XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16–17.

TROLIBUSZ FELSŐ-VEZETÉK NÉLKÜL

Szentmiklóssy Balázs, Balázs Gergely György, Kerekes Sándor

Abstract

The aim of the paper was to improve the public transport in our cities. This aim should be achieved by developing a modern electric vehicle. The work was started with the recognition of demands. The idea of a possible solution was given by the direction of the development of ultracapacitors. Then the work was continued with counting and measuring the energy balance. Applying these data the energy storage system could be proportioned. Finally we managed to build a small prototype. Actually the measuring and developing of this small prototype is in progress.

Összefoglalás

A kutatás célja a városi tömegközlekedés fejlesztése, egy újszerű, modern elektromos meghajtású jármű kifejlesztésével. A kutatómunka a különböző igények és szempontok megismerésével és mérlegelésével kezdődött. Az alapvető gazdasági igények mellett, figyelembe kellett venni a manapság egyre nagyobb szerepet betöltő környezetvédelmi szempontokat. Egy lehetséges megoldás ötletét az ultrakapacitások megismerése, fejlődésük, fejlesztésük iránya adta. Ezt az energiamérleg számítása és mérése követte. Ezen adatok alapján lehetett méretezni a szükséges energiatárolót, és megvizsgálni, hogy ez reálisan megvalósítható-e. Végül sikerült megépíteni egy háromkerekű kisautót, mely prototípusnak is tekinthető. Jelenleg ennek a járműnek a fejlesztése, mérése és az eddig elvégzett mérések értékelése folyik.

1. Bevezetés/előzmények

Az utcai tömegközlekedés esztétikai és egészségügyi szempontból is környezetbarát megoldására már többfajta járművet terveztek. Néhány alkalmazott jármű ezek közül: trolibusz, akkumulátoros busz, hibrid busz és ezek speciális kombinációi.

Ám ezek mindegyikében találunk néhány alapvető problémát, ha a következő fő szempontokat/igényeket vesszük figyelembe:

- 0 káros anyag kibocsátás (hibrid busz);
- környezetre gyakorolt másodlagos hatások (akkumulátoros busz);
- esztétikai környezet és műemlék védelem (trolibusz);
- folyamatos üzemeltethetőség (akkumulátoros busz).

A hibrid buszok nem (vagy csak részben) alkalmazhatók azokon a helyeken, ahol nulla az előírás a káros anyag kibocsátásra. Ezt az előírást a trolis teljesíteni tudja, viszont ebben az esetben az esztétikai és műemlékvédelmi kritériumok okoznak jelentős problémát, hiszen a felső-vezetékek kiépítését igényli, ami ütközik ezen igények teljesítésével. További hátránya még ennek a megoldásnak, hogy a rendszer kiépítése nagy beruházást jelent. Így jutunk el az előző két feltételt immár teljesíteni tudó

akkumulátoros buszhoz. Ezen megoldás fő problémáját az akkumulátorok lassú tölthetőségében, élettartamuk rövidségében és életciklusuk lejárt utáni környezetre való veszélyességében látom, illetve felhasználói, ill. gyakorlati szempontból mindezek jelentős anyagi vonzatában.

Az úgynevezett tüzelőanyag cellás (Fuel-cell) busz, bár sok szempontból jelentős előrelépést jelent, technikai fejlettsége és gazdasági elérhetősége miatt jelenleg nem jelent még reális megoldást.

Természetesen további szempontokat is figyelembe kell vennünk, ezek csupán a problémák szemléltetését szolgálják.

Mindezeket alapul véve a fő cél egy gyorsan feltölthető, hosszabb élettartamú energiatárolóval felszerelt jármű és a hozzá tartozó töltőrendszer konstrukciójának létrehozása.

2. A rendszer működése

Ma már léteznek olyan hibrid hajtású buszok, melyekben átmeneti energiatárolóként ultrakapacitásokat használnak. Ennek az eszköznek a megismerése, fejlesztésének iránya adta az ötletet, hogy lehetne-e ezt az eszközt elsődleges energiatárolásra alkalmazni. Az előzetes számítások pozitív eredménye vezetett a következő elméleti közlekedési rendszer megalkotásához.

A jármű feltöltött állapotból indul. A gyorsításhoz és a sebesség tartásához szükséges energiát az ultrakapacitásokból felépített energiatároló fedezi. Fékezéskor a visszatáplált energiát felveszi, majd a megállóban az utasok le- és felszállásának ideje alatt a hálózatról nagy teljesítménnyel „ultra gyors” töltéssel továbbtölti az energiatárolóként használt ultrakapacitásokat. Az utasok le- és felszállásának befejeztével automatikusan lekapcsolódik a megállóban kialakított töltőállomásról és folytatja útját a következő egy, esetleg több megállón át a következő töltővel ellátott megállóig, ahol ismét feltöltheti a „kondenzátor” telepeit olyan rövid idő alatt, amíg az utasok cseréje lebonyolódik. Így a rendszer képes folyamatos villamos üzemet biztosítani a jármű számára felső-vezeték kialakítása nélkül. Igaz ugyan, hogy a töltőállomásként használt megállókban ki kell építeni a töltéshez szükséges hálózatot, de ha figyelembe vesszük, hogy nagyvárosainkban sokhelyütt felső-vezeték ugyan nincs kiépítve, de a közlekedésre használt energiaellátó-rendszer rendelkezésre áll, akkor a beruházási és tervezési költségek drasztikusan csökkenthetők.

A rendszer működési sémája:
1.a ábra. Menet üzem 1.b ábra töltés és utasok cseréje

3. Számítások és mérések

A villamos energiát kizárólag ultrakapacitásokban tároló busz tervezéséhez jó kiindulási alap egy korszerű trolibusz vizsgálata, melynek hajtásrendszere megegyezhet a tervezett buszéval.

Pontos számításokat és szimulációkat végzett – Szentmiklóssy Balázs a Ganz Transelektro Közlekedési Rt.-nél – a szükséges vontatási energia és teljesítmény meghatározására. A számítások ellenőrzésére céljából méréseket is végzett 2005-ben a BKV GANZ-SOLARIS TROLLINO 12 alacsonypadlós 12 méteres trolibuszain, valamint a szintén Ganz-Solaris által gyártott csuklós (18m-es) trolibuszán. A 2.a (Uh: hálózati feszültség, v: sebesség, M: nyomaték) és 2.b ábrán egy számított (szimulált) és egy mért menetdiagram látható, 350m-es megállótávolságra.

2.a ábra Trolibusz mért menetdiagramja 2.b ábra Trolibusz számított menetdiagramja

További igen fontos adatokhoz jutottunk a járművön elhelyezett „fekete doboz” adatainak kiértékelésével. Az adatgyűjtés azt célozta meg, hogy megismerjem a villamos hajtású buszok – jelen esetben trolis – városi fogyasztását, különös tekintettel a vontatási és segédüzemi energia-felvételre és ezek arányára. A segédüzemi fogyasztás azért volt nagyon fontos, mert ennek nagyságrendjét nehéz megbecsülni, hiszen összetett, sokrétű és nem folyamatosan üzemelő fogyasztókról van szó.

GANZ-SOLARIS TROLLINO 12 alacsonypadlós 12 méteres trolibusz

A jármű összesített adatai:

összesen futott: 4128,38km-t,
vontatásra felvett 6191,4kWh-t,
a hálózatba visszatáplált 2149,4 kWh-t,
és segédüzeme fogyasztott 953,1 kWh-t.

Ezekből az adatokból számított értékek:

Visszatáplálási arány a teljes fogyasztást tekintve: 30%
Visszatáplálási arány a felvett vontatási energiához viszonyítva: 34,7%
Fogyasztás: 1,2 kWh/km
A segédüzem a hajtás fogyasztás 23,6%-a, a teljes fogyasztás 19 %-a (0,23 kWh/km)

A trolis 250km-re visszamenő adatainak elemzéséből megállapítható, hogy a jármű – forgalomtól függően – 12-16km/h-s átlagsebességgel közlekedik. Az átlagos megállóban töltött idő 15 és 25s között mozog.

4. Egy lehetséges megvalósítás

A számítások egy kéttengelyes szóló (12 méter, ~18 tonna) buszra lettek elvégezve. Ennek az

energiatárolója egy 600db cellából álló ultrakapacitás modul. Ez két párhuzamosan kapcsolt ágból, áganként 300db sorba kapcsolt cellából áll. A cellák 5000F-os, 2,7V-os kondenzátorok. Így az átlagosan kivehető energia 2kWh (800V és 450V között), ami a mért fogyasztással számolva nagyságrendileg 1,5km megtételére elegendő.

Két buszmegálló távolsága átlagosan 250 és 350 méter között mozog. 350 méteres megállótávolsággal számolva azt az eredményt kapjuk, hogy a feltöltött kondenzátorok feszültsége 800V-ról 690V-ra csökken, majd fékezéskor 740V-ig töltődik vissza. Az elfogyasztott energiát a megállóban 15s alatt 103kW teljesítménnyel lehet visszatölteni. Ez 600V-os hálózat 170A-es hálózati áramot jelent. Viszonyítási alapként egy trolibusz gyorsításakor 300-400A-t is felvesz a hálózathoz.

5. Megvalósítás kicsiben

Az ötlet kicsiben is jónak bizonyult, hiszen elkészült egy kizárólag ultrakapacitásokkal táplált kisautó, mely 2006-ban megnyerte az *I. Alternatív hajtású járművek versenyét* (I. Széchenyi futam Győr).

Energiatároló:

12db sorba kapcsolt cella

300F, 30V

Egy cella névleges értékei

3600F, 2,5V

Maximális tárolt energia: 135kJ

Villamos hajtásrendszer:

4kW-os BLDC motor

3f inverter

1. kép. A Kondi Car elnevezésű tricikli (támogatta a BME-EJTT)

6. Összegzés

A mérések, vizsgálatok és a megvalósított kisautó azt mutatják, hogy a működési elv megvalósítható. További fő feladat az erősáramú elektronika fejlesztése. Más szemléletet igényel a töltőhöz való gyors csatlakozás megoldása.

Irodalom

- [1] S.Kerekes, B.Szentmiklóssy: „*Ultrakapacitású kondenzátorok gyors karrierje az energiatárolás területén*” Elektrotechnika, pp.3-5, Nov. 2006

Szentmiklóssy Balázs, Ph.D. hallgató
Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem,
Villamosmérnöki kar,
Villamos Energetika Tanszék
Telefon: +36-70-3385036
E-mail: stbalazs@freemail.hu

Balázs Gergely György, M.Sc. hallgató
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi
Egyetem, Villamosmérnöki kar,
Villamos Energetika Tanszék
Telefon: +36-20-3225145
E-mail: ggbalazs@gmail.com

Kerekes Sándor, egyetemi adjunktus
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi
Egyetem, Villamosmérnöki kar,
Automatizálási és Alkalmazott
Informatikai Tanszék
Telefon: +36-1-4632854
E-mail: kerekes@elektro.get.bme.hu