

MÉRÉSTECHNIKA



A projekt keretében elkészült tananyagok:

Anyagtechnológiák

Materials technology

Anyagtudomány

Áramlástechnikai gépek

CAD tankönyv

CAD Book

CAD/CAM/CAE elektronikus példatár

CAM tankönyv

Méréstechnika

Mérnöki optimalizáció

Engineering Optimization

Végeselem-analízis

Finite Element Methode



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Szent István Egyetem
Gépészmérnöki Kar

MÉRÉSTECHNIKA

Egyetemi tananyag

Szerkesztette:
HUBA ANTAL

Írta:
CZIFRA ÁRPÁD, DRÉGELYI-KISS ÁGOTA,
GALLA JÁNOSNÉ, HUBA ANTAL,
KIS FERENC, PETRÓCZKI KÁROLY



2012

COPYRIGHT: © 2012-2017, Dr. Huba Antal, BME Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék; Dr. Petróczi Károly, SzIE FOMI – Méréstechnika Tanszék; Drégelyi-Kiss Ágota, Galla Jánosné, Kis Ferenc, ÓE, Anyagtudományi és Gyártástechnológia Intézet; Dr. Czifra Árpád, ÓE, Gépszerkezettani és Biztonságtechnikai Intézet

LEKTORÁLTA: Halász Gábor, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Creative Commons NonCommercial-NoDerivs 3.0 (CC BY-NC-ND 3.0) ©

A szerző nevének feltüntetése mellett nem kereskedelmi céllal szabadon másolható, terjeszthető, megjelentethető és előadható, de nem módosítható.

ISBN 978-963-279-537-9

KÉSZÜLT: a [Typotex Kiadó](#) gondozásában

FELELŐS VEZETŐ: Votisky Zsuzsa

TÁMOGATÁS:

Készült a TÁMOP-4.1.2-08/2/A/KMR-2009-0029 számú, „KMR Gépészmérnöki Karok informatikai háttérű anyagai és tartalmi kidolgozásai” című projekt keretében.

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszchenyiterv.gov.hu
06 40 638 638



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

KULCSSZAVAK:

Metrológiai alapfogalmak, gépészeti és mechatronikai méréstechnika, geometriai mérések, időben változó gépészeti mennyiségek, mérési hibák rendszerezése, mérési adatok feldolgozása, jellegzetes eloszlások, minőségbiztosítás, MEMS-MEOMS a méréstechnikában.

ÖSSZEFOGLALÁS:

Három műszaki egyetem gépészmérnöki karának oktatói rendszerezve bemutatják azt a mérés-technikai tananyagot, amelyet a gépészeti és mechatronikai alapképzésben fontosnak tartanak. A jegyzet lényegesen többet tartalmaz, mint egyetlen tantárgy anyagát. Az oktatók a tematika szerint válogathatnak a diák közül az előadásaihoz, a hallgatók pedig igényük szerint tanulmányozhatnak egy-egy részletesebb háttéranyagot is. A jegyzet négy nagyobb témakört ölel fel. Az első csoportban a metrológiai kérdésekkel, főként a mérési hibákkal és a hibaokozókkal, valamint a mérési adatok feldolgozásával kapcsolatos ismereteket találjuk meg. A második, igen terjedelmes ismeretkör az időben változó gépészeti (fizikai) mennyiségek mérését mutatja be. A harmadik rész a gépészeti geometriai méréseké, míg a negyedik részben a mérés és minőségbiztosítás törvényi háttérével találkozhatunk.

ELŐSZÓ

Ez az elektronikus Méréstechnika jegyzet a TÁMOP-4.1.2-08/A/KMR-0029 számú pályázat támogatásával jött létre. Három gépészmérnöki kar oktatói (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, a Szent István Egyetem és az Óbudai Egyetem) gyűjtötték össze 15 fejezetben azokat a mérés technikai ismereteket, amelyeket a gépészeti és mechatronikai alapképzésben nélkülözhetetlennek tartottak. A forma újszerű az oktatási segédanyagok között, hiszen alapvetően előadási célra szokás PPT-anyagokat összeállítani. A szerzők közös célja az volt, hogy a hallgatók az egyéni felkészülés során újra találkozzanak az előadáson látott képekkel, és a képekhez tartozó hosszabb-rövidebb magyarázatok segítségével rögzíthessék az ismereteket. Ez a forma jól illeszkedik a mérés technika témakörhöz, mert színes és mozgalmas magyarázó ábrákon teszi lehetővé a lényeg összefoglaló bemutatását. A „kimerevített” képek megértését számos videó és animáció segíti, különösen a jelek és dinamikus átviteli tagok tulajdonságainak bemutatásánál.

A gépészet napjainkra az egyik legösszetettebb és legtöbb segédtudományt felhasználó szakterületté vált. Annak, aki ebben kételkedne, elegendő végiggondolnia, hogy a korszerű mikroelektronikai eszközöktől (pl. MEMS, MEOMS azaz mikroelektro-mechanikai, mikroelektro-optomechanikai rendszerek) az energetikán át az (úr)repülésig nincsen olyan terület, ahol nem találkozhatna szenzorokkal (mérőrendszerekkel) ellátott, teljesen, vagy részben automatizált gépi berendezésekkel. Nem vonható ki ebből a hatalmas körből az elektronikai technológiai ipar, a közlekedés, egészségügy-kórháztechnika, implantátumok és segéd-eszközök, élelmiszeripar, vegyipar, építőipar, mezőgazdaság sem. És a gépészet számtalan formában jelen van a kultúra világában is. Ne csak nyomdagépekre gondoljunk. Amikor egy színházban felgördül a függöny, a színpadtechnika számtalan trükkös megoldását színpadtól a zsinórpadlásig gépi berendezések tartják mozgásban, miközben a nézőtér kellemes klímáját és friss levegőjét is kifogástalanul csendes járású gépek biztosítják.

A szerzők azzal is tisztában vannak, hogy ilyen mennyiségű diát egy 14 oktatási hétből álló szemeszterben, heti két órás tárgy keretében nem lehet bemutatni akkor, ha közben a látottakat magyarázni is szeretnének. Megoldás: az oktató az adott tantárgyi tematika szerint válogat, a hallgatónak pedig lehetősége van egyéni tanulás keretében, ebben a bővebb jegyzetben utánakeresni, vagy az ajánlott irodalomban tájékozódni.

A dián látható szövegben aláhúztuk az „alapképzés” szót, mert ki kell hangsúlyozni, hogy a tisztelt olvasó valóban csak a gépészeti mérés technika alapvető ismeretanyagával fog találkozni. Tekintse e jegyzetet kaleidoszkópszerű összeállításnak, amely igen „színes”, mert

minden területről, beleértve a minőségbiztosítást is, tudásszilánkok összerendezésével, felvillantásával keletkezik egy kép.

A szerzők remélik, hogy a szakirányok megválasztása utáni időszakban, valamint a BSc tanulmányokra épülő MSc tanulmányok során, a gépészmérnök és mechatronikai mérnök-hallgatók e méréstechnikai jegyzetre alapozva sikeresen fogják speciális méréstechnikai ismereteiket elmélyíteni.

A szerzők köszönettel tartoznak az elektronikus Méréstechnika jegyzet lektorának, Dr. Halász Gábor professzornak konstruktív bírálatáért és segítő útmutatásaiért. Halász professzor gépészmérnök nemzedékek sorát oktatta nem csupán az áramlástechnikai gépek, hanem a folyamatok méréstechnikája területén. A szerkesztésével készült „Műszaki mérések” jegyzet sok tekintetben ezen elektronikus változat előfutárának is tekinthető.

Köszönet illeti a Typotex Kft. munkatársait, akik a jegyzet sokszínű technikával készült anyagaiból egységes képet mutató elektronikus jegyzetet szerkesztettek.

Végül, de nem utolsó sorban köszönet a TÁMOP pályázatokat kezelő Alapnak, hogy anyagi támogatásával lehetővé tette a Méréstechnika jegyzet megírását.

Tartalomjegyzék

[1. fejezet. Metrológia szerepe a gépészetben](#)

Bevezetés. A gépészet és a mérés technika. Példák – Szemelvények a mérés technika történetéből – Metrológiai fogalmak. SI alapegységek és alapegységek – A mérés fogalma, a mérés négy modellje – Mérés és az információelméleti alapfogalmak. Az információ mérése és mértékegysége – Tartalék diák

[2. fejezet. Mérés eredménye. Mérési hibák hatásai](#)

A mérési eredmény alakjai és a hibák – A mérés és a műszertechnika kapcsolata – A mérési hibák rendszerezése – Mérési módszerek bemutatása példákkal – Hibák rendszerezése időben állandó és időben változó mennyiségek mérésénél – További fontos fogalmak

[3.1. fejezet. Mérés és valószínűségi számítás](#)

Mérési eredmény alakja – Mérési eredmény meghatározása – Mérés és valószínűségi számítás – Fontos eloszlások a mérés technikában

[3.2. fejezet. Mérési adatok statisztikai feldolgozása. Összefüggések vizsgálata](#)

Közvetett mérés eredő hibái – Lineáris regresszió, korreláció – Kalibrálás – Valószínűségi számítás alkalmazása a mérés technikában. Példák – A terjedelmesség és a szórás kapcsolata

[4. fejezet. Időben változó mennyiségek mérése. Elméleti és műszaki problémák](#)

Időben változó jelek a rendszerekben – Időben változó mennyiségek mérésének alapjai – Műszertechnika válogatott elektronikai építőelemei – Két fontos eszköz a digitális mérés technikában

[5. fejezet. A mérőlánc felépítése. Köztes mennyiségek szerepe](#)

A mérőlánc tagjai és azok feladatai – Aktív és passzív jelátalakítók – Köztes mennyiségek szerepe – Két fontos, passzív szenzor típus ismertetése – Vivőfrekvenciás mérőerősítő felépítése, szerepe – Aktív szenzor dinamikai modellje – Digitális hossz- és szög mérés alapjai

[6. fejezet. Időben változó elmozdulás \(út\), szög mérése. Sebesség és gyorsulás mérése](#)

Alapfogalmak – Az érzékelők csoportosítása – Leggyakoribb mérési módszerek – Rezolver – Induktosyn® – Optoelektronikus érzékelők – Lézer interferométer – Helyzetérzékelők, helyzetkapcsolók, közelítéskapcsolók, végálláskapcsolók – Sebességérzékelés, fordulatszám érzékelés – Gyorsulásérzékelés – Kérdések

[7. fejezet. Alakváltozás \(nyúlás\) mérése](#)

Alapfogalmak – A nyúlás „mértékegységei” – A fajlagos nyúlás okai – Összefüggés a nyúlás és a mechanikai feszültség között – A nyúlásmérők típusai – A nyúlásmérő ellenállás működése, jellemzői, típusai – Nyúlásmérő áramkörök, Wheatstone-híd – A hőmérsékletfüggés kiegyenlítése – A nyúlásmérő ellenállások elhelyezése alapterhelések érzékelésére – Hídkiegyenlítés – Nyúlásmérő ellenállások alkalmazása – Nyúlásmérő ellenállások típusai

[8.1. fejezet. Erő mérése](#)

Ajánlott irodalom – Erőmérő jelátalakítók rendszerezése a mérőtest és a jelátalakítás fizikai elve szerint

8.2. fejezet. Forgatónyomaték mérése

Ajánlott irodalom – A nyomatékmérés jelátalakítóinak rendszerezése a mérőtest és az átalakítás fizikai elve szerint

9. fejezet. Nyomás, áramlás, és hőmérséklet mérése

Ajánlott irodalom – Nyomásmérés – Áramlásmérés – Hőmérsékletmérés – Néhány gyakorlati kivétel

10. fejezet. Korszerű MEMS, MEOMS eszközök. Távadók. Mérő szoftverek

Ajánlott irodalom – Mikrotechnológiák áttekintése – Mikro-mérnöki tevékenység területei – Szilícium mikromegmunkálási technológiák – MEMS alkalmazások – MEMS-ek csoportosítása – MEMS nyúlásérzékelő – Mikrotükör mátrix működése és gyártása – Inerciális érzékelés – MEMS gyorsulásérzékelők – MEMS nyomásérzékelők

11. fejezet. Geometriai mennyiségek mérése a gépészetben

A minőséget befolyásoló tényezők – A hossz mérés-technika alaptételei – Mérési segédeszközök geometriai mérésnél – Mértékek – Hosszmérés egyszerű mechanikus eszközökkel – Finomtapintók – Mérőmikroszkóp. Projektor. Hosszmérőgép – Furatok mérése – Menetmérés – Szögek mérése – Köralak mérése

12. fejezet. Fogaskerek geometria mérése. Felületi érdesség mérése

Fogaskerek geometriai mérése – Felületi érdességmérés – Felhasznált és ajánlott irodalom

13. fejezet. Koordináta mérés technika

A koordináta mérés technika (KMT) fogalma, a koordináta mérés technikáról általában – Kétdimenziós mérés technika – 3D mérés technika – Térfelületek, szabadfelületek mérése – Szabadfelületek mérése, stratégiák – A koordináta mérőgép programozása és programrendszerei – A mérés, mint folyamat – A koordináta mérőgép készüléke

14. fejezet. Mérés és minőségbiztosítás kapcsolata a gépészetben

Átvételi ellenőrzés – Minősítéses mintavételes átvétel – Méréses mintavételes átvétel – Ellenőrző kérdések

15. fejezet. Mérésügyi törvényen alapuló tevékenységek

Mérésügyi törvény – Mérőműszerek irányelv – Metrológiai konfirmálás – Kalibrálás – Kalibráló és vizsgálólaboratóriumokkal szemben támasztott követelmények – Felhasznált/ajánlott irodalom