

# Fúvós hangszer irányítása PROFINET ipari protokollon keresztül

## Controlling a wind instrument with the help of PROFINET industrial protocol

T.I. LIPTAI<sup>1</sup>, J. TÓTH<sup>2</sup>, G. HUSI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem, [tibor.liptai@gmail.com](mailto:tibor.liptai@gmail.com)

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem, [tothjanos@eng.unideb.hu](mailto:tothjanos@eng.unideb.hu)

<sup>3</sup>Debreceni Egyetem, [husigeza@eng.unideb.hu](mailto:husigeza@eng.unideb.hu)

*Absztrakt: Napjainkban az ipari kommunikációs rendszerek nagy fejlődési potenciállal rendelkező terület a fejlett vezérlési és irányítási rendszerek kapcsán. Szükséges a vezérlési feladatokra nem csak lokális szinten tekinteni, hanem átfogóan, több részegység irányításaként. A részegységek kommunikációjának megvalósítására többféle ipari protokoll lett kifejlesztve.*

*Abstract: Nowadays, the industrial communication networks are the one of the most important research area in advance control systems. It is necessary to think about controlling tasks at system level instead of local solutions. There are different types of protocols developed for communication between industrial controlling devices.*

## Bevezetés

A dolgozatomban egy fúvós hangszer megszólaltatását kívánom megvalósítani ipari eszközök segítségével, ahol a beavatkozást elektropneumatikus eszközök hajtják végre, míg az irányítási, vezérlési és távfelügyeleti feladatokat Phoenix Contact PLC-k látják el. A PLC-k egymás közötti kommunikációja az egyik modern ipari protokoll, a PROFINET-en keresztül fog megtörténni.

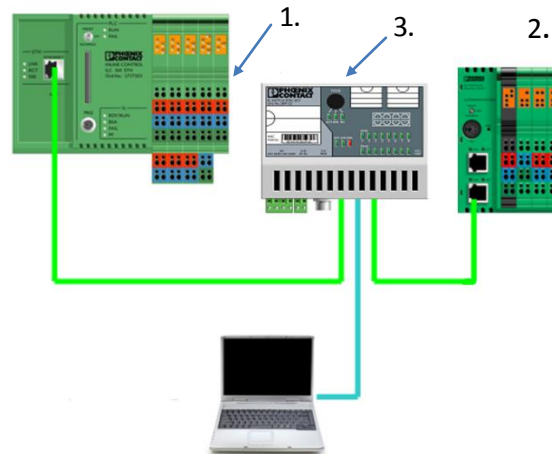


1. ábra: Elektropneumatikus furulya

A projekt fő célkitűzése, hogy több, térben egymástól különböző helyen elhelyezkedő ipari irányítóeszköz között megvalósítsam a kommunikációt, valamint bemutassam ezek működését.

## 1. A furulya irányítása

A furulyát irányító és megszólaltató elektropneumatikus rendszer vezérlését Phoenix Contact eszközökkel valósítottam meg. Annak érdekében, hogy több, különböző eszköz közötti kommunikációt megvalósítsam és bemutassam, nemcsak az elektropneumatikus rész lett két részre választva, hanem a teljes, furulyát működtető vezérlő rendszer is.



2. ábra: PROFINET hálózat felépítése [1]

A rendszer fő vezérlő egysége az ILC 350 PN típusú, Phoenix Contact által gyártott PLC (1). A furulya vezérléséhez, irányításához és távfelügyeletéhez szükséges programkód ezen az eszközön fut, illetve hajtódik végre, és ez innen irányítja a többi, hálózathoz csatolt eszközt is. Az eszköz közvetlenül vezérli a furulya lyukainak lefogását végző pneumatikus munkahengereket.

Az IL PN BK PROFINET eszköz (2) térben az ILC 350 PN vezérlőtől távol helyezkedik el. A vezérlő feladata a furulyatestbe jutó levegő előkészítése. Az eszköz szabályozza a levegő nyomását, és az analóg nyomásszabályozó szelep segítségével befolyásolja a levegőmennyiség mozgását a furulyáig vezető úton.

Az irányítást végző eszközök között a PROFINET nyílt ipari, Ethernet hálózaton alapuló kommunikációs szabvány teremt kapcsolatot. Működési sebessége eléri a 100 Mbit/s-t, amelyet csavart érpár vagy optikai kábel segítségével valósít meg. A kommunikáció képes együttműködni már meglévő terepi buszrendszerekkel is, például a Phoenix Contact által is alkalmazott INTERBUS terepi kommunikációval. A PROFINET kommunikáció két nagy csoportra bontható, valós idejű kommunikációra, illetve olyan alkalmazásokra, ahol nem szükséges a valós idejű támogatás.

A valós idejű alkalmazásokat olyan helyeken használják, ahol fontos a megbízható, minél rövidebb válaszidő betartása. Az igények itt is különbözőfélék lehetnek. A gyártásban résztvevő eszközök körülbelül 10ms válaszidőt igényelnek, ezzel szemben a robotmozgások vezérlése (Motion control)

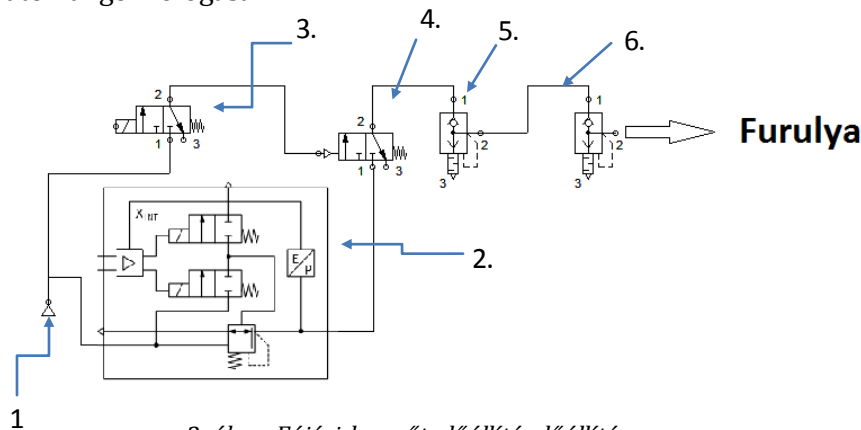
már 1 ms válaszidőt igényelnek. A PROFINET ipari kommunikációs szabvány képes kiszolgálni ezeket az igényeket, a Real-Time csatornán.

A robotok szervó vezérléséhez fejlesztett PROFINET Isochronous Real-Time szabványt úgy hozták létre, hogy megfeleljen az IEEE 1588 szabványnak, amely az Mérés és irányítási rendszerek precíz idő szinkronizálását írja le. Az IRT (izokrón valós idejű rendszer) a nemzetközi szabványnál is jobb teljesítményt biztosít, tehát túlmutat a szabvány követelményeim [2] [3].

## 2. Az elektropneumatikus kapcsolás

A furulya működtetését végrehajtó rendszer elektropneumatikus elemekből lett felépítve. Ahhoz, hogy az ipari kommunikáció előnyeit minél jobban be tudjam mutatni, a furulya működéséért felelős részeket elkülönítettem, és térben egymástól távol helyeztem el. A működés két nagy csoportra lett osztva:

- Fújási levegő előkészítése
- Furulyán található hangok lefogása



3. ábra: Fújási levegőt előállító előállító elektropneumatikus kapcsolás

A fújási levegő előállító elektropneumatikus részegység felépítése:

- Pneumatikus tápegység (3. ábra, 1.)
- Arányos, elektropneumatikus Festo VPPE-3-1/8-6-10 típusú nyomásszabályozó szelep, (3. ábra, 2.)
- Festo elektromos vezérlésű, 3/2-es, monostabil, rugó-visszatérítéses, pneumatikus útváltó szelep (3. ábra, 3.)
- Festo pneumatikus vezérlésű, 3/2-es, monostabil, rugó-visszatérítéses, pneumatikus útváltó szelep (12. ábra, 3.)
- Festo gyorsleürítő szelep (3. ábra, 5-6.)

A pneumatikus tápegységből a levegő közvetlenül az elektropneumatikus, arányos nyomásszabályozó szelepbe érkezik. Ezen szelep feladata, hogy a beérkező levegő nyomását megváltoztassa annak a függvényében, hogy éppen melyik hangot kívánjuk működtetni a furulyán. A szelep elektromos vezérlésű, analóg jelekkel lehet befolyásolni a kimeneti nyomásértéket.

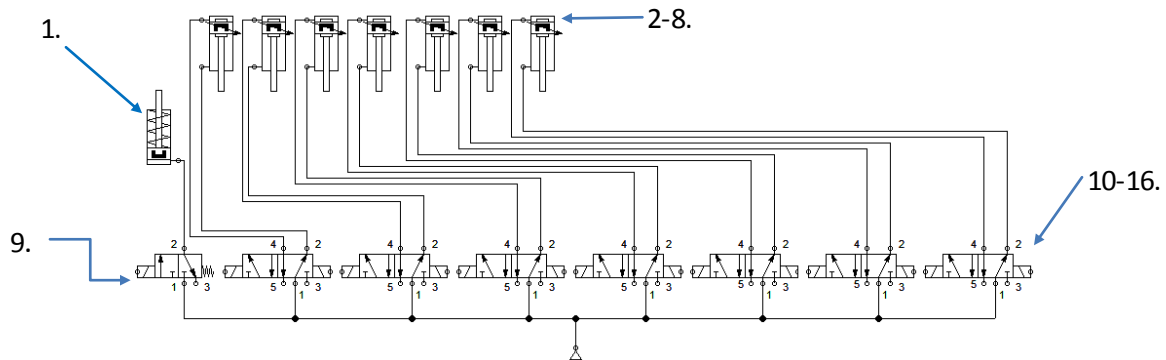
A nyomásszabályzó kimenetén kilépő szabályozott nyomással rendelkező levegőmennyiség ezután elindul a furulya felé. Kezdetek során innen közvetlenül a furulyába jutott a levegőmennyiség, de több probléma adódott a megvalósítással.

- Az analóg nyomásszabályozó szelep be-, és kikapcsolási karakterisztikája miatt a hangok nem egyből szólaltak meg a furulyán, hanem több fals hangon keresztül „kapcsolt be” a kívánt hang
- A nyomásszabályozó szelep és a furulya közötti csőszakaszban, a hang vezérlésjel megszűnése után is maradt levegőmennyiség, amely nem kívánt, elnyújtott hangot eredményezett

A fent említett, nem kívánt hangok megszüntetésére a kapcsolás kiegészült a 3. ábrán látható (3), (4), (5), (6) elektropneumatikus elemekkel is, melyek javítják a fújási levegő paramétereit.

A nyomásszabályozóból kilépő levegő egy 3/2-es, pneumatikus vezérlésű útváltó szelephez (4) jut. Ez a szelepet, egy másik, szintén 3/2-es, de elektromos vezérlésű útváltó szeleppel (3) vezérelhető. A (3) jelű szelep vezérlése PLC-vel történik. A szelep az aktuális hangvezérlő jel hatására nyílik. Ezzel ki lett küszöbölve az arányos nyomásszabályozó szelep be-, és kikapcsolási karakterisztikája, a kívánt hang egyből megszólal a furulyán.

A nyomásszabályozó szelep és a furulya közötti csővezetékben és szelepekben a hangvezérlő jel megszűnése utáni visszamaradó levegőmennyiség, és ennek hatására létrejövő elnyúló hang megoldása a furulyatest elé gyorsleürítő szelepet helyezni. A gyorsleürítő szelep egyik irányban teljes mértékben átengedi az áramló levegőt, míg a másik irányból érkező levegőmennyiséget közvetlenül a környezetbe engedi. Mivel egy darab gyorsleürítő szelep nem hozta meg a várt eredményt, ezért két gyorsleürítő került alkalmazásra, mellyel a kiáramló levegő felületét meg tudtam duplázni. Két gyorsleürítő szelep alkalmazásával a probléma meg lett szüntetve [5].



4. ábra: Furulyán lévő lyukakat lefogó egység elektropneumatikus kapcsolása

Lefogó részegység felépítése:

- Egyszeres működésű, rugó visszatérítéses pneumatikus munkahenger (4. ábra, 1.)
- Kettős működésű, bistabil pneumatikus munkahenger (4. ábra, 2-8.)
- 3/2-es, elektromos vezérlésű, monostabil, elektropneumatikus útváltó szelep (4. ábra, 9.)
- 5/2-es, elektromos vezérlésű, bistabil, elektropneumatikus útváltó szelep (4. ábra, 10-16.)

A furulyán található lyukak lefogását pneumatikus munkahengerek végzik. A munkahengerek 1 kivételével mind lökethosszú csillapítás nélküli, 10 mm lökethosszú, kettős működésű munkahengerek.

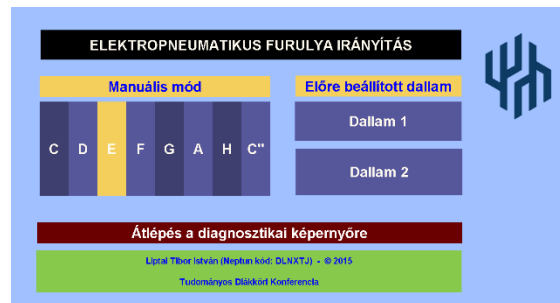
Ezeket a munkahengereket közvetlenül, 5/2-es, mindkét oldalról elektromos vezérlésű, bistabil útváltó szelepekkel lehet vezérelni. Az ezektől eltérő típusú munkahenger a furulya alján lévő lefogásért felelős. Ez a munkahenger szintén löketvégi csillapítás nélküli, viszont egyszeres működésű, rugó visszatérítésű. A munkahenger vezérlése közvetlenül az ehhez tartozó, 3/2-es, monostabil útváltó szeleppel történik.

### 3. A webszerver bemutatása

Az elektropneumatikus furulya webszerver segítségével irányítható, illetve látható el a hozzá kapcsolódó távfelügyelet. A működtetésre alapvetően két mód áll rendelkezésre, manuális mód, illetve előre beállított dallamok lejátszása.

A PROFINET kommunikációs hálózaton elérhető eszközök programozása a Phoenix Contact által fejlesztett Automation WorX nevű fejlesztőkörnyezetében történt. A programkód megírása PC WorX szoftverben (25. ábra), míg a webszerver létrehozása a WebVisit nevű szoftver (26. ábra) segítségével valósult meg. A csatlakoztatott eszközök között pedig egyetlen Ethernet kábelen folyik a kommunikáció.

A manuális módban lehetőség van a fizikai billentyűzettel dallamot lejátszani, vagy pedig a webszerveren elérhető manuális mód részen a megfelelő hangot szimbolizáló billentyűre kattintva megszólaltatni a hangokat. Amennyiben valamelyik hang megszólaltatásra kerül, az a webszerver hangskáláján azonnal láthatóvá válik. Az éppen aktív hang jelölése színben tér el a többi hangtól, amint a következő, 5. ábrán látható.



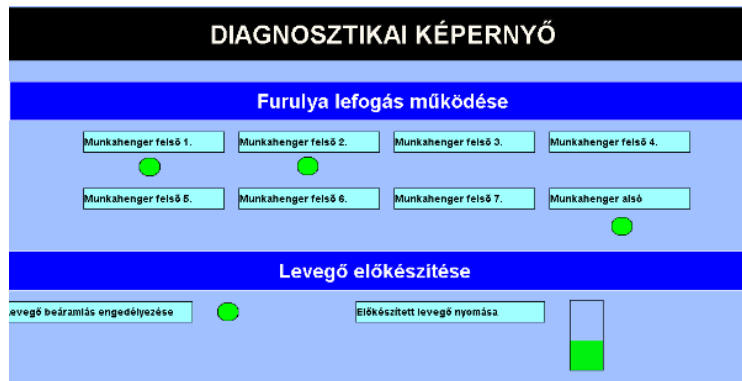
5. ábra: Webszerver képernyőjén látható visszajelzés a furulyán megszólaltatott hangról

A manuális módon mellett lehetőség van előre beállított dallam lejátszására is. A Dallam 1 vagy Dallam 2 gombra kattintva jól ismert dallam lejátszása történik [4] [6].

A dallam tárolását egy string típusú változóval oldottam meg. A stringbe beírtam a dallam kottáját úgy, hogy a dallamban megjelenő szüneteket is hozzáadtam. Erre azért volt szükség, hogy a hosszú és rövid hangokat meg lehessen különböztetni, illetve a dallam ritmusát lehessen időzíteni.

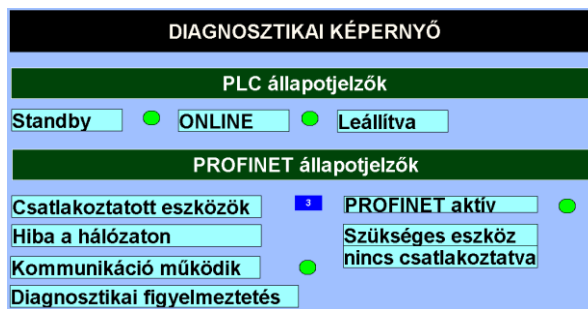
A dallam lejátszásánál a stringből egyesével ki kell olvasni a karaktereket. Ha a program olyan karaktert talál, ami értelmezhető a furulya megszólaltatásának szempontjából, az adott karaktert átkonvertálja a karakterhez tartozó ASCII kódra. A program ASCII kód alapján tudja értelmezni és megszólaltatni a dallamot.

A PROFINET ipari kommunikációs hálózat segítségével nem csak webszerveren keresztül megvalósított irányítás lehetséges, hanem élő adatok lekérdezhetősége válik lehetővé. Az élő, furulyát érintő adatokhoz a diagnosztikai képernyőre kell váltani.



6. ábra: Diagnosztikai képernyő a furulya működéséről

A PROFINET ipari kommunikációs hálózat további előnye, hogy fejlett diagnosztikai rendszerrel rendelkezik. A fejlesztői környezetben láthatóak mind a PROFINET eszközök, mind a PROFINET hálózatát jellemző állapotok, hiba esetén pedig a hiba jellege is nyomon követhető.



7. ábra: Webszerver diagnosztikai képernyő a PROFINET kommunikáció és a PLC-k állapotáról

## Hivatkozások

- [1] Phoenix Contact Profinet User Manual  
<https://www.phoenixcontact.com/online/portal/de?uri=pxc-ocitemdetail:pid=2703994&library=dede&tab=1>
- [2] Magyar elektronika  
<http://www.magyar-elektronika.hu/index.php/cimlap/34-tartalom/448-vipaprofinet-technologia-gyors-automatizalasi-alkalmazasokhoz>
- [3] Overview and Applications of PROFINET, A. Verwer -Verwer Training & Consultancy Ltd, 2010 October
- [4] User manual for PLC Programming with CoDeSys 2.3 <http://www.parkermotion.com>
- [5] Robert H. Bishop, The Mechatronics Handbook, CRC Press, USA, 2002.
- [6] Dr. Ajtonyi István, Ipari kommunikációs rendszerek I. AUT-INFO Kft. Miskolc, 2008.R.