

PNEUMATIKUS HAJTÁSÚ TANULMÁNYAUTÓ TELEMETRIAI MÉRŐRENDSZERÉNEK KIALAKÍTÁSA

DEVELOPMENT OF TELEMETRY MEASURING SYSTEM OF PNEUMATIC DRIVEN CONCEPT VEHICLE

Zilahi Krisztián László¹, Sipos Kristóf Balázs², Tóth Xénia Erzsébet³,
Lovadi Gyula Dávid⁴

^{1,2,3}Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék,
4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4, ¹imkrisztian@mailbox.unideb.hu
²siposk94@gmail.com, ³tothxeniaerzs@gmail.com

⁴Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország,
Debrecen, Ótemető utca, 2-4, lovadi92@gmail.com

Abstract

In this paper, we introduce a special construction of a telemetry measuring system. The created system can be used for measuring and acquisition different data - meanwhile operation - of a pneumatic engine and dynamic parameters of a pneumatic driven concept vehicle, which was developed by University of Debrecen - Faculty of Engineering. For analyzing our vehicle we use a Programmable Logic Controller (PLC), which processes the signals of the different sensors, moreover with the development environment of National Instruments LabVIEW we created an application for observing the different parameters in real time, and saving them for the further data processing is also possible. To ensure the reliability, we used industrial sensors, actuators and controller units in the system.

Keywords: measuring system, telemetry, PLC, HMI, microcontroller, LabVIEW, Modbus TCP.

Összefoglalás

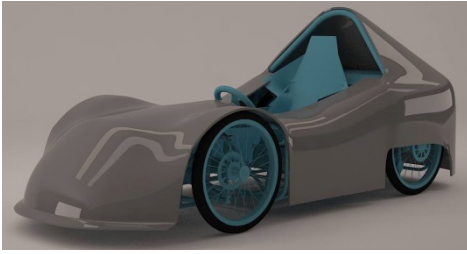
A tanulmányban egy speciális telemetriai mérőrendszer kialakítását mutatjuk be, mely a Debreceni Egyetem Műszaki Karán fejlesztett pneumatikus hajtású jármű pneumatikus motorjának és dinamikai paramétereinek működés közbeni mérésére, adatgyűjtésére alkalmas. A jármű vizsgálatához, felhasználtunk egy programozható logikai vezérlőt (PLC-t), mely a különböző szenzorok jeleit dolgozza fel, valamint a National Instruments LabVIEW fejlesztőkörnyezet segítségével elkészítettünk egy alkalmazást, ahol a különböző paraméterek valós idejű megfigyelésére, valamint azok mentésére is van lehetőség, a későbbi adatfeldolgozáshoz. A megbízhatóság érdekében a berendezés érzékelő, végrehajtó és vezérlő egységei, ipari eszközök segítségével kerültek kialakításra.

Kulcsszavak: mérőrendszer, telemetria, PLC, HMI, mikro vezérlő, LabVIEW, Modbus TCP.

1. Bevezetés, előzmények

A dolgozat alapjául a Debreceni Egyetem Műszaki Karán fejlesztett pneumatikus hajtású jármű szolgál (**1. ábra**). A pneumobil egy sűrített levegővel működő

jármű, amely a sűrített közeg energiáját alkalmazva pneumatikus eszközök segítségével adja át a nyomatékot a hajtott kerékre, és egy pilótával a fedélzetén kell teljesítenie a versenyszámokat.



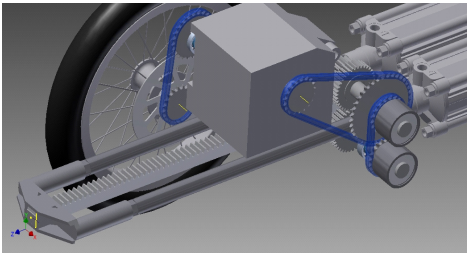
1. ábra. A pneumatikus hajtású tanulmányautó

A tervezés megalapozásának szempontjából fontos a korábbi eredmények kiértékelése, és a lehetséges megoldások vizsgálata.

A rendelkezésre álló statisztikai adatok alapján megállapítható, hogy általában a legeredményesebb pneumobilok PLC vezérlésűek, és motoruk alternáló felépítésű, szerkezeti kialakítását tekintve két kormányzott kerékkel rendelkeznek, és hátsó kerék meghajtásúak.

2. Mérendő paraméterek meghatározása

A járműnek adott versenykörülmenyeknek kell megfelelnie, melyhez terveztünk egy alapmodellt, melyet megfelelő dinamikai szempontok szerint méreteztünk. Az így kapott modell dinamikai paramétereit kell vizsgálnunk ahhoz, hogy a jármű menetdinamikáját javítani tudjuk, akár mechanikai paraméterek változtatásával, akár a jármű vezérlésének optimalizálásával.



2. ábra. A pneumatikus motor

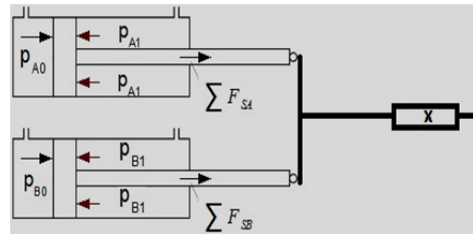
Ehhez vizsgálnunk kell a légmotor (2. ábra) tulajdonságait, ezen belül a motor karakterisztikáját, így a mért adatokból származtatjuk a nyomaték-idő függvényt, a levegő felhasználást, a jármű sebességét, a

gyorsulását, az általa megtett utat, valamint a menet közbeni GPS koordinátákat.

2.1. Pneumatikus hajtáslánc tulajdonságai

A hajtáslánc optimalizálása érdekében szükségünk van az abban ténylegesen létrejövő dinamikai paraméterekre. Ezen paramétereket méréssel, illetve a mért adatokból való származtatással tudjuk megállapítani.

A dinamikai egyenlet felírásakor a gáz állapotváltozásaiból adódó hatásokat a $\sum F_{sA}$, $\sum F_{sB}$ tényezőkhöz vettük figyelembe.



3. ábra. A hengerek húzóerejének származtatása

A henger húzóerejének származtatása a 3. ábrán látható.

p_{A1} : 'A' munkahenger töltőnyomása

p_{B1} : 'B' munkahenger töltőnyomása

p_{A0} : 'A' munkahengerből kiáramló levegő nyomása

p_{B0} : 'B' munkahengerből kiáramló levegő nyomása

A hengerfejekre ható erő nagysága:

$$F_A(t) = p_{A1}(t) \cdot A_2 - p_{A0}(t) \cdot A_1 - \sum F_{sA}(T_k, t, v) \quad (1)$$

$$F_B(t) = p_{B1}(t) \cdot A_2 - p_{B0}(t) \cdot A_1 - \sum F_{sB}(T_k, t, v) \quad (2)$$

2.2. A jármű menetdinamikai paramétereit

A jármű dinamikai tulajdonságaira vonatkozó adatok gyűjtése egy gyorsulásmérővel, valamint GPS-el ellátott Android operációs rendszerű mobiltelefonnal történik, itt a telefon memóriájára tárolódnak a mért adatok, melyet csak utólag tudunk majd kiértékelni.

A számított dinamikai adatokból, valamint a jármű tömegéből meghatározzuk a jármű menetteljesítményét a levegőfogyasztás függvényében:

$$\sum F(t) = m \cdot a(t) \quad (3)$$

$$P_{menet}(t) = F(t) \cdot v(t) \quad (4)$$

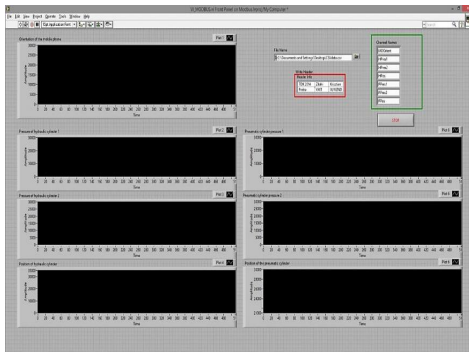
A mérés célja az adott pneumatikai teljesítményhez tartozó legjobb mechanikai teljesítmény meghatározása, vagyis a legjobb hatások megkeresése.

3. A mérésadatgyűjtő rendszer felépítése

3.1. A programozható logikai vezérlő

A Programozható Logikai Vezérlő (PLC) az elektromos vezérlésű szelepek irányítását és a járművön elhelyezett szenzorok adatainak feldolgozását végzi. A program egy memóriakártyán van tárolva, mely a megvalósítandó feladatokhoz szabadon változtatható. Az IndraControl L10-es vezérlőegység az ún. Microvezérlők csoportjába tartozik [1].

3.2. A LabVIEW alkalmazás

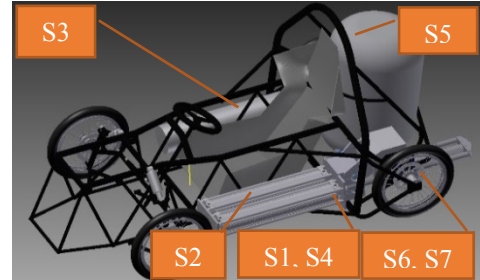


4. ábra. Az elkészített LabVIEW alkalmazás

Az alkalmazás biztosítja (4. ábra) a különböző beállítások valós idejű megfigyelésére szolgáló adatok grafikonon történő megjelenítését, a rendszer paramétereinek és különböző adatainak mentését a későbbi kiértékelésre, ezzel egy a rendszerre illesztett mérőrendszert hoztunk létre.

3.3. A felhasznált szenzorok

A mérőrendszer kialakításánál feltételezzük a pneumatikus hajtórendszer szimmetrikus működését, ezért csak az egyik hengerre helyezünk el szenzorokat.



5. ábra. A szenzorok elhelyezése a járművön

A méréshez felhasznált eszközök, melyek elhelyezése a 5. ábrán látható:

- Tacho méter: (S6, S7);
- Útadó szenzor: SM6 (S2);
- Nyomásszenzor: PE5 (S1);
- Áramlásszenzor: AF1 (S3);
- Kiegészítő bemeneti analóg modulok a PCL-hez:
 - Rádiós adattovábbító eszközök;
 - Hőmérő szenzorok:
 - a környezet hőmérséklete (S4);
 - a sűrített levegő hőmérséklete (S5);
 - Gyorsulási és GPS (pályakoordináta és pillanatnyi sebesség) adatok gyűjtésére: gyorsulás mérővel és GPS-el ellátott Android operációs rendszerű mobiltelefon.

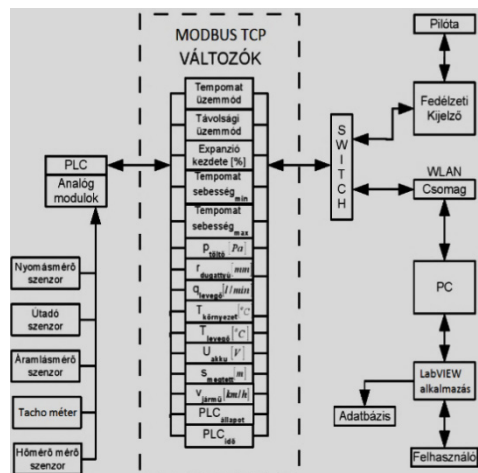
3.4. A fedélzeti kijelző



6. ábra. A HMI megjelenítő felülete

A pilóta számára elhelyezett nyomásra érzékeny (rezisztív) érintőpaneles vezérlőegységre (HMI) (6. ábra) elkészítettünk egy grafikus felületet, melyen a pilóta figyelemmel kísérheti a fontosabb menet közbeni információkat, valamint ennek segítségével aktiválhat különböző üzemmódokat, és megadhat azokhoz tartozó paramétereiket [2].

4. A rendszeren belüli kommunikáció



7. ábra. A rendszeren belüli kommunikáció funkcióblokkos vázlata

A rendszeren belüli kommunikáció (7. ábra) egy ETHERNET alapú úgynevezett Modbus TCP/IP ipari kommunikációs protokollon keresztül történik.

A hálózaton belül a PLC tölti be a Modbus Szerver (Slave) szerepét, így generál egy valós idejű adatbázist. A valós idejű adatbázis jelen esetben azt jelenti, hogy a változók értékei kevesebb, mint 10-20 milliszekundumonként frissülnek. Ez a felhasznált eszközök feldolgozási sebességéhez mérten elegendő ahhoz, hogy valós idejűnek tekinthető legyen a rendszer. Az adatbázisban szereplő megfelelő változók értékeinek beírását, valamint olvasását a PLC is végezheti vagy a PC-n futó LabVIEW alkalmazás. A LabVIEW és a

mobil eszköz, mint Modbus Kliens (Master) tud csatlakozni a szerverhez. A kommunikáció létrejöttéhez legalább egy Modbus Slave és egy Modbus Masterre van szükség [3].

5. Összegzés, következtetések

A rendszer két fő elemből áll: a járműre telepített IndraControl L10 típusú PLC, PC alapú mérésadatgyűjtő alkalmazás, amelyet a NI LabVIEW fejlesztőkörnyezetében hoztunk létre.

A fejlesztés során a hajtás felépítését vizsgáltuk mérési szempontok szerint. Azután a mért fizikai jellemzők jeleit vizsgáltuk programozási szempontból, továbbá elvégeztük a gépjármű és a hajtás dinamikai vizsgálatát mérés-technikai szempontból.

Megválasztottuk a műszaki specifikációt kielégítő mérés-technikát, a hozzá tartozó szenzorokat és mérőeszközöket, továbbá elvégeztük ezen eszközök jellemzését. Kifejlesztettük a mérési metódust megvalósító PLC programot.

Elkészítettük pneumatikus hajtás egyszerűsített modelljét és az ahhoz kiépített telemetriai mérőrendszert az egyetlen elérhető eszközökből, melyet videó formájában dokumentáltunk [4].

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Karl Heinz John, Michael Tiegelkamp: IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems, kiadó: Springer, London, 2010. 400 p. ISBN szám: 9783642120145
- [2] Ajtonyi István: PLC és SCADA-HMI rendszerek I. 1. kötet. PLC programozás az IEC 61131-3 szabvány szerint, kiadó: AUT-INFO Kiadó Miskolc, 2007. 290 p. ISBN szám: 9789630631655
- [3] Ajtonyi István: Ipari kommunikációs rendszerek I. 1. kötet. kiadó: AUT-INFO Kiadó, Miskolc, 2008. 431 p. ISBN szám: 9789630658133
- [4] *A rendszer működése, videó:*
<https://www.youtube.com/watch?v=Yd-VpyxenNk> Megtekintve: 2016. 02. 01.