

Tárgytematika / Course Description **Multibody Dynamics (MBD) simulations of vehicles**

AJNM_JFTA045

Tárgyfelelős neve /

Teacher's name: dr. Zelei Ambrus Miklós

Félév / Semester: 2025/26/1

Beszámolási forma /

Assesment: Vizsga

Tárgy heti óraszám /

Teaching hours(week): 2/2/0

Tárgy féléves óraszám /

Teaching hours(sem.): 0/0/0

OKTATÁS CÉLJA / AIM OF THE COURSE

A tárgy keretében a hallgatók elsajátítják a versenyjárművek mozgását és dinamikai viselkedését megjósolni képes többtest-dinamikai szimulációs módszerek alapjait és képesek lesznek versenyjárművek mozgásához köthető dinamikai szimulációk elvégzésre, ezek beépítésére a tervezési és fejlesztési folyamatokba. A hallgatók képesek lesznek a szimulációkból nyert eredmények kritikus kiértékelésére, és az ehhez köthető tapasztalataik közérthető megosztására.

TANTÁRGY TARTALMA / DESCRIPTION

1. hét: Bevezetés: a többtest-dinamikai szimulációk alkalmazási területei, a mechanikai rendszerek szimulációs módszereinek szintjei: a statikus FEM-től a rugalmas tranziens MBD szimulációig.
2. hét: Mechanikai rendszerek építőelemei és ezek modellezési lehetőségei: inerciák, csuklók, rugalmas és csillapító elemek.
3. hét: Többtest dinamikai rendszerek szerkezeti elemzése: szabadsági fokok, nyílt és zárt kinematikai láncok sajátosságai.
4. hét: Testek és kinematikai láncok térbeli mozgásának leírási módszerei: eltolási és forgatási transzformációk, homogén transzformáció.
5. hét: Dinamikai alapok ismételése, egyszerű numerikus ODE megoldók működése.
6. hét: Negyed-jármű modell és fél-jármű modell felépítése, szimulációja és az eredmények elemzése.
7. hét: Nyílt kinematikai láncok dinamikai leírása és hatékony szimulációs módszerei. Frekvencia válasz számítása több DoF rendszereknél.
8. hét: Kényszerek értelmezése és matematikai leírása. Kerékfelfüggesztések elemzése.
9. hét: Zárt kinematikai láncok dinamikai leírása és hatékony szimulációs módszerei. Síkbeli felfüggesztés-modellek elemzése szimulációval.
10. hét: Zárt láncok numerikus módszerei, Augmented-Lagrange forma, Baumgarte stabilizáció.
11. hét: Térbeli többtest rendszerek hatékony leírási módjai és szimulációja.
12. hét: Gumimodellek a járműiparban: Pacejka, F-tyre.
13. hét: Járműdinamikai problémák, járműdinamikai viselkedés különböző manőverek esetén.
14. hét: Kitekintés: fáradástani jelenségek, csatolt problémák, szabályozás, optimalizáció.

Week 1: Introduction: application areas of multi-body dynamic simulations, levels of simulation methods for mechanical systems: from static FEM to elastic transient MBD simulations.

Week 2: Building blocks of mechanical systems and their modeling options: inertias, joints, elastic and damping elements.

Week 3: Structural analysis of multi-body dynamic systems: degrees of freedom, characteristics of open and closed kinematic chains.

Week 4: Methods for describing the spatial motion of bodies and kinematic chains: translation and rotation transformations, homogeneous transformation.

Week 5: Review of dynamical fundamentals, operation of simple numerical ODE solvers.
Week 6: Construction of quarter-vehicle and half-vehicle models, simulation and analysis of results.
Week 7: Dynamic description of open kinematic chains and effective simulation methods. Frequency response calculation for multiple DoF systems.
Week 8: Interpretation and mathematical description of forces. Analysis of wheel suspensions.
Week 9: Dynamic description of closed kinematic chains and efficient simulation methods. Analysis of planar suspension models with simulation.
Week 10: Numerical methods of closed chains, Augmented-Lagrange form, Baumgarte stabilization.
Week 11: Efficient description methods and simulation of spatial multibody systems.
Week 12: Rubber models in the automotive industry: Pacejka, F-tyre.
Week 13: Vehicle dynamics problems, vehicle dynamic behavior in different maneuvers.
Week 14: Outlook: fatigue phenomena, coupled problems, control, optimization.

SZÁMONKÉRÉSI ÉS ÉRTÉKELÉSI RENDSZERE / ASSESMENT'S METHOD

Heti online kvízek a frontális előadások legfontosabb üzeneteiből

Szemeszter projekt:

- versenyjármű mozgásának MBS szimulációjához köthető feladat elvégzése és egy prezentációban való bemutatása

Gyakorlatokon való részvétel kötelező

Írásbeli vizsga:

0-59%-1

60-69%-2

70-79%-3

80-89%-4

90-100%-5

KÖTELEZŐ IRODALOM / OBLIGATORY MATERIAL

Előadás anyagok, segédletek / Lecture materials

Blundell, M. Harty, D., The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics, Butterworth-Heinemann, 2014. ISBN 978-0080994253

Schramm, D., Hiller, M., Vehicle Dynamics: Modeling and Simulation, Springer, 2017. ISBN 978-3662544822

AJÁNLOTT IRODALOM / RECOMMENDED MATERIAL

Coutinho, M. G., Dynamic Simulations of Multibody Systems, Springer, 2001. ISBN 978-0387951928

Banerjee, A. K., Flexible Multibody Dynamics: Efficient Formulations and Applications, Wiley, 2016, ISBN 978-1119015642