

ENERGIATAKARÉKOS, KÁROS ANYAG KIBOCSÁTÁS NÉLKÜLI VÁROSI JÁRMŰ FEJLESZTÉSE

LŐRINCZ Illés– Dr. NAGY Vince - Dr. SZÉNÁSY István –Dr. VARGA Zoltán
Széchenyi István Egyetem, 9026 Győr, Egyetem tér 1 +36 96-503-400-3225, lorinczi@sze.hu

Kivonat: A tanulmány egy új prototípus jármű tervezését és kivitelezését mutatja be, amely napelem táplálású és állandó mágnesű, kefenéküli, egyenáramú villamos motor hajtja. A cikk ismerteti a jármű fő részeit és tulajdonságait.

Kulcsszavak: napelem, BLDC motor, motorvezérlő, hajtáslánc hatékonyság, ultra kapacitás.

1. Bevezetés

Az emberiség egyre növekvő mennyiségű energiát használ el, mely többnyire szénhidrogén alapú. A hagyományos energiaforrások elégetése során keletkező nagy mennyiségű CO₂ gáz a felelőse az egyre inkább megnyilvánuló globális felmelegedési folyamatnak. Az időjárás folyamatok hozták előtérbe az említett probléma megoldását, vagy csökkentését. Ez pedig nem más, mint a megújuló energiaforrások használatának növelése jelentős mértékben. Az előbbieken említettek miatt mára már számos kutató foglalkozik a megújuló energiaforrások kutatásával. A megújuló energiaforrások közé tartozik a nap, a geotermikus, a szél és bio üzemanyagok energiája, az ár-ápály erőművekkel együtt. Ki kellene váltani a belsőégésű motorokban használt különböző szénhidrogén vegyületeket olyan energiaforrásokra, melyek gazdaságosak és eközben nem szennyeznek környezetüket, nem károsítják az emberi és más élő szervezeteket. Az egyik leginkább jövőbe mutató megoldás erre a problémára az elektromos hajtás lehet.

2. Tervezés

Milyen típusú jármű képes megfelelni az előbb említett problémákra? A napenergia, mint kimeríthetetlen energiaforrás, képes lehet az előbb említett szempontoknak eleget tenni. Ez az energiaforrás tiszta, mindenki által hozzáférhető, és belátható ideig rendelkezésre áll. Ezért a megoldásunkban a prototípus járművet napenergiával hajtjuk meg. Ehhez annyi szükséges, hogy a napsugárzás energiáját mozgási energiává alakítsuk át, lehetőleg a legjobb hatásfokkal. A napelemek egyenáramot termelnek. Egy megfelelő villamos motor képes lehet a napelem villamos áramát mozgási energiává alakítani. Amennyiben megfelelően összeépítünk egy napelemekből, villamos

motorokból és vezérlőkből álló járművet, akkor rendelkezésünkre áll egy olyan elektromos hajtású autó, amelynek csak napsütésre van szüksége a haladáshoz.

A prototípus jármű építési paramétereit a 2007-es Shell Eco-maraton előírásai adták meg. A verseny szabályainak megfelelő alkatrészekből építettük össze a 2008-as versenyen induló járművet.

Műszaki adatok, méretek

A jármű technikai specifikációja és méretei a Shell Eco-maraton előírásaival egyeznek meg, amely előírások a következők:

- A jármű teljes magassága 100 és 130 cm között kell legyen.
- A jármű szélessége 120 és 130 cm közötti lehet.
- A jármű hossza 220 és 350 cm közötti méretű.
- A keréktávolság az első tengelynél legalább 100cm, míg a hátsó tengelynél legalább 80 cm legyen.
- A tengelytávolság legalább 120 cm legyen.
- A sofőr fülke magassága legalább 88 cm, míg szélessége a vezető vállánál minimum 70 cm.
- A jármű hasmagassága legalább 10 cm.
- A jármű tömege vezető nélkül nem haladhatja meg a 160 kg-ot.
- A kerék átmérője 16 vagy 17 inch lehet.

A járművet világító berendezéssel kell ellátni a következők szerint:

- két első fényszóró,
- két első irányjelző,
- két hátsó sárga színű irányjelző,
- két piros féklámpa hátul,
- két piros színű hátsó világítás (kombinálható a féklámpákkal).

Biztonsági szempontok miatt a járműben az elektromos feszültség maximuma 48 V lehet.

3. Járműépítés

2008 tavaszára sikerült elkészíteni a tervek szerinti SZEsocar-t (A jármű nevét az angol fordítás kezdőbetűiből képeztük: Széchenyi István Egyetem solar car). Az 1. ábrán látható a megépített jármű.



1. ábra Szesocar 2008-ban Nogaroban

A jármű paramétereinek tervezésénél a szabályok adta maximális értékekkel számoltunk. A lehető legnagyobb felületet borítottuk be napelemekkel, hiszen így gyűjthető össze a legtöbb napenergia.

Az első kerekek kormányozottak. Két kefe nélküli állandó mágneses egyenáramú motor hajtja a járművet a hátsó tengelyre szerelve.

A jármű alakja számítógépes programmal optimalizált. Mindegyik összetevőt úgy alakítottunk, hogy a lehető legkisebb légellenállási tényezőt eredményezzen.

A jármű hossza 350 cm, szélessége és magassága egyaránt 130 cm.

Az előírt maximális járműtömeget (160 kg) hogy ne lépjük túl, a lehető legkönnyebb anyagokat kellett felhasználnunk a jármű megépítéséhez, amelyek egyben a biztonsági előírásoknak is megfelelnek. Alumíniumból készítettük a tartószerkezetet és a karosszéját is.

A városi jármű kategóriában indultunk a Shell Eco-maratonon Nogaroban, Franciaországban. Ebben a kategóriában a járműveket el kell látni lámpákkal, irányjelzőkkel és kürttel.

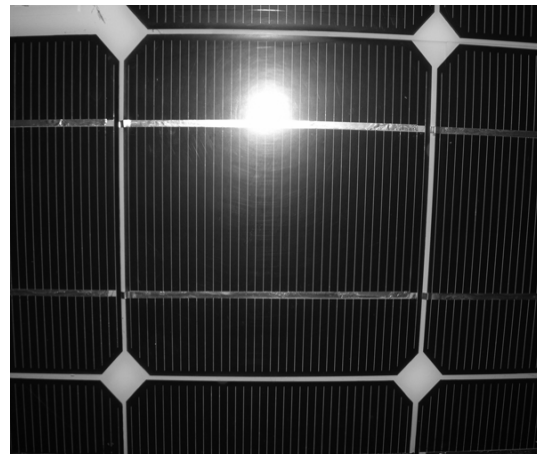
A prototípus járművünkön az összes lámpánk LED-es kialakítású volt, a minél kisebb elektromos fogyasztás miatt. A lámpák 12 V-ról működnek. Így a jármű

energiaellátását biztosító 48 V-os ultrakapacitásból egyenáramú konverter állítja elő a 12 V-ot. A világító rendszer teljes fogyasztása maximálisan 22 W, ami egy mai autó egyetlen irányjelző lámpájának fogyasztásával egyezik meg.

Verseny közben a vezetőnek hangjelzéssel kell jeleznie az előzés elkezdését. Ezt egy szabványos és a rendezők által előírt Bosch gyártmányú kürttel teheti meg.

4. Napelemek

A járművünkre 6.9 m^2 felületű Ersol E6M+ Black Power típusú napelem cellákat szereltünk. Ezek a cellák voltak a legjobb hatásfokúak (17 %), melyet a kereskedelemben rendeltünk. Három párhuzamos áramkört alakítottunk ki a monokristályos napelem cellákból. Az egyes körökben 96 cella van sorba kötve. A napelem modulok a következő kialakításúak: Ethyl Vinyl Acetate (EVA) típusú műanyag hordozó felületen fekszik a napelemcella, melyet egy tükröződésmentes szilikon-nitrítés átlátszó felület véd a külső behatásoktól. A cella két oldalán ezüstözött vezetősálak futnak végig úgy, hogy az egyes cellák sorba legyenek felfűzve. A cella alja a következő tetejéhez van forrasztva. A 2. ábrán látható egy ilyen módon kialakított napelem cella.



2. ábra A megvalósított napelem cella

Ekkora felületű és ilyen bekötésű napelem hálózat 1.2 kW teljesítményt és 48 V feszültséget tud szolgáltatni optimális esetben. Egy napelem cella körülbelül 0,5 V-ot és 4 W teljesítményt tud termelni. De természetesen egyszerre nem az ideális szögből éri a napfény a cellákat, a realizálható, a napelemek által termelt teljesítmény 450-500 W körül mozog átlagos fényviszonyok esetén.

5. Energiatároló eszköz

Ha a jármű nem fogyasztja el az összes termelt energiát, akkor a maradék energia az ultrakapacitást (UC) fogja tölteni. A maximális feszültsége az ultrakapacitásnak 48 V lehet, e fölött már károsodhat az energiatároló.

Az ultrakapacitásban tárolt energia sűrűsége töredéke a szénhidrogén alapú üzemanyagokéhoz viszonyítva. Emiatt a prototípus jármű szempontjából kiemelt fontosságú a hatásfok és teljesítmény, ellentétben a jelenleg használatos járművekkel. Az egyik legfontosabb választási pont járművünk kialakításánál az energiatároló eszköz és annak tölthetősége. A használt energiatárolót a Maxwell cég készítette és 80 F a kapacitása, mely a 3. ábrán látható.



3. ábra Maxwell ultrakapacitás

Az ultrakapacitás töltését az Advanced Motion Control (AMC) 50A8 gyártmányú vezérlője szabályozza. Ez a vezérlő biztosítja a 48 V-os feszültség maximumot, mert túlfeszültség esetén az ultrakapacitás tönkre megy.

6. Járműmotorok és vezérlők

A Shell Eco-maraton versenyen a városi kategória résztvevőinek 22km-t kell megtenniük maximum 54 perc alatt. Ez 25km/h-ás átlagos sebességgel tehető meg. Erre a sebességre kell optimalizálni a jármű haladását biztosító villamos motorokat. A tekercselést, belső ellenállást és hajtónyomatékot már ebből az adatból számítható úgy, hogy a motor hatásfoka a lehető legnagyobb legyen. A jármű hajtására állandó mágnesű, kefe nélküli egyenáramú agymotort választottunk. A motor állórésze a tengelyhez van rögzítve, míg a forgórész az állandó mágnesekkel a kerékhez.

A fő előnyei az állandó mágnesű kefe nélküli egyenáramú (BLDC) motoroknak:

- Magas hatásfok: az állandó mágnesű forgórésznek nincs fogyasztása. A kommutátor illetve kefék hiánya csökkenti a súrlódási veszteségeket és körtűztől sem kell tartani.

- Kompakt: nagy energiasűrűségű mágnesek alkalmazásával nagyon nagy fluxus sűrűség érhető el a BLDC motoroknál. Ez teszi lehetővé a nagy nyomaték kifejtésére, mialatt a motor mérete kicsi és könnyű.

- Könnyen vezérelhető: a motor szabályozása egyszerű egyenáramú motorként megoldható.

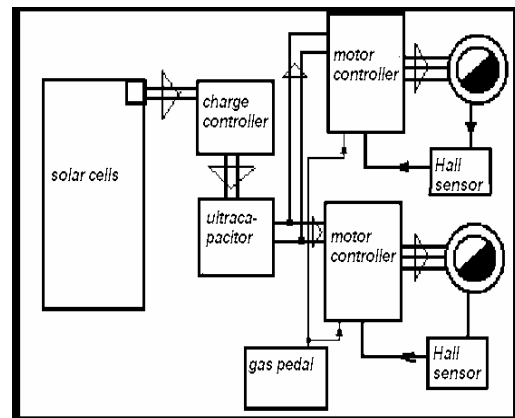
- Könnyű hűtés: a forgórészben nem folyik áram, így az nem is melegíti a motort.

- Kis karbantartási igény, hosszú élettartam: a mechanikus kommutátor és kefék hiánya csökkenti a karbantartási igényt és meghibásodási hajlamot.

- Alacsony zaj kibocsátás: nincs kommutációs zaj, hiszen az itt elektronikus és nem mechanikus.

Az agymotorok használata esetében nincs szükség erőátvitelre (sebességváltóra), amely a hatásfokot rontaná, a felesleges súlytöbbletről nem is beszélve.

Az elektromos motornak 250 fordulatot kell forognia percenként és 7,6 Nm nyomatékot kell szolgáltatnia. Ekkora erő 4,6 A áramot feltételez 44 V feszültségen. A megrendelt motor az Emoteq MF0210-es motorján alapszik. Ez a motor terhelés nélkül képes forgatásban tartani a kereket már 200 mA áram fogyasztásával. Ezzel a motorral jó hatásfok (90 %) érhető el, ami természetesen látszott a motor árán. Az alap motor újra lett tervezve és módosítva a mi járművünk speciális paramétereinek megfelelően. A forgórésznek 32 pólusa van és a tervezett jármű 200 W teljesítményű.



4. ábra A jármű elektromos blokkdiagramja

A 4. ábrán látható a jármű elektromos rendszerének blokkdiagramja. Ebből megállapítható, hogy az ábra bal oldalán szereplő egységek az energia termelésében és tárolásában vesznek részt, míg a jobb oldaliak elektromos fogyasztóként, a jármű mozgását biztosítják.

Az állandó mágnesű, kefenélküli motor forgórészének mágnesei neodímiumból készültek. Az állórész táplálását egy vezérlő szolgáltatja, amely 3 fázisú trapéz alakú jelet készít az egyenáramú tápfeszültségből. Ezt a vezérlőt is az AMC cég gyártotta, melynek típusa: B40A8. Az 5. ábra a vezérlőről készült képet ábrázolja.

A vezérlés Hall szenzorok segítségével érzékeli a forgórész helyzetét. A 6. ábrán látható az állórészre rögzített Hall szenzor panel.



5. ábra AMC motorvezérlő

A jármű sebességét, pontosabban gyorsulás igényét, a gázpedálra szerelt 50k Ω -os potenciométer állásából érzékeli a motorvezérlő. Mindkét vezérlő ugyanazt a jelet kapja meg, így biztosítva a két hajtott keréken a hasonló nyomatékot.

7. Következtetés

A prototípus jármű 2008 tavaszára elkészült és első helyet szerzett a napelemes hajtású városi kategóriás járművek versenyén a Shell Eco-maratonon. A verseny három futama alatt sajnos az időjárás változékonysága miatt nem tudtunk pozitív energia mérleggel zárni, az elhasznált energia 80 %-át töltötték vissza a napelemeink. A jármű teljesítette az elvárásokat. A napelemek, a motorok és vezérlőik hibamentesen működtek. A jármű közel 30 km/h-ás sebességgel halad kizárólag a Nap sugarainak felhasználásával, verőfényes napsütésben.



6. ábra A motor állórésze a Hall szenzorokkal

8. Jövőbeni feladatok

A következő feladat a jármű hatósugarának a növelése. A napelemek energia termelése nem elegendő borús időben a tervezett sebesség eléréséhez. Célszerű lenne nagyobb mennyiségű energia tárolására alkalmas eszközt a járműbe építeni. A jármű össztömegét azonban nem szabad emelni, így könnyíteni kell a jármű vázán és karosszériáján. Az alumínium karosszéria elemek helyett a könnyebb, szénszál erősítésű, kompozit műanyagból építettük meg a karosszéria elemeket. Az alumínium felnik helyett is lehet majd könnyebb megoldást találni.

A 2009-es évben már nem lehet ultrakapacitást használni a versenyen, így az energia tárolónkat 4 db 12 V-os, 7 Ah-ás akkumulátor sorba kötésével helyettesítettük. A napelemtől való töltés így nehezebb lesz, az akkumulátorok töltéséhez magasabb feszültség szükséges (54-56 V) a napelemtől. Át kellett tervezni a napelem köröket mind mennyiségileg, mind bekötéssel. A 2009-es versenyen is sikerült a legjobb napelemes városi kategóriás járművet megépíteni. De az időjárás idén sem fogadott kegyeibe bennünket, a fátolyfelhős időben 92,8 % villamos energiát termeltek a napelemeink a motorok által elfogyasztott energiához képest.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a Széchenyi István Egyetemnek és többi támogatóknak az anyagi és erkölcsi támogatását.

Hivatkozások:

www.shell.com/home/content/eco-marathon-en
www.ersol.de/en/products/solarcells
www.emoteq.com/Products
www.a-m-c.com/content/prods
www.maxwell.com/ultracapacitors/prod