

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Mecánica

**Profesor Patrocinante**  
Dr. Gabriel Barrientos Ríos

**MODELACIÓN DE IMPACTOS EN ESTRUCTURAS FLEXIBLES**



**LUIS ALEJANDRO BAEZA RAMÍREZ**

Informe de Tesis  
para optar al Grado de

**Magister en Ciencias de la ingeniería con Mención Ing. Mecánica**

Octubre 2002

## Sumario

El presente estudio permite cimentar las bases del tema de la dinámica de multicuerpos con choques, cuya importancia radica en su gran presencia dentro de la mecánica, permitiendo así fomentar futuros estudios sobre el tema.

Los choques están presentes diariamente en todo orden de cosas. A pesar de lo común de los choques, no existe una teoría capaz de modelar todos los tipos de choques.

El presente proyecto tiene como objetivo aplicar los conceptos y teorías de choque local y global basados en una formulación moderna. Para esto, en primer lugar se establece la cinemática de multicuerpos, la cual se aplica a través del método recursivo. Posteriormente, se establecen las ecuaciones del movimiento considerando las restricciones y las fuerzas que actúan en el sistema, sin considerar choques (activas). A continuación se establece la cinemática de los impactos, determinándose los puntos de impacto, como también las condiciones cinemáticas al momento de éste. Posteriormente se añaden las fuerzas de contacto y las direcciones de las restricciones, que aparecen producto del impacto, a las ecuaciones del movimiento descritas anteriormente, y se resuelve esta última para el caso de contacto continuo con adherencia. Para resolver el problema en situaciones de separación y transición entre adherencia a deslizamiento o viceversa, se reescribe la ecuación del movimiento como un problema de complementariedad lineal (PCL). Luego se estudian las teorías de choque de Newton y Poisson, en conjunto con la ley de Coulomb, y se formulan junto con las ecuaciones del movimiento como un problema de complementariedad lineal. De esta forma queda establecida la teoría de choque global en una formulación moderna.

Con la teoría de choque global asociada a esta en formulación moderna, se resuelven varios problemas usando las distintas teorías (Newton y Poisson) para los distintos casos: adherencia, deslizamiento o transición entre ambas. Los resultados demuestran la diferencia que se obtiene a través de las distintas teorías, como también las fallas que éstas presentan en determinados casos.

Por último se presenta la teoría de choques desde el punto de vista del análisis local, la cual es unida con la teoría de no-lineal de vigas presentada por Simo. Con esto se analizan problemáticas de impacto con elementos °exibles y se presentan algunos ejemplos y experimentaciones.

Para realizar el estudio de los impactos en estructuras °exibles (modelo de Simo) se comienza

con el estudio de la teoría de contacto de Hertz enfocada desde el punto de vista del análisis local, la cual unida a las ecuación del movimiento puede establecer la forma, la magnitud y el tiempo de duración de las fuerzas de contacto. Se aplica esta teoría a una bola rígida dejada caer sobre el extremo libre de una viga empotrada. Se comparan la modelación numérica con la teoría clásica disponible y con ensayos experimentales realizados en el laboratorio. Los resultados numéricos obtenidos muestran concordancia con los resultados experimentales y permiten cuantificar las fuerzas involucradas en el impacto. -

