

Tárgytematika / Course Description

Multibody Dynamics (MBD) simulations of vehicles

AJNM_JFTA045

Tárgyfelelős neve /**Teacher's name:** dr. Zelei Ambrus Miklós**Félév / Semester:** 2024/25/2**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 célja megismertetni a hallgatókat a többtest-dinamikai (Multibody dynamics = MBD) rendszerek modellezési és szimulációs módszereinek alapjaival. További cél a járműiparban használatos legismertebb szoftver eszközök valamint a legalapvetőbb járműipari problémák és szimulációs módszerek megismertetése. Az alapvető módszerek készség szintű ismeretét a hallgatók önálló munkája célozza. Az önálló munkát az előadási anyagokon kívül segédletek, mintaprogramok és modell sablonok is segítik.

The aim of the course is to familiarize students with the basics of modeling and simulation methods for multibody dynamics (MBD) systems. Another aim is to introduce the most well-known software tools used in the automotive industry as well as the most basic automotive problems and their simulation methods. The students' independent work aims to achieve a skill-level knowledge of the basic methods. In addition to the lecture materials, independent work is also supported by aids, sample programs and model templates.

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 ismétlése, 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

A tárgy teljesítéséhez 5 db feladatot kell elkészíteni a félév során:

- F0 - MSC ADAMS tutorial elvégzése a megadott pontig,
- F1 - szabadon választott járműipari szerkezet szerkezeti analízise,
- F2 - Térbeli transzformáció animációja jármű telemetria alapján,
- F3 - Szabadon kiválasztott egyszerűsített járműmodell szimulációja,
- F4 - Felfüggesztés szimulációja egyszerűsített és ADAMS modell segítségével.

Az aláírás feltétele:

- az F0-F4 feladatok határidőre történő beadása és legalább 50%-os teljesítése,
- min 70% jelenlét a kontakt órákon.

Értékelés módja: folyamatos számonkérés

A beadott F0-F4 feladatokon elért összpontszámból meghatározott érdemjegy lesz a tárgy érdemjegye.

- 0-49% elégtelen (1)
- 50-64% elégséges (2)
- 65-79% közepes (3)
- 80-89% jó (4)
- 90-100% jeles (5)

To complete the subject, 5 assignments must be completed during the semester:

- F0 - Completion of the MSC ADAMS tutorial up to the specified point,
- F1 - Structural analysis of a freely chosen automotive structure,
- F2 - Animation of spatial transformation based on vehicle telemetry,
- F3 - Simulation of a freely chosen simplified vehicle model,
- F4 - Simulation of suspension using a simplified and ADAMS model.

Conditions for signing:

- submission of assignments F0-F4 by the deadline and completion of at least 50%,
- min. 70% attendance at contact classes.

Assessment method: continuous assessment

A grade determined from the total score achieved on the submitted assignments F0-F4 will be the grade for the subject.

- 0-49% insufficient (1)
- 50-64% sufficient (2)
- 65-79% average (3)
- 80-89% good (4)
- 90-100% excellent (5)

KÖTELEZŐ IRODALOM / OBLIGATORY MATERIAL

Előadás anyagok, segédletek / Lecture materials

AJÁNLOTT IRODALOM / RECOMMENDED MATERIAL

David C Barton, John D Fieldhouse: Automotive Chassis Engineering, 2018, ISBN 978-3-319-72437-9.

Hans B. Pacejka: Tyre and Vehicle Dynamics, 2006, ISBN 980-0-7506-6918-4.

Ahmed A. Shabana: Dynamics of Multibody Systems, 2005, ISBN 978 0 511 11583 7.

Robert L. Norton: Design of Machinery, 2004, ISBN 0 07 247076 1.

Javier García de Jalón, Eduardo Bayo.: Kinematic and dynamic simulation of multibody systems: the real-time challenge, 1994, ISBN 3-540-94096-0.