



Pneumatikus terhelésvizsgáló berendezés modellezése

Modeling of pneumatic load testing equipment

¹Pintér Péter

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, MEI, Budapest, Magyarország, pinter.peterm@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

A projekt célja, hogy egy pneumatikus rendszer működését szimulálja, lehetővé téve ezzel a működési jellemzők, például a működési ciklusok számának meghatározását egy adott nyomású és térfogatú tartály esetében. A szimulációs eredmények segítségével olyan információkat nyerhetünk, mint a löketek száma, a gyorsulás, a működési idő, és más fontos statisztikai adatok, amelyek segítik a rendszer tervezését és optimalizálását. Mivel a pneumatikus rendszereket nagyon sok helyen alkalmazzák, és nagyon sokféleképpen, ezért egy olyan program elkészítése ami olcsón és egyszerűen használható, nagymértékű költségmegtakarítást eredményezhet új rendszerek tervezése és kialakítása során.

Kulcsszavak: pneumatika, optimalizálás, szimuláció

Abstract

The purpose of the project is to simulate the operation of a given pneumatic system, thereby enabling the determination of operational characteristics, such as the number of operating cycles, for a given pressure and volume tank. With the help of the simulation results, we can obtain information such as the number of strokes, acceleration, operating time, and other important statistical data that help in the design and optimization of the system. Since pneumatic systems are used in many places and in many ways, creating a program that is cheap and easy to use can result in large cost savings during the design and development of new systems.

Keywords: pneumatic, simulation, optimization

1. Bevezetés

Pneumatikus rendszereket az élet és az ipar számos területén alkalmaznak, kihasználva az ilyen típusú rendszerek legfőbb előnyét, hogy segítségükkel hatékony mozgató és vezérlés érhető el. Ipari automatizálásban, szerelési folyamatokban, logisztika és anyagkezelésben, élelmiszeriparban, orvosi berendezéseknél, az alacsonyabb karbantartási igényük és a gyorsaságuk miatt sokszor ezt a megoldást választják az elektromechanikai megvalósítással szemben. Ennek a tanulmánynak a célja az ilyen típusú folyamatok számítógépes modellezése, aminek köszönhetően lehetővé válik egy lényegesen kisebb költségű tesztelési folyamat és ezáltal a rendszer optimalizálása.

2. Alkalmazott módszerek

Egy egyszerűbb pneumatikus rendszer szimulációjához, jelen esetben a konkrét rendszerhez, szükséges egy sűrített levegővel töltött tartály, legalább egy vezérlő szelep, egy munkahenger, valamint csővezetékek. Ebben az általunk felépített egyszerűsített rendszerben a szelep csak a

levegő útját szabályozza, veszteségeit elhanyagoljuk. A jelentősebb egyszerűsítés azonban a munkahengerre és a tartályra nem vonatkozik.

1. táblázat Tartály adatai

Tárolt gáz térfogata [m ³]	0,02
Tárolt gáz nyomása [MPa]	20
Kimenő nyomás szabályozási határa [MPa]	1
Tárolt gáz hőmérséklete [K]	293,15

A kiindulási értékek a gáz térfogata és nyomása, a kimenő nyomás értéke, valamint a gáz hőmérséklete. A megadott értékek alapján számoljuk ki a hiányzó változókat, jelen esetben a gáz moláris tömegét, az ideális gáztörvény alapján:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \tag{1}$$

Átrendezés után a következőt kapjuk a keresett mennyiségre:

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} \tag{2}$$

(*n*: mol mennyiség, *p*: gáz nyomás, *V*: gáz térfogat, *R*: univerzális gázállandó, *T*: gáz hőmérséklet)

A tartályban lévő gáz felhasználásához ugyanezt a képletet alkalmazzuk, ekkor azonban a felhasznált gáz nyomásából és térfogatából számolt mol mennyiséget levonjuk a tankban tárolt mennyiségből, majd a nyomást újra számoljuk:

A következő és utolsó elemünk a munkahenger (*PneuCylinderObj*), ahol a következő adatokat vesszük figyelembe:

2. táblázat Munkahenger adatai

Belső átmérő [mm]	50
Tengely átmérő [mm]	20
Tengely tömeg [kg]	0,4
Lökethossz [mm]	250

Minden más adat ezekből számolható.

3. A szimulációs program felépítése

A rendszer működésének modellezésével lehet az optimalizációt megvalósítani. A távolabbi célja, hogy a rendszer önnállóan ki tudja optimalizálni az adott energia felhasználását. A vizsgálat során nem egy hagyományos pneumatikus rendszerrel dolgoztunk, hanem egy pneumatikus munkahengerekkel hajtott jármű működését modelleztük. A jármű hajtása a munkahengerek miatt nem optimális ez már eleve nagyon sok veszteséget okoz. Ezen veszteségeknek a csökkentését tűztük ki célul, nemcsak éles tesztek segítségével, hanem egy programmal, ahol a megfelelő értékek megadása után megkapjuk a számunkra fontosnak tartott értékeket. A modellezés legnagyobb előnye, hogy nem kell legyártani egy bonyolult eszközt a tesztek elvégzéséhez, ennek köszönhetően

olcsón, gyorsan lehet a megváltoztatott értékekre pontos végeredményeket kapni.

3.1 Szimulációs program

A program működéséhez fontos a munkahengerek, csővezetékek, egyéb szerelvények pontos értékeinek a megadása pl. löket, gyorsulás, nyomás, veszteségek. Ehhez az egyik kézenfekvő megoldási lehetőséget a MATLAB, azon belül is a Simulink szimulációs része adta volna. Azonban több probléma is felmerült, ami miatt nem tudott a rendszer jól működni:

- Abban az esetben, ha valamilyen szenzor-kör adatai alapján érzékeljük a munkahenger pozícióját és az alapján dönti el a program, hogy a vezérlő szelep hogyan legyen vezérelve, ezzel folyamatos ciklusban tartva a munkahengert, a Simulink futása nagymértékben lelassult, használhatatlanná vált, ha nem adtunk meg különböző konstansokat.
- Pneumatikus (azaz gáz alapú) rendszereknél a levegőfogyasztást rosszul számolta munkahengereknél, pl. a munkahenger lökethosszának változtatása esetén nem változik, a gáz mennyisége, ami egyértelműen hibás eredményt ad. Emellett a megadott tartály kezdő nyomása szimuláció elején sosem egyezik a megadott értékekkel.

A fentiekben részletezett és még több hasonló probléma miatt nem ebben a környezetben készült el a modellezés, azonban a fenti megoldás javításán is tovább dolgozunk.

3.2 Általános célú programozási nyelv

A problémák miatt Visual Studio fejlesztői környezetben egy általános programozási nyelvet C#-ot használva, a programozás eszköztárára építve fizikai léptékes szimuláció segítségével számítottuk ki az adatokat. A C# egy objektum orientált nyelv, nagy előnye, hogy platformfüggetlen és nagy teljesítményű kódok írhatók benne. A problémát analitikus módszerekkel is meg lehetett volna oldani, azonban ez egy nagyobb, komplexebb rendszer esetén a számítások és egyenletek számát drasztikusan megnövelte volna.

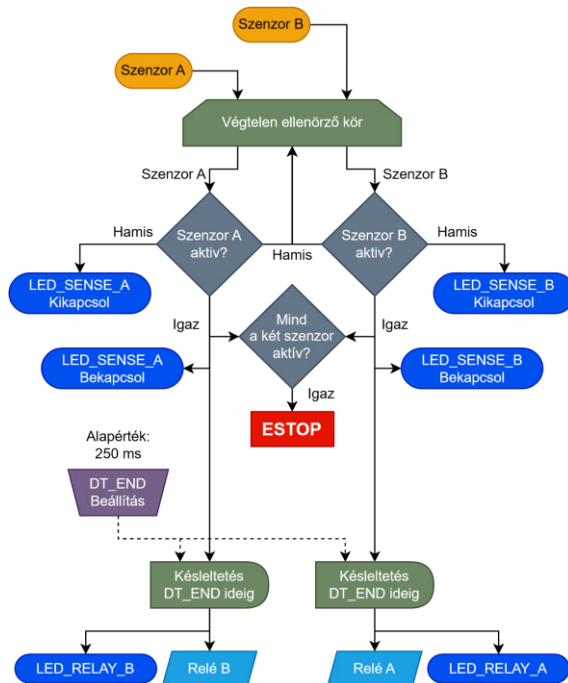
4. Szimuláció felépítése

A teljes szimuláció két részből áll: alkatrészek létrehozása és összekötése, majd az alkatrészek együttes, időléptékes szimulációja.

A létrehozás során minden egyes alkatrészt objektumként kezelünk, melyben a következő adatokat tároljuk:

- 5/2-es vezérlő szelep
- 20L-es 200Bar palack (10 Bar nyomás határral)
- minden további jellemzőt a 2. táblázat tartalmaz.

Következő lépés az alkatrészek összekötése, amely úgynevezett eseménykezelőn keresztül történik. Ez azt eredményezi, hogy az eseménykezelő tulajdonosa létrehozza és előre definiálja a szükséges paramétereket egy objektumban, majd szükség esetén minden olyan program, amit alárendeltünk, meghívásra kerül az adott paraméterekkel. Ez a hívás azonnal lefut, függetlenül attól, hogy éppen hol tart a program, így jól alkalmazható szimuláció során bekövetkező azonnali adatfrissítésekre.

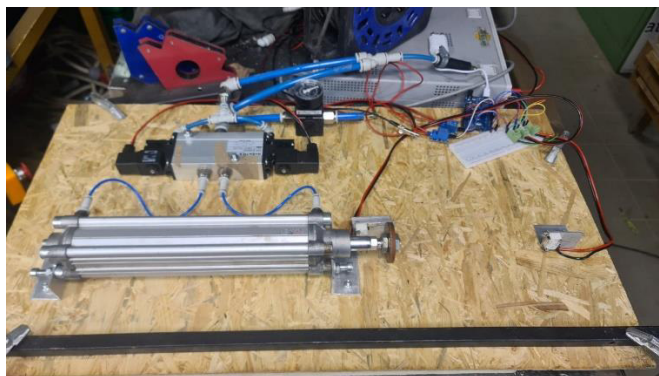


1. ábra Szenzorok működésének folyamatábrája

A fenti folyamatábrán a szükséges szenzorok kapcsolatait lehet leolvasni.

Legvégül, az időléptékes szimuláció következik. Itt van definiálva minden vezérlés (Pl. ha teljesen ki van tolvá a munkahenger akkor a szeleppel húzzuk vissza stb.), a frissítések sorrendje és a statisztika gyűjtése. A szimuláció addig fut míg a működési nyomás határát el nem érjük a palackban, ami ez esetben 10 Bar.

5. Működő mérőkör



2. ábra A modell

Ahhoz, hogy a szimuláció minél nagyobb pontossággal tudjon működni, szükség van egy működő modellre is. Ami egy egyszerű pneumatikus munkahenger vezérléssel. Kijelző, felprogramozott vezérlő elektronika, adja a fő részét. Nagyban megkönnyítve számunkra a mérést, ugyanis nem kell folyamatos felügyelet alatt tartani a rendszert, egy palack felhasználása alatt. Automatikusan le tud futni egy mérés. A végeredménye, a löketek száma a kijelzőről leolvasható.

6. Teszt

Teszt során az alábbi paramétereket kell a számoláshoz szükséges bejövő adatoknak tekinteni.

3. táblázat Teszt adatai

Bejövő paraméterek	Számolás során a kapott paraméterek
Munkahenger adatai (lökethossz, dugattyú átmérő, rúd tömege, csatlakozó átmérője)	A palack nyomásának változása
Tartály (nyomás, gáz térfogata, csatlakozó átmérője)	A palackban lévő levegő mennyiségének a változása
Szelepek adatai (3/2, 5/2, csatlakozó átmérők, veszteségek)	A munkahenger által megtett löketek száma

7. Konklúzió

A pneumatikus rendszerek levegőfogyasztásának optimalizációja nagyon fontos, mivel jelentős költségmegtakarítást lehet vele elérni. Jelen rendszerre ez fokozottan igaz, mivel működés szempontjából már eleve egy veszteséges szerkezet. Célunk, hogy az adott energiát (200bar-os palack) megfelelően optimalizálva tudjuk felhasználni. Ennek az első lépése egy szimulációs program létrehozása, ami egy működő modellt is képes lehet kiváltani, a mérések minél gyorsabb elvégzése érdekében. Ezzel időt és pénzt lehet megspórolni. Fontos szempont volt a szimulációs modell megalkotásakor annak minél általánosabb felhasználhatósága annak érdekében, hogy más pneumatikus rendszerekre is alkalmazható legyen.

A modellel kapcsolatos továbbfejlesztési tervek között szerepel a súrlódás és a térfogat áram figyelembevétele. Ehhez szükséges lesz a fizikai modellen végrehajtott teszt.

8. Hivatkozások

- [1] Dr. Szlivka F. Irányítástechnika, Hidraulika, Pneumatika ÓE-BGK 3058
- [2] Biagio R. T. D'Auria, Giuseppe R. T. S. R. D'Auria, "Optimization of Pneumatic Systems" 2019
- [3] Milos G. D. Tyas D. Sofija, "Modeling and Optimization of Pneumatic Actuators" 2021
- [4] Farkas P., Tóth A. "Intelligens pneumatikus rendszerek fejlesztése" 2020
- [5] Szabó G., Nagy I. "Pneumatikus hajtások energiatakarékos működtetése" 2019