

Prototípus alkatrészek elkészítésére kifejlesztett CNC távvezérlése és távfelügyelete

Molnár Zsolt

Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék
Debreceni Egyetem, Műszaki Kar
Debrecen, Magyarország
zsolt.molnar94@gmail.com

Dr. habil Husi Géza

Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék
Debreceni Egyetem, Műszaki Kar
Debrecen, Magyarország
husigeza@eng.unideb.hu

Absztrakt—A Debreceni Egyetem Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszékének, Épületmechanikai Kutatóközpontja biztosított helyet és eszközöket a saját fejlesztésű CNC gép alkatrészeinek a legyártására és összeszerelésére valamint megfelelő infrastruktúrát a távvezérlési rendszer kialakításához és teszteléséhez.

Projektben egy olyan egyedi kivitelezésű félipari CNC került megépítésre, amelynek alkatrészei könnyen beszerezhetőek, általános marási és vágási feladatokra alkalmas és távvezérelhető valamint felügyelhető.

Kulcsszavak—CNC; távfelügyelet; távvezérlés; Raspberry Pi; Linux; Timotei-Robotics

I. BEVEZETŐ

Az egyre globalizálódó világunkban az információ áramlás és annak közlése egyre nagyobb hangsúlyt kap, aminek alappillérvé az Internet vált. Ennek rohamos fejlődése alapjaiban változtatta meg, nem csak az emberek életét, hanem a gondolkodásuk módszerére is igen komoly hatást gyakorolt.

Világunkban az Internet által nyújtotta lehetőségek korlátlanok, képesek vagyunk nem csak adatok továbbítására az ezredmásodpercek alatt, hanem komplett távvezérlési és távfelügyeleti rendszerek megtervezésére, kivitelezésére és alkalmazására.

Az Internet előretörése egyben az ipar rohamos fejlődését is eredményezi, hiszen a tervező programok jelentős hányada Open-Source[1] minősítéssel érhető el, emiatt pedig bárki részt vehet annak fejlesztésében, tesztelésében. A CAD, CAM programok használatával az iparban a tervtől a késztermékig való eljutásig szükséges idő lényegesen lerövidült.

Az ipari világvállalatok által a megtervezett és működtetett gyártósoraik fenntartása komoly feladat. Egy adott ipari szereplő átlagosan több ipari létesítménnyel rendelkezik, egymástól távol, akár több 100km-re. Az esetleges meghibásodása vagy átprogramozása az adott gyártósori gépeknek rendkívül időigényes.

Az üzembiztos technológiák alkalmazásával kifarrott, az ipar számára is használható távvezérlés és távfelügyeleti rendszereket dolgozhatunk ki.

Egy saját távfelügyeleti rendszer tesztelése céljából a Debreceni Egyetem, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszékének, Épület Mechatronikai Kutatóközpontjának prototípus alkatrészeket készítő laboratóriumában [2] megépítésre került egy félipari CNC, mellyel prototípus alkatrészek elkészítése lehetséges további kutatások-fejlesztések céljából [3]. Az Intelligens Épületben kialakított nagy sebességű internethálózat biztosította a CNC távvezérlésének teszteléséhez szükséges infrastruktúrát [4].

Az alábbi taglalásban kerülnek bemutatásra a félipari CNC tervezése, kivitelezése és távvezérlése: II. Tervezési szempontok. III. A CNC felépítése. IV. Áramkörü elemek. V. Távvezérlés és távfelügyelet. VI. Összegzés. VII. Köszönet nyilvánítás és Referenciák.

II. TERVEZÉSI SZEMPONTOK

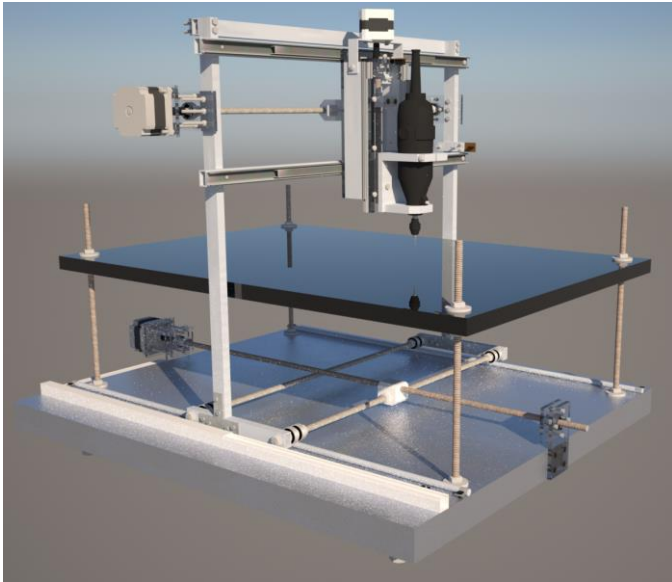
A CAD, CAM programok alkalmazása általános kisebb projektek terén is, így a hobbi kategóriájú munkákhoz is alkalmazzák. A munkafolyamat lerövidülése abban áll, hogy az elkészített 3D digitális tervekből közvetlenül lehet a megmunkáló gépek számára értelmezhető kódot, programot generálni.

Ennek a technológiának kisebb munkákhoz, projektekhez való alkalmazásakor legnagyobb hátránya, hogy a CNC maró beszerzése költséges és a legtöbb esetben nem éri meg, mivel az előállított eszköz nem kerül sorozatgyártásra. Ennek a problémának a kiküszöbölésére egy olyan CNC maró megtervezése és megépítése lett kitzúve célul, amely pontossága elegendő a kisebb projektek kivitelezéséhez azonban az alkatrészei könnyen elérhetőek mindenki számára.

A hagyományos marási funkció mellett egy univerzális gép megalkotása is fő szempont, ezért a megmunkáló szerszám egyszerű cseréje is fontos. Így a CNC-t lézervágóként, 3 dimenziós nyomtató[5] és habvágóként is funkcionálhat.

A tervezés egyik legfontosabb része a 3D modell készítése volt, melyhez az ingyenesen is használható Google által kifejlesztett SketchUp[6] program került felhasználásra. A 3D modell tervezésnek egyik előnye, hogy így még virtuálisan megvizsgálhatjuk az elkészült szerkezetet. Ez magába foglalja,

hogy a kiválasztott alkatrészek az adott összeállításban megfelelően illeszkednek-e, továbbá szimulációk által ellenőrizhető, hogy mozgás közben a különböző alkatrészek között jön-e létre ütközés. Az összeállítása a modellnek a SketchUp program segítségével készült.



1. ábra: SketchUp programban összeállított 3D modell
Forrás: saját tartalom

Azonban ez nem rendelkezik fizikai motorral, így a szimulációkat aBlender[7], Open-Source minősítésű modellező és szimuláló szoftverrel kerültek elvégzésre. Ennek előnye, hogy rendelkezik ODE (Open Dynamics Engine-el)[8], ami szimulációk elvégzésére megfelelően bizonyult. A legtöbb modellező és renderelő szoftvert fejlesztők az ODE-t építi be a programjukba fizikai motorként, mivel az ez által létrehozható mozgások száma gyakorlatilag végtelennek tekinthető.

A CNC mozgásának szimulációja során az X, Y és Z tengelyek képezték a vizsgálat tárgyát.

Ezen tesztek lefuttatása után pontosabb képet kaphatunk a megépítendő rendszer működéséről és az esetlegesen fellépő hibákról.

III. A CNC FELÉPÍTÉSE

A CNC gép szánrendszereinek elemei a Descartes-féle derékszögű koordináta rendszer tengelyeivel párhuzamosan mozognak, így a meghajtását legkevesebb három motor végzi. A meghajtás több féle képen történhet: közvetlenül, lineáris motorok[9] által vagy közvetett módon.

A szimulációkat figyelembe véve a választás az orsós hajtásra esett, mivel nagy pontosságot tesz lehetővé, ugyanakkor kisebb forgatónyomatékú motor esetén is biztosítani lehet a marófej számára a szükséges előtolási erőt, megfelelően választva meg az orsó menetemelkedését.

A felsorolt szempontok szerint, az elérhető alkatrészek paramétereit alapján a CNC marónak a következő fő paramétereit lettek meghatározva:

Munkaterület:

- X tengely: 440 mm
- Y tengely: 390 mm
- Z tengely: 100 mm

A CNC munkaasztalának mérete rögzítő pontokat beleértve:

- Hosszúság: 690 mm
- Szélesség: 480 mm

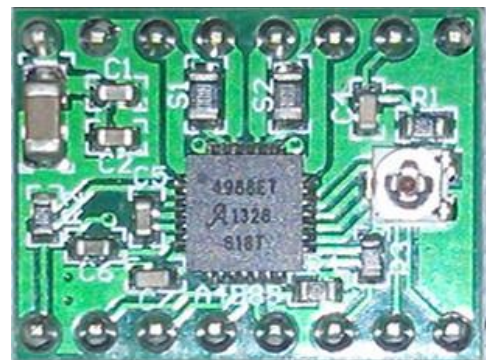
A CNC által elfoglalt tér (motorvezérlő és tápegység nélkül):

- Hosszúság: 820 mm
- Szélesség: 670 mm
- Magasság: 640 mm

Pontosság tekintetében célnak a 0,01mm-es lépésenkénti felbontás lett kitűzve, ami elegendő a legtöbb megmunkálási feladathoz.

A menetorsók meghajtására hibrid léptetőmotorok kerültek beépítésre, ez lehetővé teszi a bipoláris és unipoláris bekötést is. Az elkészült CNC esetén a motorok bipolárisan vannak bekötve, mivel a vezérléséhez szükséges elektronika és logika egyetlen tokba, az A4988 nevű vezérlő integrált áramkörbe (továbbiakban IC) van integrálva.

Ez lényegesen leegyszerűsíti elektronikai téren a gépet, mivel az IC panelra szerelve, Pololu A4988 néven lehet hozzájutni, ami tartalmazza az áramméréshez szükséges ellenállásokat, zavarcsökkentő kondenzátorokat. Továbbá a motor tekercsein átfolyó áramot beállító potenciométert és egyéb, a működéséhez szükséges alkatrészeket. A hordozó áramkör úgy van kialakítva, hogy az IC-n átfolyó áramokból adódó hő is képes legyen eldisszipálni.



2. ábra: Pololu A4988 motorvezérlő
Forrás: saját tartalom

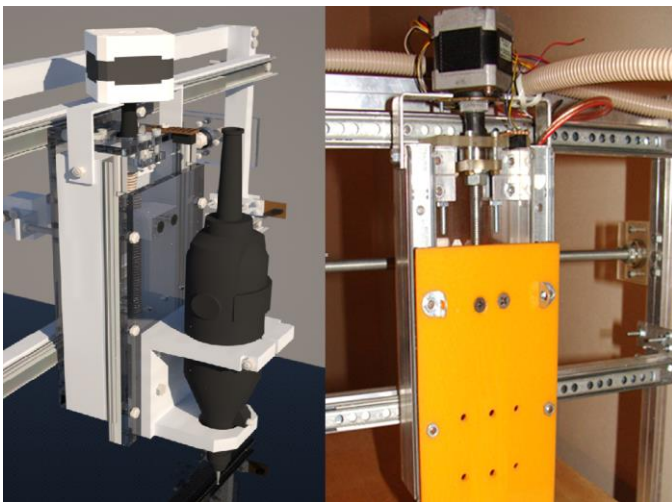
Az áramkör egyik legnagyobb előnye az úgynevezett microstep lépésosztás funkció, amellyel a léptetőmotorok egészlépés szögeit bonthatjuk tovább. A microstep-nél

megkülönböztetünk 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 lépésszögeket az áramkör beállításaitól függően.

A Pololu áramkör a következő paraméterekkel rendelkezik:

- 2 A maximálisan beállítható áram tekercsenként
- 1 A maximális áram hűtőborda nélkül
- 8 – 35 V között változhat a motorok tápfeszültsége
- 3,3 – 5 V vezérlőlogika tápfeszültség
- Rövidzárlat és túlmelegedés védelemmel[10]

Meghajtó motorok terén az X és Y tengely meghajtásához két NEMA23 és a Z tengely esetén egy NEMA17 rögzítésű motor került felhasználásra. Léptetőmotorokból ezek a legelterjedtebb rögzítési típusok, valamint ilyen rögzítésekkel különböző paraméterekkel rendelkező motorokhoz is könnyen hozzá lehet jutni, így a gép összeállítása során a kitűzött feladathoz lett méretezve a menetorsók hajtását.

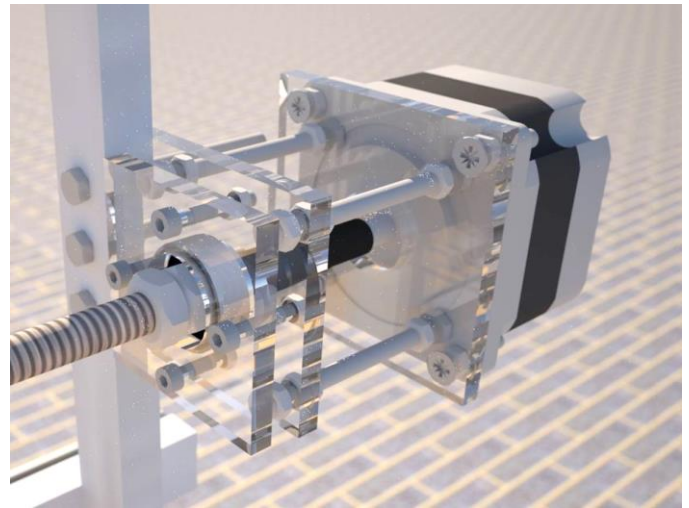


3. ábra: NEMA17 léptetőmotor
Forrás: saját tartalom

A NEMA17 léptetőmotor paraméterei:

- Típusa: bipoláris hibrid léptetőmotor
- Méretei: 42,3 x 42,3 x 47 mm
- Tengelyátmérő: 5 mm
- Maximális áram fázisonként: 1,2 A
- Feszültség: 5 V
- Nyomaték: 2,6 kgcm
- Tömeg: 225 g[11]

A NEMA23 léptető motor félépári alkalmazásoknál elterjedtebb, hobbi körben elsősorban a fentebb említett NEMA17 motort választják méretei és kedvező ára folytán. Ezen léptetőmotor jellemzően nagy nyomaték kifejtésére képes.



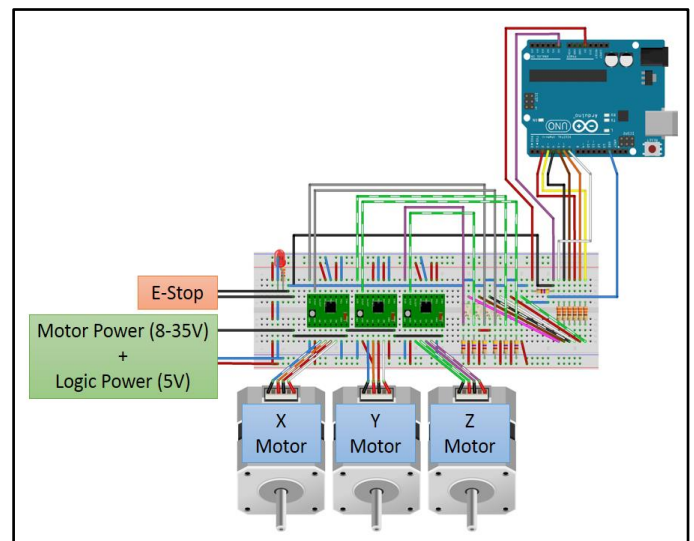
4. ábra: NEMA23 léptetőmotor
Forrás: saját tartalom

A NEMA23 léptetőmotor paraméterei:

- Típusa: bipoláris hibrid léptetőmotor
- Méretei: 57 x 57 x 53mm
- Tengelyátmérő: 6,35mm
- Maximális áram fázisonként: 2 A
- Feszültség: 2,8 V
- Nyomaték: 4,2 kgcm
- Tömeg: 320 g [12]

IV. ÁRAMKÖRI ELEMEK

Az áramkör tesztelése céljából próbapanelre került megépítésre, ugyanis a felhasznált modulok lábtávolsága a próbapanel lyukhálójának távolságával kompatibilis, ezzel is lehetővé téve a gyors prototípusépítést és fejlesztési idő lerövidítését.



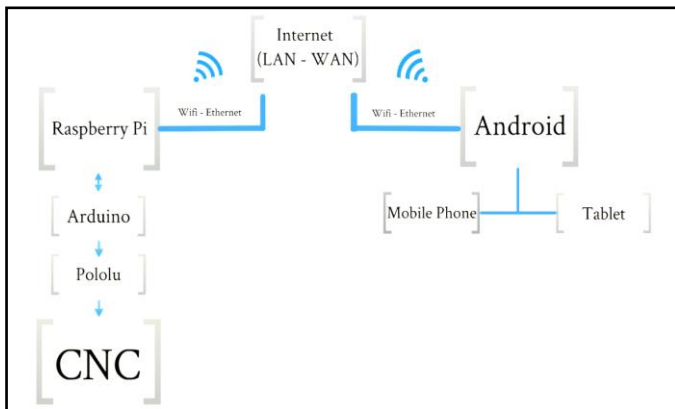
5. ábra: Relé panelek - nyomtatott áramkör
Forrás: saját tartalom

További előnye, hogy lényeges módosításokat lehet elvégezni az áramkörön különleges szerszámok megléte nélkül. A fő része az áramkörnek az Arduino UNO panel, amelyik a Raspberry Pi[13] és a Pololu A4988 összekapcsolását végzi valamint a léptetőmotor vezérlő modulok és a galvanikus leválasztást végző 6 optocsatoló.

Az áramkörhöz továbbá bekötésre került egy vészleállító gomb(E-Stop) is, sérülések és károsodások elkerülése végett és más biztonságtechnikai szempontokat figyelembe véve.

V. TÁVVEZÉRLÉS ÉS TÁVFELÜGYELET

Az elkészült féliári CNC távvezérlése és távfelügyelete igen komoly kihívást jelentett, mivel a projektben olyan eszközök kerültek felhasználásra, amelyek ilyen területen ebben az összeállításban nem voltak alkalmazva. Konceptiót az alábbi ábra hivatott szemléltetni:



5. ábra: Távvezérlés koncepció
Forrás: saját tartalom

A CNC távvezérlése és távfelügyelete a VNC szerverkliens programkombinációval lett megvalósítva.

A VNC, eredeti nevén Virtual Network Computing [14], egy platformfüggetlen, távoli vezérlést és felügyeletet biztosító program. Jellemzően rendkívül kevés erőforrást igényel, így nem csak asztali számítógépeken és laptopokon, hanem Android alapú tableteken, mobiltelefonokon is futtatható. Az egyik legfontosabb követelmény a program használata szempontjából, hogy az irányított és az irányítandó gépek között helyi hálózati kapcsolatnak kell kiépítve lennie vagy internet eléréssel kell hogy rendelkezzenek az eszközök. A VNC program ebben az esetben az Allview P4 Duo középkategóriásnak tekinthető okostelefonra került feltelepítésre.

A Féliári CNC gépet vezérlő Raspberry Pi számítógépre a Raspbian [15] Linux Distribúció lett feltelepítve LXDE asztali környezettel, amire a VNC és a Grbl[16] G-kód interpreter lett telepítve Terminal-on keresztül. A Grbl egy program, amely a megmunkálás menetét leíró G kódot küldi ki az Arduino számára. A VNC által a vezérléshez felhasznált Androidos eszköz segítségével hozzáférést nyerünk a CNC gépet vezérlő számítógép kezelőfelületéhez és ezzel együtt a Grbl vezérlőprogram felületéhez is, amely segítségével előre

meghatározott lépéshosszakon lehet mozgatni a CNC tengelyeit.

A távfelügyelet a program kezelőfelületének, a vezérlő számítógép állapotát, a CNC tengelyeinek állását és G-kód futtatása esetén a tervezett és végrehajtott útvonalról küld visszajelzést a felhasználó számára.

Az ismertetett eszközökből, az Android rendszert futtató eszköz kivételével, az Épületmechanikai Kutatóközpont épületében lett elhelyezve, valamint az adott laborban található IP kamerákon keresztül távolról felügyelhetővé vált.

VI. ÖSSZEGZÉS

A prototípus alkatrészek elkészítésére kifejlesztett CNC távvezérlése és távfelügyelete megvalósításra került.

Pontosság szempontjából az a következtetés került levonásra, hogy míg a személyi számítógépről közvetlenül vezérelve a billentyűzet parancsaira valós időben reagált, addig távvezérlés esetén 0,3 és 0,8másodperc közötti késés jelentkezett. Azonban ez az üzemszerű működést nem befolyásolta.

Következtetésképp el lehet mondani, hogy a távvezérlés és távfelügyelet az Épületmechanikai Kutatóközpontban megbízhatóan és biztonságosan működik.

A mobil eszköz biztosítja a távirányítást végző ember számára a mobilitást a készülék felügyelete és programozása mellett.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A fejlesztési és a kutatási forrásokat a Debreceni Egyetem Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszéke bocsátotta rendelkezésünkre.

HIVATKOZÁSOK

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Open_source
2015.06.14. 12:35
- [2] <http://eem.eng.unideb.hu/index.php/department/laboratories>
2015.04.14. 07:21
- [3] G. Husi, P. T. Szemes, E. Dávid, T. I. Erdei, Building Mechatronics Research Centre as energy aware Intelligent Space - Industrial Electronics Society, IECON 2013 - 39th Annual Conference of the IEEE; 01/2013
- [4] G. Husi, P. T. Szemes, E. Dávid, T. I. Erdei, G. Pető, Reconfigurable Simulation and Research Toolset for Building Mechatronics. Proceedings of CERiS'13 - Workshop on Cognitive and Eto-Robotics in iSpace. Budapest, 2013. július. ISBN 978- 963-313-086-5
- [5] <http://www.cnccookbook.com/CCDIYCNCMachineTypes.htm>
2015.07.08. 18:54
- [6] <http://www.sketchup.com/download?sketchup=pro>
2015.08.12. 23:33
- [7] <http://www.blender.org/>
2015.08.26. 19:45
- [8] <http://www.ode.org/>
2015.08.27. 17:13
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Linear_motor
2015.09.03. 20:22

- [10] <http://www.pololu.com/product/1182>
2015.09.03. 09:38
- [11] <http://www.robotshop.com/en/replicator-2-2x-nema-17-hybrid-stepper-motor.html>
2015.09.03. 20:47
- [12] <http://www.mpja.com/Stepper-Motor-NEMA-23-28V/productinfo/18686%20MS/>
2015.09.03. 14:49
- [13] E. Upton, G. Halfacree, Raspberry Pi User Guide - <http://www.cs.unca.edu/~bruce/Fall14/360/RPiUsersGuide.pdf>
2015.05.18 13:22
- [14] http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Network_Computing
2015.10.03. 01:05
- [15] <http://www.raspberrypi.org/downloads/>
2015.10.09. 18:55
- [16] <http://zapmaker.org/raspberry-pi/running-grbl-controller-on-raspberry-pi/>
2015.10.15. 21:18