FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

AZ IPARI LÉPTETŐ-SZERVO MOTOROK ÚJSZERŰ FELHASZNÁLÁSA

NEW APPLICATION OF INDUSTRIAL STEPPER-SERVO MOTORS

TÓTH Xénia Erzsébet ⁽¹⁾, TÓTH János ⁽²⁾

(1) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, 4028 Magyarország, Debrecen, Ótemető utca 2-4; Telefon: +36 (52) 415-155/77742, tothxeniaerzs@gmail.com

(2) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 4028 Debrecen Ótemető utca 2-4, Telefon: +36 (52) 415-155/77742, tothjanos@eng.unideb.hu

Abstract

The aim of this paper is to connect music with mechatronics by using standard industrial devices. This article shows the alternative opportunities of using motors. With the special configuration of motor controllers and the appropriate set of the Programmable Logic Controller (PLC) program, the user can control motors with the help of an industrial Human Machine Interface (HMI), to compose music. Synchronizing of the two different motors allows to make the working procession delayed in time. The performed operations can be taught to the system, they can be replayed, furthermore, it is possible to play tunes that are stored in advance.

Keywords: stepper servo motor, PLC, HMI, programming

Összefoglalás

A célunk az volt, hogy az ipari eszközök segítségével összekapcsoljuk a mechatronikában rejlő lehetőségeket a zenével. Ezzel a cikkel be kívánjuk mutatni a motorok alkalmazásában rejlő alternatív megoldásokat. A motorvezérlők speciális konfigurálásával, valamint a Programozható Logikai Vezérlő (PLC) program megfelelő beállításával a felhasználó egy ipari kijelzővel (HMI) irányíthatja a motorokat a zene megkomponálása céljából. Elvégeztük a két különböző típusú motor szinkronizációját, így megoldva azt, hogy egymáshoz képest időben késleltetve hajtsák végre a munkafolyamatot. A végrehajtott műveletek betaníthatók a, majd azok később visszajátszhatók, valamint a programban előre tárolt dallamok lejátszására is lehetőség van.

Kulcsszavak: léptető szervó motor, PLC, HMI, programozás

1. Bevezetés

A kitűzött feladat megvalósításához az 1. ábrán látható eszközöket használtuk fel. A megfelelő hangok kiválasztására a szintetizátorbillentyű, valamint a HMI megjelenítő felületén a billentyűkhöz hasonló kinézetű és elrendezésű nyomógombok szolgálnak. Ez az egység biztosítja a felhasználó és a rendszer közötti kommunikációt, a parancsok bevitelét, továbbítását és az információk kijelzését teszi lehetővé. Az operátor panelből az adatok az eszközök vezérlését végző PLC-be futnak be, amely a megírt program alapján végzi az adatfeldolgozást és átvitelt a motorok vezérlőegységei felé. A zenét a motorok, illetve az irányításukat végző vezérlők szolgáltatják, amelyek a PLC kimenetével irányíthatóak.

2. A felhasznált eszközök, és egymással való kapcsolatuk

1. ábra. A felhasznált eszközök

2.1. Motorvezérlők beállításai

A FESTO EMMS-ST-57-S-SE-G2 típusú léptetőmotor és a FESTO EMMS-AS-55-S-TM típusú szervo motor megfelelő használatához szükséges a vezérlők konfigurálása a FESTO Configuration Tool programmal [1,2]. Nyolc különböző profil jellemzői (sebesség, felfutási és lefutási idő-gyorsulás) tárolhatóak egy-egy vezérlő egységben, így a motorok szabad forgását biztosítva, a megfelelő fordulatszámok kiválasztásával ezek később zenei hangokként definiálhatóak. A motor forgásakor keletkező hanghullámok átadódnak a levegő részecskéinek, így az egyre magasabb fordulatszámok használatakor a keletkező nagyobb frekvenciájú hangokat is magasabbnak halljuk. A hangolási folyamatnál kitüntetett szerepű az A referenciahang (440 Hz), ami a C-dúr hangskála 6. eleme, az ún. kamarahang. Ehhez hangoltuk be először a korlátozottabb fordulatszám-tartományú léptető motort egy KORG TM-50 típusú hangoló segítségével beállítottuk a referenciahang frekvenciájához tartozó fordulatszám értéket. A zenei hangok 12 félhangból álló oktávba rendezhetőek, amit a kiegyenlített temperálás alkalmazásakor 12 egymástól pontosan egyenlő, $\sqrt[12]{2}$ távolságra lévő hangra osztjuk fel [3]. Az A hang megkapott fordulatszámából ezen arányszámot felhasználva könnyedén kiszámítható 2. ábrán is látható egyes hangokhoz tartozó fordulatszám. Mivel a program 8 profil tárolását teszi lehetővé, a félhangok használatától eltekintve, a skála egy oktávot ölel fel a C hangtól a C'-ig.

Projects stepper motor *								
Position List		Position Profiles						
No.	Vel. [rpm]	Accel. [rpm/s]	Decel. [rpm/s]	Smooth [%]	Time [ms]	Start D. [ms]	Fin.Vel. [rpm]	Startcond.
0	635.00	50000.0	50000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
1	702.00	50000.0	50000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
2	794.00	50000.0	50000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
3	841.00	50000.0	50000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
4	944.00	20000.0	20000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
5	1060.00	20000.0	20000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
6	1199.00	20000.0	20000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
7	1270.00	20000.0	20000.0	0	0	0	0.00	Interrupt

2. ábra. A profilok beállítása a léptetőmotor esetében

A PLC-vel történő vezérléshez meg kell állapítani a vezérlő egységek lábkiosztását, hogy kiadhassuk a megfelelő jeleket az engedélyező bemeneteknek. A folyamat során a különböző hangokhoz tartozó meghívni kívánt pozíciók sorszáma a négy „Position set” bitek bináris kódjaként továbbítódik a motorvezérlők felé. A ”0001” jelöli az első pozíciót, amihez a C hang fordulatszámának megfelelő profil van rendelve, majd a skálának megfelelően a 8. pozíciót a C’-t az ”1000” jelöli.

2.1. A PLC és a HMI kapcsolata

Az irányítás központi egysége egy moduláris felépítésű FESTO CPX típusú PLC (Programozható Logikai Vezérlő), programozói környezete a Festo Software Tools, amelyben a sorrendi folyamatokat leíró 3. ábrán látható STL programnyelvet használtuk.

```

""BILLENTYU VÁLTOZÁSÁRA TOVÁBLÉP, IDŐ MENTÉSE""
IF      I2.1      'TANUL
  AND    ( F0.15   'TRIG_START
  OR      F0.12   'TRIG_NINCS )
THEN    CFM 10    " Write operand indexed
      WITH      V4      " Operand 1=Flagword, 2=Input, 3=Output, 4=Register, 5=Timerpreselct
      WITH      R123    " Index of operand
      WITH      CW123   " New value
      SET      F0.09    'ENGEDÉLYEZŐ TANUL
      INC      R123     'IDŐ_MENT_INDEX
      LOAD     V0
      TO       CW123    'IDŐ

```

3. ábra. Programrészlet a betanításról

A felhasználóval való kapcsolatteremtést egy Festo FED-500-as típusú HMI-vel (Human-Machine Interface) valósítottuk meg, ami nyomásra érzékeny (rezisztív) érintő képernyővel rendelkezik. A kijelző a PC-vel és a PLC-vel való kommunikációt soros porton keresztül hozza létre.

A PLC digitális bemeneteket kezelő két moduljába az átalakított szintetizátor billentyűiről, illetve a HMI-ből érkező 8-8 impulzus. A PLC digitális kimeneteit kezelő moduljaiból továbbítódnak a szükséges bemeneti információk a motorok vezérlői felé, mindez egy átalakított 25 lábból álló párhuzamos kábelon keresztül. A HMI programozása során használt változók a PLC programon belül flag-ként vannak definiálva. A program szerkezetét tekintve egy főprogram kezeli a többi alprogramot, azokat szükség szerint aktívra téve, illetve folyamatosan figyelve a futás közbeni fontos állapotokat. Új változó (hang) értékének megadása után, a start impulzus ismételt kiadása válik szükségessé.

3. A megvalósított feladatok

A könnyebb kezelhetőség érdekében létrehoztunk a 4. ábrán látható menürendszert, melyben a gombokra kattintva további almenükbe léphetünk, majd onnan a Back segítségével visszatérve újra választhatunk a funkciók közül. A gombok színe megegyezik a hozzájuk tartozó képernyők háttérszínével, ezzel is segítve a felhasználót az eligazodásban.

A Music composer-ből elérhető felületen (bal fent), zenét tudunk lejátszani, illetve azt rögzíteni. A Record felirat alatt található körrel indíthatjuk el magát a tanulási folyamatot, ekkor a visszajelző indikátor lámpa piros színűre vált. A másik LED a felvétel memóriájának megteltekor világít pirosan. A mentési folyamat tetszőlegesen megszakíthat, illetve újbóli indítással a régi adatsor törlődik. A program 122 állapotot tud tárolni regisztereiben a tanulási funkció bekapcsolása során. A Delay time funkcióval az egyik motort időben később tudjuk megszólaltatni a másikhoz képest, a csúszkán beállítottnak megfelelő időbeli értékkel, ezzel egyfajta zenei kánont hozva létre. Az elvégzett sorrendi műveleteket (vagyis magát a dallamot) a PLC regisztereibe menti el, majd pedig onnan is hívja elő a lejátszás során.

4. ábra. A létrehozott menürendszer az almenük feltüntetésével

A Music replay screen (jobb fent) megfelelő piktogramjai kiválasztásával visszajátszhatjuk a korábban megtanított dallamot, amely során az aktuálisan megszólaltatott hanghoz tartozó billentyű szürkévé vált. A Waveform chart menüpontból (bal lent) a két motor fordulatszámának értéke, azoknak időbeni változása, továbbá egymáshoz való viszonyuk olvasható le a HMI képernyőjén megjelenő grafikonokról. Látható, hogy a szervó motor (fent) magasabb fordulatszám tartományon dolgozik, míg a léptetőmotor létrejövő legnagyobb fordulatszáma sem közelíti meg azt. A grafikon horizontális tengelye 30 másodperc megfigyelését teszi lehetővé. A Demo módban (jobb lent) kettő előre leprogramozott dallam közül választhatunk, valamint figyelemmel kísérhetők a HMI virtuális billentyűin. A Restart felirattal hiba esetén újraindíthatjuk a rendszert, míg a Help a menüpontok nyújtotta lehetőségekről számol be a felhasználónak, a könnyebb tájékozódás érdekében.

4. Összefoglaló

Célunk egy olyan rendszer megvalósítása volt, melynek eszközei, részegységei az iparban is hasznosíthatóak. Ide tartozik például az létrehozott program tanuló üzemmódja, így képes az eszköz egy sorrendi folyamatot eltárolni a saját memóriájába, valamint időben késleltetett indítással egy munkafolyamat megismétlésére. Különleges példa az ipari motorok ilyen célú alkalmazására a NASA. Curiosity nevű marsjárója hangszórók híján a minták mozgatásához használt motorjaival játszotta le a Marson a happy birthday dalt [4]. A folyamat kivitelezése során fontos szempont volt, hogy mindezt az alkalmazási módot saját elképzelés alapján, illetve az eszközöket nem feltétlenül a megszokott rendeltetésük szerint használjuk fel, ami ezen az elérhetőségen meg is tekinthető: http://youtu.be/nJF_TWERk6E [5].

Irodalom

- [1] http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/212956/13_1-18%20-%20Stepper%20motors%20EMMS-ST_ENUS.PDF
- [2] http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/10272/CMMS-AS_ENUS.pdf ;
- [3] <http://mernokbazis.hu/cikkek/g%C3%A9pi-zongorahangol%C3%A1s>
- [4] http://index.hu/tudomany/2013/08/06/boldog_szuletesnapot_kivant_maganak_a_curiosity/
- [5] http://youtu.be/nJF_TWERk6E