

AUTOMATIZÁLT PNEUMATIKUS SZELEP VESZTESÉGMÉRŐ MEGALKOTÁSA

AUTOMATIZED SYSTEM FOR MEASURING FLOW LOSSES OF PNEUMATIC VALVES

Sipos Kristóf Balázs¹, Tóth János²

Debreceni Egyetem, Műszaki kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, 4028,
Magyarország, Debrecen, Ótmető utca, 2-4

¹siposk94@gmail.com ²tothjanos@eng.unideb.hu

Abstract

The pneumatic devices are frequently used in several fields of the industry but the losses and pressure drops of the pneumatic system are not really investigated. These losses can cause great property damages during long uptime because the compressed air is a quite expensive energy source. I designed a measuring system which is able to measure the friction losses of electro-pneumatic 5/2-way valves (monostable and bistable too). It is possible to choose between manual and automatic operation modes as well. In the automatic mode the system makes measurements in three different user-defined pressure levels. In the manual mode the measuring pressure can be set between 2-6 bars. An automatic evaluate program is also an important part of the created system. It gives the possibility of the fast evaluation of the saved data and it could be the base of a fast report generating application.

Keywords: *pneumatic valve, flow loss, PLC, HMI, data acquisition*

Összefoglalás

Az iparban számos területen alkalmaznak pneumatikus berendezéseket, azonban a pneumatikus rendszerekben fellépő veszteségekkel, nyomásesésekkel keveset foglalkoznak. Mivel a sűrített levegő igen drága energiaforrás, ezért ezek a veszteségek hosszú üzemidő alatt igen nagy anyagi károkat okozhatnak. Az általunk megtervezett mérőrendszer alkalmas 5/2-es elektropneumatikus szelepek (monostabil és bistabil is) áramlási veszteségének a mérésére. A felhasználónak lehetősége van automatikus és manuális üzemmódok közül választani. Automatikus üzemmódban a rendszer három nyomásértéken végez méréseket, melyet a kezelő határoz meg. Manuális üzemmódban a mérési nyomás szabadon állítható 2-6 bar-os tartomány között. A rendszerhez tartozik egy automatikus kiértékelő program is. Ezzel az alkalmazással gyors adatfeldolgozás valósítható meg, mellyel a gyors jegyzőkönyv készítés alapjait lehet megteremteni.

Kulcsszavak: *pneumatikus szelep, áramlási veszteség, PLC, HMI, mérésadatgyűjtés*

1. Bevezetés, előzmények

A szakirodalomban több módszer is létezik a különböző szelepjellemzők mérésé-

re illetve számolására. Magyarországon jelenleg nem található hatályos, érvényben lévő szabvány, ami pontosan meghatározná, hogy a szelepek átömlési karakterizti-

káját hogyan kell meghatározni. Azonban 2015.05.01-ig érvényben volt ezzel a témával foglalkozó MSZ ISO 6358 szabvány, amely 20 mm-nél kisebb átömlési furattal rendelkező szelepek mérését határozza meg. Az említett szabvány előírja, hogy mérés közben legalább egy keresztmetszeten az áramlás sebességének el kell érnie a hangsebességet, az ilyen áramlást fojtásos áramlásnak nevezi. A szabvány a számolás menetét is pontosan meghatározza hangsebesség feletti áramlás esetén, illetve kitér arra is, hogyan kell számolni hangsebesség alatti áramlás esetén.

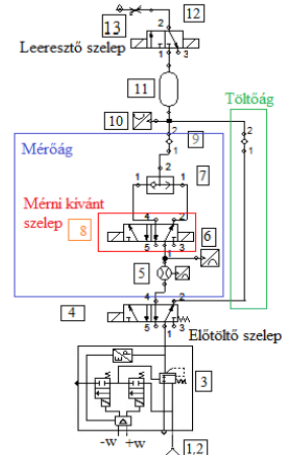
A japán JFPS 2009:2002 szabvány már alkalmas 20 mm-nél nagyobb átömlési furattal rendelkező szelepek mérésére, azonban ez is hangsebesség feletti áramlást ír elő. A szakirodalmi áttekintés során nem találtunk olyan rendszert, amely hangsebesség alatti áramlás esetén is alkalmazható és automatikus kiértékelést tesz lehetővé. [1],[2][3],[4]

2. Az elektropneumatikus kapcsolat felépítése

A rendszer elkészítésének első lépése a pneumatikus kapcsolat megtervezése volt. A pneumatikus kapcsolat megvalósításához a Festo által fejlesztett FluidSIM v4.2 programot használtuk fel. Az elkészített kapcsolat az 1. ábrán látható. A kapcsoláshoz felhasznált elemek a következők: 1. kompresszor, 2. levegő előkészítő, 3. proporcionális szelep, 4. 5/2-es előtöltő szelep, 5. áramlásmérő szenzor, 6. és 10. nyomásmérő szenzorok, 7. logikai „vagy” szelep 8. mérni kívánt szelep, 9. visszacsapó szelepek, 11. puffer tartály, 12. 3/2-es leeresztő szelep, 13. fojtószelep.

A kapcsolat működése a következő: alapesetben, a puffer tartályban csak az atmoszférikus nyomás tapasztalható. Amint a kezelő a HMI-n keresztül beállítja a mérési tartományt, az 1. ábrán jelölt „előtöltő szelep” a 9-es jelű visszacsapó

szelepen keresztül elkezdi a puffer tartályt tölteni, ilyenkor az 3/2-es „leeresztő szelep” (1. ábra 12. elem) zárva van egészen addig, amíg a beállított nyomás meg nem közelíti a tartály nyomását 0,5 bar különbséggel.



1. ábra. A megvalósított elektropneumatikus kapcsolat

Erre azért van szükség, mert a rendszer így hozza létre a szükséges ellenoldali nyomást a szelep méréséhez, ezáltal a mérés már nem terheletlen állapotból indul. Ha kialakult a kívánt nyomás a tartályban, a töltő szelep átkapcsol és a 3-as jelű proporcionális szelep már a kívánt mérési nyomást állítja elő. A „előtöltő szelep” átkapcsolásával egy időben nyit a 13-assal jelölt „leeresztő szelep” is, így a „mérőág” létrejön a kívánt áramlás. Annak érdekében, hogy az áramlás értéke ne haladja meg az áramlásmérő (1. ábra 5. elem) mérési tartományát (5-50 l/perc), beépítésre került egy állítható fojtó szelep (1. ábra 13. elem), melyet úgy állítottunk be, hogy alapesetben 20-25 l/perc legyen a mérőműszeren az áramlás, így még a hirtelen kiugró változás értékeket is mérni tudja az áramlásmérő szenzor. Ez az állapot egészen addig tart, amíg le nem telik a kezelő által beállított mérésidő. Ha letelt, a „töltő szelep” ismételen tölteni kezdi a

puffer tartályt, hogy a következő nyomásértéknél is terhelte állapotban legyen a rendszer. Ez a töltési folyamat ugyanúgy zajlik, ahogy azt korábban leírtuk. Amint a rendszer végigmérte a három nyomásértéket, a program átváltja az 5/2-es 8. jelű mérendő szelepet az 1-2 irányról az 1-4 irányra. Eközben a puffer tartály nyomását folyamatosan engedi le a „leeresztő szelep”, hogy 1-4 irányban is azonos előtöltéssel tudja végrehajtani a mérési folyamatot. Ha megtörtént a mérés 1-2 és 1-4 irányokban is, a rendszer visszatér alapállapotba, egészen a következő mérés indításáig.

3. Mérési eredmények feldolgozása

A mérés gyors kiértékelése érdekében létrehoztunk egy Visual Basic for Applications-ben elkészített programot, amelyben néhány kattintással a szelep(ek) mérése során kapott értékek kiértékelhetők. A programba beépítésre került egy jegyzőkönyv mentése funkció is, ezzel a funkcióval könnyen készíthető mérési jegyzőkönyv a szelepről. Ez a program automatikusan számolja ki az átlag nyomáseséseket és áramlási értékeket a mérési tartományokon úgy, hogy a puffer tartály töltéséből adódó tranziens értékeket elhanyagolja. A kezelő felületen az adatok beolvasására kattintva kezdhet a felhasználó új mérés kiértékelésébe. A bemeneti adatok kitöltése jegyzőkönyv készítéséhez fontos. Adat beolvasás után a rendszer megkezdi a kiértékelést, amint a mérés kiértékelése gombra kattint a kezelő. A program az előző két mérési ponthoz képest vizsgálja, hogy hány százalékban tér el az aktuális mérési pont az előzőekhez képest, így csak a közel lineáris szakaszokat veszi figyelembe, ahol a terhelés közel állandó. Erre azért van szükség, hogy azonos körülmények között történt mérési eredményeket hasonlítsa össze, az átmeneti szakaszokat, amelyek a puffer tartály töltéséből adódnak, elhanyagolja. Ezeket a

szakaszokon számol egy átlagos nyomásesést és áramlási értéket 1-2 és 1-4 irányokra is, melyeket a **2. ábra** mutat.

Átlagos nyomáskülönbség 1-2 irányba [bar]		Teljes átlag 1-2 irányban [bar]
1. Tartomány	0,260	0,316
2. Tartomány	0,332	
3. Tartomány	0,357	
Átlagos nyomáskülönbség 1-4 irányba [bar]		Teljes átlag 1-4 irányban [bar]
1. Tartomány	0,280	0,313
2. Tartomány	0,311	
3. Tartomány	0,350	

2. ábra. Kezelőfelület 2. részlet

A program egy összegző táblázatot is kitölt, amiben a szelep két állapota közötti eltérés látható áramlási és nyomás értékekre (**3. ábra**, **4. ábra**).

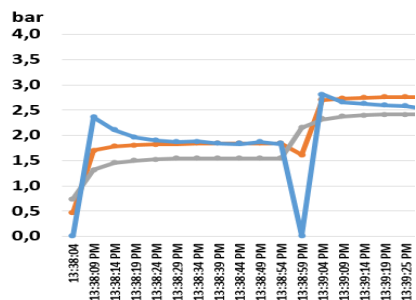
Nyomáskülönbségek eltérése		Eltérés 1-2 irányhoz képest	Eltérés 1-4 irányhoz képest
Tartomány	Eltérés [bar]	[%]	[%]
1.	0,020	6,31	6,37
2.	0,021	6,61	6,68
3.	0,008	2,45	2,47

3. ábra. Nyomásértékek eltérése - részlet

Áramlási sebességek eltérése		Eltérés 1-2 irányhoz képest	Eltérés 1-4 irányhoz képest
Tartomány	Eltérés [l/perc]	[%]	[%]
1.	0,978	5,55	5,64
2.	1,236	7,00	7,12
3.	2,607	3,67	3,73

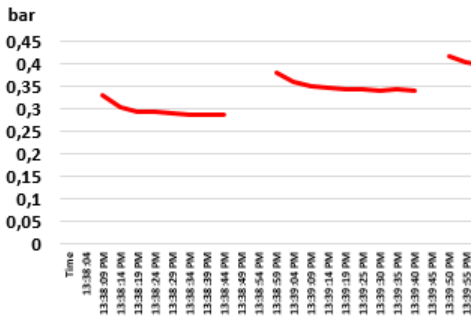
4. ábra. Áramlási sebességek eltérése - részlet

Az összes számolt és beolvasott adatból a program hét különböző grafikont készít el. Az első egy teljes mérési adatsor látható (**5. ábra** –szürke és sárga nyomás értékek, kék pedig az áramlási értéket jelöli).

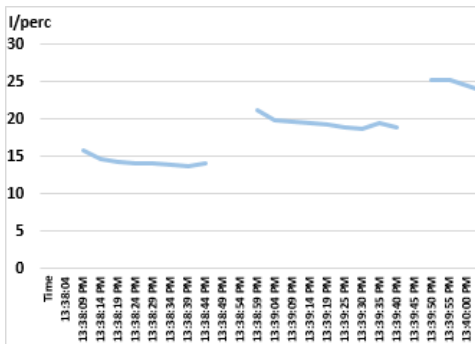


5. ábra. Teljes mérési adatsor – részlet

A könnyebb megértés érdekében a program a teljes mérési adatsoron látott grafikonokat szétválogatja és külön-külön is megjeleníti, valamint elkészíti a teljes adatsorhoz tartozó nyomáskülönbég grafikont is. Látható, hogy a puffer tartály töltésénél ezen a grafikonon nullás értékek is megjelenhetnek (5. ábra, kék grafikon), ezeknek a figyelembre vétele hibás következtetéseket eredményezne, ezért szükséges ezen szakaszok elhanyagolása. A töltési szakaszok elhanyagolása után az algoritmus elkészíti az áramlási értékekre (6. ábra) és nyomáskülönbégekre (7. ábra) vonatkozó grafikonokat.



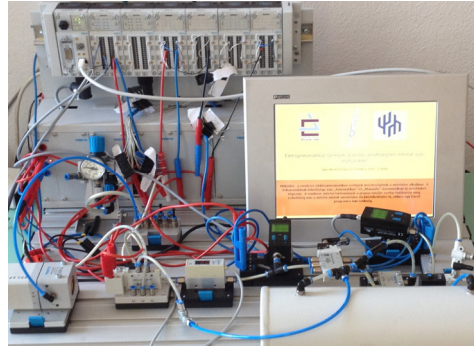
6. ábra. Áramlási értékek - részlet



7. ábra. Nyomáskülönbégek - részlet

A jegyzőkönyv mentése gombra kattintva a program automatikusan elmenti a kiértékelt mérési eredményeket egy PDF dokumentumba.

4. Következtetések



8. ábra. Általunk megvalósított mérőrendszer

A rendszer (8. ábra) egy gyors és egyszerű mérési és kiértékelési folyamatot valósít meg, ami ipari körülmények között is lehetővé teszi, hogy a szelepeket nagyobb hatékonysággal működtethessük. Ezzel végeredményben pedig egy hatékonyabban, megbízhatóbban működtethető és energiatakarékosabb gyártástechnológiát valósíthatunk meg, ahol a veszteségeket csökkenthetjük, és ez hosszútávon olcsóbb termékek előállításához vezethet.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1.] MSZ ISO 6358:1995 *Pneumatikus energiaátvitel. Összenyomható munkaközeggel működő elemek. Áramlási jellemzők meghatározása.*
- [2.] JFPS 2009:2002, *Test method for flow-rate characteristics of pneumatic components using charge method.*
- [3.] JIS B 8390:2000, *Pneumatic Fluid Power Components Using Compressible Fluids - Determination of Flow-rate Characteristics.*
- [4.] S. de las Heras: *A new experimental algorithm for the evaluation of the true sonic conductance of pneumatic components using the characteristic unloading time.* In: International Journal of Fluid Power, Volume 2, 2001.