0 [Encoder-step]
Current limit sense= Normal
Resolution = 4.00 [x Encoder ppr]
Status= All OK.
>_

Kapcsolat - 0:02:08 ANSI 115200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM Rögzítés Másolás a

```

(írható regiszterek és parancsaik)

Egy példa:

m5 (+ENTER)

A „Step multiplier” (lépés szorzó) regisztert 5-re állítja. Ezzel a PC felől érkező Step jeleket meg 5×-özi.

Ha bármikor kíváncsiak vagyunk az aktuális értékekre, akkor egy üres ENTER-t kel nyomnunk!

Ha helytelen értéket adunk meg, akkor ezt a Vezérlő hibaüzenettel jelzi és egyben megadja a használható értéktartományt is! Néhány érték megváltoztatása esetén a Vezérlőt újra kell indítani, ezt szintén jelzi nekünk üzenettel!

Az alsó részben (Read only regiszters), csak olvasható regiszterek találhatóak. Ezek a regiszterek a Vezérlő aktuális állapotáról tájékoztatnak és értékük nem változtatható meg. Jelentésük lentebb megtalálható.

A Speciális parancsok listájához az **s** (+ENTER) parancssal férhetünk hozzá:

```

>s
Special Commands:
y1, Start Text mode Analyse.
p+-0..100, Start PWM output.
JCode, Service Code.
C1, Restore Default Values.
u, State of Fuses.
Tr(i)ger level = 5 [Encoder step]
-----
DSP Firmware V1.2b4
www.cnc-elektronika.hu
>_

Kapcsolat - 0:02:55 ANSI 115200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM Rögzítés Másolás a nyomtat

```

(speciális parancsok)

## Regiszterek:

(konfigurálás)

```
Profi2Q Monitor - HyperTerminal
Fájl Szerkesztés Nézet Hívás Átvitel Súgó

Help:
Command example: n4 Encoder mode-register = 4 value.
s - List of Special Commands.
-----
List of Registers and Value:
P(e)riod=                3                [x95.45uS]
E(n)coder mode=          4                [multiplier]
Encoder (f)ilter=        3                [x8.3nS]
Step (m)ultiplier=       1                [PC-step]
S(o)ft limit=            10               [Encoder-step]
H(a)rd limit=            3000            [Encoder-step]
Test (w)ay=              2000            [Encoder-step]
Overcurrent (t)ime=      3                [Sec]

Read only registers:
Proportional=            47
Integral=                300
Derival=                 203
Thermo=                  40.3           Limit=60.0 [C]
Position error=          0                [Encoder-step]
Current limit sense=     Normal
Resolution =             4.00           [x Encoder ppr]
Status= All OK.
>_

Kapcsolat - 0:02:08  ANSI  115200 8-N-1  SCROLL  CAPS  NUM  Rögzítés  Másolás a
```

(konfiguráló regiszterek)

## Írható és olvasható regiszterek:

A regiszterek kiolvasását egy üres ENTER leütésével kérhetjük.

A regiszterek értékei a "betű+új érték" formulával módosíthatóak. Pl.: f4 az Encoder digitális szűrőjét 4-es értékre állítja. Néhány regiszter megváltoztatása a DSP újraindítását kívánja, ezt üzenettel jelzi is. Mértékegységük (értelmezésük) szögletes zárójelben van jelezve [ ... ].

Néhány regiszter megváltoztatása csak szakembereknek javasolt (ezt **pirossal** jelezem)!

**A regiszterek módosítása motorfutás közben NEM javasolt!**

## Regiszterek és funkciójuk:

**e** - PID kiértékelés gyakorisága (periódusa) regiszter. A tényleges sebesség a regiszter értéke $\times 95.45\mu\text{s}$ . Ennek reciproka a PID frekvencia (alapértéke  $1/(3\times 95.45\mu\text{s})=3492.22\text{ Hz}$ ). A motor időállandójához lehet igazítani a DSP-t. Tartománya: 1 - 5.

*Figyelem! Megváltoztatása esetén a PID tagokat lehet, hogy újra kell hangolni!*

**n** - Encoder használati mód. Kétféle üzemmód lehetséges: 2 $\times$ -es és 4 $\times$ -es mód. Az encoder alaposztását 2 $\times$ -ezi, vagy 4 $\times$ -ezi (pl. egy 500-as PPR alaposztású encoderből, 4 $\times$ -es módban 2000-res felbontású lesz). Az érték változtatása befolyásolja a CNC gép felbontását és végsebességét. Tartománya: 2; 4.

*Figyelem! Megváltoztatása esetén a PID tagokat lehet, hogy újra kell hangolni!*

**f** - Encoder digitális zajszűrő értéke. Az Encoder bemenet zajszűrője, mely a csúszás mentes kezelésért felel. Zajos, gyengébb minőségű Encoder vagy vonala esetén értékét növelni kell, de ez az Encoder sávszélességének csökkenésével jár. A rendszer csak a filter idejét meghaladó jelváltozást tekinti stabilizált Encoder változásnak, alatta figyelmen kívül hagyja (zajszűrés). Tartománya: 1 - 7.

*Figyelem! 7-es értéken az Encoder bemenet sávszélessége 75 kHz-re zuhan!*

m – Step-jel szorzó. A PC felől érkező Step (léptető) jeleket többszörözi. Segítségével a CNC vezérlő szoftver maximális sebességét lehet növelni és így a rendszerre optimalizálni. Az érték változtatása befolyásolja a CNC gép felbontását és végsebességét. Tartománya: 1 - 10.

o - "Soft" hibahatár regiszter. Ha a pozíció hiba nagyobb e regiszter értékétől, akkor a DSP FAULT kimenete aktív lesz (programozható) és az "A" LED kigyullad. Ha az FAULT kimenet össze van kötve a P2B kártya egyik bemenetével és a szoftver megfelelően be van konfigurálva, akkor ez a jelzés leállítja a CNC gép megmunkálását, pozíció szétcsúszás nélkül (korrigálható hiba)! Értékének alacsonyabbnak kell lennie a „Hard” limit regiszter értékétől! Tartománya: 1 - 200.

a - "Hard" hibahatár regiszter. Működése ugyan az mint az "Soft limit" regiszteré, de ez a DSP-t le is állítja (motorfékkel) és csak a DSP újraindításával oldható fel! Értékének magasabbnak kell lennie, mint a Soft limit regiszter értékének! Tartománya: 1 - 30000.

w – TEST bemenet aktív állapotára történő elmozdulás úthossza. Beállítható vele a még biztonságos út hossz (ütközés elkerülése), melyet a "stresz-gombra" elmozdul a Vezérlő. Értékének alacsonyabbnak kell lennie, mint a "Hard" hibahatár regiszteré! Tartománya: 1 - 2999

t - Túlterhelés időkorlátja. Ha e regiszter értékét meghaladó ideig, folyamatosan fennáll az áramkorlátozás, akkor a DSP leállítja és kikapcsolja a motort (túlterhelés védelem) és FAULT jelet generál! Feloldásához újra kell indítani a DSP-t. Tartománya: 1 - 7.

### Csak olvasható regiszterek:

Proportional, Integral, Derival - a hozzájuk tartozó trimmer-potenciométerek (P\_AN, I\_AN, D\_AN bemenetek) értékei.

Thermo - a szenzor (hűtőborda) hőmérséklete. A korlátozási határa háromféle fix érték lehet (60, 80, 100 °C).

Position error - a kiolvasás pillanatában aktuális mechanikai eltérés értéke.

Current limit sense - a kiolvasás pillanatában aktuális áramkorlátozás állapota.

Resolution - az eredő felbontás szorzója a jelenlegi konfigurációból (Jelenlegi felbontás[PPR]= Resolution × Encoder alap felbontása[CRP]).

Status - a jelenlegi DSP állapota és az esetleges teendők, hibák.

### Speciális parancsok:

```
>s
Special Commands:
y1, Start Text mode Analyse.
p+-0..100, Start PWM output.
JCode, Service Code.
C1, Restore Default Values.
u, State of Fuses.
Tr(i)ger level =          5          [Encoder step]
-----
      DSP Firmware V1.2b4
      www.cnc-elektronika.hu
>_
```

Kapcsolat - 0:02:55    ANSI    115200 8-N-1    SCROLL    CAPS    NUM    Rögzítés    Másolás a nyomtat

(speciális parancsok)

s - listázza a speciális parancsokat.

y1 - indítja a valós idejű pozícióhiba monitorozást. Kilépni belőle a q + ENTER-el lehet. A kijelzés ± irányú csúcsindikátor, 3s-os kimerevítéssel. Mértékegysége: PC-Step.

```
>y1
Real Time Text mode Analyze. Press 'q+Enter' to Quit.
Result = difference of PC-Step
-Max.:          +Max.:          PWM State:
0.000000       0.000000       OK.      _
```

Kapcsolat - 0:04:22    ANSI    115200 8-N-1    SCROLL    CAPS    NUM    Rögzítés    Másolás a ny

(valós idejű, csúcs-hibaszint és PWM állapot monitorozás)

PWM State = A PWM állapota. OK esetén értéke < 100%, Max. esetén 100%. Többet információ a hajtás minőségéről.

p - fix PWM-es motor gerjesztés (irányított). Hibakeresés és teszt célokra.

J – (NAGY J!) Szerviz kódok. Hibakeresés és speciális konfigurálási célokra (Fuse-k).

C1 – (NAGY C!) törli az összes regiszter változtatását, és alapértékre állít mindent (reset).

u – Listázza a Fuse-k állapotát.

r - P trimmer előerősítése. Korrigálható vele a trimmer szabályzási tartománya.

x - D trimmer előerősítése. Korrigálható vele a trimmer szabályzási tartománya.

i – a bináris hibaszint monitorozás trigger szintje, abszolút értékben (Sentinel használja).

```
>C1
Cold Start....
Ready.
Please Restart Controller!
>_
```

Kapcsolat - 0:12:16    ANSI    115200 8-N-1

(mindent értéket alapra és reset)

Szerviz kódok (Fuse-k) (J):

1026 : Soft limit FAULT jelzés nélkül (alapállapot),

1025 : Soft limit FAULT jelzéssel,

1024 : ideiglenes motor túlterhelés védelem bénítás,

1023 : Vezérlő hőfokvédelme 60°C-ra (alapállapot),

1022 : Vezérlő hőfokvédelme 80°C-ra,

1021 : Vezérlő hőfokvédelme 100°C-ra,

1002 : Trigger mód ki (Sentinel),

1001 : Trigger mód be (Sentinel),

1000 : Bináris hibaszint adatfolyam indítása (Sentinel). Leállítása q + ENTER.

8 bites (0-255) hibaszint adatok. 128 képviseli a 0 hibát (-tartomány <128< +tartomány).

Külső szoftverből indítani : J1000+CR ASCII adatokkal lehet.

A tárolt Fuse-k:

1026 vagy 1025,

1023 vagy 1022 vagy 1021,

1001 vagy 1002.

## PID beállítása

### Elmélet:

A szervo vezérlések működése teljes mértékben különböznek a léptetőmotoros vezérlésektől. Maga a szabályzás elvei és a lezajló folyamatok összetettek, ezért itt csak tömören érdemes vele foglalkozni (felhasználói szinten).

Encoder illesztés:

A DC motoroknak nincsen előre meghatározott léptetési pozíciójuk mint a léptetőmotoroknak, ezt a funkciót teljesen a vezérlés valósítja meg, a motorra szerelt encoder segítségével. Ez folyamatos és dinamikus (kimozdítása esetén vissza fog állni) pozícióban tartást jelent.

A motor felbontását alapvetően az encoder felbontása határozza meg. Ezt a vezérlés bizonyos mértékben fölfelé és lefele is módosíthatja.

A DSP az Encoder-t kétféle üzemmódban tudja használni:

- 2×-es (duplázó) üzemmódban az encoder alapfelbontását (vonalainak számát) megduplázva,

- 4×-es (négyeszeröző) üzemmódban az encoder alapfelbontását meg négyeszerözve használja.

Javasolt a 4×-ező mód, a pontosabb pozíció követés érdekében! Nagyon nagy Encoder alapfelbontás (>2000) esetén a 2×-es mód a javasolt.

Ezen kívül a DSP képes a Step jel többszörözésére is („Step multiplier” regiszteren keresztül, 1× - 10×)!

Erre a CNC szoftverek miatt van szükség, mivel a szoftverek (általában az LPT porton keresztül) korlátozott frekvenciájú Step jel kiadására képesek! Nagy felbontású Encoderek esetén ez túl alacsony max. fordulatszámot eredményezne.

Az elérhető maximális fordulatszám a következő képlettel számítható:

$$f_{\max.} = ((F_{\text{Kerner}} \times \text{Step multiplier}) / (E_{\text{felbontás}} \times E_{\text{üzemmód}})) \times 60 \quad [\text{fordulat/perc}]$$

$f_{\max.}$  = elérhető maximális motor fordulatszám [1/min],

$F_{\text{Kerner}}$  = a CNC szoftver maximális léptetési frekvenciája [Hz],

Step multiplier = a DSP Step szorzó belső regiszter értéke,

$E_{\text{felbontás}}$  = az encoder alapfelbontása [vonalainak száma, PPR],

$E_{\text{üzemmód}}$  = a DSP „Encoder mode” belső regiszter értéke [2 vagy 4],

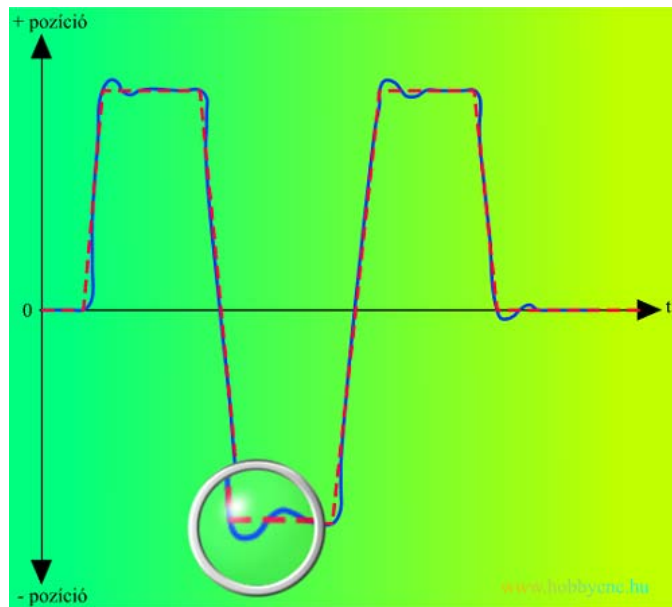
×60 = percre átszámítás

### Fontos:

Mivel az egész rendszer visszacsatolása teljes mértékben az Encoderen keresztül történik, annak felbontása minden egyéb dinamikai jellemzőkre (túllövések, lengési hajlam, stb.) is kihatással van! Alkalmazzuk a lehető legnagyobb felbontásokat a minél finomabb és precízebb hajtásminőség eléréséhez!

Pozícióhű követés; lengések; PID:

Egy Step/Dir rendszerben mivel a vezérlés előre nem tudja hova kell mennie, bizonyos időkésséssel követi a kiadott mozgási utasításokat. Ez egyenletes mozgások esetén rendkívül kicsi és így elhanyagolható. Durva sebességváltozások esetén (pl irányváltásokkor) ez már tetemesebb. Ez a késés a mechanikai tehetetlenségekből (lendületekből) és motor+elektronika reakcióidejéből adódik.



(erősen stilizált mozgási pálya)

A fenti ábrán egy erősen stilizált mozgási pálya eltérést ábrázol. A piros szaggatott vonal képviseli a kívánt mozgási görbét (gyorsítások és lassítások nélküli irányváltásokkal), a kék vonal a tényleges mechanikai utat ábrázolja. Látható, hogy a sebességek változása környékén a szabályzás csak bizonyos lengésekkel és eltérésekkel képes követni. Ennek a problémának lekezelésére született az u.n. PID szabályzási eljárás, melyet teljes egészében tartalmaz a DSP!

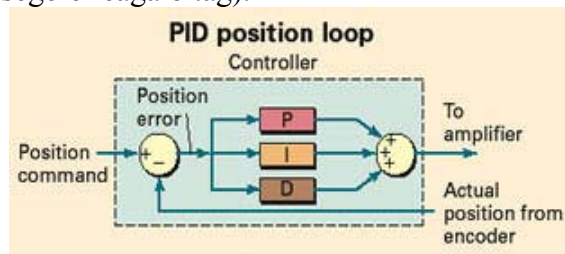
**PID:**

A PID szabályzás próbálja a kívánt pályán tartani a mechanikát. Ez három fő komponens eredőjéből számított motorgerjesztés révén valósul meg. E három komponens nevéből származik a PID rövidítés.

P = Proportional (arányos tag);

I = Integral (hibaösszegző tag);

D = Derival (gyors változások sebességére reagáló tag).

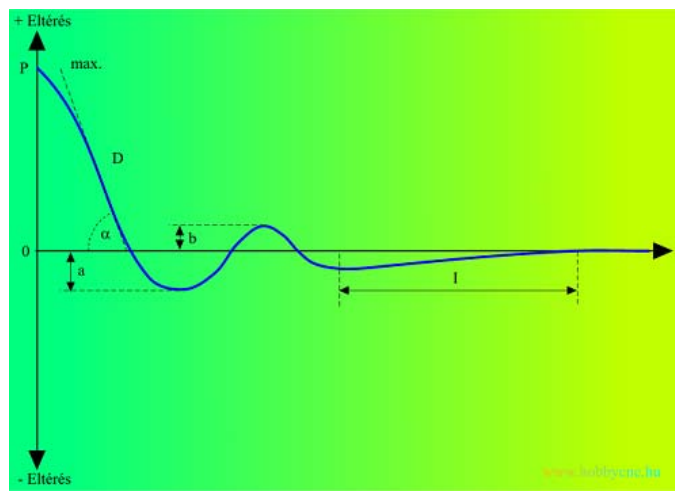


P = arányos tag:

A kért és a tényleges pozíció eltéréssel arányosan emeli a motor gerjesztését (előjel helyesen). Mértéke a motor dinamikáját befolyásolja (milyen erővel reagáljon a növekvő hibákra).

I = hibaösszegző. Ha kicsi hiba maradt a pozícióban, akkor idővel ezeket összeadva, felerősíti, és a motort berántja a pontos (kért) pozícióba. Pici hibák megszüntetésére szolgál. Reakciója viszonylag lassú.

D = gyors reakciójú tag. Gyors, ugrásszerű változásokra adott hirtelen reakció, extra dinamikájú gerjesztés. A változás sebességével arányosan növeli, vagy csökkenti a gerjesztést, ezzel fokozva a motor reakcióját illetve lengés csillapítását (negatív reakciót). Elsősorban a rendszer lengéscsillapításáért (stabilitásáért) fele. Csak változó sebességeknél működik és a változások sebességével arányos.



(PID szabályzás, tranziens görbe)

A fenti görbe egy gyors (ugrásszerű) pozícióváltozást igénylő pályára adott mechanikai válaszgörbét ábrázol (mechanikai beállást). A fenti állapot egy nagysebességgel közeledő motort mutat a 0-pontba zuhanva, majd a mechanika lengésekkel megáll, és végül beáll 0-lára. Megfigyelhető a PID szabályzó egyes beavatkozásai. P adja az alaperjesztést mely az eltérés mértékével arányosan nő (alapnyomatékot a motornak). D adja a beesés max. szögét (csillapítását), mely a lengés csillapításért felel. Minél nagyobb a szög (kisebb a D tag hatása), annál több és nagyobb túllövés ( $a+b$ ) mérhető, és annál tovább tart a rendszer megnyugvása. I tag felel a maradék pozíció hiba kijavításáért (idővel felerősítve azokat annyira, hogy a motort behúzza a kért pozícióba). Nagy jelentőséggel bír a pályahű mozgatás megvalósításában!

A PID tagok hatásai:

- P tag: emelésével fokozódik a motor pályahű mozgatása, nő a motor nyomatéka.
- Kevés P tag : nagy pozíció eltérési hibák, lomha reagálások, gyenge motor.
- Sok P tag: túlreagáló, lengő rendszer (oszcilláció), rángatózó motor, irányváltások után lengési hajlam.
- I tag emelésével szigorodik a pozíciókövetés, keményebben tartja a 0 hibaszintet. Követési hiba esetén gyorsabban és erősebben akar pozícióba állni.
- Kevés I tag: maradék hiba nem szűnik meg (nem pályahű követés, irányváltások után maradékhiba kialakulása és fennmaradása).
- Sok I tag: belengő, oszcilláló mechanika (túlkompenzálás), vadul rángatózó, lengő motor. Nem szűnő, erősödő vad oszcilláció.
- D tag emelésével a gyorsítások dinamikusabbak lesznek, a lassítások jobban csillapítva történnek. Növekszik a rendszer stabilitása (lengés csillapítás), viszont a reakció idők is megnőnek.
- Kevés D tag: oszcilláló (lengő) rendszer, lassan vagy egyáltalán nem csillapodó lengések az irányváltások után.
- Sok D tag: túlfékezett (csillapított), merev motorhajtás (erős melegeedés a motorban és lomha reagálás, morgó motorhangok).

Motor beszabályozásánál mindhárom tagot kell együttesen szabályozni. A három tag együttese határozza meg a szabályzás jóságát, ezért lehet több ponton (összállásban is) jó beszabályzást találni!

## PID szabályzó behangolása:

Mivel a jelenségek szabad szemmel nehezen, vagy egyáltalán nem követhetők, ezért a szabályzó precíz behangolásához használni kell (érdemes) a belső Monitort, melyről részletesen a fentebb olvashatott!

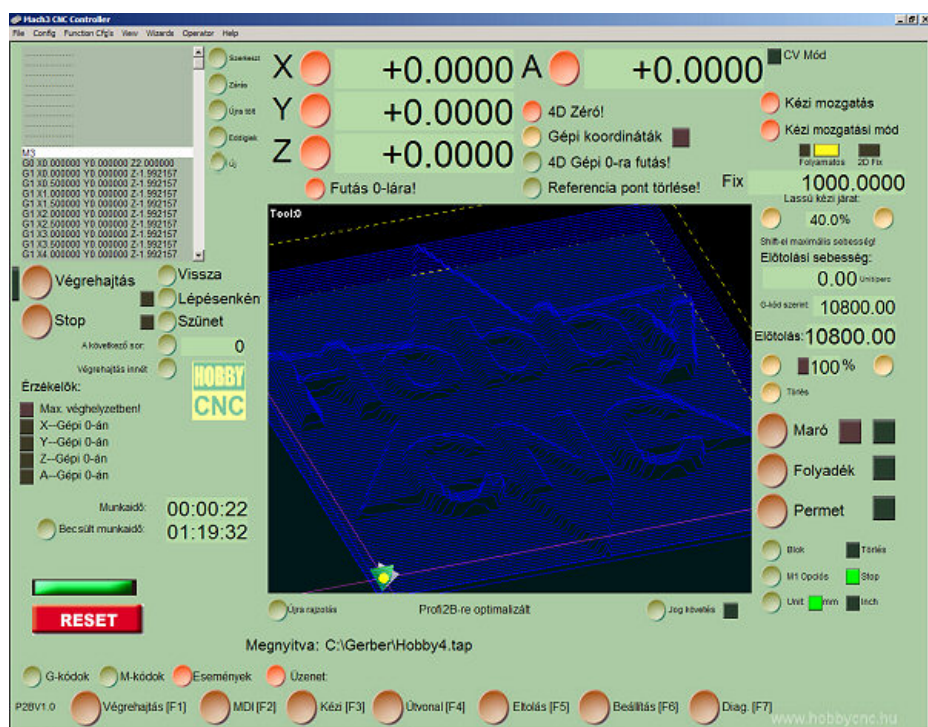
*Megismerése feltétlenül szükséges, ezért előtte kérem olvassa át alaposan!!!*

```
>y1

Real Time Text mode Analyse. Press 'q+Enter' to Quit.
Result = difference of PC-Step
-Max.: 0.000000          +Max.: 0.000000          PWM State:
                                OK. -
```

(ASCII hibaszint monitor)

A PID szabályzót mindig teljes mechanikával együtt kell beszabályozni (annak fékező ellenállásával és tömegével), lehetőleg a használni kívánt (pl. Mach3) CNC vezérlőprogrammal működtetve (az ott beállított sebességekkel és gyorsulásokkal)! A monitort és a Mach3-mat egyszerre futtatva, tengelyenként haladva kell végezni a beállítást. A Mach3 CNC vezérlő program alapismertete szükséges a hangoláshoz!



(Profi2B felület Mach3-nál)

Hangolás előtt a Mach3-mat be kell konfigurálni, valamint a CNC gép alapfelbontásait és sebesség/gyorsulásait be kell állítani!

A hangolás alatt a mechanika oda-vissza mozgásokat fog végezni, és e mozgásokat mérve (Monitorral) történik a hangolás. Cél az, hogy a mechanika minél kisebb hibával kövesse a PC által megkívánt mozgási pályát!

A mozgási pályát egy egyszerű G-kód programocská fogja végezni, amit majd a Mach3-ba kell betölteni és különböző sebességekkel, és gyorsulásokkal kell végrehajtani.

Mozgást generáló kisprogram (G-kód):

G90G80G49

F2000

G1 X0.0000 Y0.0000 Z0.0000 A0.0000

M98 P1234 L50

G1 X0.0000 Y0.0000 Z0.0000 A0.0000

M5M30

O1234

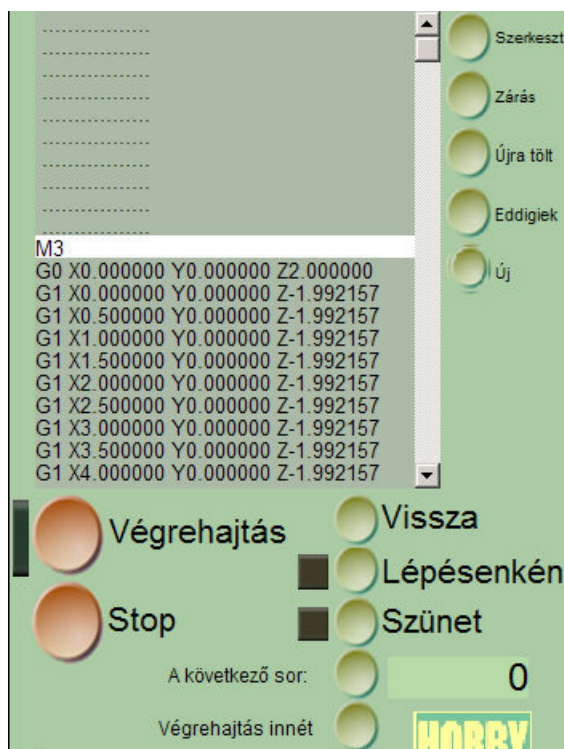
G1 X0.0000 Y0.0000 Z0.0000 A0.0000

G1 X700.0000 Y00.0000 Z0.0000 A0.0000

M99

A program F sorában (itt F2000) meghatározott sebességgel (itt 2000 mm/perc) elmozgatja a meghatározott tengelyt (itt az X-et) 50×, 0 és 700 mm között, oda-vissza (ciklikus, subrutin hívásokat hajt végre). A jelzett sorokat a teszt folyamán, időnként szerkeszteni szükséges. Az F sort (itt F2000) ha a sebességet szeretnénk fokozni (mm/percben), a G1 X700.0000 ... sort pedig ha a többi tengelyt szeretnénk mozgatni (pl. a Z-re így néz ki: G1 X00.0000 Y00.0000 Z700.0000 A0.0000 )! Ha az elmozdulás mértéke (itt 700mm) nem megfelelő, ezt bármire át lehet írni (mm-ben értendő)!

A szerkesztéséhez a Mach3 Profi2B felülete kínál lehetőséget (a Windows Jegyzettömb-jén keresztül).



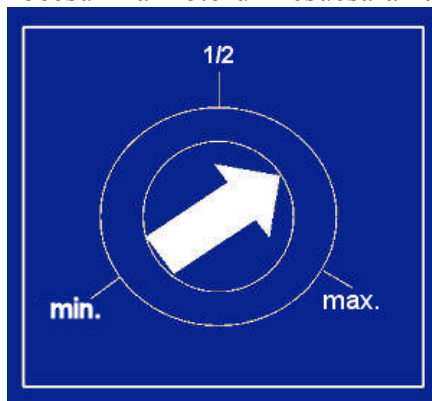
(A Mach3 Szerkeszt gombja szolgál a G-kód módosításához)

## Hangolás menete:

Fontos!

Tesztelés előtt győződjünk meg az encoder helyes bekötése felől! Fordított (A és B csatorna) bekötése esetén a motor elszalad egyik irányba teljes sebességgel! Ezt úgy ellenőrizhetjük, hogy szétkapcsolt motornál, ha bekapcsoljuk és megpróbáljuk kimozdítani a tengelyét, nem szabad elszaladnia! Fordított bekötés esetén a motor két végét cseréljük meg!

1. Állítsuk be a belső regisztereket (Encoder mode és a Step multiplier)! Ez egyben meghatározza az elérhető felbontás mértékét, amit a Mach3-ba be kell állítani (lásd fenti képletet), az adott tengelyre vonatkoztatva! Az Encoder mode megváltoztatása esetén a Vezérlőt újra kell indítani!
2. Be kell állítani a motor megengedett maximális csúcsáramához az áramkorlátot (Limit trimmer). A trimmert az óramutató járásával ellentétes irányba forgatva csökkentjük (véghelyzetében kb. 0.1A), megegyező irányba növeljük a csúcsáram korlátozás mértékét. Meg kell becsülni a motorunk csúcsáramának helyét és a trimmert oda kell állítani!



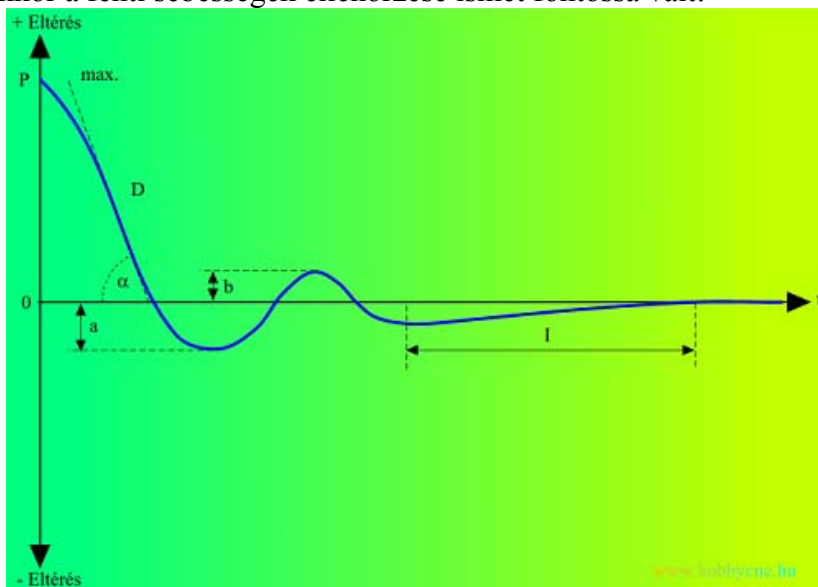
(trimmerek)

3. A hangolás idejére egyelőre ne kössük össze a védelmi kioldást (FAULT kimenetet) a Profi2B kártyával (még most felesleges leoldásokat ne generáljon)!
4. Be kell állítani a Mach3-ason a tengelyek felbontását, sebességét (egyenlőre min. 15000 mm/perc legyen) és a gyorsulásokat (egyenlőre 100 mm/s<sup>2</sup> legyen)! A gyorsulást és esetleg a max. sebességet a teszt folyamán még változtatni szükséges lesz!
5. Be kell tölteni a G-kódot a Mach3-ba és a szerkesztésével be kell állítani az elmozdulást a tesztelni kívánt tengelyre (ha pl. Y-ont akarjuk tesztelni, akkor az Y koordináta mutasson 700.0000-ra, a többi 00.0000 legyen)!
6. Állítsuk minimumra a három PID trimmert! Majd a P és a D trimmerét emeljük fel kb. 1/3-ad állásba!
7. A gép minden tengelyét állítsuk középpállásba és győződjünk meg róla, hogy innét van bőségesen 700 mm mindkét irányba (ha nincs, akkor a teszt G-kódban vegyük lejjebb az elmozdulás mértékét)!
8. Indítsuk el a programokat és a tesztet! Figyeljük meg a mozgást és ha vad lengésbe kezdene a rendszer, csökkentjük a P tagot!
9. A Monitor programmal mérjük folyamatos módban a lemaradásokat és a P tag szabályzásával állítsunk be 0 - 10 Step közötti késést (az egyenletes szakaszban mérve)!
10. Ha nagyon beleng az irányváltásokkor, akkor emeljük addig a D tagon, míg nem válik kezelhetővé a folyamat (túl erős nem ideális)!
11. Az I tag nagyon finom emelésével állítsuk be a rendszert úgy, hogy az egyenletes mozgásokkor a szabályzó kb. 0 hibára kihozza a hibát (enyhe lengéssel a 0 környékén)! Csak óvatosan, mert túladagolt I tag, vad lengésbe viheti a rendszert! Ha ez bekövetkezne, kapcsoljuk ki a motort és vegyünk visszább az I tagból, majd folytassuk a hangolást!
12. Ezen a Mach beállításon egy jól behangolt Vezérlő minden ponton (irányváltásokkor is) 0 hibával (max. ±3 Step) dolgozik! Addig végezzük a hangolást (P-I-D állításokkal), mígnem elérjük ezt az állapotot! Ha a mechanika lüktet, szorul, üt, akkor kisé rosszabb hibával is megelégedhetünk!
13. Ellenőrizzük több sebességen is a hibát (pl. 10, 100, 500, 1000, 3000, 4000 mm/perc, stb.)! A sebesség növelésével, az irányváltás pillanatában kicsit megugorhat a hiba, de ezt a Vezérlőnek gyorsan javítania kell (a P-tag esetleg az I-tag emelésével javítható). fokozódó lengés esetén emelhető a D-tag is (de ilyenkor ismét ellenőrizzük alacsonyabb sebességeknél is a rendszert)!
14. Nem szabad semmiből sem túladagolni semmit! Épp ott kell megállni a trimmerek emelésével, ahol a hiba épp megszűnik! Ellenkező esetben ideges, túlreagáló szabályzást fogunk kapni.
15. Ha minden ok, emelhetünk a Mach3 motorgyorsítás értékén és ellenőrizzük a váltáskor fellépő hibacsúcsokat.

**16.** Az a legjobb gyorsulás beállítás, ahol még képes a Vezérlő 0 környékén (max.  $\pm 3$  Step) tartani a hibát fékezés és gyorsítások alatt is! Ha ezt megtaláltuk, akkor erre a gyorsulásra képes a rendszerünk! Gyorsjáratban megengedett a rövid (impulzusszerű) hibajel akár 50 Step-es értékkel is! Amennyiben a hibát az I-tag még képes kikompenzálni a lineáris szakaszban, használható ez a gyorsulás is (csak gyorsjáratban)! Általában a hibaszint beállítható  $\pm 1$  Step közötti értékre!

**17.** Stressz vizsgálat:

Ehhez le kell állítani a Mach3-ast és a Vezérlő Test gombját kell megnyomni! Akkor jó, ha oszcillálás nélkül ugrik és áll be a motor! Fennmaradó oszcilláció esetén vagy az I és/vagy P tagot kell csökkenteni, vagy a D tagon emelni! Ha szükséges volt az állítás, akkor a fenti sebességek ellenőrzése ismét fontossá vált!



(beállási görbe)

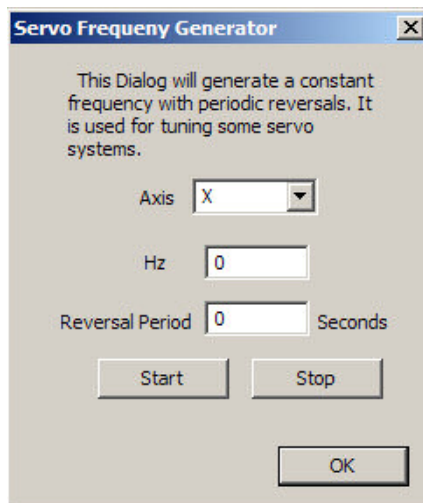
**18.** Pozícióban tartási vizsgálat:

A Monitor figyelve, leállított Mach3 mellett a hibajelnek 0 (+-1) -ben kell állnia! Ezután fogjuk meg a motor tengelyét kézzel, és próbáljuk meg kimozdítani! A motornak nyomatéka erejéig vissza kell kényszerítenie a tengelyt 0 pontba! Ez szépen nyomon követhető a Monitor adatain is!

**19.** Ha minden pontban kielégítő eredményeket mérünk, a beállítás sikeres volt.

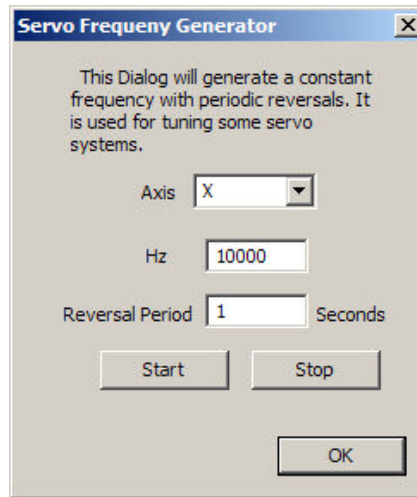
Lehetőség van a Mach3-ba épített Servo Frekvencia Generátor (Servo Test) használatára! A beépített frekvencia generátor beállítható frekvenciával és váltási periódus idővel mozgathatja a vezérlőt (egyszerre csak 1 tengelyét). Ez a funkció helyettesítheti a fentebb ismertetett teszt G-kódot is, bár ilyenkor nincs gyorsítási szakasz (szélsőségesebb teszt).

A funkció (Servo Test) előhívása után egy párbeszéd ablak nyílik meg, melyet a tesztelni kívánt jelsorozatnak megfelelően kell kitölteni.



(Teszt jelsorozat párbeszéd ablak)

A generátor a paramétereknek megfelelően a tengelyt előre, majd gyorsítások nélkül azonnal hátra fogja mozgatni! A mozgatót a Start-al indíthatjuk és a Stop-pal állíthatjuk meg (az ablak bezárása is megállítja)!



(Pl: X tengely 10kHz-es Step-jelet kap, 1s-os irányváltásokkal)

Az Axis mezőben a mozgatni kívánt tengelyt kell kijelölni.

Az Hz mezőben a kívánt Step frekvenciát kell beírni (0 - Kernel Speed [Hz]).

Reversal Period-ba az irányváltások közötti időt másodpercben (0.01-...s).

Tesztelés közben a diagnosztikai panelen leolvashatóak az elmozdulások mértékei és sebességei.

### **További tippek:**

Amennyiben a G-kódban magasabb sebességet állítunk be mint a Mach3-ban megadott tengelysebesség, a program visszafogja a motort (ilyenkor a Mach3 motor tuningnál feljebb kell venni a tengely max. sebességét)!

Egy lengésbe került motort a végállás kapcsoló nem tudja megállítani, mivel a kapcsoló a PC-n keresztül működik!

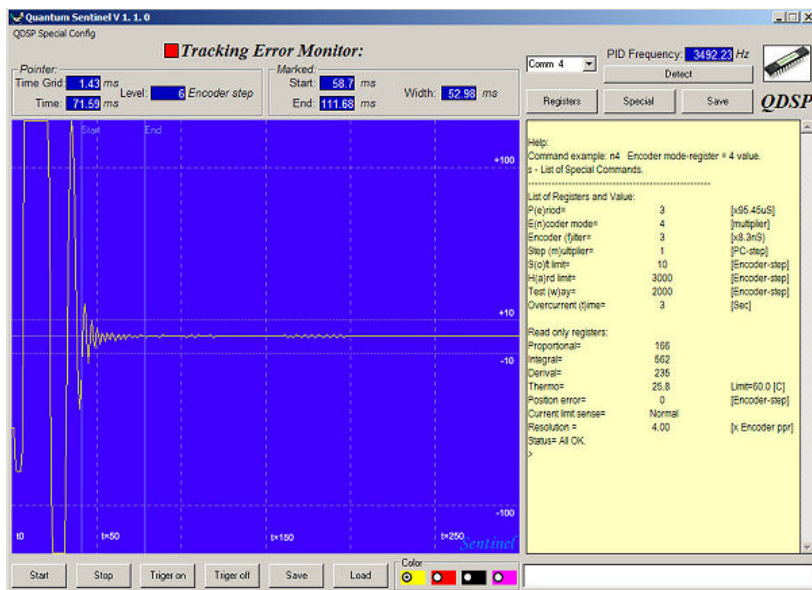
Az Stop kiépítésével a Vezérlőt minden körülmények között megállíthatjuk! A Vezérlőt kihozni Stop-ból, csak újraindítással lehet!

Gyengébb minőségű CNC szoftverek (pl. KCam4) Step impulzusai nem elég egyenletesek. Ezek lengéseket generálhatnak a szervó mozgásokban! Ezeket ne használjuk!

Ha az irányváltásokkor fellépő lengéseket már nem tudjuk lejjebb szorítani, akkor lassabb gyorsításokat kell alkalmazni (a Mach3 Motor tuning beállításainál).

# Quantum Sentinel

(integrált, grafikus, hibaszint monitorozó és konfiguráló program)



A program egyszerre tartalmazza a szöveges konfiguráló terminált és a grafikus hibaszint megjelenítőt (oszilloszkópot). Segítségével teljes körű PID behangolás és vezérlő konfigurálás valósítható meg.

*Jelen dokumentáció a V1.0.5-ös verziót ismerteti. A fejlesztő a változtatás jogát fenntartja.*

A program feltelepítése és elindítása után, meg kell adni, a csatlakoztatott soros adatillesztő port számát (Comm X). A program csak szabad és létező port-számokat fogad el.

A kezelőfelület két fő részre van osztva:

Baloldalt a grafikus oszcillográf, mely a hibaszintet ábrázolhatja az idő függvényében (tranziensek). Jobboldalt a szöveges konfiguráló rész található.

## Baloldali mező:

Vízszintes tengelyen az időt találjuk, függőlegesen a  $\pm$ hibaszintet. Megjeleníti a mechanikai eltérést az ideálshoz viszonyítva (PC állttal diktálthoz), az idő függvényében. Az irányváltásokkor fellépő „túllövések” tanulmányozhatóak vele.

A mérés Triggerelhető (megadott hibaszint felett indítható). A triggerelési szintet az „i” regiszter értékével lehet megadni (abszolút Encoder Step értékben). Ha a triggerelés be van kapcsolva, akkor a vízszintes tengely t0-vonalában indul a tranziens ábrázolása. Balról jobbra növekszik az idő skála.

Az eltelt idő számítható a következő képlettel:

$$t=e \times 95.45 \times 5 \times t_{+xx} [\mu S]$$

$e$  = a Period ( $e$ ) regiszter értéke,

$t_{+xx}$  = a leolvasott vízszintes skála értéke.

Felül a Tracking Error Monitor állapotát jelzi a LED. Zöld mikor aktív a grafikus megjelenítés, piros mikor nem.

Alul a grafikus megjelenítés vezérlő gombjai találhatóak.

A **Start**-al indítható a megfigyelés, a **Stop**-al megállítható. **Triger on** és **Triger off** gombokkal lehet a triggerelési üzemmódot váltani. A **Save** gomb lementi az aktuális tranzienst képernyőjét bmp file formátumban. A **Load** gombbal visszatölthető egy már lementett tranzienst, és akár összehasonlításként, fixen kint maradhat a következő tranzienst háttérnek!

A **szín gombokkal** a rajzolás színét lehet megváltoztatni. Érdemes használni ha egy visszatöltött ábrára akarjuk a következő tranzienst megrajzoltatni!

### Jobboldali mező:

Ez az oldal a QDSP konfiguráló oldala. Ezen keresztül állíthatóak, lekérdezhetőek a regiszterek és Fuse-k.

A **Registers** gomb listázza a regisztereket és aktuális értékeiket.

A **Special** gomb a DSP különleges parancsait és regisztereit listázza.

A **Save** gomb lementi az ablak tartalmát txt formátumba.

A legelső ablak a parancs beviteli mező. Itt írhatóak be a módosító parancsok (pl.: n4+ENTER). A soron egy üres ENTER leütése megegyezik, a Registers gomb funkciójával.

Ha megjelenítő mezőben nem fér ki a kapott lista, belekattintva megjelenik az oldalsó vonsszó, mellyel a képernyő görgethető (célszerű használni a QDSP teljes konfigurációjának megjelenítésénél és mentésénél).

### Special Config menü:

State of Fuses:

Kilistázza a Fuses-ek aktuális tartalmát.

Thermo protection on 60°C, 80°C, 100°C:

A thermo védelmet beállítja 60, 80 vagy 100°C-ra.

Motor protection off (Temporaly):

Átmenetileg bénítja a motor túlterhelés védelmét (tesztelési célokra).

Soft limit with Fault signal:

Ha az Error szint meghaladja a Soft limit regiszter tartalmát, Fault jelzés generálódik a kimeneten.

Soft limit without Fault signal:

Ha az Error szint meghaladja a Soft limit regiszter tartalmát, nem generálódik Fault jelzés.