

BEVEZETÉS A MATLAB PROGRAM ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEIBE FOGASKEREK VIZSGÁLATÁHOZ

AN INTRODUCTION TO APPLICATION OF MATLAB FOR ANALYSIS OF GEARS

*Szűcs Renáta, tanársegéd, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Tanszék
Dr. Kamondi László, egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Tanszék*

ABSTRACT

Analysis of gear dynamics by conventional methods is complex and inaccurate. Analysis of gears by FEM methods are common used but it also has a few disadvantages such as selection of parameters, effect of parameters, requires number of computation to be carried out etc.. A feasible application of Matlab software for analysis of gears seems to be a good approach. In this study a short outline can be found for application of Matlab in the field of gear analysis.

1. BEVEZETÉS

A fogaskerekek az egyik leggyakrabban alkalmazott hajtásátvivő elemek. Számos előnyös tulajdonságuknak köszönhetően már rég óta széles körben elterjedt mechanikus elemek. Előnyös tulajdonságaik mellett viszont néhány hátrányos tulajdonságuk (pl.: zaj, lengés) is előtérbe került az utóbbi időkben köszönhetően az egyre szigorúbb követelményeknek, illetve az egységnyi térfogatra eső teljesítmény növekedés, és ezzel párhuzamosan természetesen a méret csökkenés szembeni elvárásoknak. Az előbbieken említettek következményeként fontos ezen hátrányos tulajdonságok hátterében húzódó jelenségek vizsgálata. A fogaskerekek hátrányos tulajdonságainak egy része a fogak rugalmas deformációjára, illetve az alaposztás- és a profilhibákra vezethetőek vissza. Természetesen ezen nem kívánatos tulajdonságok megjelenhetnek a beépítési hibák miatt is. Mindemellett a fogaskerék használata során fellépő kopás eredményeként a fogprofil mikroszkópikus hibái növekednek, melynek következtében szintén növekedhet a hajtás zajszintje. Összességben megállapítható, hogy tökéletes fogprofil feltételezve is fellépnek dinamikus hatások, melyek a kapcsolódás során zajt, illetve lengéseket idéznek elő, ezért is fontos vizsgálni a fogaskerekek dinamikus viselkedését egészen a kapcsolódási pontokra

visszavezetve, így a kapcsolódó kerek fogprofilját is figyelembe véve.

A fogaskerekek vizsgálata hagyományos numerikus módszerek segítségével nagyon bonyolult és összetett feladat, illetve a megoldási folyamat elősegítése érdekében általában számos egyszerűsítést tartalmaz, mely az eredmények pontatlanságát okozhatja.

A számítástechnika és a végeelem módszerek fejlődésének eredményeként ma már lehetővé vált a fogaskerék kapcsolódás és a fogaskerék kapcsolódás során fellépő dinamikus hatások vizsgálata végeelem módszer segítségével. A módszer hátránya, hogy a pontos eredményekhez nagyon nagy mennyiségű számítást kell elvégezni, így általában a végeelemes szoftverek igen komoly hardver igényel rendelkeznek, illetve az eljárás során alkalmazott paraméterek nagy hatással vannak a kapott végeredményre, így nem megfelelő paraméterek alkalmazása esetén könnyen téves eredményeket kaphatunk.

A fogaskerekek összetett és bonyolult vizsgálatihoz kiválóan alkalmasak a Matlab szoftver nyújtotta lehetőségek. A szoftver a fogprofil megrajzolásától, az optimalizálási lehetőségeken át, egészen a dinamikus rendszer szimulálásáig segítséget nyújt a probléma vizsgálata során.

Természetesen a Matlab szoftver a számítások, optimalizációk, illetve szimulációk elvégzéséhez nyújt hasznos segítséget, az ezen műveletek alapjául szolgáló teoretikus elméleteket, illetve a vonatkozó összefüggéseket nekünk kell felállítani.

Ezen cikkben betekintést kívánunk nyújtani a Matlab szoftver nyújtotta funkciók alkalmazási lehetőségeibe fogaskerekek dinamikus vizsgálata során.

2. MATLAB

A Matlab szoftver egy komplex szoftvercsomag, mely számos lehetőséget nyújt tudományos és mérnöki számítások elvégzésére. Grafikai felülettel és számos, a

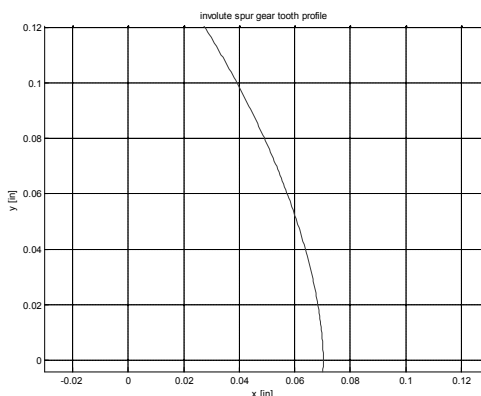
számításokat megkönnyítő speciális eszköztárral („Toolbox”) rendelkezik. [1]

3. A KAPCSOLÓDÁS MODELLEZÉSE

3.1. Grafikus lehetőségek

A Matlab szoftver segítségével két- és háromdimenziós grafikai objektumok megjelenítése lehetséges. Esetünk, mivel már korábbi tanulmányainkban is kétdimenziós modellt alkalmaztunk a fogaskerék kapcsolódás vizsgálatára (2. ábra), elsősorban a kétdimenziós megjelenítés a fontosabb. A kétdimenziós kirajzoltatás alapvető parancsa a $plot(x,y)$. Lehetőség van különböző vonalfajta, jelek és színek ábrázolására, illetve egy ablakon belül több görbe megjelenítésére is. [4]

Esetünkben, amennyiben ismert a fogprofil egyenlete, az előbbieken ismertetett utasítás segítségével könnyen megrajzolható az adott fogaskerék fogprofilja, illetve a két, egymáshoz kapcsolódó kerék egy ablakon belül is megjeleníthető. Az 1. ábrán egy evolvens profil görbéje látható, melyet Matlab szoftver segítségével készítettünk el.



1. ábra: Az evolvens profil kirajzoltatása Matlab-ban

A fogprofilok ezen módon, illetve ezen szoftverben való kirajzoltatásának nagy előnye, hogy egyetlen, jól átgondolt .m programot kell írunk (evolvens fogazatot feltételezve), melynek akár a bemenő paramétereit is változtathatjuk az igényeknek megfelelően. Így a fogprofil kirajzoltatása parametrikusan történik, mindig az igényeknek megfelelő paramétereket adhatjuk meg bemenő változóként, és a fogprofil azonnal kirajzolódik. Ezentúl természetesen külön program megírásával tetszőleges profil is egyszerűen

kirajzoltatható, illetve lehetőség van az eredeti profilra a hibák szuperponálására, valamint a kapott eredmények exportálására is. A kirajzoltatáshoz ajánlott külön programot írni, attól függetlenül, hogy ez az egyszerű parancs akár a parancsablakból is elvégezhető lenne, annak érdekében, hogy a későbbi vizsgálatokhoz is fel tudjuk használni azt.

3.2. A kapcsolódási pontok meghatározása

Ismert fogprofil egyenletek alapján, illetve a kapcsolódásra felírt összefüggések alapján a kapcsolódási pontok, mint az előzőben említett egyenletrendszer megoldásaként a Matlab szoftver segítségével egyszerűen meghatározhatóak. A kapott eredményeket a dinamikai vizsgálatokhoz fel tudjuk használni.

3. OPTIMALIZÁSI

Mint a 2. fejezetben már említésre került a Matlab rendelkezik több beépített, a számítási folyamatokat megkönnyítő eszköztárral. Ezen eszköztárak egyike az úgynevezett Optimalizálási eszköztár. [4]

3.1. Optimalizálási eszköztár

Ez az eszköztár olyan eljárásokat tartalmaz, melyek segítségével általános nemlineáris függvények szélsőértékei (minimuma, maximuma) határozhatóak meg, illetve nemlineáris egyenleteket és egyenletrendszereket numerikusan oldhatunk meg. Rendelkezésre állnak olyan eljárások is, melyekkel lineáris legkisebb négyzetek feladat, valamint lineáris és kvadratikus programozási feladatok oldhatóak meg [4].

A Matlab optimalizálási eszköztárának programjai a következők:

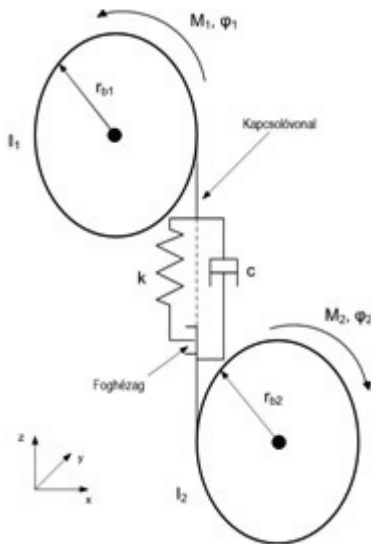
- egyenletek gyökeinek meghatározása: roots, residue, fzero, fsolve
- segédfeladatok: optimset, optimget, fzmult, gangstr
- illesztési feladatok megoldása a legkisebb négyzetek értelmében: lsqcurvefit, lsqlin, lsqnonneg, lsqnonlin
- mellékfeltételes optimalizása: fminsearch, fminbnd, fminunc, fmincon, fsemif, fgoalattain, linprog, bintprog, quadprog, fminmax. [4]

Az optimalizálási eszköztár segítségünkre lehet a fogaskerék vizsgálatok során fellépő optimalizálási problémák megoldásában. Ilyen optimalizálási probléma lehet a fogmerektség alapján, adott nyomaték esetén az ideális fogprofil meghatározása, a

fogaskerék megfelelő fogszélességének meghatározása, az esetleges profil módosítások meghatározása, a helyes fogaskerék anyag megválasztása a csillapítás, illetve a fogmerevség alapján adott nyomatókviszonyok mellett.

3.2. A megoldandó differenciálegyenlet

A szerzők által a korábbi tanulmányokban [8, 9, 10] felállított modell (2. ábra) és a modellhez tartozó mozgásegyenlet (1. egyenlet) alább található. Ezt a mozgásegyenletet kívánjuk a későbbiekben az itt bemutatott módszerekkel megoldani, illetve szimulálni. A (1) egyenlet által adott mozgásegyenlet egy nemlineáris mozgásegyenlet, mely linearizálási módszerek útján, a foghézagot is figyelembe véve három lineáris al-egyenletre bontható.



2. ábra: A fogaskerék hajtás dinamikai modellje

A 2. ábrán található modellre felírt mozgásegyenlet:

$$m \cdot \ddot{x} + c \cdot \dot{x} + k(t) \cdot h(x) = f_T(t) + f_M(t) \quad (1)$$

ahol:

$$m = \frac{I_1 \cdot I_2}{I_1 \cdot r_{b2}^2 + I_2 \cdot r_{b1}^2}$$

$$f_T(t) = \frac{r_{b1} \cdot I_2 \cdot M_1 - r_{b2} \cdot I_1 \cdot M_2}{I_1 \cdot r_{b2}^2 + I_2 \cdot r_{b1}^2}$$

$$f_M(t) = -m \cdot \ddot{e}(t)$$

$$h(x) = \begin{cases} x - b, & x \geq b \\ 0, & |x| > b \\ x + b, & x \leq -b \end{cases}$$

2b: a teljes foghézag

c: a kapcsolódásban lévő fogak csillapító hatása

k(t): a kapcsolódásban lévő fogak merevsége

e(t): statikus átviteli hiba

4. DIFFERENCIÁLEGYENLETEK MEGOLDÁSA

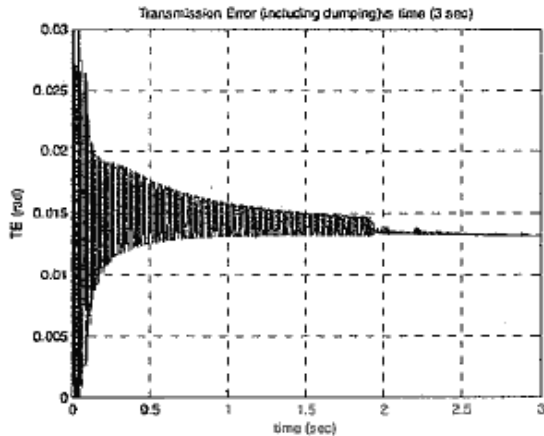
A differenciálegyenletek megoldására több beépített parancs, illetve „megoldó” található a Matlab-ban. A különböző típusú differenciál egyenletekhez különböző „megoldók” találhatóak. Az (1) egyenlet linearizálása után lehetőség van ezen „megoldók” használatára is. Ezen megoldók közül a számunkra legfontosabb a közönséges differenciál egyenleteket megoldó parancsok. A Matlab-ban a következő egy lépéses módszerek állnak rendelkezésre nem merev rendszerek megoldására [4]:

Parancs	Leírás
ode23	2-3-adrendű, Runge-Kutta-Fehlberg módszerpáron alapuló algoritmus
ode45	4-5-edrendű Runge-Kutta-Fehlberg módszerpáron alapuló algoritmus nem merev rendszerek megoldására
ode113	változó rendű egy lépéses numerikus algoritmusok szorzatát használja a kívánt közelítési pontosság eléréséhez

1. táblázat: ODE megoldók a Matlab-ban [4]

Az ODE megoldó alkalmazására találunk példát a [11] tanulmányban fogaskerékek vizsgálatánál.

A Matlab-ban a közönséges differenciálegyenletek kezdeti érték feladatának numerikus megoldására szolgáló beépített függvények adatkezelését egységes struktúrában oldották meg, vagyis ha egy módszer használható egy feladat megoldására, akkor ugyanazzal a paraméter struktúrával, csak a módszer nevének megváltoztatásával, más módszerrel is megoldható a feladat [4].

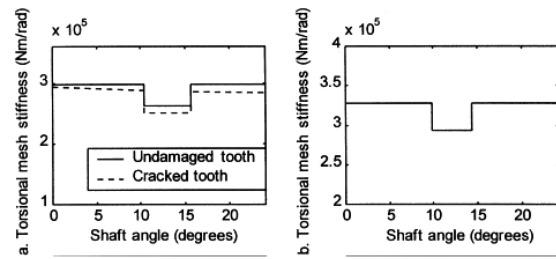


3. ábra: A fogaskerék rendszer átvételi hibája [11]

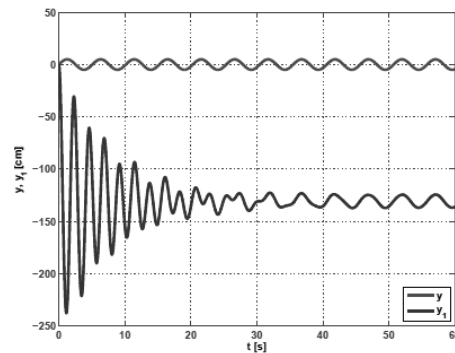
5. SZIMULÁCIÓ

A Simulink egy program dinamikus rendszerek gyors és egyszerű szimulációjára. A program teljes körű grafikai környezetet biztosít a felhasználó számára. A megtervezett modul viselkedése szimulációkkal ellenőrizhető és közvetlenül a modellből automatikus kódgenerálással beágyazott rendszerekben alkalmazható kód hozható létre. A program a Matlab szoftverbe van integrálva, így képes a Matlab algoritmusokat kezelni, illetve a kapott a szimulációs eredményeket a Matlab-ba exportálni további analízisekhez. A Simulink-et két lépésben használhatjuk, a modellalkotásban és a modell analízisben. A modellt blokkokból kell felépíteni, melyek különböző típusosztályokba vannak szervezve (pl.: források, lineáris rendszerekhez tartozó blokkok stb.). Beépített blokkokkal rendelkezik a folyamatok modellezésének megkönnyítése érdekében. A modell szimulálásakor több paraméter beállítása szükséges, ezek közül a legfontosabbak a következők: a szimuláció időtartama, az alkalmazott numerikus integrálási módszer, a lépésköz nagysága és az elvárt pontosság. [1, 6]

Esetünkben a korábbi tanulmányokban [8, 9, 10], a fogaskerék kapcsolódás (2. ábra) mozgásegyenletére (1) meghatározott differenciálegyenlet szimulációjára van lehetőség.

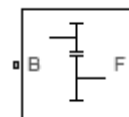


3. ábra: Fogaskerék kapcsolódás dinamikai vizsgálata Simulink szoftverrel a kapott eredmények megjelenítése [7]



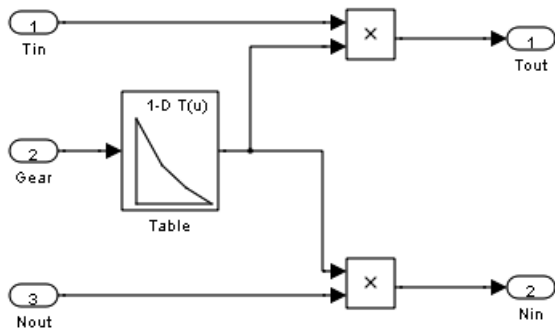
4. ábra: Példa az eredmények megjelenítésére: egy rugóból és tömegeből álló rezgőrendszer esetén [5]

A Simulink szoftver több beépített fogaskerekekre vonatkozó blokkot tartalmaz. Az egyszerű fogaskerék blokk jelképe a 5. ábrán található. Az egyszerű fogaskerék egy olyan fogaskerék hajtóművet jelképez, melynek egy hajtó (B) és hajtó (F) oldali fogaskereke van, és melyek a felhasználó által meghatározott fix áttétel szerint forognak együtt. Ezen egyszerű modellen kívül bonyolultabb blokkok is megtalálhatóak a szoftver „könyvtárában”, pl. olyan nem ideális eseteket is tudunk a beépített blokkok segítségével szimulálni, melyeknél a kapcsolódás során fellépő súrlódó erő is figyelembe van véve. [1]



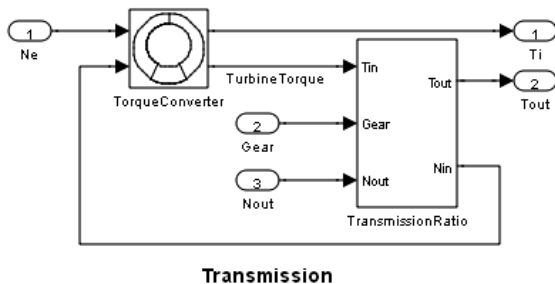
5. ábra: A fogaskerék blokk modell

Természetesen az általunk felírt mozgásegyenlet szimulálása nem lehetséges egyből, egy beépített blokk segítségével, a modell nekünk kell felépíteni.



Transmission Gear Ratio

6. ábra: Áttételi viszonyok alrendszerének blokk diagramja [1]



Transmission

7. ábra: Hajtás blokkvázlata [1]

6. VEM MÓDSZER A MATLAB-BAN

A végeelem módszer egy igen elterjedt tudományos és műszaki alkalmazás a mérnöki gyakorlatban, gyakran alkalmazzák fogaskerék hajtások vizsgálatára is. A Matlab kódokkal is végre lehet hajtani végeelemes vizsgálatokat, ezen kódok előállításához nyújt hasznos segítséget a [3] könyv. A könyvben található segédanyagok segítségével az általunk vázolt rendszer megoldása is lehetővé válik végeelem módszer segítségével a Matlab-on keresztül.

Ezt a módszert számunkra kizárólag az előző pontokban bemutatott alkalmazások útján nyert eredmények verifikálásához használnánk.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A bemutatott Matlab alkalmazási lehetőségek jól mutatják, hogy ez a szoftver milyen széleskörű és egyben „egyszerű” lehetőséget ad a fogaskerekek vizsgálatára. A szoftver nagy előnye, hogy egyszerűen programozható és számos beépített modullal rendelkezik, melyek nagyban segítik a felhasználó munkáját.

A későbbiekben a szerzők célja, hogy ezen bemutatott módszereket a már korábbi tanulmányokban felállított fogaskerék kapcsolódási modellre alkalmazzák, illetve ezen szoftver segítségével oldják meg a modellenre

levezetett mozgásegyenletet, illetve magát a dinamikus rendszert szimulálják.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

9. IRODALOM

- [1] <http://www.mathworks.com/>
- [2] S.R.Otto, J.P. Denier: An introduction to programming and numerical methods in MATLAB, Springer, 2005.
- [3] A.J.M.: Matlab Codes for Finite Element Analysis, Springer, 2009.
- [4] S. Gisbert: MATLAB, Typotex, 2005., ISBN 978 963 279 440 2
- [5] J. Roubal, k.Bocek, J. Vána: Virtual models in Matlab
- [6] Latos: Szabályozástechnikai gyakorlatok, III. Matlab, Szimulink, Toolboxok
- [7] S. Jia, I.Howard, J.Wang: The Dynamic Modeling of Spur Gears in Mesh, Including Friction and Geometrical Errors, International Journal of Rotating Machinery, 9: 437-442, 2003
- [8] R. Szűcs, L. Kamondi: Fogaskerekek dinamikai vizsgálatának egy lehetősége. OGÉT 2010. Nagybánya, 416-420
- [9] Kamondi L., Szűcs R.: Bevezetés a fogaskerék geometria dinamikai vizsgálatokra gyakorolt hatásába, GÉP
- [10] R. Szűcs, L. Kamondi: Analytical model for determine meshing stiffness of spur gears, Advanced Engineering 6 (2012)
- [11] Wijianto: Vibration analysis of dynamic modelling of gear pair in mesh due to torque and load on the system

Dr. Lévai Imre egyetemi tanár 1924-2012

Lévai Imre 1950 márciusában, az 1949-ben létesített Nehézipari Műszaki Egyetem első tanévében lépett be a Gépelemek Tanszék oktatóinak sorába. Csaknem mindannyian egyívásúak, a Műegyetemen diplomát szerzett fiatal emberek. Ki szakmai mérnöki tapasztalatok, ki egyetemi oktatói gyakorlat birtokában jött, de mindnyájan hallatlan energiával fogtak munkához, számos jegyzetet írtak, igen sok ipari munkát vállaltak, sok megvalósult gép terveit készítették el.

Az első évtized oktatói közül többen vannak közöttünk, akik ezt igazolhatják. Mindannyian fiatalon alapítottak családot és a családok ismerték egymást. Mindnyájan legjobb képességeik

szerint, az eredményes munkába vetett hittel dolgoztak, hisz épp csak túléltek a háborút, volt aki egyenesen hadifogságból jött vissza.

A fiatal Lévai Imre meghatározó személyisége lett a Gépelemek Tanszékének, 17 éven keresztül dolgozott itt, itt szerezte első tudományos fokozatát, itt lett egyetemi tanár, mielőtt a Szállítóberendezések Tanszékére került tanszékvezetőnek.

1969-ben a Nehézipari Műszaki Egyetem oktatási rektorhelyetteseként új feladatokat kapott. Ebben az időszakban zajlott a műszaki karokon a szakosodás, ekkor kezdődött a számítástechnika, a számítógépes szemlélet bevezetése az oktatásba. Lévai Imre professzor úr már a 60-as évek végén felismerte a számítógépek alkalmazásának jelentőségét. Így az oktatásba való bevezetését is ő koordinálta.

1974-ben újabb meghatározó vezetői megbízást kapott, ekkor lett a Gépészmérnöki Kar dékánja és egészen 1983-ig vezette a Kart. Ez az időszak mind a képzés, mind a kutatás terén a jelentős bővülés, gazdagodás periódusa. Új rendszerek, szakok, szakirányok alakultak ki, szoros ipari kapcsolatrendszer jött létre, vezetésével nagy ipari vállalatokkal bővült a kar tudományos kutatási választéka. Ebben az időben jelentős ipari K+F tevékenységek folytak. Lévai professzor úr dékáni vezetése alatt a kar intenzíven fejlődött, eredményei számottevően nőttek.

1980-ban védte meg akadémiai doktori értekezését. Tiszteletre méltó, ritka teljesítmény, hogy vezetőként, oktatóként, kutatóként is maximális teljesítményt nyújtott, egyszerűen tudott mindhárom területen kiváló lenni.



Lévai professzor úr fontos szerepet vállalt a tudományos közéletben. Számos bizottságnak volt aktív tagja, közreműködött doktori bizottságokban, szakbizottságokban, szakosztályokban. Tudományának művelésén túl fontosnak tartotta annak népszerűsítését, az aktív részvételt a szakmai közéletben.

A fogazatok térbeli kapcsolódásaira vonatkozó kutatásait élete végéig folytatta, nem túl régen a Gép-szerkezettani Akadémiai Bizottság ülésén adott erről összefoglalást.

Tudományos-szakmai-vezetői tevékenységének elismerései: Akadémiai Díj, Munka Érdemrend Ezüst majd Arany fokozata, Oktatásügy kiváló dolgozója, Signum Aureum Universitatis, Doctor Honoris Causa, Pro Universitate, majd 1997-ben Professor Emeritus lett.

Halála után íróasztalán maradt egy néhány nappal korábban kézbevett verseskötetet, benne egy cédulával ott, ahol Arany János kiválasztja a fényképet azok közül, amelyeket a Magyar Tudományos Akadémia kívánságára egy fényképész készített róla. Arany azt választotta, amelyiken - kalappal és bottal a kezében - távozni készül egy megöregedett ember.

„Hogy melyik arcképem választom rajzai közül?
Fényképiró úr! A botos és kalapost.
Mint maradó vendég, ül s áll a többi nyugodtan,
Menni csak egy készül; útja van: ez leszek én.”

Kedves Imre Bácsi, tisztelt Professzor Úr! Mi – még maradók – itt állunk. Mindnyájan, akik e megszólításokkal illethettek hosszú életed során, most újra megszólítunk, kiki abból a korból, amikor először engedhette meg magának, hogy Lévai Imre okleveles gépészmérnököt, egyetemi oktatót akkor és ott így szabad, vagy kell szólítani.

Tettük ezt közel kerülve hozzád, de őrizve a tiszteletkívánta távolságot, ami téled - mindenki számára - a baráti közelséget jelentette. Több ezer hallgatód, kollégád előtt jelensz most meg képzeletben - kicsit merengő mosolyoddal, azzal a jellegzetes arcjátékkal, kis torokköszöreléssel, amely megszólalásaidat megelőzte. Nem szólhatsz, de mi hallunk, nem látszol, de mi látunk.

Mi – maradók - mindnyájan köszönjük neked, hogy adtál nekünk, kaphattunk tőled és ezáltal mi többek lettünk.

Elhangzott Dr. Lévai Imre egyetemi tanár temetésén 2012. szeptember 21-én.

Megjegyzés: Ez a szöveg a temetésen elhangzottakból, Dr. Illés Béla dékán és Dr. Döbröczöni Ádám megemlékezéseiből van összeállítva, ezért nincs szerző aláírás!

CONTENTS

1. Antal Dániel, Lénárt József, Kavecz Máté, Marinkovics Ádám Implementation of a PLC controlled workpiece feeding system	3	21. Németh Géza, Dr. Péter József, Döbröczöni Ádám, Németh Nándor Helical torsion spring improvement for epicyclic Traction drive	85
2. Barna Balázs Proportional Velves Testing Workplace at the Machine Tools Department	7	22. Dr. Péter József Theoretical calculations and laboratory tests of flexible gear drive	89
3. Bihari Zoltán, Dr. Szente József, PhD Conceptional design of device for acoustics measuring .	11	23. Dr. Péter József Laboartory tests of flexibl gear drive II.	94
4. Bihari Zoltán, Dr. Szente József Load capacity of roller freewheels	15	24. Pintér Ervin, Dr. Kátai László, Dr. Szabó István, Dr. Szabó Ervin Developement of bevelgearbox with six axis	99
5. Csáki Tibor, Makó Ildikó, Kiss Dániel Development plan of a robotic cell	19	25. Polyák Dominika, Rádics János Péter, Kerényi György, Bellus Zoltán, Hamar József Development of mobile equipmentformillingindustry-forsmallplantsforrapid test of graincontamination	103
6. Csire Géza, Doktorandusz Approximation of surfaces with desired Flexibility by folding a planar layer of Materials	23	26. Porkoláb László, Dr. Pere Balázs, Dr. Égert János Finite element analysis of a spider rim of a racing car	107
7. Dömötör Csaba, Dr. Péter József Nature principles in analogical design	29	27. Sarka Ferenc, Tóbis Zsolt Analysing acoustical characteristics of gearboxes for designing tester equipment	111
8. Ecsedi István, Baksa Attila Determination of stresses and displacements in a piezoelectric hollow circular disk	33	28. Simon Gábor, Török Tamás Improvement of a test machine to establish the nonlinear parameters of driving belts	117
9. Fehér Lajos, Dr. Pere Balázs, Dr. Égert János Finite element analysis of a racing car chassis with given geometry by beam and shell modeling	37	29. Szabó Ferenc János Dangerous error possibilities during finite element modelling and optimization II.	121
10. Földesi Bernát, Rádics János Péter, Kotrocz Krisztián, Tamás Kornél, Jóri J. István Determination of discrete element material model parameters for simulating the process of vegetable oil press	41	30. Szalai Judit PhD, Dr. Váradi Károly Finite element analysis of tubes under axial crushing	127
11. Horváth Péter PhD Modeling electroactive polimer foil	45	31. Szirbik Sándor Vibration analysis for a pillar drilling machine by finite element technique	131
12. Jakab Endre Design of linear positioning feed drive	49	32. Dr. Szilágyi Attila, Hegedűs György, Kiss Dániel Computational analysis of the power Conditions of a rolling-bendingmachinewith High power	135
13. Jászcai Tamás István, Dr. Szabó Tamás Active vibration damping of a linear drive system	53	33. Dr. Szilágyi Attila, Kiss Dániel, Nyerges Dávid Static-stiffness analysis of a rolling-bending Machine with high-power	139
14. Kelemen László, Dr. Szente József Generation of crowned tooth surface by twoparameter Enveloping	57	34. Dr. Szilágyi Attila, Dr. Takács György, Hegedűs György Determination of equivalence between Trapezoidal- and ballscrew drives by software	143
15. Kiss Dániel, Csáki Tibor, Oláhné Lajtos Julianna CNCmachines helps the education at the university of miskolc	61	35. Szűcs Péter, Dr. Váradi Károly Die thermische analyse der „hot-spot” wanderung	147
16. Kotrocz Krisztián, Dr. Kerényi György Discrete element simulation of agricultural soil	65	36. Velezdi György, Csáki Tibor Supercomputer at the university of miskolc	151
17. Lázár András, Collognáth Dezső, Nyitrai Károly, Dr. Horák Péter Developement of individual multi-axis robot	69	37. Vidovics Balázs Questions of effectiveness of design activities in remote collaboration environment	155
18. Lénárt József, Antal Dániel, Kavecz Máté, Marinkovics Ádám Implementation of an automatic palletizing system with intelligent robot	73	38. Zwierczyk Péter T., Dr. Váradi Károly Finite element analysis of frictional state of a railway rail-wheel connection	159
19. Márton Zoltán, Dr. Váradi Károly, Daniel Frölich, Dr. Bernd Sauer Contact behaviour of a radial shaft seal	77	39. Dombóvári Zoltán, Stépán Gábor Dynamic properties of milling tools and their effects on stability of cutting	163
20. Nagy Lajos Analysis of a cylindrical roller follower cam mechanism	81	40. Sarka Ferenc Influence of passive parts to the emitted noise in gear drives	175
		41. Szűcs Renáta, Dr. Kamondi László An introduction to application of Matlab for analysis of gears	179

GÉP

INFORMATIVE JOURNAL

for Technics, Enterprises, Investments, Sales, Research-Development, Market of the Scientific Society of
Mechanical Engineering

Dr. Döbröczöni Ádám
President of Editorial Board

Vesza József
General Editor

Dr. Jármái Károly
Dr. Péter József
Dr. Szabó Szilárd
Deputy

Dr. Barkóczi István
Bányai Zoltán
Dr. Beke János
Dr. Bercsey Tibor
Dr. Bukoveczky György
Dr. Czitán Gábor
Dr. Danyi József
Dr. Dudás Illés
Dr. Gáti József
Dr. Horváth Sándor
Dr. Illés Béla
Kármán Antal
Dr. Kulcsár Béla
Dr. Kalmár Ferenc
Dr. Orbán Ferenc
Dr. Pálkás István
Dr. Patkó Gyula
Dr. Péter László
Dr. Penninger Antal
Dr. Rittinger János
Dr. Szabó István
Dr. Szántó Jenő
Dr. Tímár Imre
Dr. Tóth László
Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Cooperation in the editing:
Dr. Péter József

DEAR READER,

The journal GÉP has been serving the Hungarian scientists and experts of the engineering sciences since decades, as it enables to introduce their results. During the past years the authors of the published papers has become known and acknowledged, so the anytime members of the editorial board as well. It is a pleasure to re-read the old numbers of the GÉP and this way to visualize growing up new generations let they be working on different fields of the industry or economy, or let they be even university lecturers.

According to the transformation of the national industry-structure plenty of factories were stopped working. Their plan-libraries, their reports on material and structure analysis and their documents on manufacturing with all the knowledge were also destroyed. Some of these very significant factories are Ikarus, Ganz, Óbudai Hajógyár (Ship-factory Óbuda), Diósgyőri Gépgyár (Machine-factory Diósgyőr). Nevertheless old numbers of the GÉP are still there: they are guardians of industrial- and science history data. Office post addresses of industrial colleagues are not operating anymore.

We make contact with the nowadays mechanical engineering generation by electronic mail. In their case we get answers from their office e-mail and later from an other office e-mail. This significantly shows the changes of the industry. In the life of the journal, it's survival and introducing the results of the science in the past few years –not only the national– technical higher educational institutes had a big role because of new researches that could be realised by financial support of the European Union were introduced in the GÉP.

But we also keep the old names in our memory. It was a short time ago, when we commemorate Professor Dr. József Magyary, who was a constant member of the Machine Designer Seminars. Earlier we remembered Dr. András Kálmán, who literally carried the journal on his shoulders. In this year Dr. György Szota associate professor, the expert of the tribology, Dr. György Erney university private teacher, the scientist of designing and producing gears, Dr. Imre Lévai professor emeritus, who was a professional in connection-theory of spatial gearings were gone. Last we lost István Herczeg, the associate professor of the Machine Elements Department at the Technical University for Heavy Industry, who besides the machine design also was a brilliant member of the teaching staff. It is also a remarkable example of preserving and re-evaluating the past the 'Lancsarics Alajos' Laboratory of Motor-diagnostics inaugurated in the past few days at the University of Miskolc at the Department of Fluid and Heat Engineering.

In the life of the GÉP publications of the growing up scientists, excellent engineers of the engineering society bring the continuous reformation, now at the XXVIIIth Seminar of Machine Designers and Product Developers in the organisation of Dr. József Péter. Our industry has been changed, and the science guardian and distributing activity of the journal is getting more important.

Dr. Döbröczöni Ádám

Managing Editor: Vesza József. Editor's address: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.
Postage-address: 3501. Pf. 55. Phone/fax: (+36-46) 379-530, (+36-30) 9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Published by the Scientific Society of Mechanical Engineering, 1027 Budapest, Fő u. 68.
Postage-address: 1371, Bp, Pf. 433
Phone: 202-0656, Fax: 202-0252, E-mail: a.gaby@gteportal.eu, Internet: www.gte.mtesz.hu
Responsible Publishere: Dr. Igaz Jenő Managing Director

<http://www.gepujsag.hu>

Printed by Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67.

Price per month: 1260 Ft.

Distribution in foreign countries by Kultúra Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat H-1389
Budapest, Pf. 149. and Magyar Média H-1392 Budapest, Pf. 272.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

14.15-14.30.	Dr. Szabó Ferenc János egyetemi docens Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék: Veszélyes hibalehetőségek a végeelemes modellezés és optimalálás során II.	Dr. Kerényi György egyetemi docens Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gép- és Terméktervezés Tanszék, Bellus Zoltán VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Hamar József Malomgyártó Kft: Gabona minőségellenőrző műszer fejlesztése, kiszűrési malomipari technológiák minőségbiztosítására	11.45-12.00	Kiss Dániel doktorandusz, Dr. Csáki Tibor egyetemi docens, Oláhné Lajtos Julianna mérnökötanár, Miskolci Egyetem Szerszámgépek Tanszéke: Ipari CNC gépek segítik az oktatást a Miskolci Egyetemen		
14.30-14.45.	Dr. Szirbik Sándor egyetemi docens Miskolci Egyetem Mechanikai Tanszék: Oszlopos fűrőgép rezgéseinek végeelemes vizsgálata		12.00-12.15.	Lázár András doktorandusz, Collognáth Dezső egyetemi tanársegéd, Dr. Horák Péter egyetemi docens Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gép- és Terméktervezés Tanszék, Nyitrai Károly műszaki tanácsadó Hepenix Kft.: Többtengelyes egyedi manipulátor fejlesztése		
14.45-15.00.	Fehér Lajos MSc hallgató, Dr. Pere Balázs egyetemi docens, Dr. Égert János egyetemi tanár Széchenyi István Egyetem Alkalmazott Mechanika Tanszék: Adott geometriájú versenyautó alváz rúd- és héjmodelljének végeelem analízise	Szekcióvezető: Dr. Szabó Tamás, tanszékvezető egyetemi docens, PhD., Miskolci Egyetem Robert Bosch Mechatronikai Tanszék				
I. szekció. I. emelet, Nagyterem, 2012. november 9. (péntek) délelőtt						
15.00-15.15.	Porkoláb László MSc hallgató, Dr. Pere Balázs egyetemi docens, Dr. Égert János egyetemi tanár Széchenyi István Egyetem, Alkalmazott Mechanika Tanszék: Küllős kialakítású versenyautó keréktárcsa végeelemes analízise	9.00-9.15	Dr. Szabó Tamás, tanszékvezető egyetemi docens, PhD., Jászai Tamás István MSc hallgató, Miskolci Egyetem Robert Bosch Mechatronikai Tanszék: Lineáris hajtás aktív rezgészigetelése	12.15-12.30.	Nyerges Dávid BSc hallgató, Dr. Szilágyi Attila egyetemi docens, Kiss Dániel doktorandusz Miskolci Egyetem Szerszámgépek Tanszéke: Nagyteljesítményű hengerítőgép statikus merevségvizsgálata	
15.15-15.30.	Szalai Judit doktorandusz, Dr. Váradi Károly egyetemi tanár Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gép- és Terméktervezés Tanszék: Dinamikusan terhelt cső alakváltozásának végeelemes vizsgálata	9.15-9.30	Dr. Jakab Endre ny. egyetemi docens, Miskolci Egyetem Robert Bosch Mechatronikai Tanszék: Lineáris előtoló hajtások tervezése	12.30	A Géptervezők és Termékfejlesztők XXVIII. Szemináriumának bezárása	
15.30-15.45.	Zwierczyk Péter Tamás doktorandusz, Dr. Váradi Károly egyetemi tanár Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gép- és Terméktervezés Tanszék: Vasúti sín-kerékbronz kapcsolat súrlódási állapotának végeelemes vizsgálata	9.30-9.45	Kakuk József fejlesztési csoportvezető, RBPT Elektromos Képzésszerszámgyártó Kft: Űtvefűrőgépek tervezése a fűrési hatékonyság figyelembe vételével		II. szekció, I. emelet, Deák terem, 2012. november 9. (péntek) délelőtt	
15.45-16.00	Csire Géza doktorandusz, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gép- és Terméktervezés Tanszék: Kívánt rugalmasságú térbeli felületek közelítése síkok hajtogatásával	9.45-10.00	Dr. Szabóné dr. Makó Ildikó egyetemi docens, Dr. Csáki Tibor egyetemi docens, Kiss Dániel doktorandusz Miskolci Egyetem Szerszámgépek Tanszéke: Robotcella fejlesztési koncepciója	Szekcióvezető: Dr. Péter József egyetemi docens, a műszaki tudomány kandidátusa, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék	9.00-9.15	Dr. Papp Zoltán PhD, egyetemi docens, okleveles bányamérnök, Széchenyi István Egyetem: (K)utak és (k)útvesztők
16.00-16.15.	Kotroczy Krisztián doktorandusz, Dr. Kerényi György egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gép- és Terméktervezés Tanszék: Mezőgazdasági talajok szimulációja diszkrét elemes módszer (DEM) segítségével	10.00-10.15	Dr. Szilágyi Attila egyetemi docens, Hegedűs György egyetemi adjunktus, Kiss Dániel doktorandusz, Miskolci Egyetem Szerszámgépek Tanszéke: Nagyteljesítményű hengerítőgép erő- és teljesítményviszonyainak számítógépes vizsgálata	9.15-9.30	Kádár Zoltán okl. gépészmérnök, Mezőgazdasági Gépmúzeum, Mezőkövesd: A Hofherr-Schranz-Clayton-Shuttleworth Magyar Gépgyári Művek Rt. 100 éve.	
16.15-16.30	László Zoltán doktorandusz, Csomai Roland Norbert doktorandusz, Lágymányosi Attila egyetemi tanársegéd, Dr. Nagy József egyetemi docens Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechanikai és Géptani Intézet: Konstrukciós szempontok 3D szkennertárgyasztal tervezéséhez	10.15-10.30.	Dr. Velezdi György egyetemi adjunktus, Dr. Csáki Tibor egyetemi docens Miskolci Egyetem Szerszámgépek Tanszéke: Szuperszámítógép a Miskolci Egyetemen	9.30-9.45	Szűcs Renáta egyetemi tanársegéd, Dr. Kamondi László, egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Tanszék: Bevezetés a MATLAB program alkalmazási lehetőségeibe	
16.30-16.45.	Földesi Bernát egyetemi hallgató, Rádics János Péter egyetemi tanársegéd, Kotroczy Krisztián doktorandusz, Tamás Kornél egyetemi tanársegéd, Dr. Jóri J. István egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gép- és Terméktervezés Tanszék: Diszkrét elemes anyagmodell paramétereinek meghatározása növényolaj-prés folyamatainak szimulációjához	10.30-10.45.	Dr. Barna Balázs tanszéki mérnök Miskolci Egyetem, Szerszámgépek Tanszéke: Arányos szelep vizsgáló munkahely a Szerszámgépek Tanszékén	9.45-10.00	Tóbis Zsolt tanszéki mérnök, Sarka Ferenc adjunktus Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Tanszék: Fogaskerekes hajtóművek akusztikai jellemzőinek elemzése vizsgáló berendezés tervezéséhez	
16.45-17.00	Szűcs Péter MSc hallgató, Dr. Váradi Károly egyetemi tanár Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gép- és Terméktervezés Tanszék: Hot-Spot vándorlás hőtani elemzése	10.45-11.00.	Antal Dániel egyetemi tanársegéd, Lénárt József egyetemi tanársegéd, Kavecz Máté BSc hallgató, Marinkovics Ádám BSc hallgató Miskolci Egyetem, Robert Bosch Mechatronikai Tanszék: PLC vezérelt munkadarab adagoló rendszer megvalósítása	10.00-10.15.	Tóbis Zsolt tanszéki mérnök Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Tanszék: Zenetörténet a kezdetektől	
17.00-17.15	Polyák Dominika egyetemi hallgató, Rádics János Péter egyetemi tanársegéd,	11.00-11.15.	Lénárt József egyetemi tanársegéd, Antal Dániel egyetemi tanársegéd, Kavecz Máté BSc hallgató, Marinkovics Ádám, BSc hallgató Miskolci Egyetem Robert Bosch Mechatronikai Tanszék: Automata palettázó rendszer megvalósítása intelligens robottal	10.15-10.30.	Handki Andrea, okl. műszaki menedzser, tudományos segédmunkatárs: A Stirling motor múltja, jelene és jövője	
		11.15-11.30.	Nagy Lajos egyetemi tanársegéd Miskolci Egyetem Robert Bosch Mechatronikai Tanszék: Követőgörgős vezérlőmechanizmus vizsgálata	10.30-10.45.	Juhász Judit környezetmérnök hallgató, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar: Emelő és vízemelő szerkezetek a római birodalomban	
		11.30-11.45.	Simon Gábor mérnökötanár, Török Tamás BSc hallgató Miskolci Egyetem Szerszámgépek Tanszéke: A szíjak nemlineáris paramétereinek meghatározására alkalmas berendezés fejlesztése	10.45-11.00.	Balogh Nóra, ipari termék és formatervező hallgató, Miskolci Egyetem: A gitár története	
				11.00-11.15.	Módis Attila, ipari termék és formatervező hallgató, Miskolci Egyetem: Elektromos és elektronikus hangszerek története	
				11.15-11.30.	Dr. Péter József egyetemi docens, CSc. Miskolci Egyetem: A fogaskerek hullámhajtómű alkalmazása repülőgépekben és az űrkutatásban	

