

SŰRÍTETT LEVEGŐVEL HAJTOTT TANULMÁNYAUTÓ MÉRŐ- ÉS VEZÉRLŐRENDSZERÉNEK TOVÁBBFEJLESZTÉSE

DEVELOPMENT OF MEASURING AND CONTROL SYSTEM OF PNEUMATIC DRIVEN CONCEPT VEHICLE

Zilahi Krisztián László¹, Tóth Xénia Erzsébet²

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

¹imkrisztian@mailbox.unideb.hu

²tothxeniaerzs@gmail.com

Abstract

The subject of this paper is the development of a pneumatic driven concept vehicle of the University of Debrecen, Faculty of Engineering, and the aim is to increase the number of the measured parameters in order to be able to make a more precise and energy-efficient control of the drive train. We introduce the actual drive train and its control system, the acceleration and long-distance operation modes and the function of the controller program, and the visualization interfaces for the configuration settings, as well. Based on the evaluation of the measured data, we can determine how to optimize the telemetric and the control system of the vehicle.

Keywords: *pneumobile, pneumatics, LabVIEW, PLC, data acquisition*

Összefoglalás

A dolgozatban bemutatjuk a Debreceni Egyetem Műszaki Karán fejlesztett pneumatikus hajtású tanulmányautó fő fejlesztési irányait, melyek között szerepel a mérendő paraméterek kibővítése a pontosabb és energiahatékonyabb hajtáslánc vezérlés érdekében. Ismertetjük a járművünk jelenlegi hajtásláncát és a hozzá tartozó vezérlést. Bemutatjuk a távolsági és gyorsulási üzemmódok vezérlő programjának működését, és a megjelenítő felületet, amellyel az egyes üzemmódok konfigurálását lehet elvégezni. Elvégezzük a mérési adatok kiértékelését, és ezen eredmények alapján meghatározzuk a jármű optimalizálásához szükséges lépéseket a telemetriai és a vezérlő rendszerhez.

Kulcsszavak: *pneumobil, pneumatika, LabVIEW, PLC, mérésadatgyűjtés*

1. Bevezetés, előzmények

A Debreceni Egyetem, Műszaki Karának DE – PuffAIR nevű csapata már több éve képviselteti magát az Aventics által megrendezésre kerülő Nemzetközi Pneumobil Versenyeken, melyek helyszíne minden év májusában Eger városa. A ver-

seny célja ipari pneumatikus és vezérléstechnikai eszközök és komponensek felhasználásával egy sűrített levegővel hajtott jármű készítése, mely megfelel az adott műszaki kiírásban foglalt szabályzatnak. Az elkészített járműveknek 3 fizikai versenyszámot kell teljesíteni: a távolsági, a gyorsulási és az ügyességi futamot [1].

A 2016-os év során kidolgozásra és kialakítása került egy telemetria mérőrendszer, mely a tanulmány autó menetdinamikai tulajdonságait (sebesség, gyorsulás adatok) és hajtásának különböző sajátosságait (nyomás viszonyok, tengely fordulatszámok) képes valós időben egy LabVIEW-s felületen keresztül megjeleníteni, és ezzel egyidejűleg tárolni a mért adatokat a későbbi adatfeldolgozás érdekében [2].



1. ábra. A Debreceni Egyetem Műszaki Karának DE – PuffAIR csapata

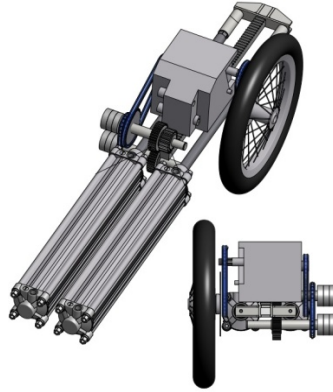
A járművet (1. ábra) elsősorban a gyorsulási versenyszámra optimalizáltuk a mérőrendszer által gyűjtött adatok kiértékelésével. A 2016. májusi versenyen csapatunk a gyorsulási kategóriában első helyezést ért el, a távolságban pedig negyedik helyezést, amely szükségessé tette a jármű vezérlésének és mérőrendszerének továbbfejlesztését.

2. A pneumobil hajtásláncja és vezérlő rendszere

A jármű hajtásának (2. ábra) alapját 2 darab Ø80 mm-es és 500 mm-es lökethosszú kétoldali működtetésű pneumatikus munkahenger biztosítja, melynek alternáló mozgását egy fogasléc – fogaskerék kapcsolat alakítja át forgómozgásra.

A létrejövő váltakozó irányú forgómozgás egyirányú csapágyak segítségével kerül egyenirányításra. A jármű pneumatikus motorjának nyomaték és fordulatszám tar-

tományának kibővítése érdekében alkalmaztunk egy 5 fokozatos motorváltót.

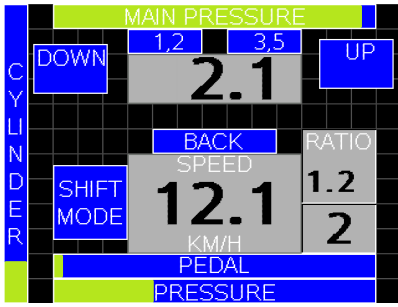


2. ábra. A pneumatikus hajtású tanulmány autó hajtásláncja

A hajtáslánc pneumatikus elemeinek vezérlését egy programozható logikai vezérlő (PLC) végzi, ezen felül ugyanezen egység feladata a járművön elhelyezett szenzorok adatainak gyűjtése és továbbítása a mérésadatgyűjtő LabVIEW alkalmazás felé. Az egyes kategóriáknak megfelelően a vezérlőrendszerbe különböző üzemmódok kerültek implementálásra, melyek egy érintőképernyős ipari megjelenítő egység (HMI) segítségével konfigurálhatóak. Ezen a megjelenítő felületeken a beállítható paraméterek mellett a pilóta számára – az adott versenyszámnak megfelelő – fontos információk jelennek meg.

3. A távolsági üzemmód

A távolsági futam célja egységnyi mennyiségű sűrített levegővel a lehető legnagyobb megtett út elérése, egy minimális átlagsebesség tartásával. Tehát itt a vezérlés feladata az, hogy a lehető legnagyobb munkát végeztesse a sűrített levegővel. Ezt egy „résztöltéses” üzemmóddal, azaz a levegő expandálásával lehet biztosítani.



3. ábra. A távolsági üzemmód HMI felülete a pilóta számára

A távolsági üzemmód működésénél fontos szempont a rendszer konfigurálhatósága (3. ábra). Az expandáltatási folyamat szabályozhatósága érdekében, a vezérlő folyamatosan monitorozza, és a pilóta számára kijelzi többek között az aktív kamra töltőnyomását (3. ábra: *pressure 0-10 bar*) és a dugattyú pillanatnyi pozícióját is (3. ábra: *cylinder 0-500 mm*).

Az üzemmód alkalmazása során meghatározó paraméter a sűrített közeg állapotváltozása, mely jelen esetben politrópikus állapotváltozás:

$$p \cdot V^n = \text{állandó} \quad (1)$$

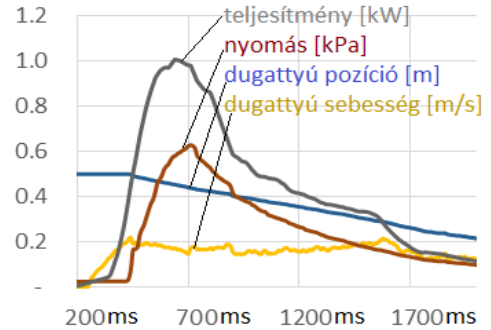
$$1 \leq n \leq \kappa \quad (2)$$

ahol p a közeg nyomása, V a közeg térfogata, n a politrópikus állapotváltozás kitevője és κ az adiabatikus állapotváltozás kitevője (2 atomos gázoknál $\kappa \approx 1,4$) [3].

Mivel a levegő hőmérsékletének mérésére jelenleg nincs lehetőség, ezért a rendszer és a környezet közötti hőcserét elhanyagolva adiabatikus állapotváltozással közelítjük az expanziós folyamatot.

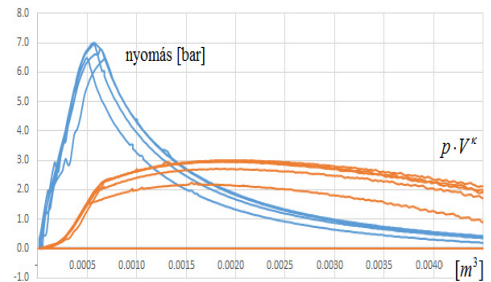
A távolsági üzemmódban a pilóta a kijelzőn megadhatja a kívánt leszellőzési nyomást (3. ábra UP and DOWN gombok, jelen esetben 2,1 bar), ezt követően a rendszer az állapotváltozási egyenlet alapján meghatározza a megadott leszellőzési nyo-

más eléréshez szükséges betöltendő levegő nyomását illetve térfogatát.



4. ábra. A pneumatikus motor expanziója

A 4. ábrán a pneumatikus motor távolsági üzemmódban történő expanziója látható. Az adiabatikus állapotváltozással történő számolás jó közelítést ad, azonban a diagram elemzése során meghatároztuk az (1) egyenletben található összefüggést minden egyes mért időpillanatra, és megállapítottuk, hogy ezen szorzat a fenti állapotjelzőket figyelve nem ad állandó értéket (5. ábra).



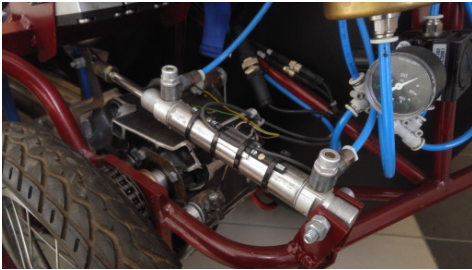
5. ábra. A gázegyenlet állandójának meghatározása a térfogat függvényében

A szabályozás pontos megvalósításához szükséges a vezérlő rendszert kibővíteni egy a pneumatikus munkahengerben a sűrített levegő hőmérsékletét mérő szenzorral. Ennek alkalmazásával meghatározhatóvá válik a politrópikus állapotváltozás n kitevője.

4. A gyorsulási üzemmód

A gyorsulási futam során a cél, hogy az adott távot (220 m) a lehető legrövidebb idő alatt tegye meg a jármű. Ennek elérése érdekében a pneumatikus motornak a lehető legnagyobb teljesítményt kell leadnia. Így a pneumatikus munkahengerek töltése teljes löket hosszon történik.

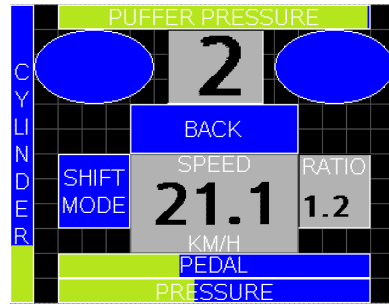
A jármű sebességével arányosan a pneumatikus munkahengerek dugattyújának sebessége nő, ennek következtében jelentősen fokozódik a légfogasztás is. Az így megnövekedett légigény kiszolgálását egy puffér tartály biztosítja, ennek eredményeképpen a tápnyomás is a maximálisan megengedett 10 bar környéki értéken tartható. Ez azért fontos, hogy a hajtás által kifejtett erőből származó gyorsító nyomaték se csökkenjen.



6. ábra. A beépített, váltást végző munkahenger

Ahhoz hogy a jármű a megfelelő gyorsító nyomatékot fejtsse ki a változó menetellenállások leküzdésére, beépítésre került egy 5 sebességes motorváltó, melynek váltását egy pneumatikus munkahenger végzi (6. ábra). A váltó bemenő és kimenő fordulatszámát egy-egy tachométerrel kerül mérésre, ezen fordulatszámok arányából meghatározható az aktuális áttétből a sebesség fokozat. A pilóta a kormányon található sebességváltó gombok segítségével válthat a fokozatok között. A pilóta számára megjelenik a kijelzőn többek között a sebesség, a váltófokozat (1-5) és a váltást visszajelző indikátorok is (7. ábra).

A hajtás munkapontjának kimérésével a jelenlegi konstrukció továbbfejleszhető egy automatizált váltási funkcióval, ahol a vezérlő rendszer határozza meg a megfelelő fokozatot.



7. ábra. A gyorsulási üzemmód HMI kijelzője

5. Összegzés, következtetések

A tanulmány során bemutatásra került a jármű jelenlegi hajtásláncának felépítése, annak alapvető működési elvei. Ismertettük a verseny során használt távolsági és gyorsulási üzemmódokat, valamint azok fejlesztési irányvonalát.

A verseny során a járműnek egy harmadik fizikai versenyszámon is meg kell felelnie, mely egy ügyességi futam, itt szlalom pályát kell a lehető legrövidebb idő alatt teljesíteni. Ehhez a versenyszámhoz szükséges létrehozni egy 3. üzemmódot is, amely a távolsági futam energiahatékony-ságát ötvözi a gyorsasági üzemmódban használt motorváltó által szolgáltatott dinamikus áttétel variálással.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] *Aventics Pneumobil versenykiírás:*
http://pneumobil.hu/pneumobil_2017/versenykiiras/versenykiiras_2017_hu Letöltve: 2017.02.15.
- [2] Zilahi K. L., Sipos K. B., Tóth X. E., Lovadi Gy. D.: *Pneumatikus hajtású tanulmányautó telemetriai mérőrendszerének kialakítása* EME kiadó, Kolozsvár, 2016, 445–448.
- [3] Bihari P.: *Műszaki termodinamika* BME, Budapest 2001, 82–83.