

SZIMULÁCIÓS LEHETŐSÉGEK HIBRID HAJTÁS MŰKÖDÉSI KONCEPCIÓ KIDOLGOZÁSÁRA

OPPORTUNITIES FOR SIMULATION IN HIBRID PROPULSION OPERATIONAL CONCEPT DESIGN

Papp János ^{1*}, Kis Dávid István ², Kereszty Balázs ¹

¹ Járműtechnológia Tanszék, Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar Neumann János Egyetem, Magyarország

²Anyagtechnológia Tanszék, Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar Neumann János Egyetem, Magyarország

Kulcsszavak:

konceptcionális tervezés
hibrid propulzió
szimuláció

Keywords:

conceptual design
hybrid propulsion
simulation

Cikktörténet:

Beérkezett 2018. október 19.

Átdolgozva 2018. október 31.

Elfogadva 2019. március 1.

Összefoglalás

A cikk célja, hogy hibrid jármű koncepció tervezéséhez rugalmas szimulációs környezet kialakításának lehetőségeit összegezze. Különös tekintettel a hibrid kisrepülőgép különböző koncepcióinak összehasonlítására, a támasztott követelmények alapján. Alapot adjon a legígéretesebb koncepció kiválasztásához, részletesebb vizsgálatához.

Abstract

The aim of this paper is to provide a summary on a flexible simulation environment for designing hybrid vehicle concepts. Specially for comparing different concept for small hybrid aircraft designs, based on the given requirements. This gives a base for choosing the best concept and for further analyzing that.

1. Bevezetés

Manapság a hagyományos járművek villamosítása segíti a folyamatos káros anyag kibocsátás csökkentést és az akkumulátoros hajtások egyre nagyobb teret nyernek a közutakon. Illetve a legfontosabb, hogy növekszik ezen új technológiákba fektetett bizalom, kezd kiforrni a gyártásuk, használatuk [1]. Ezért érdemes lehet a következő nagy károsanyag kibocsájtó ágazat, vagyis a repülőgépipar megoldásait újragondolni.

A piacon kapható kisrepülőgépek hajtásláncának felépítése nem sokat változott az elmúlt században. Történt ez azért, mert a repülőgépekkel szemben támasztott követelmények rendkívül szigorúak. Sokak véleménye szerint elérkezett az idő, hogy elkezdődjön az új technológiák bevonása ebbe az ágazatba is.

Csapatunk hibrid kisrepülőgépek koncepcióival foglalkozik, ezért szeretnénk a lehető legtöbb felépítési struktúrát megvizsgálni, elrugaszkodni a konvencióktól, teret adni az új technológiák használatának [2]. A koncepciótervezés kezdeti szakaszában felmerült az igény a különböző ötletek rögzítésére, szimulációjára a későbbi analízis érdekében, ezért szeretnénk kidolgozni egy rugalmas szimulációs környezet MATLAB / Simulink szoftver segítségével [3].

* Kapcsolattartó szerző. Tel.: +36 70 398 1261
E-mail cím: papp.janos@gamf.uni-neumann.hu

2. A tervezés menete

A modell alkotás kezdeti fázisában a követelmény listát szeretnénk megfogalmazni, ilyenkor szükség van egy környezetre, amiben a munka folyni tud. Hamar kiderül, hogy a sok különböző ötletet nehéz egységesen kezelni-tárolni. MATLAB / Simulink környezetben fogjuk felépíteni, már erről a szintről indítva a tervezést. Minden szimulációs programnál szükséges, hogy a követelmények számokkal kifejezhetőek legyenek, mivel csak így ellenőrizhető objektíven a teljesítésük. Illetve, több követelmény, szabvány teljesítésekor ezt több különböző, akár sok száz esetben ellenőrizni, csak automatizált környezetben érdemes. Szerintünk fontos előre tekinteni és megérteni a tesztelési folyamatot is, a környezet lehetőségeit figyelembe venni a követelmények megfogalmazásakor, így megkönnyíthetjük a tervezési folyamatot.

Ezután megkeressük a szükséges leegyszerűsített funkciókat, amit blokkokkal ábrázolhatunk, majd a lehető legtöbb lehetséges módon összekapcsolva egy struktúra halmazt kapunk. Közben érdemes konvencionális megoldásokkal is leellenőriznünk a kitalált környezetet.

Ezt követően az egyes funkciókat a piacon kapható, kutatás alatt álló modellekkel helyettesítjük. Majd a megfelelően meghatározott szimulációs profil segítségével megvizsgáljuk a modell viselkedését, ellenőrizzük a követelményeket.

Végül értékeljük a kapott eredményeket és levonjuk a megfelelő következtetéseket. Ez persze egy leegyszerűsített tervezési folyamat, ennek kifejtése nem témája e cikknek. A továbbiakban a koncepciótervezés elindításához szükséges ismeretanyagot, lehetőségeket mutatjuk be.

3. Modell felépítése

3.1. Hőerőgép modell

A konvencionális és az újabb fejlesztésű hőerőgépeket egy csoportba rendeztük, ilyen például: belsőégésű motorok, gázturbinák, Stirling-motorok és még számos más. Kiforrott technológiával rendelkeznek, a legtöbb szimulációs környezet, mint az általunk használt is, rendelkezik többféle komplexitású, felépítésű parametrizálható modellel. Méréstechnikája is előrehaladott, ami egyszerűvé teszi a mérési eredményeken alapuló modell alkotást, ha nem állna rendelkezésünkre az adott gépről. A mérési eredmények alapján a modell készítést is különböző szoftver eszközök támogatják [2] [4]

3.2. Egyéb átalakítók

Az üzemanyag cella köré épített hibrid rendszer számos kutatás alapját képezte 0 0 0. Napelem által előállított és tárolt energia segítségével üzemeltett hajtásrendszerekből készített tanulmányokkal bővítik a lehetőségeinket 0.

Nem szükséges a kémiai reakciók modellezésével foglalkozni, ha rendelkezünk megfelelő modellel, amelyet fel tudunk használni a saját szimuláció készítéséhez.

3.3. Elektromos motor

A hőerőgépek, mellett villamos energiából többféle típusú motorral is lehetséges forgó mozgás előállítása [4]. Ezért szükséges ezt a sokféle motortípust is vizsgálni. Lehetséges az is, hogy a gyártói vagy saját mérések alapján, térképek segítségével szükséges előállítani a változókat, úgymint a szükséges fordulathoz tartó nyomaték, határfok.

3.4. Akkumulátor

Ha repülőgépek meghajtására a villamos energiát akkumulátor segítségével szeretnénk előállítani, ezt sokan diszruptív technológiának tekintik, viszont számos lehetőséget és újítást rejt, hogy megalapozza az hibrid repülők létjogosultságát, ezért mindenképpen vizsgálni a használatával, amit számos cikk támaszt alá: [2] 0 0 [4] 0 0 0 0.

Számos típusa létezik, melyek jelentősen eltérnek egymástól főbb paramétereikben, azonban a terület felkapottsága miatt számos kutatásban, gyártónál fellelhetőek koncepció kutatáshoz alkalmas modellek, méretezési segédletek.

3.5. Energia elosztó rendszer

Részletes modell alkotás esetén szükséges az elosztó rendszerrel is foglalkozni. A különböző részek összekapcsolásából alkotott rendszereket illeszteni kell egymáshoz, adott esetben távol helyezkedhetnek el egymástól. Pont ezért jelentős mértékű veszteség keletkezhet a vezetékrendszerben, ennek hatásait is érdemes vizsgálni a későbbiekben. Ezekre jó példa az elektromos rendszerek összekötésére használt vezetékrendszer, biztosítóberendezések vagy csatlakozók.

3.6. Zajterhelés

A konvencionális hajtásrendszerrel rendelkező repülőgépekkel szemben (melyek jelentős zajkibocsátással rendelkeznek), az elektromos meghajtás egyik nagy előnye a csökkentet zajkibocsátás lehet. Számos tényező befolyásolja a keltett zajt: a különböző üzemállapotoktól, a közeg tulajdonságától, a távolságtól és még számos paramétertől függ [1]. Rendelkezésünkre állnak olyan kutatások, melyek segítségével, a szükséges komplexitású modell által ezt a jelenséget is szimulálni, vizsgálni tudjuk.

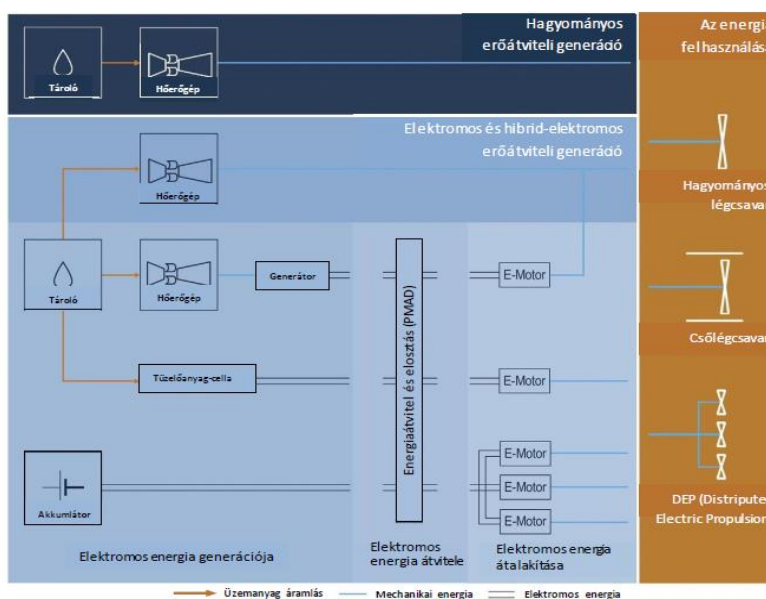
3.7. Vezérlés

Ahhoz, hogy egy komplex modellelemekből álló részmodell vagy teljes repülés környezet szimulációja bármilyen viselkedést produkáljon, szükséges biztosítanunk egy vezérlő modult, amely az egyes üzemállapotoknak, illetve követelményeknek megfelelően vezérelni, szabályozni tudja a modellt.

4. Repülési profilok - Szimuláció

A szimuláció során bemeneti paraméter lehet a repülőgép sebessége, magassága. Ezek alapján számos más változó már meghatározható. A sebesség és a levegő sűrűsége alapján pedig meghatározható a szükséges propeller sebesség, és a teljesítmény. Ez persze egy nagyon leegyszerűsített modell, ennél sokkal komplexebb modell alkotása szükséges érdemleges eredmények érdekében. Továbbá meghatározandók a modellek veszteségei és azok hatásai.

Az egyes koncepciók összehasonlíthatóvá válnak a különböző repülési állapotokban, valamint az üzemállapotok mellett vizsgálható a teljes működési tartomány is. Számos konfigurációs lehetőséget vázol és vizsgál [2] is, például többféle légcsavar lehetőséget, többféle villamos energia előállítás módját, a hagyományos elrendezés mellett, amit az alábbi ábrán (1. Ábra).



1. Ábra Különböző konfigurációk összevetése [2]

5. Tesztelés

Használhatunk a szimulációs környezetbe integrálható hardver eszközöket, az alábbi hivatkozásokban közölt példák mind támogatják a Simulink környezetet [17]. Ezek zökkenőmentesen tudnak egymással együttműködni, például az automatikus kódgenerálás segítségével. Így csak a modellalkotással szükséges foglalkozni, a rendszerek integrálása gyorsan megoldható. A [17] is bizonyítja, hogy lehetséges komplex hajtáslánc modell felépíteni és ennek szimulációja közel esett a mérési eredményekhez.

6. Elemzés

A szimulációs környezet segítheti az optimális koncepció kiválasztását, illetve a tervezés további szakaszaiban a meghatározó paraméterek optimalizálását is. Többféle módon is megfogalmazhatjuk, mi is számít optimális eredménynek. Lehet szempont az alacsonyabb üzemanyag felhasználás különböző üzemállapotokban, a vonatkozó szabványok betartása, az üzemeltetési költség vagy akár a gyártási költség minimalizálása. Az is lehet a cél, hogy több nagyon eltérő feltételnek egyszerre feleljen meg a tervezett jármű, ami szintén egy vizsgált probléma kör.

7. Összegzés

A tanulmány taglalja hibrid jármű koncepció tervezés előkészítő fázisa közben a szerzőkben felmerülő kérdéseket. Főként arra vonatkozóan, hogy áttudjuk-e ültetni az adott problémát egy szimulációs környezetbe. A konkrét követelmények meghatározása, koncepciók összeállítása, ezután következik. De fel szeretnénk hívni a figyelmet – már a tervezés elején -, hogy érdemes előre gondolkodni és beépíteni a célokat is valamilyen formában a követelmények mellett a készített koncepciókba is. Tehetjük ezt rugalmas struktúra kialakításával, amit a modern vizuális szimulációs programok, mint a Simulink, egyszerűvé teszi a tervező számára.

Köszönetnyilvánítás

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. EFOP-3.6.1-16-2016-00014

Irodalomjegyzék

- [1] Emilia Silvaş, Theo Hofman, Maarten Steinbuch, Review of Optimal Design Strategies for Hybrid Electric Vehicles, IFAC Proceedings Volumes, Volume 45, Issue 30, 2012, Pages 57-64, ISSN 1474-6670, <http://dx.doi.org/10.3182/20121023-3-FR-4025.00054>
- [2] C. Pernet, A.T. Isikveren, Conceptual design of hybrid-electric transport aircraft, Progress in Aerospace Sciences, Volume 79, 2015, Pages 114-135, ISSN 0376-0421, <http://dx.doi.org/10.1016/j.paerosci.2015.09.002>.
- [3] The MathWorks, Inc. <https://www.mathworks.com/>
- [4] Jacob Sliwinski, Alessandro Gardi, Matthew Marino, Roberto Sabatini, Hybrid-electric propulsion integration in unmanned aircraft, Energy, 2017, ISSN 0360-5442, <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.183>
- [5] G. Abbe, H. Smith, Technological development trends in Solar-powered Aircraft Systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 60, 2016, Pages 770-783, ISSN 1364-0321, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.053>
- [6] N. Lapeña-Rey, J.A. Blanco, E. Ferreyra, J.L. Lemus, S. Pereira, E. Serrot, A fuel cell powered unmanned aerial vehicle for low altitude surveillance missions, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 42, Issue 10, 2017, Pages 6926-6940, ISSN 0360-3199, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.01.137>
- [7] Teresa Donato, Antonio Ficarella, Luigi Spedicato, Alessandro Arista, Marco Ferraro, A new approach to calculating endurance in electric flight and comparing fuel cells and batteries, Applied Energy, Volume 187, 2017, Pages 807-819, ISSN 0306-2619, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.100>

- [8] Antonio Filippone, Aircraft noise prediction, Progress in Aerospace Sciences, Volume 68, 2014, Pages 27-63, ISSN 0376-0421, <http://dx.doi.org/10.1016/j.paerosci.2014.02.001>
- [9] Dimitrova, François Maréchal, Techno–economic design of hybrid electric vehicles and possibilities of the multi-objective optimization structure, Applied Energy, Volume 161, 2016, Pages 746-759, ISSN 0306-2619, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.09.071>
- [10] M. Arntzen, D.G. Simons, Modeling and synthesis of aircraft flyover noise, Applied Acoustics, Volume 84, 2014, Pages 99-106, ISSN 0003-682X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2013.09.002>
- [11] M.F. M. Sabri, K.A. Danapalasingam, M.F. Rahmat, A review on hybrid electric vehicles architecture and energy management strategies, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 53, 2016, Pages 1433-1442, ISSN 1364-0321, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.036>
- [12] Simos A Evangelou, Wassif Shabbir, Dynamic modeling platform for series hybrid electric vehicles, IFAC-PapersOnLine, Volume 49, Issue 11, 2016, Pages 533-540, ISSN 2405-8963, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.08.078>
- [13] Spedicato, Gianluca Trullo, A. Paolo Carlucci, Antonio Ficarella, Sizing and Simulation of a Piston-prop UAV, Energy Procedia, Volume 82, 2015, Pages 119-124, ISSN 1876-6102, <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.201512.003>
- [14] dSPACE GmbH <https://www.dspace.com/>
- [15] AVL LIST GmbH <https://www.avl.com/>
- [16] IPG Automotive GmbH <https://ipg-automotive.com/>
- [17] Elisabetta Bongermano, Michele Tomaselli, Vito G. Monopoli, Gianluca Rizzello, Francesco Cupertino, David Naso, Hybrid Aeronautical Propulsion: Control and Energy Management, IFAC-PapersOnLine, Volume 50, Issue 2, 2017, Pages 169-174, ISSN 2405-8963, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.12.031>