

Kezelési útmutató az

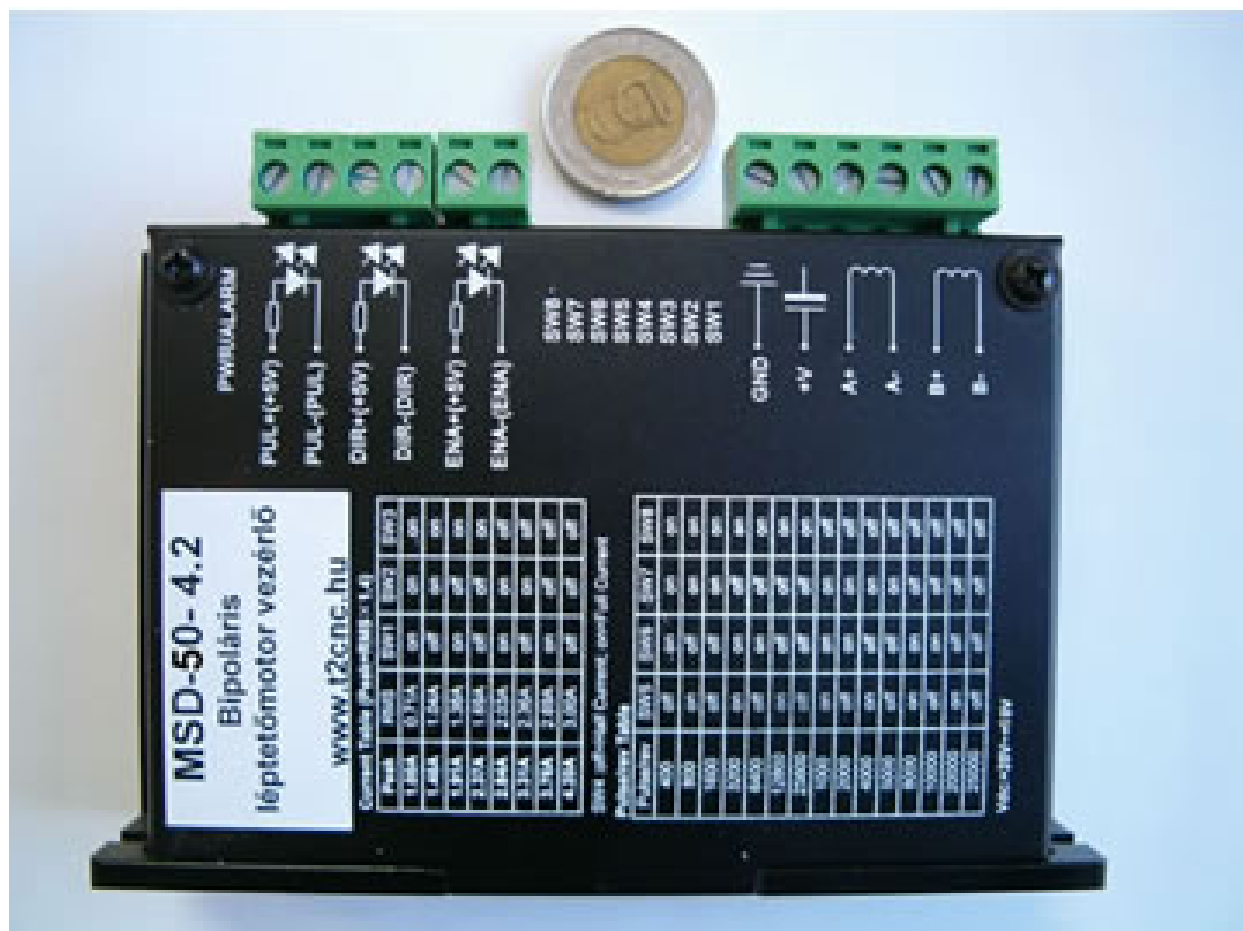
MSD-50-4.2

Alacsony zajú léptetőmotor meghajtóhoz

1.0 verzió

©2000, minden jog fenntartva.

Figyelem: a meghajtó használata előtt olvassa el ezt az útmutatót!



www.klavio.hu

www.t2cnc.hu

Az útmutatóban található információk előkészítésére komoly figyelmet fordítottunk, és úgy gondoljuk, hogy pontosak, de semmilyen felelősséget nem vállalunk a pontatlanságért.

A gyártó fenntartja a jogot termékeinek előzetes bejelentés nélküli módosítására, hogy javítsa a megbízhatóságot, a funkcionalitást vagy a kivitelt. A gyártó nem vállal semmilyen felelősséget az ismertetett alkalmazás, termék vagy áramkör használatából adódó problémákért.

A gyártó általános nem ajánlja a termék használatát orvosi vagy repüléstechnikai alkalmazásokban, ahol a meghibásodás közvetlenül veszélyezteti az életet, vagy sérülést okozhat. A gyártó általános szerződési feltételeinek megfelelően, ha a gyártó termékeit orvosi vagy repüléstechnikai eszközökben használja, magára vállal minden felelősséget, és semmilyen kárért nem vonhatja felelősségre a gyártó vállalatot.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS, JELLEMZŐK ÉS ALKALMAZÁSOK	4
1.1 BEVEZETÉS	4
1.2 JELLEMZŐK	4
1.3 ALKALMAZÁSOK	5
2. MŰSZAKI ADATOK ÉS ÜZEMI KÖRNYEZET	6
2.1 ELEKTROMOS ADATOK ($T_J = 25^\circ\text{C}$)	6
2.2 ÜZEMI KÖRNYEZET ÉS PARAMÉTEREK	6
2.3 MECHANIKUS ADATOK (EGYSÉG: MM, 1 HÜVELYK = 25,4 MM)	7
3. ÉRINTKEZŐ KIOSZTÁS ÉS ISMERTETÉS	8
3.1 P1 CSATLAKOZÓ KIOSZTÁSA	8
3.2 P2 CSATLAKOZÓ KIOSZTÁSA	9
4. VEZÉRLŐJEL CSATLAKOZÓ (P1) FELÜLET	10
5. MEGHAJTÓ CSATLAKOZÁS LÉPTETŐMOTOROKHOZ (P2)	11
5.1 4-VEZETÉKŰ MOTOR CSATLAKOZTATÁSA	11
5.2 6-VEZETÉKŰ MOTOR CSATLAKOZTATÁSA	12
5.2.1 Féltekerics konfiguráció.....	12
5.2.2 Teljes tekerics konfiguráció	12
5.3 8-VEZETÉKES MOTOR CSATLAKOZTATÁSA	13
5.3.1 Soros csatlakozás.....	13
5.3.2 Párhuzamos csatlakoztatás.....	13
6. TÁPEGYSÉG, MEGHAJTÓ FESZÜLTSG ÉS ÁRAM KIVÁLASZTÁS	14
6.1 TÁPEGYSÉG KIVÁLASZTÁS	14
6.1.1 Maximális feszültségbemenet.....	14
6.1.2 Szabályozott vagy szabályozatlan tápegység	14
6.1.3 Több meghajtó.....	15
6.2 MEGHAJTÓ FESZÜLTSG ÉS ÁRAM KIVÁLASZTÁS	15
6.2.1 Tápfeszültség kiválasztása.....	15
6.2.2 Megfelelő kimeneti áram választása.....	15
7. MIKROLÉPÉS FELBONTÁS ÉS MEGHAJTÓ ÁRAM KIMENET KIVÁLASZTÁSA	16
7.1 MIKROLÉPÉS FELBONTÁS KIVÁLASZTÁSA	16

7.2 ÁRAM BEÁLLÍTÁS.....	17
7.2.1 DIP beállítás a dinamikus áramhoz	17
7.2.2 DIP beállítás állóáramhoz.....	18
8. TIPIKUS CSATLAKOZTATÁS	18
9. VEZETÉKEK CSATLAKOZTATÁSA	18
10. VEZÉRLŐJEL HULLÁMFORMÁJA ÉS IDŐZÍTÉSE	20
11. VÉDELMI FUNKCIÓK.....	21
11.1 TÚLFESZÜLTÉG ÉS RÖVIDZÁRÁSI VÉDELEM	21
11.2 TEKERCSEFÖLD RÖVIDZÁR VÉDELEM	21
11.3 RÖVIDZÁR VÉDELEM.....	21

1. Bevezetés, jellemzők és alkalmazások

1.1 Bevezetés

Az MSD-50-4.2 egy nagyteljesítményű léptetőmotor meghajtó, mely a legkorszerűbb áramszabályzás technológiát alkalmazza. Használható 2 vagy 4 fázisú léptetőmotor meghajtására.

1.2 Jellemzők

- Szabadalmaztatott technológia
- Alacsony motorzaj
- Alacsony meghajtó- és motormelegedés
- Nagy teljesítmény, alacsony költség
- Tápfeszültség akár +40 VDC, I egmagasabb áram akár 3,2 A (RMS 3 A)
- Optikailag szigetelt különbözeti bemeneti jelek, 200 KHz impulzus frekvencia
- Automatikus üresjáratú áram csökkentés
- 15 kiválasztható felbontás decimális és bináris üzemmódban
- 4, 6, 8 vezetékes motorhoz használható

- Árambeállítás DIP kapcsolóval, 8 különböző értékre
- Túlfeszültség és rövidzár védelem
- Kis méret (115x67.7x25mm)

1.3 Alkalmazások

NEMA 17 és 23 léptetőmotorok széles skálájával, valamint számos géppel használható együtt, mint például az X-Y táblák, címkéző gépek, lézervágók és marógépek. Különösen hasznos olyan alkalmazásoknál, melyeknél alacsony zajra, vibrációra, nagy sebességre és pontosságra van szükség.

2. Műszaki adatok és üzemi környezet

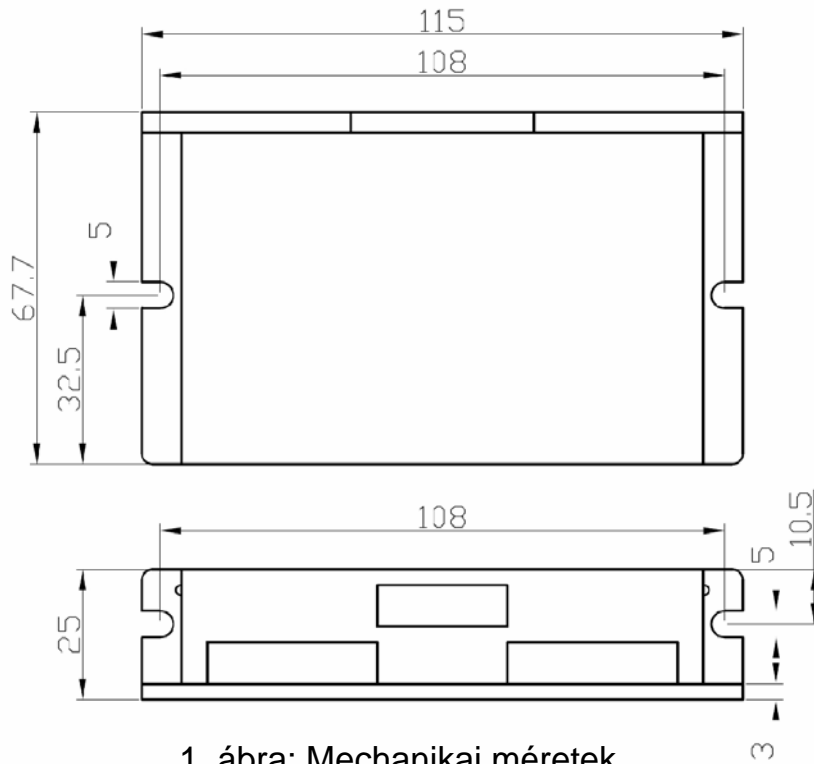
2.1 Elektromos adatok ($T_j = 25^\circ\text{C}$)

Paraméterek	MSD-50-4.2			
	Min.	Átlagos	Max.	Egység
Kimeneti áram	1,0	-	4,2 (3A RMS)	Amper
Tápfeszültség (DC)	20	36	50	VDC
Logikai jeláram	7	10	16	mA
Bemeneti impulzusfrekvencia	0	-	200	KHz
Izolációs ellenállás	500	-	-	MΩ

2.2 Üzemi környezet és paraméterek

Hűtés	Természetes hűtés vagy kényszerített hűtés	
Üzemi környezet	Környezet	Kerülje a port, olajos párát és korrodáló gázokat
	Üzemi hőmérséklet	Max. 70°C
	Környezeti hőmérséklet	0°C – 50°C
	Páratartalom	40% - 90% relatív
	Vibráció	Max. 5,9 m/s ²
Tárolási hőmérséklet	-20°C – 125°C	
Tömeg	Kb. 0,2 kg	

2.3 Mechanikus adatok (egység: mm)



1. ábra: Mechanikai méretek

Kiegészítő hűtőborda

- A meghajtó megbízható üzemi hőmérséklete kisebb mint 70°C, a motor hőmérséklete pedig kisebb mint 80°C.
- A meghajtó és motor melegedésének csökkentéséhez ajánlott az automatikus üresjáratú üzemmód választása, azaz az áram automatikus csökkentése 60%-kal a motor megállásakor.
- A meghajtót függőlegesen szerelje fel, hogy maximalizálja a hűtési felületet.

3. Érintkező kiosztás és ismertetés

A meghajtó két csatlakozóval rendelkezik. P1 a vezérlőjelek, és P2 az áramellátás, valamint motorcsatlakozás számára. A következőkben egy rövid összefoglalót olvashat a meghajtó két csatlakozójáról.

3.1 P1 csatlakozó kiosztása

Érintkező funkció	Részletek
PUL+ (+5 V)	Impulzus jel: egyszerű impulzus (impulzus/irány) üzemmódban ez a bemenet jelenti az impulzust, mely hatásos minden felmenő élre; 4-5 V PUL-HIGH, 0-0,5 V PUL-LOW esetén. Kettős impulzus üzemmódban (impulzus/impulzus) ez a bemenet jelenti az óramutató járásával megegyező (CW) impulzust. A megbízható válasz érdekében az impulzus szélességnek hosszabbnak kell lenni 2,5 μ s-nál. Soros csatlakozási ellenállás szükséges az áramkorlátozáshoz, ha +12 V vagy +24 V feszültséget használ.
PUL- (+5 V)	
DIR+ (+5 V)	DIR jel: egyszerű impulzus üzemmódban ez a jel alacsony/magas feszültség szintekkel jelzi a motor forgásának irányát; kettős impulzus üzemmódban (belső J1 és J2 jumperrel beállítva) a jel óramutató járásával ellentétes (CCW) impulzus, mely hatásos minden felmenő élre. A megbízható mozgásválaszhoz a DIR jelnek legalább 5 μ s-mal meg kell előznie a PUL jelet. 4-5 V DIR-HIGH esetén, 0-0,5V DIR-LOW esetén.
DIR- (DIR)	
ENA+ (+5 V)	Engedélyező jel: ezzel a jellel tiltható/engedélyezhető a meghajtó. A magas szint engedélyezi, az alacsony szint tiltja a meghajtót. Rendszerint nincs csatlakoztatva (engedélyezett).
ENA- (ENA)	

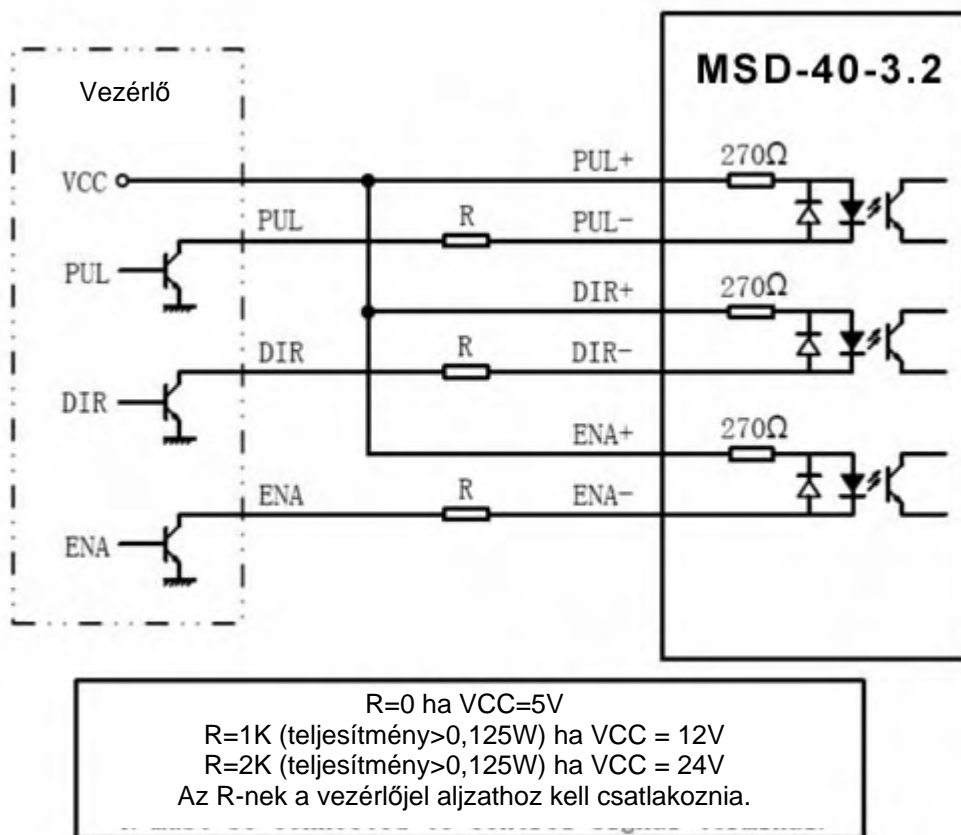
3.2 P2 csatlakozó kiosztása

Érintkező funkció	Részletek
Gnd	DC föld.
+V	DC tápfeszültség, +20 VDC – +50 VDC, feszültségingadozással és EMF feszültséggel együtt.
Phase A	A motortekercs (A+ és A- vezetékek)
Phase B	B motortekercs (B+ és B- vezetékek)

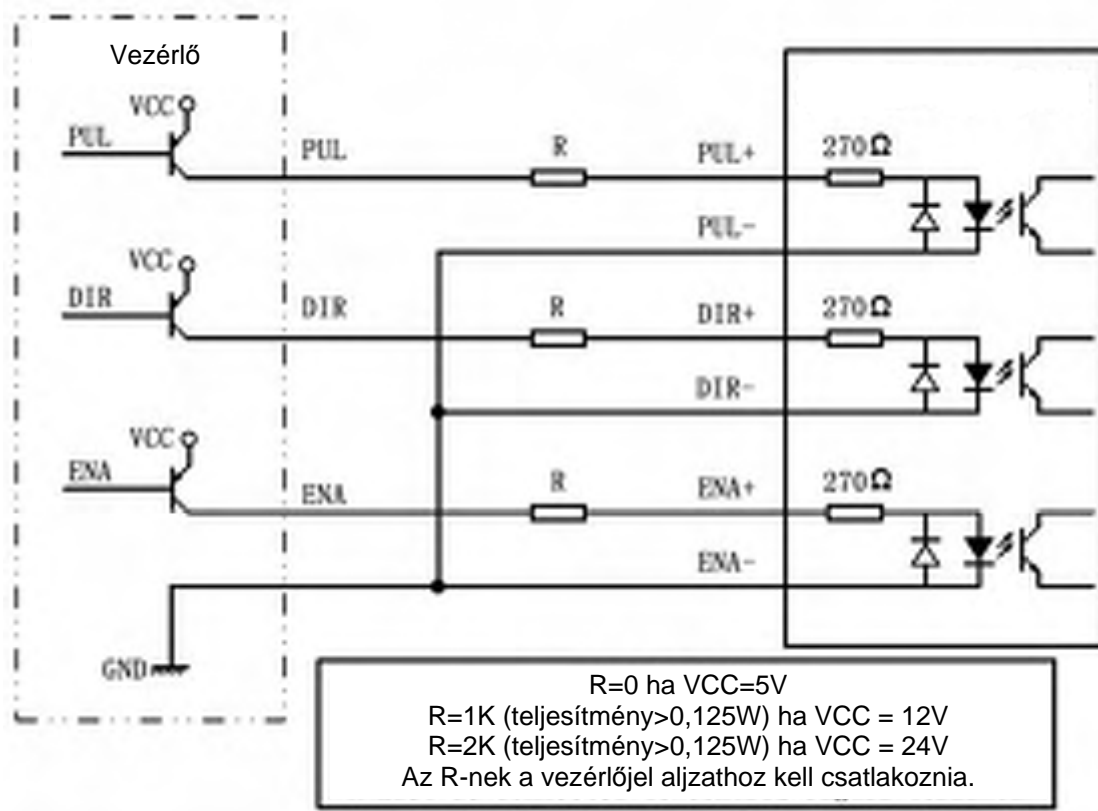
Megjegyzések: Ne felejtse el, hogy a mozgás iránya a motormeghajtás vezetékek bekötésével egyezik meg. A két vezetéket felcserélve a tekercsen, a meghajtó ellentétes irányba fogja hajtani a motort. (Például, ha az A+ motorvezetéket csatlakoztatja az A- ponthoz, és az A- vezetéket az A+ ponthoz, a motor forgása megfordul.)

4. Vezérlőjel csatlakozó (P1) felület

Ez a meghajtó differenciál bemeneteket használ a zaj ellenálló képesség és a csatolófelület rugalmasság fokozásához. A felület képes fogadni az indexelő/vezérlő egyvégű vezérlőjeleit is. A bemeneti áramkör nagysebességű optocsatolót tartalmaz, és képes vonalmeghajtás, nyitott kollektor vagy PNP kimenet fogadására. A vonalmeghajtású (különbségi) jelek használata ajánlott a megbízhatóság miatt. A következő ábrán nyitott kollektorú és PNP jelek csatlakoztatása látható.



2. ábra: Csatlakozás nyitott kollektorú jelhez (közös anód)



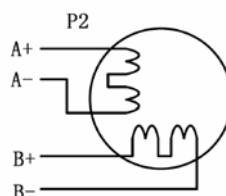
3. ábra. PNP jel csatlakoztatása (közös katód)

5. Meghajtó csatlakozás léptetőmotorokhoz (P2)

Az MSD-50-4.2 bármely 4, 6, 8 vezetékű hibrid léptetőmotort képes meghajtani.

5.1 4-vezetékű motor csatlakoztatása

A 4-vezetékű motorok a legkevésbé rugalmasak, de könnyű csatlakoztatni őket. A sebesség és nyomaték a csévélési induktivitástól függ. A meghajtó kimeneti áramának beállításában szorozza meg a megadott fázist 1,4-gyel, hogy meghatározza a csúcs kimeneti áramot.



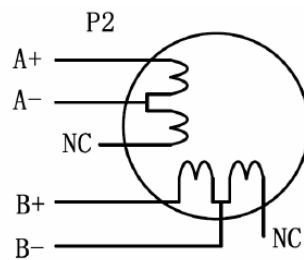
4. ábra: Motorvezetékek csatlakoztatása

5.2 6-vezetékű motor csatlakoztatása

A 8-vezetékű léptetőmotorokhoz hasonlóan, a 6-vezetékű motorok két különböző konfigurációval rendelkeznek a nagysebességű vagy nagy nyomatékú működéshez. A nagysebességű konfigurációt féltekercsnek is nevezik, mert a motor tekercsének csak felét használja. A nagy nyomatékú konfiguráció, vagyis a teljes tekercs, a motor a teljes tekercsét használja.

5.2.1 Féltekercs konfiguráció

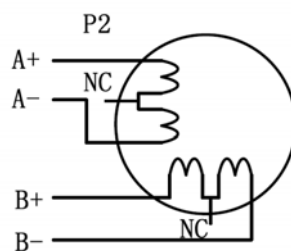
Ahogy korábban már állítottuk, a féltekercs konfiguráció a motor tekercsének felét használja. Ez kisebb induktivitást, ezáltal alacsonyabb nyomatékot jelent. A 8 motorvezeték párhuzamos csatlakoztatásához hasonlóan, a nyomatékkimenet stabilabb lesz nagy sebességnél. Erre a konfigurációra kiegyensúlyozott rézként is szokták hivatkozni. A meghajtó kimeneti áramának beállításához szorozza meg a megadott fázisonkénti (vagy pólusonkénti) áramot 1,4-gyel, hogy megkapja a csúcs kimeneti áramot.



5. ábra. Féltekercs (nagysebességű) motor csatlakoztatás

5.2.2 Teljes tekercs konfiguráció

A teljes tekercs konfigurációt hatvezetékes motoroknál abban az esetben kell használni, ha nagyobb nyomatékra van szükség kis sebességen. Erre a konfigurációra hivatkoznak teljes rézként is. Használja a fázisonkénti (vagy egypólusú) áramértéket csúcs kimeneti áramként.



6. ábra: 6-vezetékes teljes tekercsű (nagyobb nyomaték) motor

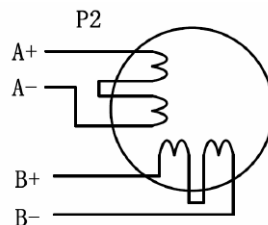
5.3 8-vezetékes motor csatlakoztatása

A 8-vezetékes motorok nagyobb fokú rugalmasságot kínálnak a rendszertervező számára, mert csatlakoztathatók sorosan és párhuzamosan is, számos alkalmazásnak felelve meg ezzel. Ne felejtse el, hogy két tekercs párhuzamos csatlakoztatásakor a tekercs induktivitása feleződik, és a motor sebessége jelentősen megnövekedhet. A soros csatlakoztatás megnövekedett induktivitást eredményez, és a motor csak kis sebességen működik.

5.3.1 Soros csatlakozás

A soros motor csatlakoztatást rendszerint olyan esetben kell alkalmazni, ahol nagyobb nyomatékra van szükség alacsonyabb sebességen. Mivel ez konfiguráció rendelkezik a legnagyobb induktivitással, a teljesítmény csökken nagyobb sebességeknél. A csúcs kimeneti áram meghatározásához használja a fázisonkénti (vagy egypólusú) áramot, vagy szorozza meg a kétpólusú áramot 1,4-gyel.

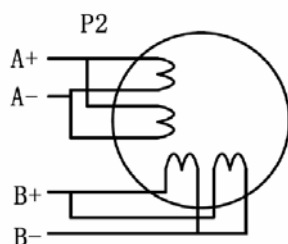
Ne felejtse el, hogy két tekercs párhuzamos csatlakoztatásakor a tekercsek induktivitása felére csökken, és a motor sebessége jelentősen megnőhet. A soros csatlakozás megnövekedett induktivitást eredményez, így a motor csak alacsonyabb sebességeken használható.



7. ábra. 8-vezetékes motor soros csatlakoztatása

5.3.2. Párhuzamos csatlakoztatás

Egy 8-vezetékes motor párhuzamos konfigurációban stabilabb, de kisebb nyomatékot kínál alacsonyabb sebességen. Az alacsonyabb induktivitás miatt magasabb lesz a nyomaték a nagyobb sebességeknél. Szorozza meg a fázisonkénti (vagy egypólus) áramot 1,96-tal, vagy a bipoláris áramot 1,4-gyel a csúcs kimeneti áram meghatározásához.



8. ábra. 8-vezetékes motor párhuzamosan csatlakoztatva

6. Tápegység, meghajtó feszültség és áram kiválasztás

6.1 Tápegység kiválasztás

Fontos megfelelő tápegységet választani, hogy a meghajtó megfelelően működhessen, és optimális teljesítményt nyújtson.

6.1.1 Maximális feszültségbemenet

A meghajtóban lévő teljesítmény MOSFET elemek a +20 V – +50 VDC tartományban üzemelnek, mely tartalmazza a bemeneti ingadozást és a motortekercsek által generált EMF feszültséget is a motortengely lassulása közben. A magasabb feszültség kárt okoz a meghajtóban, ezért ajánlott +24 - +45 VDC elméleti kimeneti feszültséggel rendelkező tápegységet használni, helyet hagyva az ingadozásnak és az EMF feszültségnek.

6.1.2 Szabályozott vagy szabályozatlan tápegység

A meghajtó tápellátásához használhat szabályozott és szabályozatlan tápegységet egyaránt. A szabályozatlan tápegységek előnyt élveznek, mert képesek ellenállni az áramlökéseknek. Ha szabályozott tápegységet használ (mint a legtöbb kapcsoló üzemű tápegység), fontos, hogy nagy áramkimeneti értékkel rendelkezzen a problémák elkerülése érdekében. (Használjon például egy 4 A-es tápegységet a 3 A-es motormeghajtó műveletekhez.) Másrészt pedig, ha szabályozatlan tápegységes használ, kisebb áramértékűt választhat, mint a motor (a motor áramának tipikusan 50 - 70%-a). Az ok az, hogy a meghajtó az áramot a szabályozatlan tápegység kondenzátorából csak a PWM ciklus ON részén vesz fel, az OFF rész során nem. Így a tápegységből felvett áram átlaga lényegesen kisebb a motor áramánál. Például, két 3 A-es motor kiválóan ellátható egy 4 A értékű tápegységgel.

6.1.3 Több meghajtó

A költségek csökkentése érdekében, ha több meghajtót használ, ajánlott egy tápegységet megosztani, feltéve, hogy a tápegység kapacitása elegendően nagy. A zavar elkerülése érdekében **NE** kösse sorba a meghajtók tápegység bemenetét. (Helyette különállóan csatlakoztassa őket a tápegységhez.)

A magasabb tápfeszültség nagyobb motorsebességet biztosít nagyobb zaj és hő mellett. Ha a sebesség igény alacsony, jobb alacsony tápegység feszültséget használni a zaj, hő és megbízhatóság javításához.

SOHA ne csatlakoztassa rossz irányban a bemeneti feszültséget és a földet, mert kárt okoz a meghajtóban.

6.2 Meghajtó feszültség és áram kiválasztás

A meghajtó használható kis- és közepes méretű léptetőmotorokkal (NEMA 17 és 23). A jó eredmények érdekében fontos a tápfeszültség és kimeneti áram megfelelő beállítása. Általános esetben a tápfeszültség határozza meg a motor nagysebességű teljesítményét, míg a kimeneti áram határozza meg a meghajtott motor nyomatékát (különösen kis sebességen).

6.2.1 Tápfeszültség kiválasztása

A magasabb tápfeszültség növelheti a motor nyomatékát nagyobb sebességen, így segíthet elkerülni a kihagyott lépéseket. Mindezek mellett a magasabb feszültség motor remegést okozhat alacsonyabb sebességen, bekapcsolhatja a túlfeszültség védelmet, és kárt okozhat a meghajtóban. Éppen ezért ajánlott pont akkor tápfeszültséget választani, amekkorát az alkalmazás igényel.

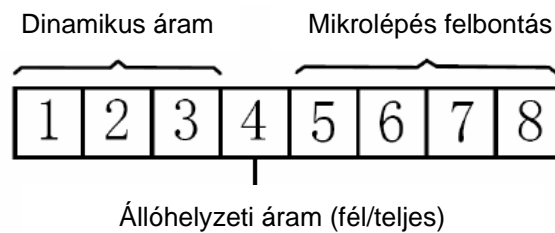
6.2.2 Megfelelő kimeneti áram választása

- a. Egy adott motor esetében a magasabb meghajtó áram hatására a motor nyomatéka nagyobb lesz, de ugyanakkor jobban fog melegedni a motor és a meghajtó. Éppen ezért a kimeneti áramot úgy érdemes beállítani, hogy a motor ne melegedjen túl hosszútávon.
- b. Mivel a motortekercsek párhuzamos és soros csatlakoztatása jelentősen megváltoztatja a végső induktivitást és ellenállást, ezért fontos a meghajtó kimeneti áramát a motor fázis áramától, a motorvezetékektől és a csatlakoztatási módtól függően beállítani.

- c. A gyártó által megadott fázisáram fontos a meghajtó áramának kiválasztásakor. A kiválasztás függ a vezetékek számától, valamint a csatlakoztatás módjától is.

7. Mikrolépés felbontás és meghajtó áram kimenet kiválasztása

A meghajtó egy 8-bites DIP kapcsolót használ a mikrolépés felbontás, valamint a motor működtető áram beállításához, az alábbiak szerint:



7.1 Mikrolépés felbontás kiválasztása

A mikrolépés felbontását az SW 5, 6, 7, 8 állítja be a DIP kapcsolón a következő táblázatnak megfelelően:

Mikrolépés/fordulat (1,8°-os motor esetén)	SW5	SW6	SW7	SW8
400	Off	On	On	On
800	On	Off	On	On
1600	Off	Off	On	On
3200	On	On	Off	On
6400	Off	On	Off	On
12800	On	Off	Off	On
25600	Off	Off	Off	On
1000	On	On	On	Off
2000	Off	On	On	Off

4000	On	Off	On	Off
5000	Off	Off	On	Off
8000	On	On	Off	Off
10000	Off	On	Off	Off
20000	On	Off	Off	Off
25000	Off	Off	Off	Off

7.2 Áram beállítás

A DIP kapcsoló első 3 bitje (SW 1, 2, 3) állítja be a dinamikus áramot. Válasszon olyan beállítást, mely a legközelebb áll a motor szükségleteihez.

7.2.1 DIP beállítás a dinamikus áramhoz

Csúcsáram (A)	RMS (A)	SW1	SW2	SW3
1,00	0,71	On	On	On
1,46	1,04	Off	On	On
1,91	1,36	On	Off	On
2,37	1,69	Off	Off	On
2,84	2,03	On	On	Off
3,31	2,36	Off	On	Off
3,76	2,69	On	Off	Off
4,20	3,00	Off	Off	Off

Megjegyzés: A motor induktivitása miatt a tényleges áram a tekercsben kisebb lehet, mint a dinamikus árambeállítások, különösen nagyobb sebességeknél.

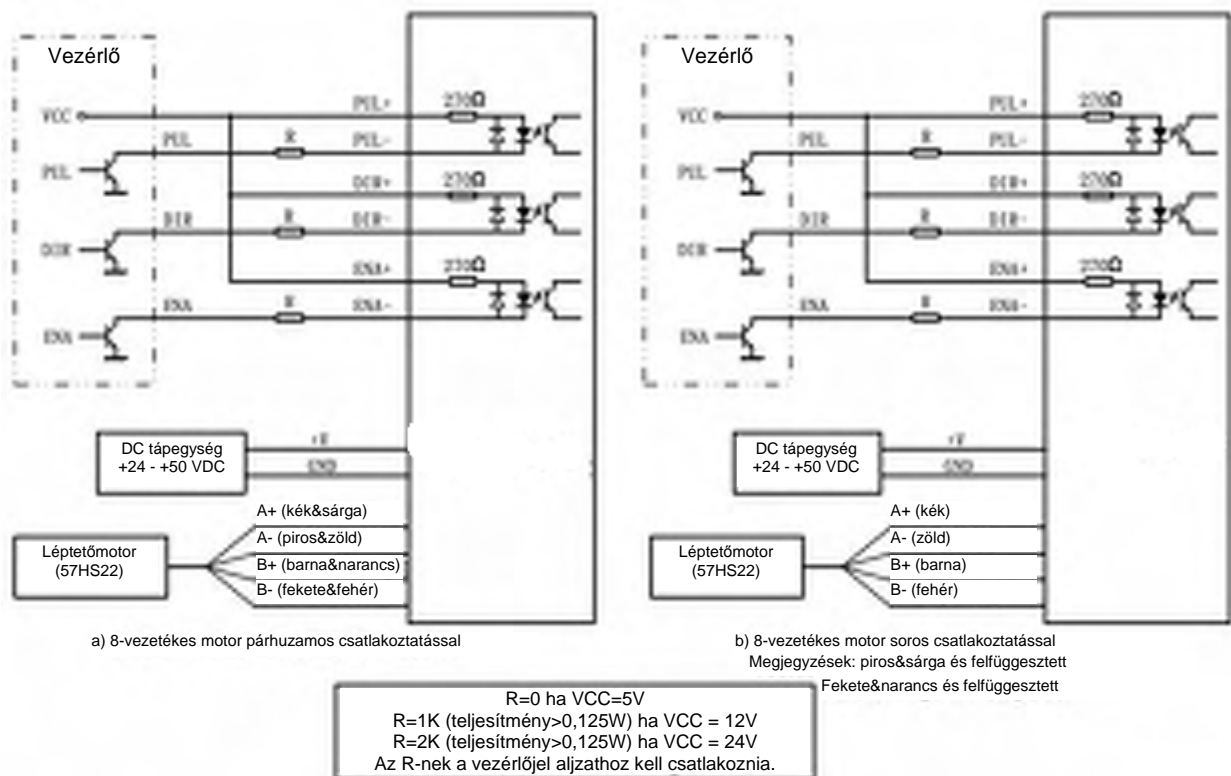
7.2.2 DIP beállítás állóáramhoz

Az SW4 használható erre a célra. Az OFF azt jelenti, hogy az állóáram a fele a dinamikus áramnak, az ON pedig azt jelenti, hogy az állóáram megegyezik a dinamikus árammal.

Az áram automatikusan a dinamikus árambeállítás 60%-ára csökken 0,4 másodperccel az utolsó impulzus után. Elméletileg ez az eredeti érték 36%-ára csökkenti a motor felmelegedését (az $I \times I$ miatt).

8. Tipikus csatlakoztatás

Egy teljes léptető rendszernek tartalmaznia kell egy léptető motort, egy léptető meghajtót, egy tápegységet és egy vezérlőt (impulzus generátort). A 9. ábrán egy tipikus csatlakoztatás látható.



9. ábra. A meghajtó tipikus csatlakoztatása

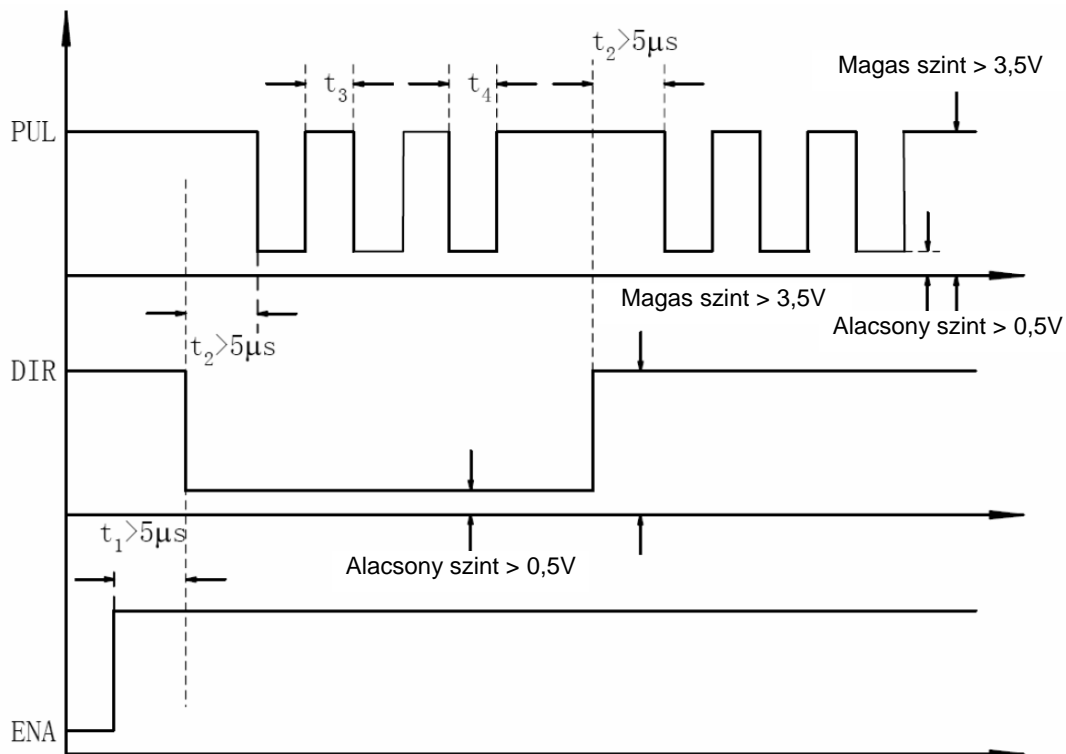
9. Vezetékek csatlakoztatása

- A meghajtó zajjal szembeni ellenállásának növeléséhez ajánlott csavart, árnyékolt érpárt használni.

- Az impulzus/irány jel zajának kiküszöböléséhez ne csavarja össze az impulzus/irány jel vezetékeket és motor vezetékeket. Jobb, ha legalább 10 cm-re szétválasztja őket, máskülönben a motor által létrehozott zavarok könnyedén megzavarhatják az impulzus irány jeleket, motorpozícionálási hibát, rendszer instabilitást és egyéb hibát okozva.
- Ha egy tápegység több meghajtót is kiszolgál, akkor a meghajtók elkülönített csatlakoztatása ajánlott a sorban történő csatlakoztatás helyett.
- Tilos a P2 csatlakozót kihúzni a meghajtó bekapcsolt állapotában, mert nagy áram folyik át a motor tekercsén akkor is, ha a motort megállította. A P2 csatlakozó kihúzása és csatlakoztatása különösen nagy feszültségtűskét (EMF) eredményez, mely valószínűleg kárt okoz a meghajtóban.

10. Vezérlőjel hullámformája és időzítése

A hibás működtetés elkerülése érdekében a PUL, DIR és ENA jeleknek meg kell felelni bizonyos szabályoknak, amiket a következő ábrán láthat:



10. ábra. Vezérlőjelek sorozatábrája

Megjegyzések:

- (2) t_1 : Az ENA meg kell előzze a DIR-t legalább $5\mu s$ -mal, a HIGH logikai érték ekkor érvényes. Általában az ENA+ és az ENA- NC (nincs csatlakoztatva).
- (3) t_2 : A DIR meg kell előzze a PUL felemelkedő szélét $5\mu s$ -mal, hogy biztosítsa a megfelelő irányt.
- (4) t_3 : Az impulzus szélesség nem lehet kisebb $2,5\mu s$ -nál.
- (5) t_4 : Az alacsony jelszint szélessége nem lehet kisebb $2,5\mu s$ -nál.

11. Védelmi funkciók

A megbízhatóság fokozása érdekében a meghajtó számos beépített védelmi funkciót tartalmaz.

11.1 Túlfeszültség és rövidzárási védelem

Ha a tápegység feszültsége meghaladja a +94 VDC értéket, a védelmi áramkör bekapcsol, és az üzemi jelző LED pirosra vált. Ha a tápfeszültség értéke +18 VDC alá csökken, a meghajtó nem működik megfelelően.

11.2 Tekercsföld rövidzár védelem

A védelem akkor kapcsol be, ha rövidzárlat következik be a motortekercs és a föld között.

11.3 Rövidzár védelem

A védelem rövidzárási áram esetén kapcsol be, mely máskülönben kárt okozna a meghajtóban.

Figyelem: Mivel nincs védelem a tápvezetékek felcserélése (+, -) ellen, ezért kulcsfontosságú, hogy ezeket mindig megfelelően csatlakoztassa a meghajtóhoz. Máskülönben a meghajtó azonnal károsodik.