

Virtuális fékpad labor kialakítása a győri Széchenyi István Egyetemen

Development of a virtual engine dynamometer at Széchenyi István University, Győr

AGÓCS Tamás¹ Járműmérnöki MSc hallgató

HANULA Barna², PhD, Egyetemi docens, Audi Hungária Tanszékcsoport vezetője

SZABÓ Zsolt³, Járműmérnöki MSc hallgató

¹Széchenyi István Egyetem, Belső Égésű Motorok Tanszék, 9026 Győr, Egyetem tér 1.
tel.:+36 96 503491, fax: +36 96 613677, e-mail: agocs.tom@gmail.com

²Széchenyi István Egyetem, Belső Égésű Motorok Tanszék, 9026 Győr, Egyetem tér 1.
tel.:+36 96 503491, fax: +36 96 613677, e-mail: hanula@sze.hu

³Széchenyi István Egyetem, Belső Égésű Motorok Tanszék, 9026 Győr, Egyetem tér 1.
tel.:+36 96 503491, fax: +36 96 613677, e-mail: zsolt.szabo.ungarn@gmail.com

ABSTRACT

The development of novel computer aided teaching methods that encourages student involvement in laboratory exercises is essential for quality and cost reasons. This article demonstrates a virtual engine dynamometer at the Department of Internal Combustion Engines at Széchenyi István University, Győr. For the first time in Hungary, it is possible for students to perform measurements on internal combustion engines and evaluate them in a virtual measurement environment, using up to date computer programs.

ÖSSZEFOGLALÓ

A mérnökképzésben elengedhetetlen olyan új, számítógépek által támogatott oktatási módszerek kifejlesztése, melyek segítségével a hallgatók színvonalas és egyben költséghatékony laborgyakorlatokon vehetnek részt. A cikk a győri Széchenyi István Egyetem Belső Égésű Motorok Tanszékén felállított virtuális fékpad-labort mutatja be, mely Magyarországon, egyedülálló módon teszi a hallgatók számára lehetővé, hogy a legmodernebb fékpad szoftverek segítségével, egy virtuális környezetben végezzenek el fékpad méréseket és kiértékeléseket.

Kulcsszavak: interaktív oktatási módszerek, motorszimuláció, virtuális fékpad

1. BEVEZETÉS

A belső égésű motorokkal foglalkozó mérnökhallgatók számára rendkívül értékesek a fékpadon elvégzett motorvizsgálatok ahhoz, hogy a motorok komplex viselkedését megérthessék. A fékpadon töltött idő azonban igen magas költségekkel jár, amit a legtöbb felsőoktatási intézmény csak szűkös anyagi keretek között engedhet meg magának, így a hallgatók versenyképessége folyamatosan csökken a szakma egyre magasabb elvárásaival szemben. A szakirány iránti egyre nagyobb érdeklődés és a hallgatói létszám folyamatos növekedése is indokoltá teszi az új, eddig nem alkalmazott oktatási módszerek bevezetését.

A virtuális fékpad koncepciója azt, a fejlesztési metódusok között utóbbi időben teret nyerő eljárást használja fel a valós fékpadok helyettesítésére, amit modellalapú szimulációnak, vagy modellalapú fejlesztésnek –idegen nyelven Modell-Based Design-nak– neveznek [2]. Ennek a bizonyítottan költséghatékony eljárásnak az a célja, hogy a hardverelemek egy számítógépes környezetben, szimulációs módszerek segítségével helyettesíthetők legyenek. Az így elkészült modellek különböző kódgeneráló metódusokkal alkalmassá tehetők arra, hogy az egyébként hardveres mérésekhez kifejlesztett szoftverekkel is kompatibilissé váljanak. Ezt az előnyös tulajdonságot

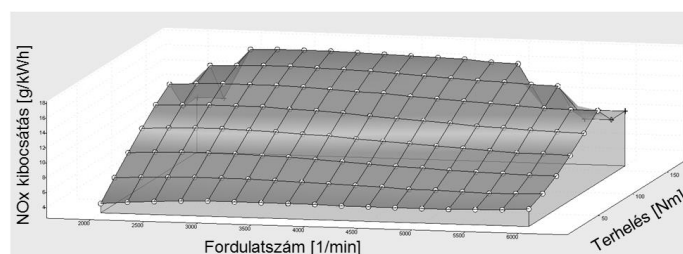
kihasználva már csak egy olyan szoftverre van szükség, ami teljesíti a kompatibilitási kritériumokat, az iparban széles körben elterjedt és a hallgatók önálló méréseket képesek végezni rajta, növelve ezzel versenyképességüket, bővítve szaktudásukat.

2. MODELLALKOTÁS

Egy szimulációs folyamat során a modellek feladata, az általuk leírt rendszer, vagy elem viselkedésének minél pontosabb reprodukálása. A fékpad és motor működésének legegyszerűbb szemléltetése jellegzőkre épülő modellek segítségével kivitelezhető, melyek valós fékpad mérések során szerzett adatokból kerülnek felépítésre. Ezt a módszert az iparban is gyakran alkalmazzák a motortervezés korai fázisában. Ezek, a motor üzemállapottainak leírására szolgáló jellegzők minden általunk szemléltetni kívánt paramétert tartalmaznak a fordulatszám, a terhelés és a keverék összetételének függvényében, ezért oktatási célokra is tökéletesen alkalmasak.

A modellalapú szimuláció Matlab Simulink szoftverrel valósítható meg legkönnyebben. A szoftvert a grafikus programozási felülete alkalmassá teszi a rugalmas modellalkotásra és megkönnyíti a jellegzőkre épülő rendszermodellek létrehozását. Az általunk felépített modellekben három bemenő paraméter változtatása lehetséges, ezek a motor fordulatszáma, terhelése és keverék-összetétele. Ahhoz, hogy ezek a valóságoshoz hasonló értékeket eredményezzenek a kimeneteken, a modellek struktúráját úgy kell kialakítani, hogy egy ténylegesen létező mérési módot lehessen kiválasztani a feladat végrehajtása során. Esetünkben ez, a gyakorlatban is leginkább alkalmazott fordulatszám/terhelés üzemmód. A kimeneti változók a korábban végrehajtott fékpad mérések során meghatározott jellegzőkből következnek, a bemeneti változók függvényében. Ezek a jellegzők háromdimenziós felületként viselkednek. Két bemenő tengelyükön a fordulatszám és terhelés, tehát a pillanatnyi üzemállapot, kimeneti tengelyükön pedig az ehhez tartozó jellemzők, mint például a fajlagos fogyasztás vagy károsanyag-kibocsátás szerepelnek (1. ábra). A modell ekkor úgy viselkedik, mintha a motor fordulatszáma a fékpadról, a terhelés pedig a motorvezérlő elektronikán keresztül lenne szabályozva.

A modellekben olyan speciális blokkokra is szükség van, melyek a kimeneti paraméterek jelleghelyességéért felelősek. Az értékek folyamatos ingadozása, az üzemállapotok közötti váltások során megfigyelhető késés, a stabilizációs idő meglétének érzékelte, szintén hozzá tartozik egy szimulátor funkcióhoz. A valós folyamatok során állandósult üzemállapotban is tapasztalható a mért értékek folytonos változása, mely mögött sztochasztikus folyamatok állnak. Az ezek szemléltetésére beépített speciális blokkok mesterségesen képesek a modell adott üzemállapotára vonatkozó, állandó kimeneti értékeket a mérési pont körül rezonáltatni, ezzel a valóságoshoz közelebb álló hatást érve el. A különböző üzemállapotok közötti váltáskor is meg kell oldani, hogy a görbék változásának sebessége megfeleljen a fékpadon tapasztaltakhoz. Ehhez további blokkok szükségesek, ezek lesznek felelősek az értékek időbeli változásának késleltetéséért.



1. ábra.

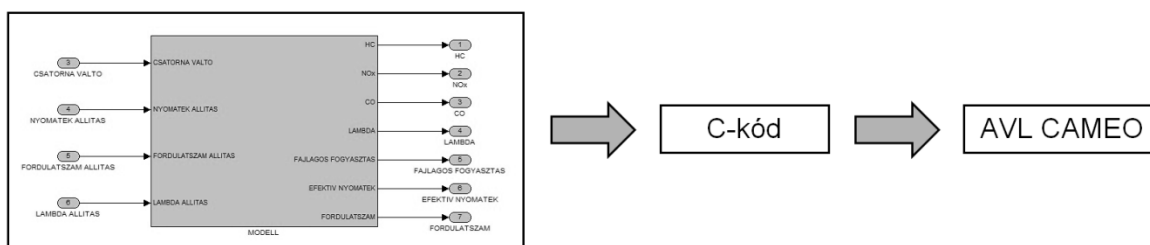
Fordulatszám- és terhelésfüggő háromdimenziós jellegző

3. VIRTUÁLIS KÖRNYEZET

A modellek megalkotása után, egy alapos piackutatást követően a jelenleg egyik legmodernebb fékpad szoftver, az AVL CAMEO került kiválasztásra. Segítségével a virtuális mérések igény szerint előre paraméterezhetők és lefuttathatók, valós fékpadon elvégzett mérésekhez hasonlóan, elkerülve ezzel egy rendkívül drága fékpad veszélyeztetését. Az AVL CAMEO egyik leginnovatívabb

funkciója, hogy statisztikai, ún. DoE (Design of Experiment) módszerek segítségével, a fékpadon lemért motorok viselkedése alapján egy matematikai modellt készít azokról [1]. Ez a modell képes jellemezni a motort, szinte minden szóba jöhető üzemállapotban anélkül, hogy mindegyiket végig kellene mérni. Ezen felül a szoftver lehetővé teszi a fizikai csatornák mellett, virtuális bemenetek megadását is a mérés előkészítése során. Ezzel lehetőség nyílik a tényleges berendezések helyett, egy virtuális fékpad- és motormodell használatára háttérkörnyezetként.

A Simulink modellek és az CAMEO kapcsolatát az 2. ábra szemlélteti. Az AVL mérnökei által, egy speciálisan erre a feladatra készített szoftverösszetevő segítségével a modellekből C-kód generálható, majd ezt a kódot CAMEO-ba importálva a szoftver úgy érzékeli, mintha egy valós fékpaddal lenne összekötve. Meghatározhatók különböző fordulatszám/terhelés- illetve keverékösszetétel-állítást alapú mérési feladatok, melyek jól szemléltetik a motorok egyes paramétereinek változását a különféle üzemállapotok alatt.



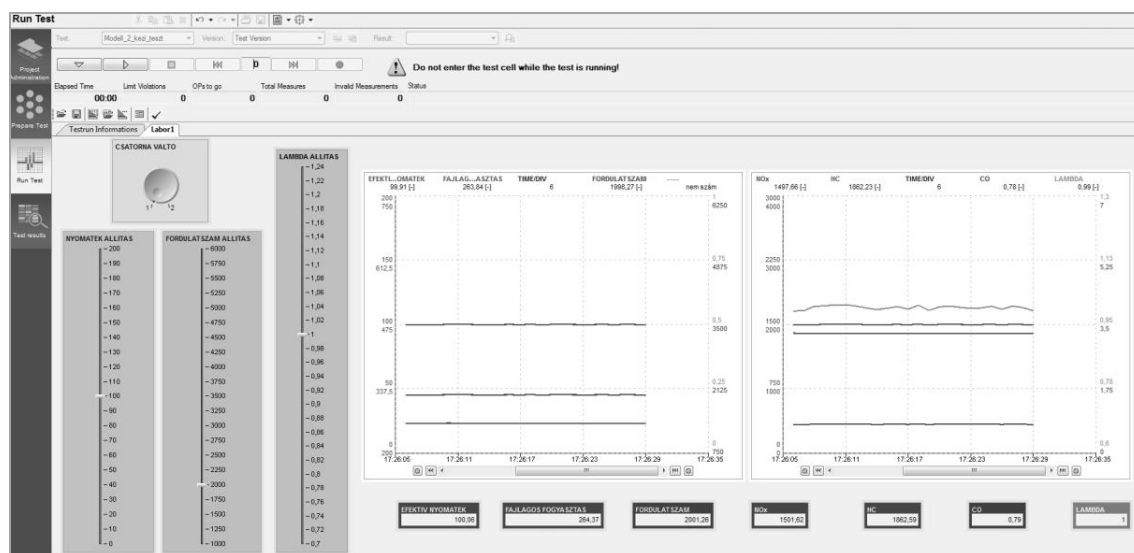
2. ábra.

A Matlab Simulink és az AVL CAMEO közti kapcsolat

4. MÉRÉS

A virtuális fékpad projekt során kétféle modell kidolgozására került sor. Az egyszerűbb változatban a hallgatók által a motor terhelése és fordulatszáma változtatható, az összetettebb pedig lehetővé teszi az előre beállított pontokon kívül, egy meghatározott üzemállapotban a keverék-összetétel hatásának vizsgálatát. Ez különösen hasznos, mivel a katalizátorok megjelenése óta kevesebb alkalom nyílik ilyen jellegű vizsgálatokra, motorikus folyamatok szempontjából azonban nem elhanyagolható a hatásuk. Ezen paraméterek befolyása a fogyasztásra, a motor nyomatékára és a károsanyag-kibocsátásra, megfelel a valós körülmények között tapasztaltaknak.

A 3. ábra az összetettebb modellt mutatja működés közben. A hallgatók a felhasználói felület segítségével csúszkákon változtathatják az egyes bemeneti paraméterek értékeit, a grafikus és numerikus megjelenítőkön pedig vizsgálhatják azok hatását a kimeneti értékekre.



3. ábra.

A CAMEO szoftver segítségével elkészült mérés, működés közben

A virtuális motorszimulációs labor felépítésekor a gyakorlatorientált mérnökképzés, a tanórák interaktívvá tétele, a hallgatók aktív részvételének növelése, versenyképességük javítása volt a cél. Erre az egyik leghatékonyabb módszer, ha minden diák teljesíthet egy mérést egymaga, olyan szoftverekkel, amelyekkel nagy eséllyel találkozik a későbbiekben az iparban is.

A különbséget a hagyományos fékpaddal, illetve a virtuális szimulációs környezettel végrehajtott gyakorlatok között a 4. ábra szemlélteti. Utóbbi használatának további előnye, hogy nem igényel drága berendezéseket és segítségével olyan helyekre is eljuthat az oktatás ezen formája, ahol korábban arra pénz, vagy eszközhiány miatt nem volt lehetőség.



4. ábra.

Az oktatási módszerek közti különbség

5. TOVÁBBFEJLESZTÉS

A fentiekben bemutatott virtuális motorszimulációs labor már az elmúlt félévben megtartott tantermi gyakorlaton is nagy érdeklődést váltott ki a hallgatók körében. Ezzel a gyakorlatban is bebizonyította, hogy az ilyen és ehhez hasonló módszerek alkalmazása hatékonyan képes a költséges laborokat olyan helyeken felváltani, ahol a hallgatók magas létszáma miatt nem lenne lehetőség a gyakorlati foglalkozásokra. Az ilyen laborgyakorlatok a motorikus folyamatok megértése és a mérési környezet megismerése szempontjából is kulcsfontosságúak, de ezzel együtt a hallgatók számára izgalmas, élményekben gazdag tanórákat is biztosítanak.

A jövőbeni cél, a virtuális labor továbbfejlesztése mind pontosság, mind funkcionalitás terén. Egyik nagy előrelépést a jellegzőkre épülő modellek, fizikai modellekre való cseréje jelenti. Ez feleslegessé teszi számos korábban használt blokk alkalmazását, valamint pontosabb eredményeket produkál. Az iparban fejlesztési célokra használt szimulátorok is javarészt fizikai modelleket használnak háttérként, ami már a tervezési folyamat egy magasabb szintjét jelzi.

A virtuális fékpad funkcionalitásának kibővítése egy másik AVL termék, a BOOST használatával válik lehetővé. Ez a szoftver jelenleg is használatban van a Belső Égésű Motorok Tanszéken, számos hallgató gyakorlotta használja különféle motortípusok működésének szimulálására. A programok összehangolása lehetővé teszi, a más gyakorlatok keretein belül felépített motormodellek viselkedésének valószerű vizsgálatát a virtuális fékpadon, bővítve ezzel a motorszimulációs labor alkalmazási lehetőségeinek palettáját. Az ebbe az irányba mutató első tesztek jelenleg is zajlanak, a továbbiakban ilyen modellek fejlesztése, tökéletesítése a cél.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] AVL List GmbH: AVL CAMEO 2013 Basics & Beyond The Basics, AVL List GmbH, Graz, 2013
- [2] Wiley-ISTE: Formal Methods: Industrial Use from Model to the Code, ISTE Ltd, London, 2012