

Profi2M Vezérlő



V1.0

Profi2M CNC Vezérlő

(Micro-Step CNC Axis Driver)

Korszerű, olcsó, nagyteljesítményű, mikro-lépéptetéses, léptetőmotoros CNC vezérlő elektronika. Profi2 CNC Vezérlő családba tartozó tengelyvezérlő, mely sorolható kialakítása révén, az igényeknek megfelelően sorolható 1-től 4 tengelyig bázis kártyánként (Profi2B). Megfelelő CNC vezérlő szoftverekkel (pl. Mach3) a báziskártyák számát kettőre lehet emelni és így max. 6 tengelyes CNC gépek is építhetők.

Főbb jellemzők (Config: 110):

- Step/Dir rendszerű, léptetőmotoros CNC Vezérlő,
- Kártyánként egy tengelyes, moduláris, sorolható kialakítás,
- 1 ; 1/2 ; 1/4 ; 1/16 állítható, mikro-lépések,
- 2 fázisú, Bipoláris erőátviteli híd (uniform FET-ekkel),
- 2 fázisú, 2.3A - 9A-es, szabályzott, motor fázisáram meghajtás,
- Aktív hőtermelés csökkentés,
- Mixelt módú áramlecsengetés (rezonancia mentes futás),
- 50V-os maximális motor tápfeszültség,
- max. 25× Tuningtényező,
- 300 000 Step/sec jelfeldolgozási sebesség,
- Termikus túlterhelés védelem,
- Konstans nyomatékú (motorteljesítmény) szabályzás (PWM),
- Csökkentett PWM zaj,
- Szinuszosid áramszabályzási görbe (motor rezonancia csökkentés),
- Easy Setup (Jumper + trimeres, gyors üzembe helyezés),
- Mach2 & Mach3-ra optimalizált,
- Nagyfokú zavarvédelem (ipari alkalmazásokhoz),
- Telepített, masszív hűtés,
- Kétoldalas, lyukgalvanizált, részben SMD szerelésű NYÁK,
- Profi2B kompatibilitás,
- stb.

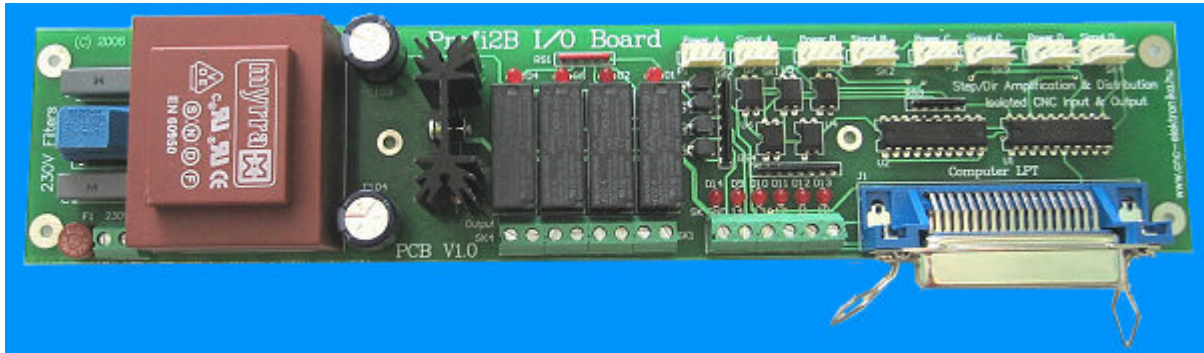
Általános ismertetés:



(Profi2M CNC Vezérlő)

A Profi2M sorolható kivitelű, egytengelyes professzionális vezérlő. Alapértelmezésben minden motorhoz (tengelyhez) egy db. Profi2M Vezérlő tartozik.

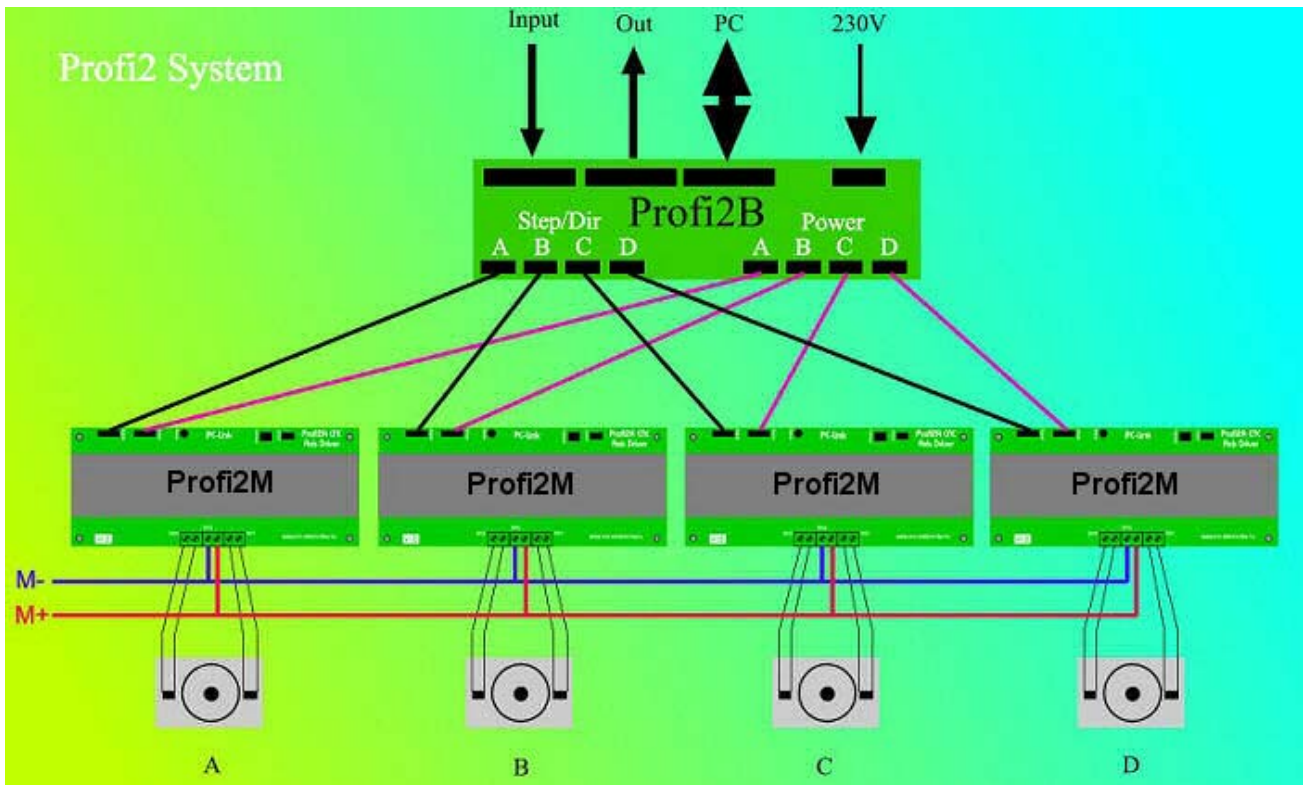
A Profi2M Vezérlő és a PC között egy Profi2B nevű báziskártya található. A báziskártya feladata a PC nyomtató portjának (LPT) illesztése (jel erősítés és szétosztás). A Profi2B báziskártyán található még alapvető I/O portok (5 bemenet és 4 relés kimenet), valamint 4 tengelyhez való Step/Dir meghajtott, TTL kimenetek, és az egész rendszer digitális tápegysége (+5V és +15V).



(Profi2B Báziskártya)

Ennek megfelelően egy Profi2B báziskártyára maximum 4 db. Profi2M Vezérlő köthető. Az így kialakítható - és egy PC-s LPT portot felhasználó rendszer - egy 4D-s (4 tengelyes) CNC gép lehet, mely tartalmaz még 5 bemenetet (pl. végállásokhoz, digitalizáló csúcshoz, referencia pont felvételéhez, stb.), és 4 relés kimenetet (pl. Charge-Pump védelem, megmunkáló motor, hűtés, kenés, stb. vezérlésekhez). Ha ettől több tengely, vagy I/O port szükséges, akkor a PC-t több LPT porttal + Profi2B kártyával bővítve, növelhető (csak a CNC vezérlő program tudása szabhat határt)!

A Profi2B báziskártya úgy lett méretezve, hogy max. 4 db Profi2M Vezérlőt kiszolgálhasson.



(4D-s rendszer kialakítása)

A Profi2M Vezérlő szabványos, pozitív logikájú, TTL jelszintű, Step/Dir jelekkel dolgozik, így más gyártók által készített mozgásvezérlők (pl. Maxstepper, USB-Step/Dir generátor, RS232, stb) is használhatóak.

Az alkalmazható 2 fázisú, léptetőmotorok típusa:



(Léptetőmotor)

- Bipoláris motorok,
- Unipoláris motorok (bipoláris kötésben),
- 8 kivezetéses, univerzális motorok (bipoláris, párhuzamos kötésben).

Két ugyanolyan villamos paraméterű bipoláris-unipoláris motor között, kb. 40% nyomaték különbség mérhető, a bipoláris javára. A bipoláris motorok használata javasolt!

A Pofi2M Vezérlő tuningtényezője*, az alkalmazott motor induktivitásától függően, 10-25× -ös értékű! Ez a Vezérlő igényli a minimum 6×-os tuning feszültséget!

Minél kisebb egy motor induktivitása, annál nagyobb az alkalmazható tuningtényező is. A javasolt motor tápfeszültség (maximum) meghatározásában segít az alábbi táblázat:

| Motor alappfeszültsége: (ráírt feszültség) | Ajánlott motor tápfeszültség: (max. tuning feszültség) |
|--|--|
| 1V | 20V |
| 2V | 40V |
| 3V | 45V |
| 4V | 45V |
| 5V | 50V |
| 6V | 50V |
| 8V | 50V |
| 9V | 50V |
| 10V | 50V |
| 11V | 50V |
| 12V | 50V |
| stb. | ... |

Figyelem! 50V-ot meghaladni tilos! Ügyeljünk a terheletlen tápegységek esetleges feszültség megszaladására!

A Vezérlőre kapcsolható maximális motor tápfeszültség 50V! Az erőátviteli FET híd által kezelhető folyamatos terhelés: 9A/fázis! A maximális terhelés környékén intenzív, ventilátoros légmozgatásról kell gondoskodni. A Vezérlő által generált, változó kitöltési tényezőjű PWM jel, 20kHz-es, így az emberi fülnek szinte halhatatlan hangot generál a motorokban (enyhe, zizegő hang halható).

Jelzések:

Power OK LED: A tápfeszültségek meglétét jelzi.

Overload LED: Túlterhelés jelzés. Folyamatosan méri az erőátviteli híd hűtőbordájának hőmérsékletét és kb. 70°C felett letiltja a Vezérlő működését.

További fejlesztések:

- A Profi2M Vezérlő speciális áramszabályzást valósít meg a DSP processzor segítségével (fázishelyzet és az idő függvényében változót).

A szinusoid hajtásmód a mikro-léptetéses rendszerben nagyon sima léptetést valósít meg, ezért a motor rezonanciák nagymértékben csökkennek. Segítségével kb. 30%-al növelhető a motor gyorsítása. A mixelt módú lecsengetési áramszabályzás révén a futási minősége kiemelkedően jó (tovább javítva a rezonancia csökkentés hatásfokát)!

- A Vezérlő Easy Setup-pal rendelkezik. Ez azt jelenti, hogy az üzembe helyezés előtt csak egy trimert kell beállítani + 4 Jumpert és már dolgozhat is! A trimeren a motor névleges áramát kell beállítani és azt is elég csak szemre, kb. Az elektronika nem érzékeny a pontos beállításra (lineáris és toleráns), így annak műszeres ellenőrzése nem szükséges!

- A Vezérlő a Mach2 & Mach3 CNC vezérlőszoftverekhez lett optimalizálva. A processzor (DSP) megengedi a rendkívül rövid Dir előválasztást is.

- A Vezérlő ipari (professzionális) jellege miatt, erős zavarvédelmet kapott, melyet helyes telepítéssel (szereléssel) lehet maximálisra növelni! A dobozolt változat mindezekkel rendelkezik.

**Tuningtényező: meghatározza az egyes motorokhoz alkalmazható maximális motor tápfeszültség értékét, a motor alapfeszültségének függvényében ($U_{táp} = U_{motor} \times \text{Tuningtényező}$).*

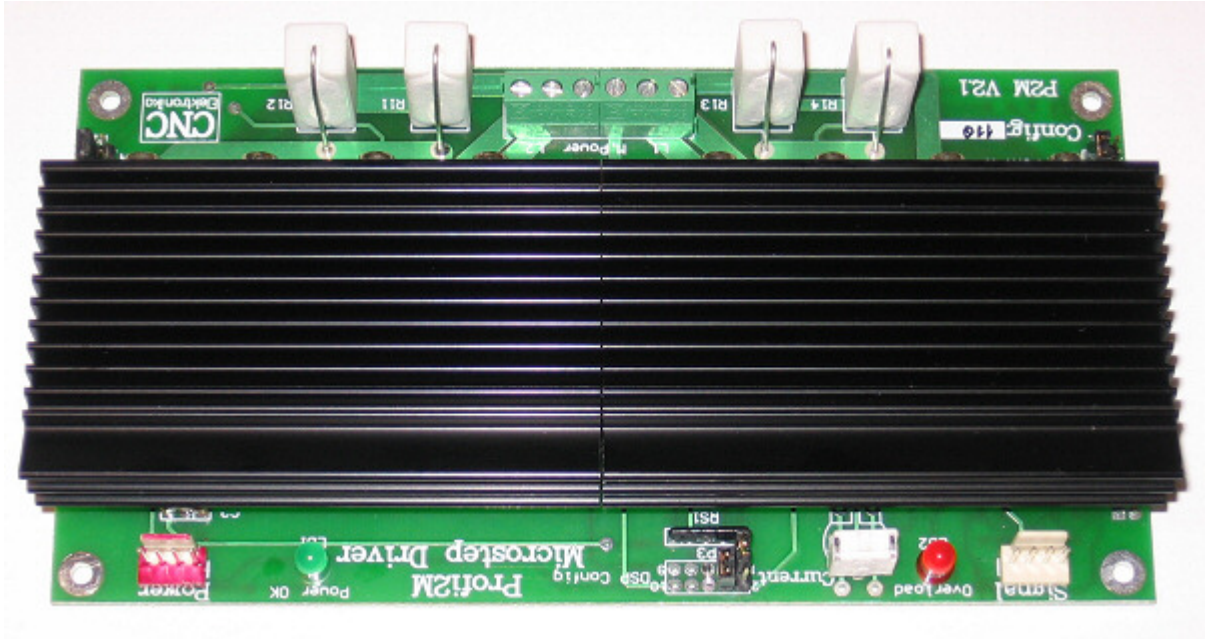
Telepítés, üzembe helyezés

(részletes ismertetés)

Mechanikai kialakítás, elhelyezés:

PCB:

- Kétoldalas, lyukgalvanizált nyáklemez, részben SMD szereléssel,
- Méretei: 169× 90 mm, magasság igény min. 50mm (légmozgatással),
- 4 db 3.5mm-es rögzítő csavarlyuk, 159×179.mm osztásban.

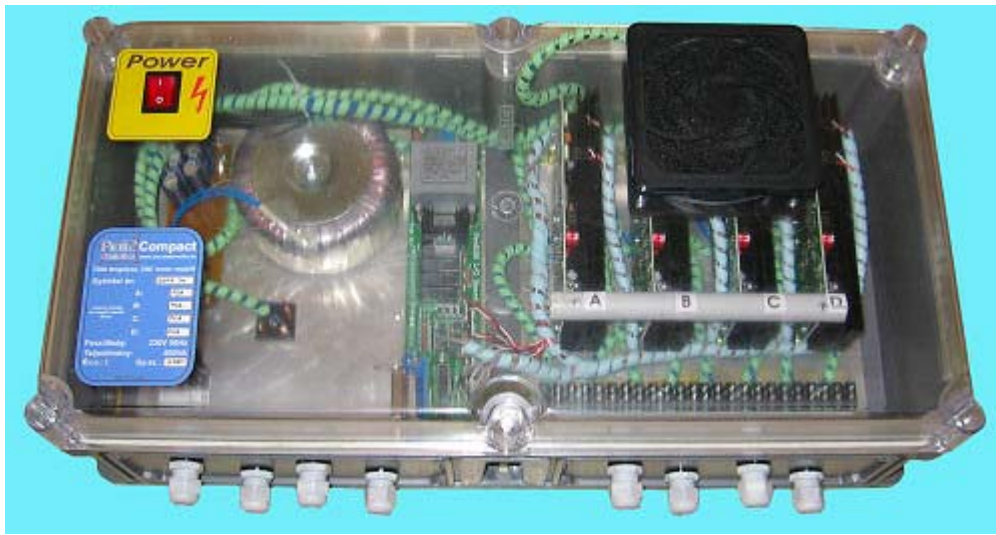


(PCB)

A Vezérlő, élére állítva (egymás tetejére) szerelhetőségre lett optimalizálva (legkisebb helyigény). A szabad és akadálymentes légmozgást figyelembe véve kell kialakítani a tömböt. A Vezérlő optimális helyzete a rövidebb élére állított, egymás tetejére (hűtőbordák felé, távtartókkal) szerelt , tömbösített kivitel. Rögzítéséhez fém távtartókat használjunk.



(ajánlott tömbösítés és szellőztetése)



(Profi2 Compact kialakítása)

Zavarforrásoktól (villamos), minél távolabb helyezük el! Pórtól, mechanikai hatásoktól dobozolással védeni kell (a szabad légmozgás megtartása mellett)! Rázkódásnak ne tegyük ki!

4A/fázis felett kényszerhűtés szükséges (ventillátor)!

Villamos csatlakozások, kötések:

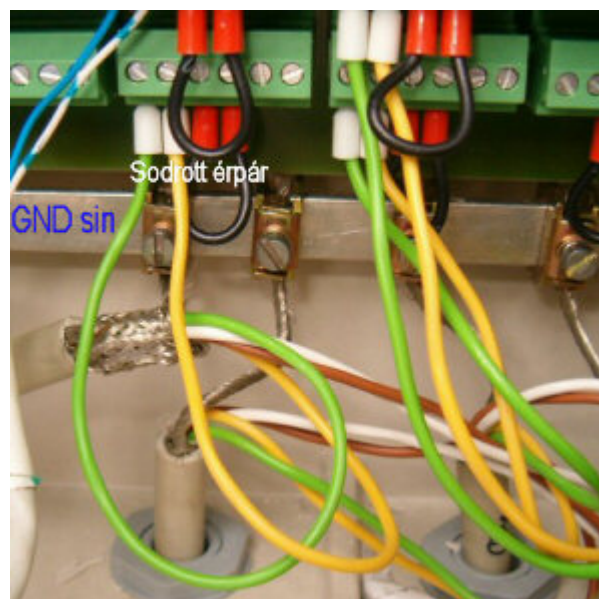
Minden vezetékét árnyékoltan kell szerelni!

A nagyáramú vezetékek (motortáp és motor fázis csatlakozások) csavaros sorkapcsokra lettek kihozva.

Alkalmazható vezeték keresztmetszet max. 1.5mm^2 . Minden nagyáramú vezeték érpáronként sodrott, és árnyékolt kivitelben ajánlott. Kiválóan alkalmas erre a 4 eres, érpáronként sodrott, árnyékolt, u.n. ipari 4-20mA-es jelkábel, 0.5mm^2 -es keresztmetszettel (villamos szaküzletben kapható).



(2×2 sodrot érpár, 0.5mm^2 -es keresztmetszettel)

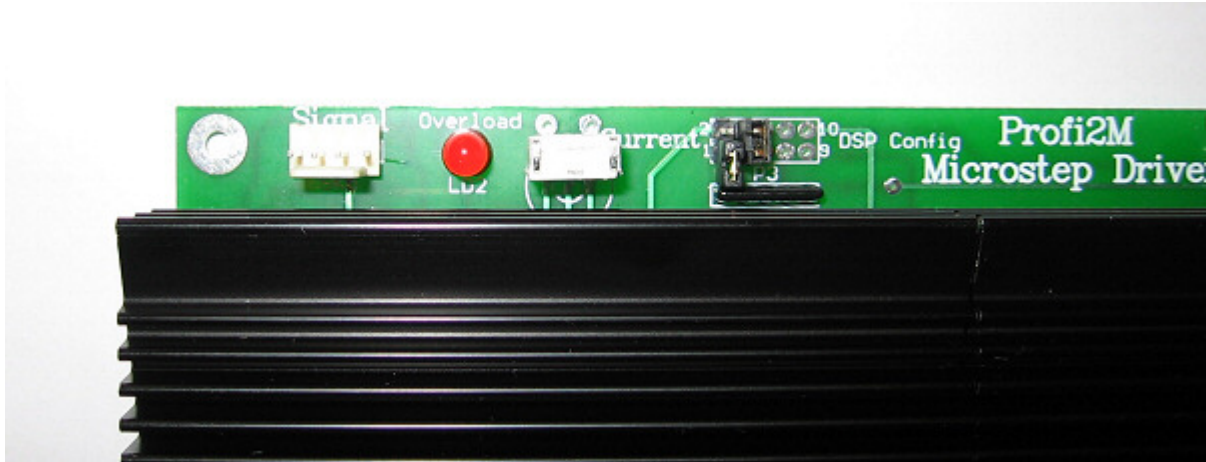


(egy összesodrott érpár = 1 motortekercs két vége, az árnyékolások közös GND sínre mennek)

Az üzlet szerint a kábel megnevezése: GJY STY és többféle keresztmetszettel létezik (0.5mm^2 -es megfelelő). Ára 80~100 Ft/m +ÁFA

A polaritás helyes bekötésre (motortáp) fokozottan ügyelni kell! Fordított bekötés esetén a Vezérlő tönkremegy!
A nagyáramú vezetékvezést a lehető legtávolabb vigyük a Vezérlőtől.

A digitális táp (Power) és a jel (Signal) csatlakozások tükessorok. A tükessorori csatlakozások a szabványos PC-s, belső (CD-ROM - Alaplapi) audió (árnyékolt) kábelre lett tervezve. E kábelek (árnyékolt) használata erősen ajánlott (mindkét végén széles, fekete csatlakozó hüvellyel)! A csatlakozások pozícionáltak, fordított bekötésük nem lehetséges.



(Signal csatlakozás)



(árnyékolt jelkábel)

Ügyelni kell a Signal és Power vezeték fel nem cserélésére! Felcserélődése esetén a Vezérlő azonnal tönkre mehet!

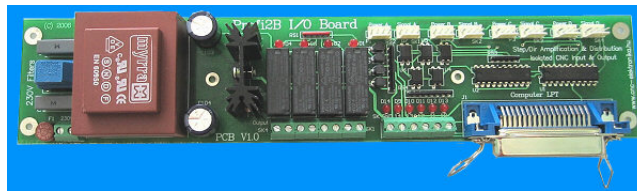
A vezeték árnyékolása nem szolgálhat aktív vezetőként (áram nem folyhat rajtuk)! Minden árnyékolást a rendszer digitális mínuszával (GND vagy M-) össze kell hozni (a Signál és a Power csatlakozáson ezek automatikusan megtörténnek)! Ügyeljünk az u.n. földhurkok kialakulásának elkerülésére! A nagyáramú vezetékeket a jelvezetékektől a lehető legjobban elszeparálva vigyük!

A vezeték ne érintkezzenek a hűtőbordával (megolvadás veszély)!

Egy Profí2B (báziskártyára) maximum 4 db. Profí2M motorvezérlő köthető.

A Profí2B kártya biztosítja a Profí2M Vezérlők digitális tápfeszültségét (+5V és +15V), valamint erősített Step/Dir jeleket szolgáltat. Ezenkívül 5 db bemenettel és 4 db. relés kimenettel rendelkezik (szabadon felhasználhatóan).

Az I/O vezetékvezést árnyékoltan kell (javasolt) szerelni! A nagyáramú vezetékeket ezenkívül sodrott érpárral (motorok, motor tápok)! A kisjelű vezetékekre (Signal, Power) a PC-s, árnyékolt, belső audió kábelt javasoljuk (erre lett tervezve)!



(Profi2B Báziskártya)

A 4 db. Profi2M Vezérlőt el kell nevezni A-tól D-ig. Érdemes alkoholos filctollal ráírni a betűjelzését! Később e jelzések alapján lehet a bitkiosztási táblázat-vezérlő összerendelést elvégezni!

A Profi2M Signal csatlakozóját a Profi2B Signal csatlakozójával kell összekötni (elnevezés helyesen)!

A Profi2M Power csatlakozóját a Profi2B Power csatlakozójával kell összekötni! A tápfeszültség csatlakozóknál nincs jelentősége a betűjelzéseknek (egyformák).

A motorok tápfeszültségének kialakításánál lehet egyesített motor tápfeszültséget alkalmazni (minden motor ugyan azt a tápfeszültséget kapja), vagy megosztott (akár tengelyenként is) tápfeszültségeket (ilyenkor a motor mínuszokat kell csak közösiteni).

Tilos a digitális GND (Profi2B) és a motortáp mínuszát a Vezérlőn kívül egyesíteni (a Profi2M Vezérlőn belül egyesítésre kerülnek)!

A motor tápfeszültség kiválasztása előtt, javaslom elolvasni a Profi2M Tuning leírást, mely támpontot ad a helyes méretezéshez!

A motor tápfeszültséget nem kell stabilizálni, viszont kondenzátoros szűrésénél min. 1000uF/A összefüggést alkalmazni szükséges (a kapacitás túlméretezése nem káros, sőt...)! A terhelő áramnál a motor fázisáramát kell figyelembe venni (közös tápnál tengelyenkénti összértéket)!

Minimum 6×-os tuning feszültség javasolt.

A Vezérlőre maximum 50V kapcsolható! Ezt túllépni tilos! Ügyeljünk a terheletlen motor tápfeszültség megemelkedésére!

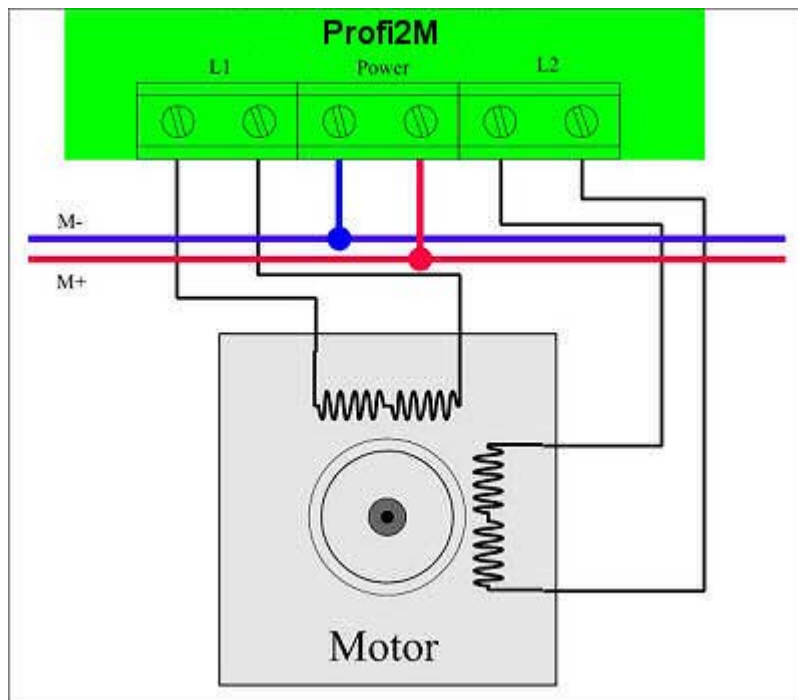
Motorok bekötése:



(motor fázisok és motortáp csatlakozások)

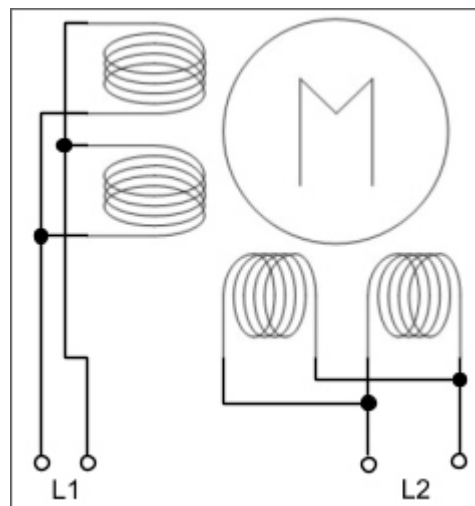
- A Vezérlő 2 fázisú, bipoláris (4 kivezetésű) motorokhoz lett tervezve.

Bipoláris motoroknál az összetartozó fázisvégeket kell az SK3 (L1) és az SK2-ba (L2) kötni. A motor tápfeszültségét az SK1-be (polaritás helyesen) kell bekötni! A konkrét fázissorrend nem érdekes, a CNC szoftvereken belül a forgásirány megváltoztatható!



(Bipoláris motor bekötése)

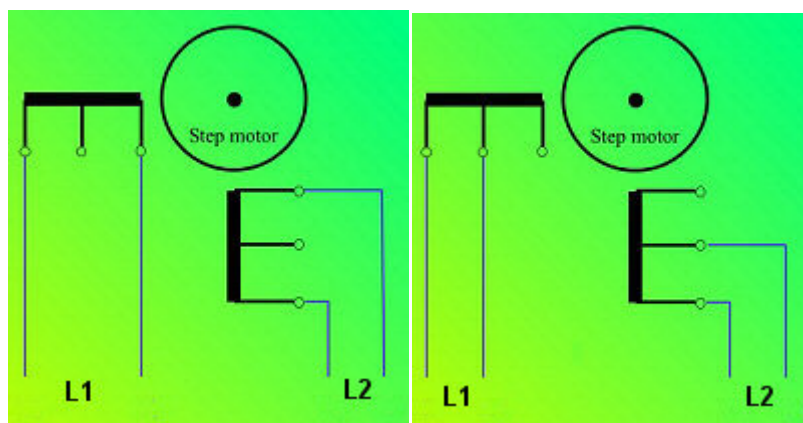
- Univerzális (8 kivezetéses) motorok esetén a tekercsokat párosával érdemes párhuzamosan kötni (az ugyan azon fázishoz tartozó tekercsokat párhuzamosítani). Így nagyobb nyomatékot és jobb tuningolhatóságot érhetünk el!



(8 kivezetéses motorok bekötése)

A beállítandó motoráram ilyenkor a tekercsáram 2-szerese (vagy az adatlapján megadott érték)!

- Lehetőség van unipoláris motorok bekötésére is! Ebben az esetben kétféle módon lehet eljárni:



A

B

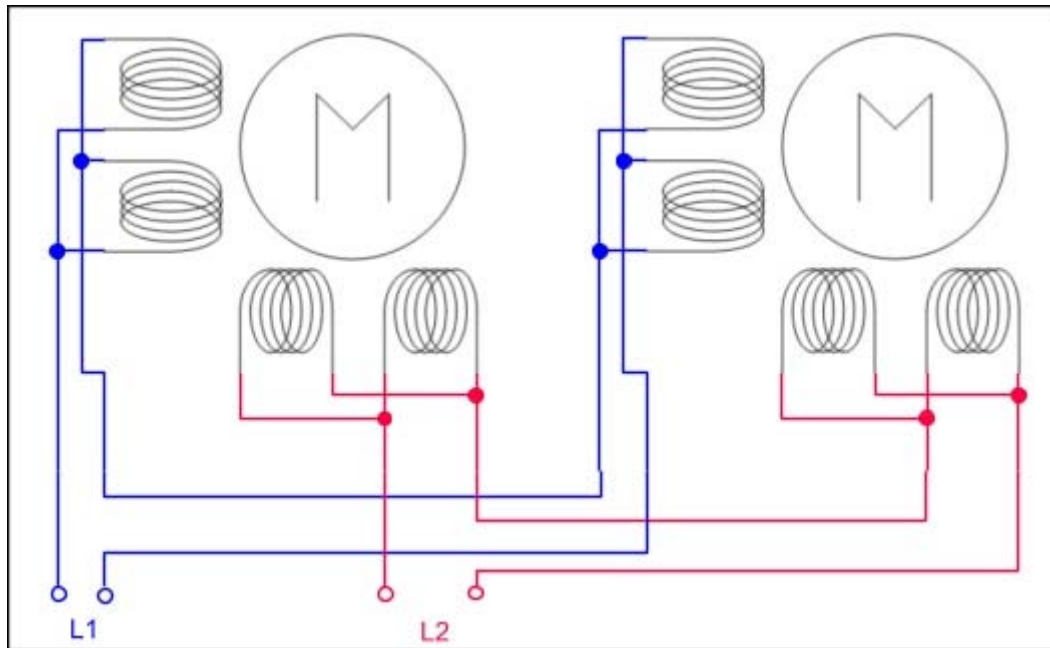
(Unipoláris motorok bekötési lehetőségei)

A két bekötési mód között lényeges különbségek vannak!

A mód: alacsony sebességeknél kb. 20%-al nagyobb nyomaték érhető el (2× annyi menet van gerjesztve), viszont az elérhető maximális sebesség jóval kisebb (a 2×-es induktivitás miatt, azonos tápfeszültség mellett). A motor induktivitása és az alapfeszültsége 2×-ese a gyári adatnak. A beállítandó áramerősség a tekercs névleges áramerőssége.

B mód: minden paramétere megegyezik a gyár által megadottakkal (nagyobb sebességek, névleges nyomatékok). A beállítandó áramerősség megegyezik a ráírtakkal. Azt, hogy egy tekercsen belül melyik oldalát kössük a közepével a Vezérlőbe be, nem érdekes (csak a forgásirányt befolyásolja). Ez a kötés mód javasolt!

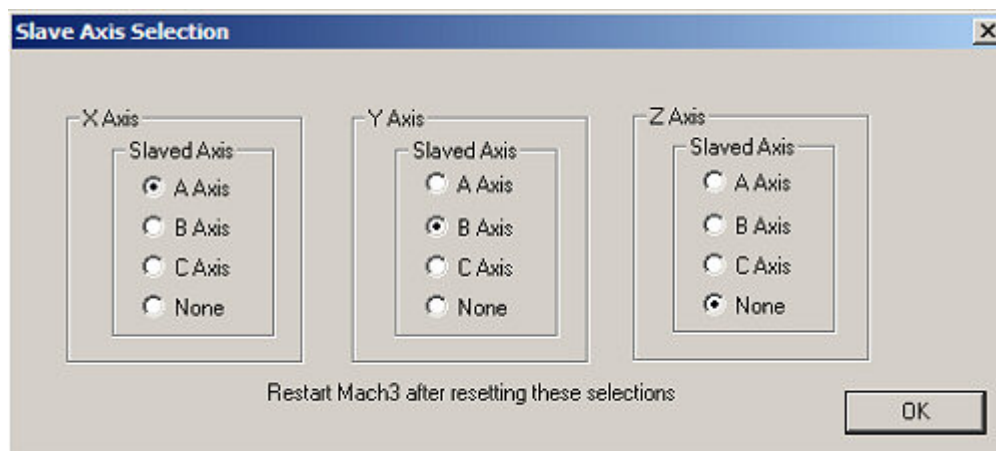
- Megvalósítható egy tengelyre két motor sorba kötése és szinkronhajtása is:



(2db 8 kivezetéses motor egy tengelyen)

Csak teljesen egyforma motorok, soros kötése megengedett! Ilyenkor a motorok eredője, megegyezik egy 2×-es feszültségű (és induktitású), alpmotorréval. Tuningolhatósága elmarad az egy motoros megoldásokétól.

Mach3 szoftver alkalmazása esetén megoldható a tengelyek logikai összefogása (Slave módok) és teljes szinkronhajtása is, így a vezérlőkön egy motorral is lehet két motoros tengelyenkénti hajtásokat felépíteni!



(logikai tengely összekötések)

A motorok tuningjáról és a jó motor tápfeszültség méretezéséről bővebben, a Tuning leírásban olvashatnak!

A motorok tápját megfelelő méretű biztosítókkal védeni kell (M+ -al sorba kötve)!
A digitális tápegység (Profi2B-n) rövidzár védett.

Motor áramának beállítása (Current trimer):

A Vezérlő első feszültség alá helyezése előtt, a következő lépéseket kell megtenni:

- Ellenőrizni kell a kötések helyességét (helyük és polaritásuk) és a motorkör zárlat mentességét (a Vezérlő nem rövidzár védett)!
- A Current A és Current B Jumperekkel ki kell választani az áramtartományt, amiben a motorunk névleges árama könnyen beállítható!

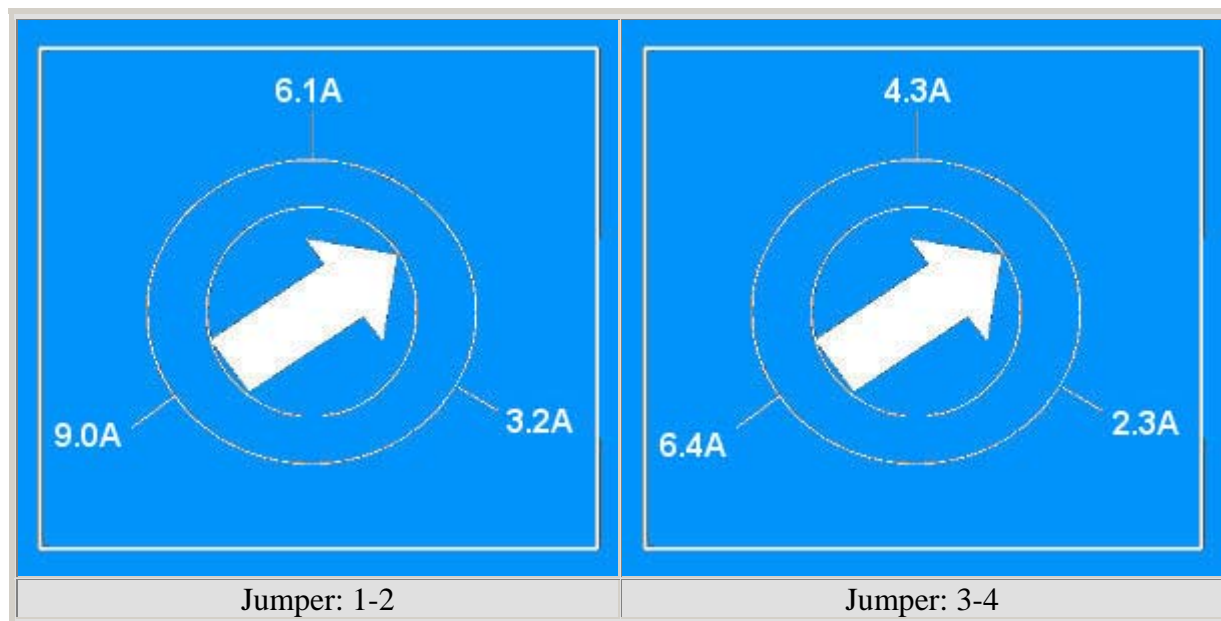


(Current Jumperek)

| Jumper pozíciók: | Beállítható áramtartomány: |
|------------------|----------------------------|
| 1-2 | 3.2A - 9.0A |
| 3-4 | 2.3A - 6.4A |

(Current trimer áram tartományai)

- Fontos, hogy mindkét áramtartomány Jumper-ek (Current A és Current B) azonos pozíciókba legyenek!
- A Current (R25) trimer potenciométeren be kell állítani a motor névleges áramát. A trimert egy kisméretű csavarhúzó segítségével finomam forgassuk az óramutató járásával megegyező irányba és figyeljük meg annak véghelyzetét! Ebben a helyzetben a szabályzó a legkisebb áramértékre szabályozza. Majd forgassuk a trimert ellentétes irányba és szintén figyeljük meg ezt a véghelyzetet is. Ezen a ponton a szabályzó maximum áramértékre szabályozza. Majd képzeletben osszuk fel a bejárt mozgási szöveget és megsaccolva a mi motorunk áramának helyét, állítsuk oda a trimer nyíl alakú mutatóját!

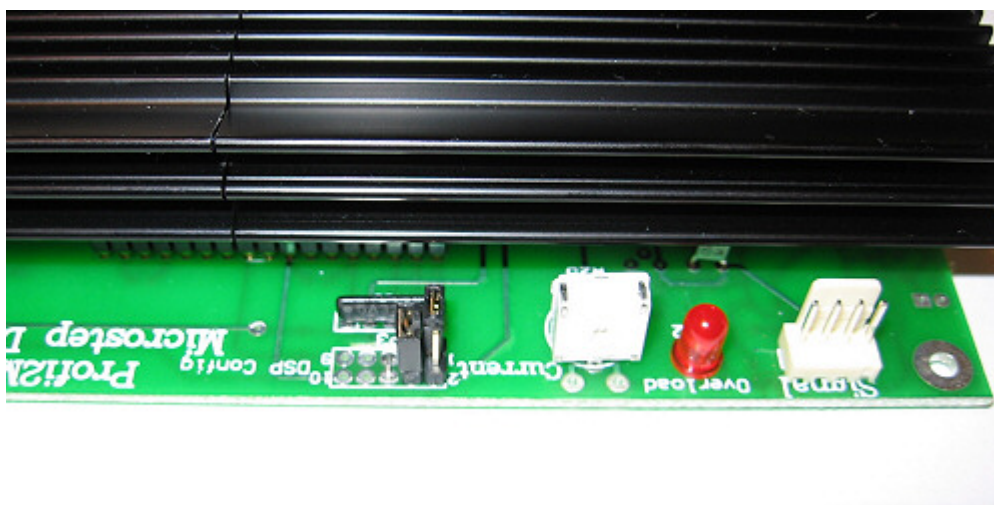


(Motor névleges áramának beállítása: **Current trimer**)

A pontos beállításra a Vezérlő nem érzékeny. Menet közben a trimer állása bármikor módosítható (a motor hangját, melegedését figyelgetve).

- Léptetési rendszer (felbontás) beállítása:

A DSP Config Jumper-soron lehet beállítani a motor léptetések finomságát (micro-step).



(Micro-Step Jumperek)

| Jumper pozíciók: | Léptetési rendszer: | Léptetés/fordulat:* |
|------------------|---------------------|---------------------|
| 1-2; 3-4 | Egész | 200 |
| 1-2 | Fél | 400 |
| 3-4 | Negyed | 800 |
| - | Tizenhatod | 3200 |

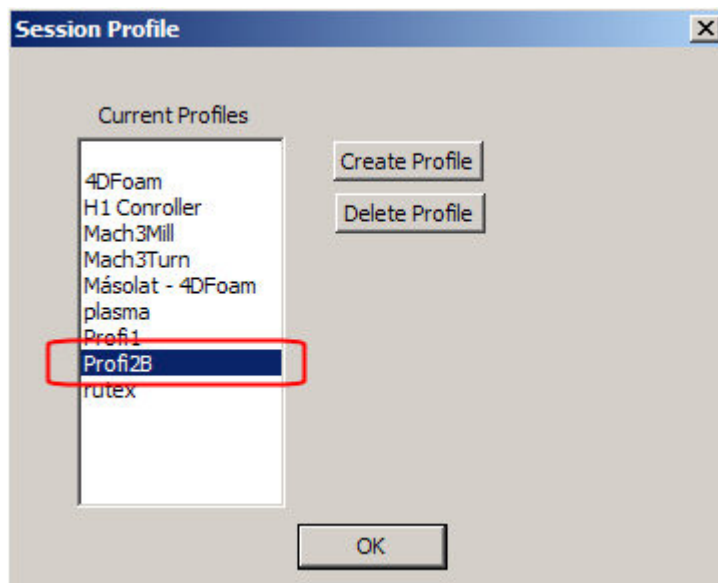
(DSP Config Jumper-sor. Micro-Step táblázata)

*1.8°-os motorra vonatkoztatva.

A többi Jumper belső setup funkciókat lát el, melyet a gyártó fixen állít be. Javasolt, a negyed léptetés használata.

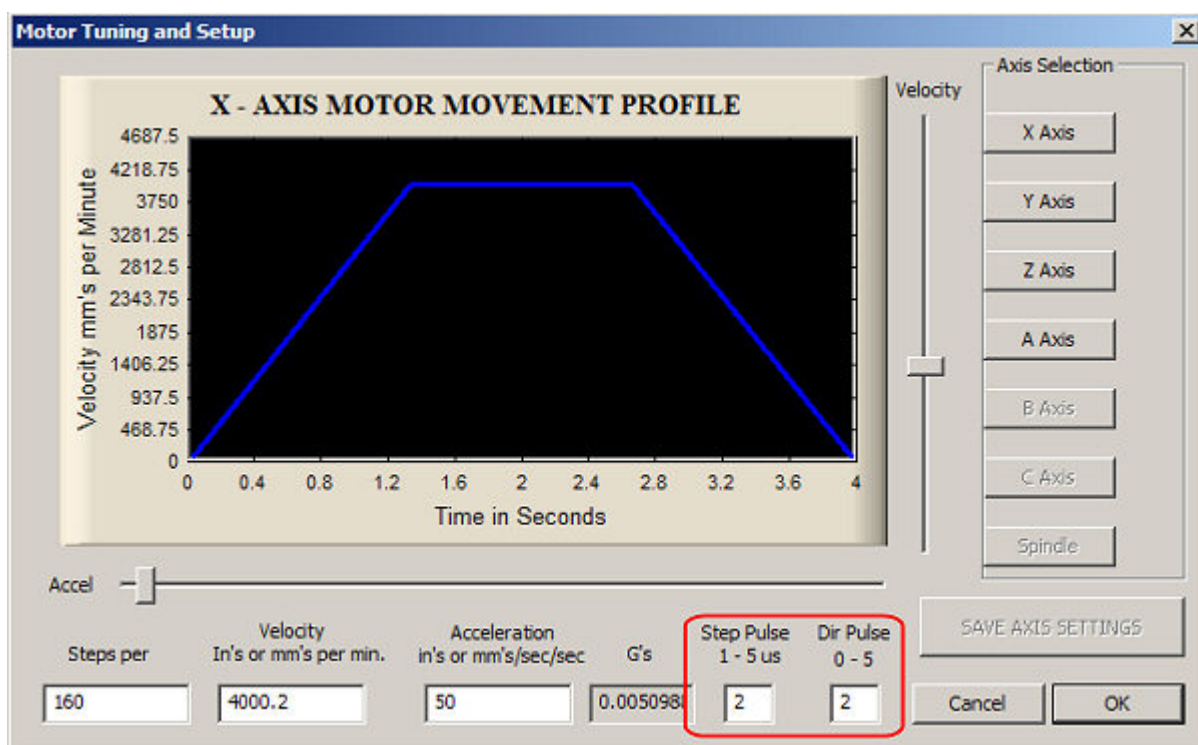
A Profi2M Vezérlő így készen áll a CNC üzemre!

A Vezérlők PC felőli konfigurációs beállításait, mindig a használt Báziskártya dokumentációjánál találja (ha a Profí2B interfész kártyát használja, akkor ennek leírása ezen a weblapon megtalálható)! A telepítés megkönnyítésére gyors setup File is letölthető!



(új profil megjelenése és használata a gyors Setup file telepítése után)

A Vezérlő NEM invertáló Step jeleket igényel (felfutó élre léptet)!



(Mach3 motor tuning felülete)

Ajánlott impulzus adatok: Step Pulse=2, Dir Pulse=2.

Használat:

A Vezérlő normál működése közben (Online módban) a **Power OK** LED jelzi a normál állapotot. Az **Overdrive** LED a Vezérlő túlmelegedését jelzi (kb. 70°C felett) és lehűléséig letiltja annak további működését!

Ez túlterhelésre vagy elégtelen szellőzésre utaló jelenség.

A motorok gerjesztése menet közben is állíthatóak. A motorok hangját figyelve (viszonylag lassú fordulaton, pl. 500..1000 step/sec) hangolhatjuk a gerjesztés erejét (tipikusan a legsimább/csendesebb akkor, amikor a legmegfelelőbb értéken hajtjuk).

A motorok sebességeit, forgásirányait és gyorsulásait (és még számos paramétereit) az alkalmazott CNC vezérlő programon belül kell beállítani (lásd pl. [Mach3 leírásait](#))!

Profi2M CNC Vezérlő Motor Tuning

(finomhangolása)



Az itt ismertetett információk használata nem feltétele a Profi2M Vezérlő működtetésének. A Vezérlő Easy Setup-al rendelkezik (előre beállított paraméterek, egy trimer és 4 Jumpert kell a motor áramához állítani), viszont ha szeretnénk ismerni a folyamatokat és a legtöbbet kihozni a rendszerünkől, érdemes mélyebbre ásni, kipróbálni, tesztelni minden részletet!

Elmélet és korlátok:

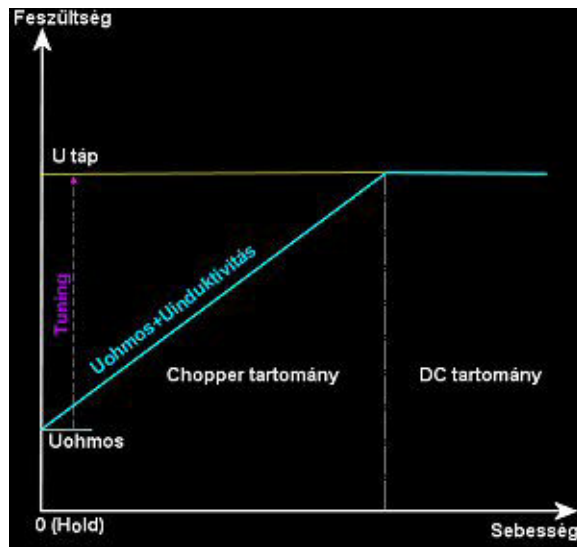
A Profi2M CNC léptetőmotoros Vezérlő Chopper elvű áramszabályzással rendelkezik, mely 20 kHz-es PWM generátort használ. Az áramkorlátozó elektronika a PWM kitöltési tényezőjét hangolja (két, független Chopper kör van motoronként). A Chopper áramköröknek a billenési pontját a DSP egy referencia feszültség generátoron keresztül határozza meg, áram, fázishelyzet és az idő függvényében. A folyamat végén a szabályzás konstans (állandó) motor teljesítményre történik. Így amíg a tápfeszültségből a Vezérlő képes megfelelő mértékű feszültséget vételezni, addig a motor teljesítménye és így a nyomatéka állandó.

A motor által leadott nyomaték arányos a villamosan felvett teljesítménnyel, ezért törekedni kell az állandó és stabil teljesítmény felvételre. Ha a felvett teljesítmény csökken, akkor a motor nyomatéka is csökken, ha teljesítmény felvétel nő, akkor a motor idővel túlmelegszik (leéghet).

A nyomatékesés elsősorú okozója a motorokban lévő tekercsek induktivitása. Az induktivitás által létrehozott plusz villamos ellenállás (mely az áramfelvételt és így a teljesítményt csökkenti) frekvencia és így sebesség függő. Minél nagyobb sebességgel (lépésszámmal) hajtunk egy léptetőmotort, annál nagyobb feszültséget igényel (ugyanakkora nyomaték leadásához). Ezért egyre növelni kell a motorra kapcsolt feszültsége, ha azt akarjuk, hogy a nyomatéka ne csökkenjen!

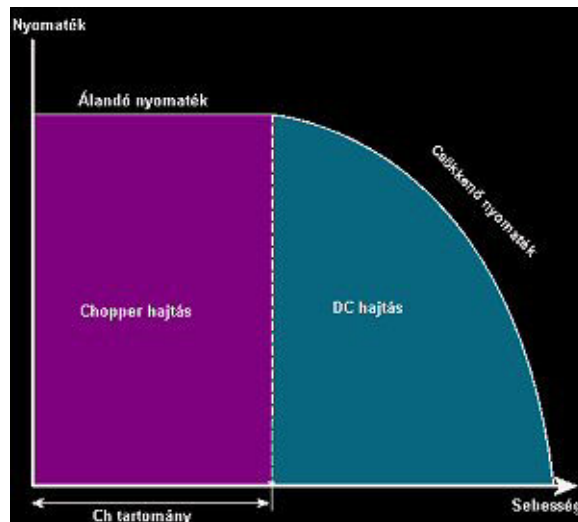
Ezt a növelést mérten és stabilizálva végzi el a Vezérlő. A stabilizálást addig képes ellátni, míg nem egyezik meg a motor által igényelt feszültség a motorra kapcsolt tápfeszültséggel. Ha innét tovább emeljük a sebességet, akkor a Vezérlő már nem képes a motor teljesítményét tovább stabilan tartani és a nyomatéka hanyatlani kezd. Ez a pont a vezérlés billenési pontja.

A billenési pont alatt (lassabb sebességeknél) Chopperes üzemmódban dolgozik a Vezérlő (stabilizált nyomatékkal), felette DC módban (egyre csökkenő nyomatékkal).



(a motor tápfeszültség igénye a sebesség függvényében)

Törekedni kell a minél nagyobb Chopper tartományra, hisz csak itt tartható maximálisan a motor nyomatéka.



(nyomaték görbe)

A DC tartományban is használhatóak a léptetőmotorok, de itt a nyomatékuk a sebesség fokozásával rohamosan esik.

A Chopper tartományt csak a motorra kapcsolt (motortáp) feszültségének egyre nagyobb emelésével lehet nyújtani. Ámde egy teljesen megálló motor esetén (sebesség 0!), a Vezérlőnek le kell tudnia szabályoztatni az áramot, a motor néhány Ohmos ellenállására!

Azt, hogy egy vezérlő mekkora átfogású szabályzási tartományra képes, tuningtényezőnek hívom. A tuningtényező megmutatja, hogy hányfoldos feszültséget képes még lesabályoztatni egy adott motorhoz. Ha ettől nagyobb feszültséget kapcsoltatunk a motorra, akkor nem képes eléggé lesabályozni és a motor túlmelegszik. A Profi2M Vezérlő kb. max. 25×-ös tuningtényezővel dolgozik.

Motor tápfeszültség méretezése:

Feszültség számítása:

A tuningtényező, a motor induktivitásától függő szorzó! Minél nagyobb a motor induktivitása, annál kisebb a tuningtényezője!

A motor tekercseit a Vezérlő nagy frekvenciával ki és bekapcsolja az áram névleges értékén tartása miatt. Ezek a kapcsolgatások igen nagy induktív lökő feszültségeket generálnak. A teljesítmény fokozat FET-jeit védik a bennük integrált supressor diódák (ezeket az induktív feszültségeket levezetik). A levezetések erős hőtermeléssel járnak. Minél nagyobb egy motor induktivitása, annál nagyobb a levezetés által generált hőtermelés (melegedés)! Ezek a melegedések fűtik a Vezérlő hűtőbordáit, ezért minél kisebb egy motor induktivitása, annál nagyobb feszültségárányt (tuningot) visel el. A tuningtényező a motor tápfeszültség és a motor alapfeszültségének a

hányadosa ($T=U_{\text{táp}} / U_{\text{motor}}$). Törekedni kell a kis induktivitású motorok használatára, illetve, ha lehetséges (pl 8 kivezetéses motorok esetén), a tekercsek párhuzamos kötésével ez javítható (csökken az eredő induktivitása)!

Mivel sokszor nincs adat egy motor induktivitásáról, és nem tudjuk azt megmérni, a motor Ohmos tekercs ellenállásából következtetünk a belső induktivitására (nem tökéletes, de jobb híján használható módszer). A következtetés szerint minél nagyobb a tekercs Ohmos ellenállása, annál nagyobb lehet az induktivitása is (nagy Ohm= vékony és sok menet -> nagyobb induktivitás).

A következő táblázat gyakorlati támpontot ad a motorok alapfeszültsége és a maximálisan javasolt, motor tápfeszültségek közötti összefüggésekre:

| Motor alapfeszültsége: (ráírt feszültség) | Ajánlott motor tápfeszültség: (max. tuning feszültség) |
|---|--|
| 1V | 20V |
| 2V | 40V |
| 3V | 45V |
| 4V | 45V |
| 5V | 50V |
| 6V | 50V |
| 8V | 50V |
| 9V | 50V |
| 10V | 50V |
| 11V | 50V |
| 12V | 50V |
| stb. | ... |

Figyelem! 50V-ot meghaladni tilos! Ügyeljünk a terheletlen tápegységek esetleges feszültség megszaladására!

Egy példa:



A motor alapfeszültsége 4V, és névleges árama 5A

A példában szereplő motor alapfeszültsége 4V. Ennek megfelelően az alkalmazható tuningfeszültség max. ~45V. Tehát ennek a motornak a legmegfelelőbb tápegység egy 45V-os táp lenne. Itt alkalmazható lenne egy 32V-os transzformátor + egyenirányítva és jól megsűrve (Amperenként min. 1000uF), mivel ekkor a feszültség közel 45V-ra felemelkedne.

Természetesen a maximálisan használható tápfeszültség 50V, e felé semmiképp nem szabad menni!

A motor névleges árama 5A. Ezt a P2M esetén azon a trimmeren kell beállítani (lásd a leírásánál) amelyikre kötöttük (A, B, C vagy D kártyán).

Áram terhelések méretezése:

A motor tápegység áramerelhetőségénél vegyük figyelembe a motorok névleges áramait és azt a tényt, hogy mikro-léptetéses a rendszerünk!

A betonbiztos méretezés az lenne, hogy minden motor névleges áramának a 2×-esét vesszük (a kettős gerjesztésű rendszer miatt minden léptetés két tekercs gerjesztésével történik) és ezeket összegezzük. Ez hatalmas áram összegeket adna (pl. 3db 2A-es motor esetén $3 \times 2 \times 2 = 12A$, ez mondjuk 30V mellett, 360W-os transzformátort jelentene). Felesleges!

A gyakorlatban ez a tökéletes együtt járás (totál szinkron) sohasem fordul elő (vagy ha igen, rendkívül rövid ideig áll fen), valamint a PWM szabályzás miatt, az áramok kitöltési tényezője is folyton változik (szinte sose 100%). Nyugodtan méretezhetünk, az így kapott áramérték felével (a példában 6A-ral)! A gyakorlatban ez a méretezés is kellő, bő tartalékokkal rendelkezik.

Azt a kis időt amíg a totál szinkron fennállna, egy nagyobb kondenzátor áthidalja gond nélkül (minimum Amperenként 1000uF kell, de inkább lehet több is)!

A motorok bekötéseiről és beállításairól a Vezérlő leírásánál olvashat!

Mikro-léptetés:

A mikro-léptetési technika a gerjesztéseket egyik tekercsről a másikra, szinte átúsztatja (szinuszoid formában), ezért a motor rezonanciák szinte teljesen eltűnnek. A köztes léptetéseket a tekercsek különböző arányú gerjesztéseivel állítja elő a DSP. Ezek az arányok szögfüggvényekkel leírt táblázatból származna, így értékük fix.

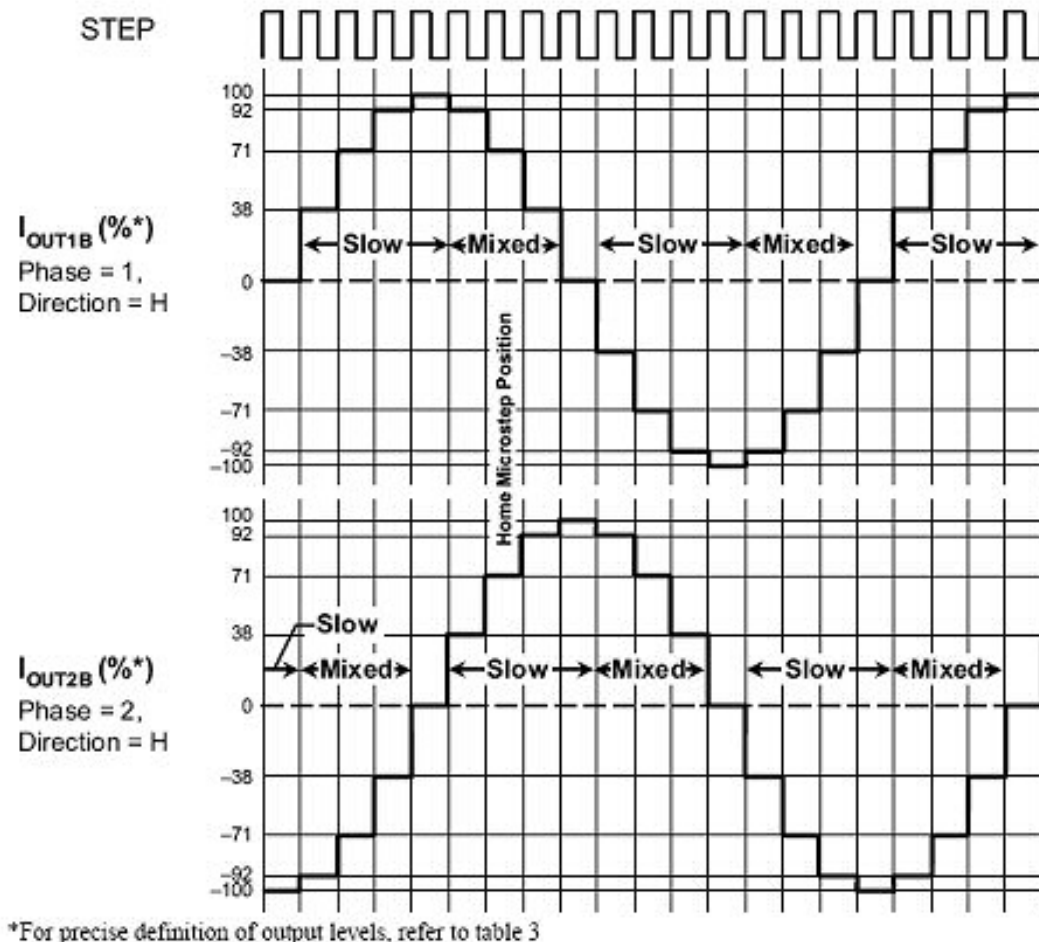


Figure 4. Decay Modes for Quarter-Step Increments
(1/4 léptetés gerjesztései %-osan)

A gerjesztési táblázat az "ideális" léptetőmotorra van tervezve. A gyakorlatban a motorok tekercsei, pólusai, mágnesei nem pontosan egyformák és így a gerjesztésekre nem mindig pontosan az előre elvárt mértékben reagálnak. Ez az elméletileg megkívánt és a gyakorlatban bekövetkezett szögelfordulásokban eltéréseket (hibákat) eredményezhet.

Ez azt jelenti, hogy nem minden motor használható a legfinomabb mikro-lépésben! A gyengébb minőségű motorok egyre nagyobb szöghibával állnak be. Ez a hiba egy teljes körbeforduláskor 0-ra kijön, de a belső lépések nem egyformák lehetnek.

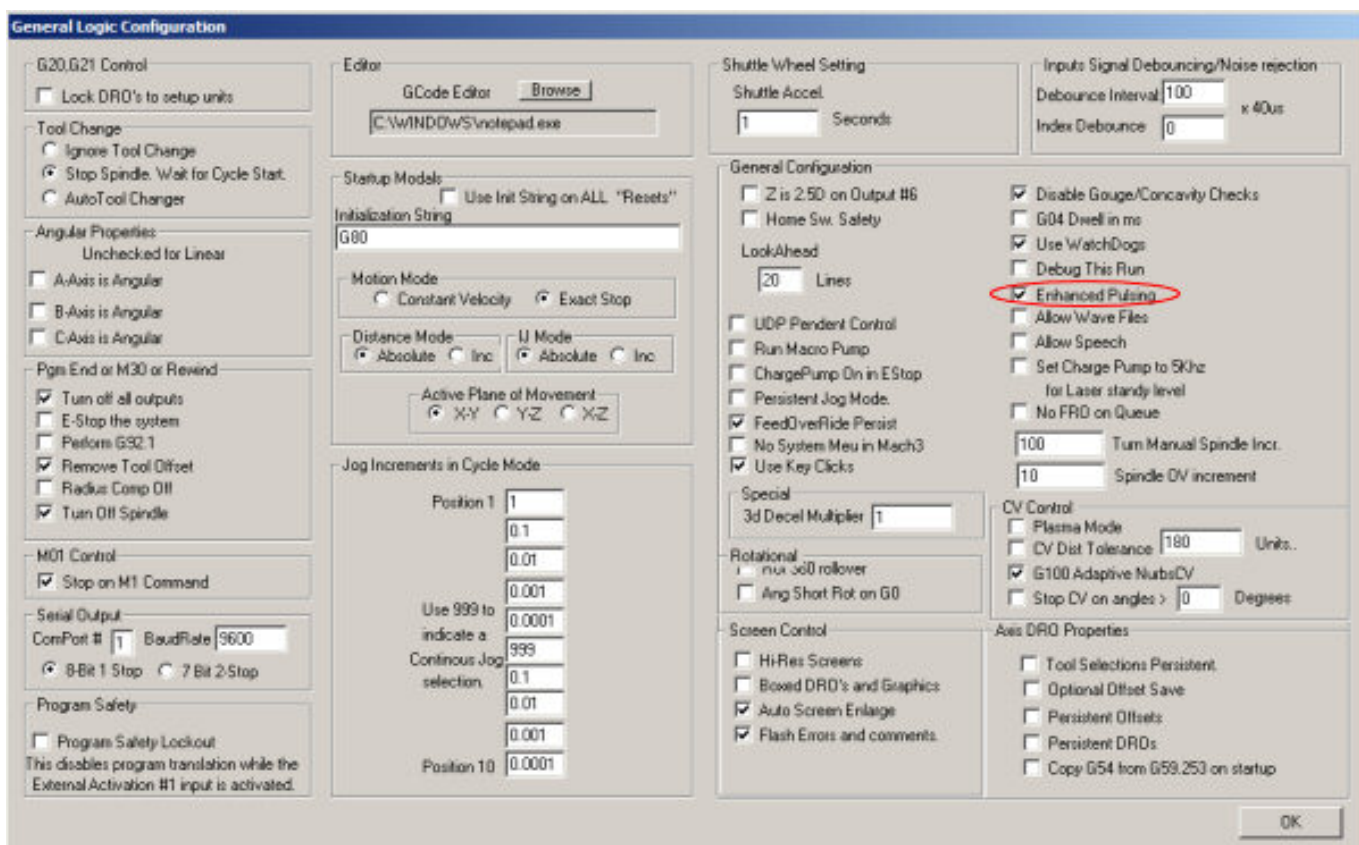
A gyakorlatban az 1/4-től nagyobb mikro-lépések már erősen torzulhatnak, ezért kisáttételű CNC gépeknél ezeket előzetesen tesztelni célszerű (motor függő)!

A mikro-léptetési rendszer egy elméleti lehetőség, mely a motortól, tápfeszültségtől is függően vagy sikeresen használható, vagy csak nagyobb hibákkal. Alkalmazásának előnye elsősorban a simább (rezonancia mentesebb) futásban és dinamikusabb gyorsításokban jelentkezik. Nem helyettesíti a CNC gépek megfelelő áttételezéseit!

Szoftver:

Erősen javasolt a Mach CNC működtető szoftverek használata! E szoftverek rendelkeznek jelenleg a legsimább léptetés vezérlésekkel, aminek a minősége alapjaiban meghatározza a rendszerünk állttal elérhető sebességeket.

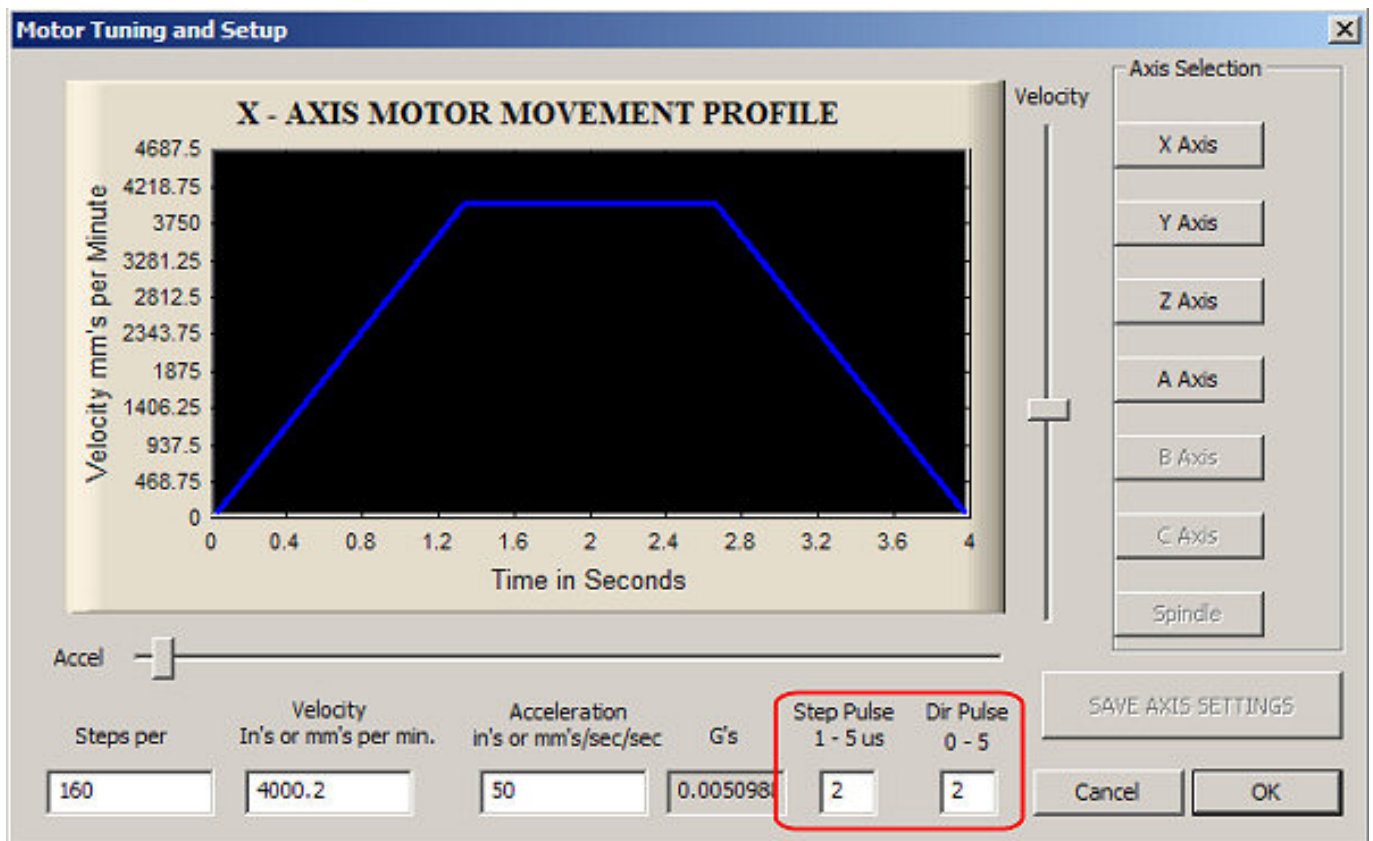
Mach2 és Mach3 szoftverek használatánál javasolt az "Enhanced Pulsing" opció bekapcsolása!



(Enhanced Pulsing bekapcsolása Mach3 szoftverekben)

Ez az opció tovább javítja a léptető impulzusok egyenletességét, viszont minimum 1Ghz-es PC szükséges hozzá!

A Vezérlő nem érzékeny a Mach szoftverek impulzus időzítéseire!



(Mach3 impulzus adatai)

A biztonság kedvéért mindkét impulzus adatot 2-re érdemes állítani.

A Sherline mód aktiválása nem szükséges!

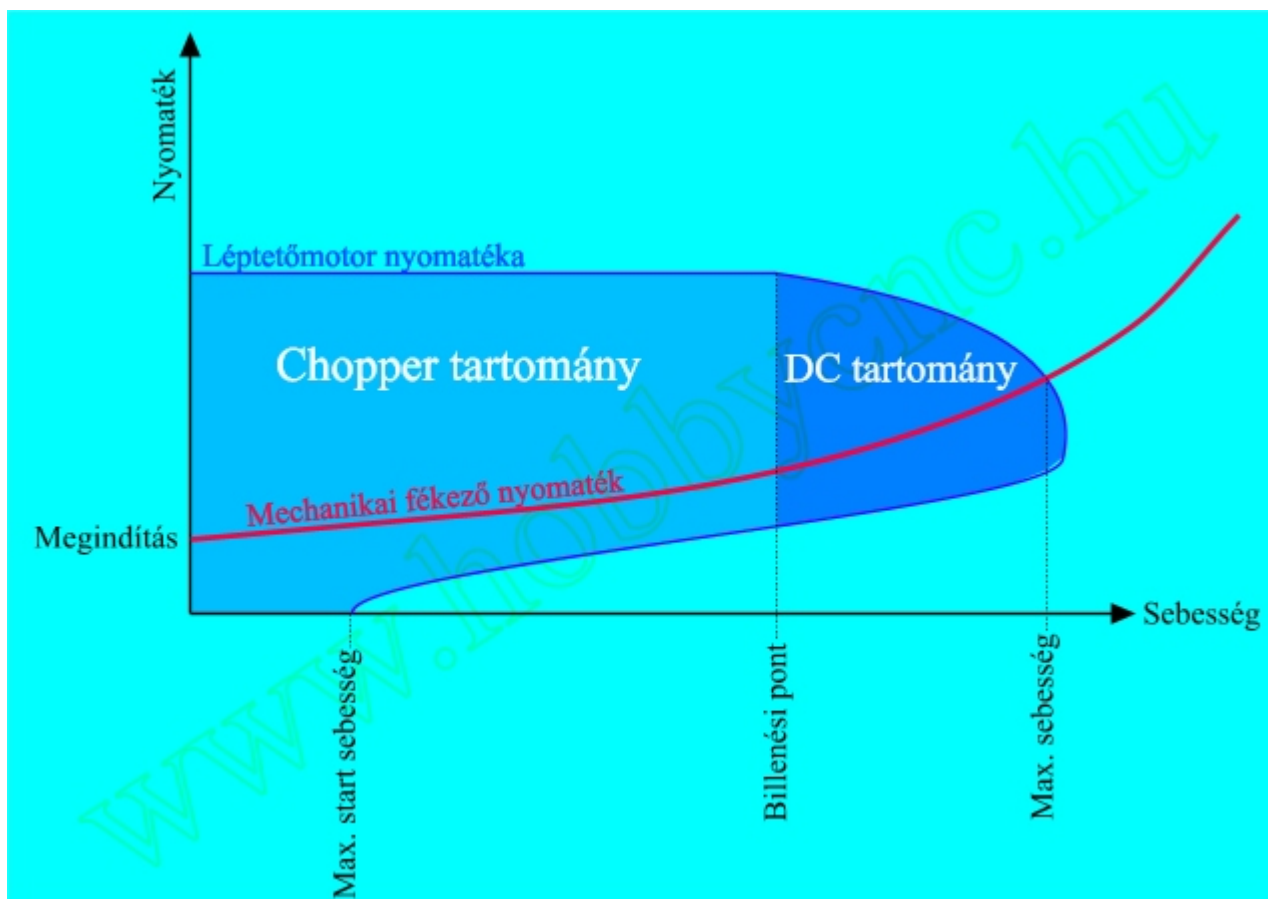
Nagyon hosszú (>5m) LPT kábel használata esetén javasolt a Sherline mód bekapcsolása (a kábel esetleges jelcsillapítása miatt).

CNC gépek sebesség tuningja:

Egy új vagy átépített gép esetén mind a Vezérlőt (Profi2), mind a CNC programot (Mach3) össze kell hangolni! A Mach3 kommunikációs portjainak (bitek) összerendelése után (lásd a [Profi2B leírásában](#)), mindig a mértékegységet (mm) és a számított felbontásokat kell először beállítani (minden sebesség állítás csak ezek ismeretében történhet)! Ne felejtjük el ezeket az adatokat mind három tengelynél külön-külön tároltatni (lásd a [Mach3 leírását](#))!

Utána meg kell keresni minden tengely maximális sebességét. A keresést alulról felfelé haladva végezzük, viszonylag lassú gyorsítások mellett. A tesztek során kézi mozgatásokkal (billentyűzetről vezérelve) hajtjuk a tengelyeket és megfigyeljük azok mozgását. Fokozatosan emeljük a sebességeket és figyeljük mikor áll meg a motor (visít, de már nem forog).

A léptetőmotorok jó tuningjához és a rendszerünk viselkedésének a megértéséhez ismerni szükséges egy léptetőmotoros rendszer nyomaték görbéjét! Nem a számszerű értékek, hanem azok összefüggései a lényeg!



(komplex rendszer nyomatékgörbe)

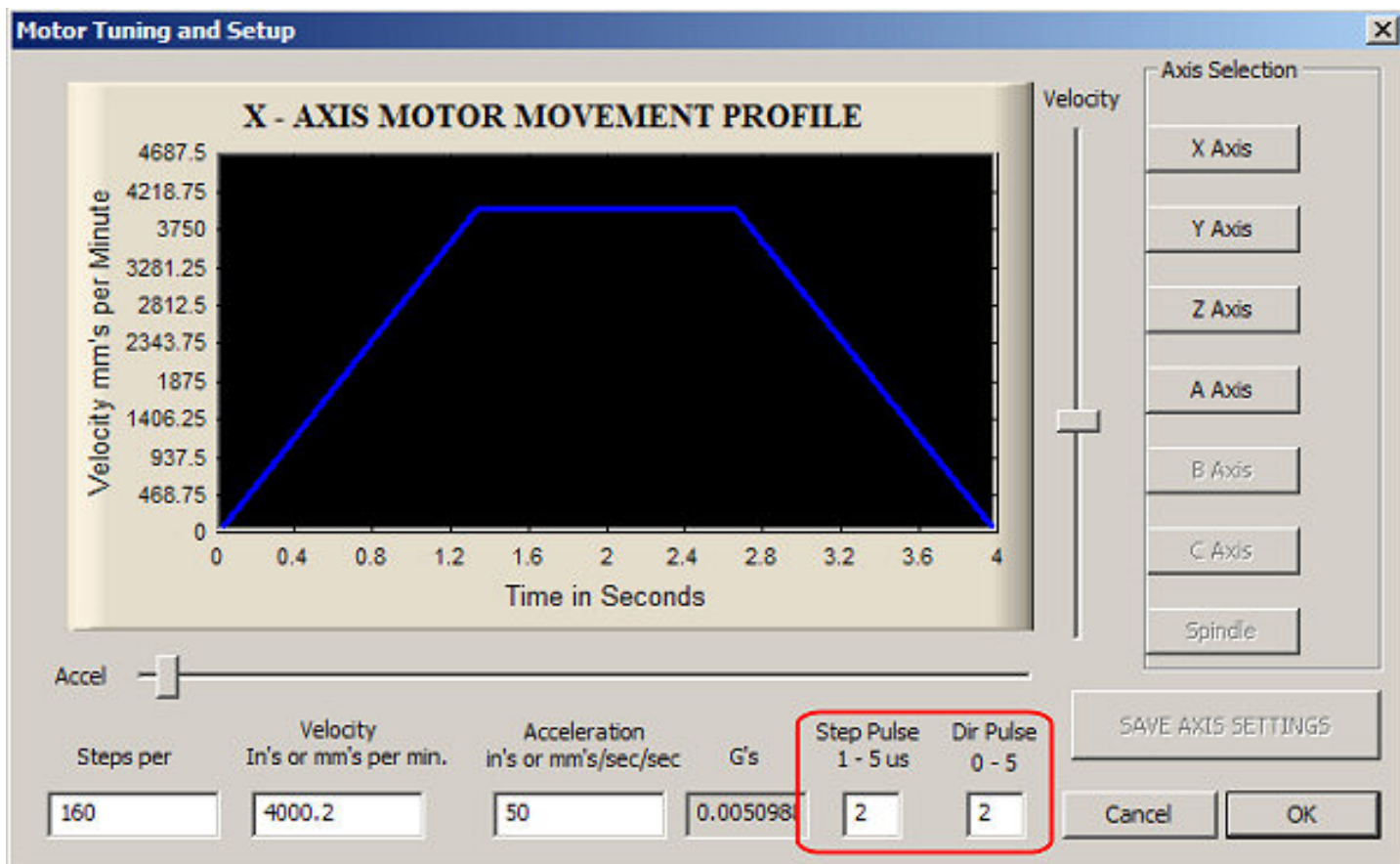
Az ábrán látható egy CNC tengely és egy léptetőmotor + Profi2M CNC Vezérlő nyomatékgörbe együttes.

Jelmagyarázat:

- "Mechanikai fékező nyomaték" = a tengely fékező ellenállása a sebesség függvényében,
- "Megindítás" = a mechanika megmozdításához szükséges minimális nyomaték,
- "Léptetőmotor nyomatéka" = motor + vezérlő együttes eredő nyomatéka,
- "Chopper tartomány" = a motor a vezérlő konstans nyomatékon képes tartani,
- "DC tartomány" = a motor szinkronmotorként, egyre eső nyomatékkal üzemel,
- "Max. sebesség" = a terhelő és a hajtó nyomaték metszése, ez az elérhető legnagyobb gépi sebesség,
- "Billenési pont" = helyét a motortáp feszültsége határozza meg. A tuningtényező mértékében tolható (emelhető) a sebesség tengelye mentén,
- "Max. start sebesség" - gyorsítás nélkül (impulzus szerűen) felette nem üzemel a motor.

Az ábrából leolvasható, hogy rendkívül fontos a gyorsítás használata, mivel a görbe vissza hanyatló és csak szűk sebesség tartományban képes gyorsítások nélkül, egyből felvenni a fordulatot! Megfelelő gyorsítások használatával a teljes görbe kihasználható.

Ne feledjük, hogy minden egyenetlen motorjárás (lásd a KCam4-et), megfelel egy pillanatnyi Start-Stop -nak, az-az gyorsítás nélküli indításoknak! E miatt a KCam4-el a léptetőmotorok csak a 0-Max.start sebességig használhatóak ki! Ugyan ez a helyzet, ha a Mach3-ban maximumra vesszük a gyorsítást (Accel)!



(Mach3 motor tuning felülete)

Ajánlott impulzus adatok: Step Pulse=2, Dir Pulse=2.

A habvágósok nem használhatnak lassú gyorsításokat (a technológia miatt), de nekik is muszáj minimális gyorsítást alkalmazni, ha a motorokat ki akarják használni!

A PC által szolgáltatott Step impulzusok pontos időzítései felelnek az egyenletes motorjárásiért. A Mach2 és a Mach3 ezt az alaplapú időzítő segítségével, a CPU generálja, ami nagyfokú stabilitást jelent (ellentétben a tisztázott szoftveres időzítésekkel szemben, mint pl. a KCam4). Mivel a CPU-n keresztül generálódik a Step jel, annak terheltsége befolyásolhatja egyenletességét. Lehetőleg CNC mozgások közben ne futtassunk megterhelő külső programokat! Viszont az "Enhanced Pulsening" bekapcsolásával - némi plusz CPU terheltség fejében - tovább növelhető a Step jel pontossága (érdeemes bekapcsolni)! A kellő tuning eléréséhez biztosítani kell a gyártók által meghatározott minimális CPU sebességet (mivel maga a Mach3 is komoly feladatokat ró a CPU-ra)! Maga az alap Windows is futtat a háttérben sok mindent, ezért érdemes ezekre is figyelni (a <http://www.machsupport.com/artsoft/support/support.htm> web helyen találunk erre optimalizálási ötleteket)!

A nyomaték görbéről leolvasható, hogy egy normálisan méretezett motor esetén a maximálisan elérhető sebesség mindig a DC tartományba esik. Akkor van kihasználva a motorunk, ha a terhelő nyomaték miatti leállítás nem sokkal van az üresen futtatott motor blokkolása előtt (ha 75% feletti, az már nagyon jó).

Fontos azzal is tisztában lenni, hogy a DC tartományban (hiába esik már a nyomaték), nincs lépésvesztés! A léptetőmotor ha kiesne a szinkronból, a visszahajló nyomatéka miatt azonnal blokkolna! Ez látványos és azonnal észlelhető. Ezt a pontot kell megkeresni a tuning során (blokkolás)! Majd a Mach3 adott tengelyét e pont alá kell állítani kicsivel (ahol még stabilan forgatja a motor)!

Fontos, hogy utána ezen a sebességen a teljes mozgási tartományt végig ellenőrizzük (nehogy valahol kicsit jobban szoruljon a mechanika és akkor már ott blokkoljon)!

Ha minden tengelyt így megmértünk és beállítottunk, utána újra ellenőrizzük az egyes tengelyeket, de most már úgy, hogy a mozgásokat minden tengelyen egyszerre végeztessük! Erre a stabilizálatlan motortáp feszültség esése miatt van szükség (ilyenkor a nagyobb teher miatt a motorok kicsit kisebb feszültségről üzemelnek)! Ha szükséges, csökkentünk a sebességekből!

Ez a beállított maximális sebesség az adott tengely utazó sebessége, megmunkálásra (a lézer és plazma kivételével) nem alkalmas (hisz erre még ráakodik a marás fékező ereje is)! Általában ezen a sebességeken már nem végzünk megmunkálásokat (túl gyors), ezért kiváló lesz gyorsmozgásokra (pozícionálásokra)!

Mach szoftverek esetén a kézi gyorsmozgásokat a SHIFT+nyilak, illetve a SHIFT+Page Up/Down gombokkal lehet elvégezni.

