



**XXII Congreso Chileno de
Mecánica Computacional**
3 y 4 de octubre de 2024
Quilpué, Chile



**Sociedad Chilena de
Mecánica Computacional**

ANÁLISIS DE LA PREDICCIÓN DE VIDA A FATIGA EN COMPONENTES MECÁNICOS SOMETIDOS A CARGA MULTIAXIAL

Alejandro Pacheco Sanjuán¹, Ilan Rojas Andana¹

¹Departamento de Ingeniería Mecánica – Universidad Técnica Federico Santa María
Av. España 1680– Valparaíso – CHILE
e-mails : alejandro.pachecos@usm.cl, ilan.rojas@sansano.usm.cl

RESUMEN

La falla por fatiga es considerada como el tipo de falla más común en componentes mecánicos. Muchos componentes presentan entallas e irregularidades geométricas que no pueden ser evitadas en la práctica. Mas aun, muchos de estos componentes se encuentran sometidos a condiciones de carga multiaxial durante su servicio, los cuales generan estados de esfuerzo/deformación complejos con diferentes niveles de deformación plástica. La predicción de la vida de un componente con entallas sometido a carga multiaxial requiere de un análisis detallado del estado de esfuerzo deformación en las regiones críticas. La determinación de las condiciones de deformación local ha demostrado ser un método efectivo en la estimación de la vida a fatiga de componentes con entallas sometidos a carga multiaxial. En el presente trabajo se utilizan modelos de elementos finitos y el método de deformación vida en combinación con teorías de plano crítico. Tres hipótesis para la determinación del plano crítico (Fatemi-Socie, Ince-Glinka, y Smith-Watson-Topper) son utilizadas para estimar la vida a fatiga de componentes con entallas y sus resultados comparados con datos experimentales consignados en bases de datos disponibles en la literatura.

Agradecimientos

Ilan Rojas y Alejandro Pacheco agradecen a la ANID-Chile el apoyo financiero otorgado para el desarrollo de este trabajo mediante el proyecto FONDEF ID23I10188.

REFERENCIAS

- [1] Kraft J, Linn A., Wächter M., Esderts A., Vormwald M.; Accuracy analyses of fatigue life predictions for multiaxially non-proportionally stressed notched components - a database evaluation. *International Journal of Fatigue* 163 (2022) 107088.
- [2] Roostaei A., Ling Y., Jahed H., Glinka G.; Applications of Neuber's and Glinka's notch plasticity correction rules to asymmetric magnesium alloys under cyclic load. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics* 105 (2020) 102431.



**XXII Congreso Chileno de
Mecánica Computacional**
3 y 4 de octubre de 2024
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de
Mecánica Computacional

Métodos estabilizados para formulaciones mixtas de elementos Solid-Shell para deformaciones finitas de materiales hiper-elásticos

Alejandro Aguirre¹, Inocencio Castañar², Joan Baiges² y Ramon Codina²

¹Departamento de Ingeniería Mecánica - Universidad de Santiago de Chile

Av. Bdo. O'Higgins 3363 – Santiago – CHILE

e-mail : alejandro.aguirre@usach.cl

²Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports - Universitat Politècnica de Catalunya

C. Jordi Girona, 1-3. 08034 Barcelona - ESPANYA

e-mail : inocencio.castanar@upc.edu, joan.baiges@upc.edu, ramon.codina@upc.edu

RESUMEN

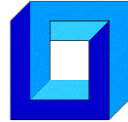
Los elementos Solid-Shell para estructuras delgadas se ven gravemente afectados por bloqueo numérico cuando se aproxima la forma irreducible de las ecuaciones utilizando el método de Galerkin. Estos problemas se pueden resolver utilizando formulaciones mixtas considerando el esfuerzo como incógnita adicional. Sin embargo, este enfoque conlleva restricciones en los espacios de interpolación de las variables. Estas restricciones se superan a través de métodos estabilizados, diseñados en el marco de Subescalas Variacionales (VMS), permitiendo el uso de espacios de interpolación arbitrarios y soluciones libres de bloqueo numérico. El método mantiene un error de convergencia óptimo en el campo de desplazamientos; sin embargo, el campo de esfuerzos tiene un orden de convergencia incrementado en un orden y una precisión mejorada con respecto al número de grados de libertad. Este método se utiliza para resolver problemas estáticos y dinámicos de deformaciones infinitesimales de materiales elásticos [1] y de deformaciones finitas de materiales hiperelásticos [2].

Agradecimientos

Este trabajo agradece a la Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación (VRIDEI) de la Universidad de Santiago de Chile y a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), Doctorado Becas Chile/2019 - 72200128 del Gobierno de Chile, el apoyo recibido. Agradecemos también el apoyo de la Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca a través de la beca predoctoral 2019-FI-B-00649, el apoyo recibido del ICREA Acadèmia Research Program del Gobierno Catalán, y el apoyo de TOPFSI-APP: Ref. PDC2022-133581-I00 MICINN del Gobierno Español. CIMNE es receptor de la beca "Severo Ochoa Programme for Centers of Excellence in R&D" (CEX2018-000797-S) del Ministerio Español de Economía y Competitividad.



**XXII Congreso Chileno de
Mecánica Computacional**
3 y 4 de octubre de 2024
Quilpué, Chile



**Sociedad Chilena de
Mecánica Computacional**

REFERENCIAS

- [1] Aguirre, A., Codina, R., & Baiges, J. Stress-displacement stabilized finite element analysis of thin structures using solid-shell elements, Part I: On the need of interpolating the stresses. *Finite Elements in Analysis and Design*, 236, 104179.
- [2] Aguirre, A., Codina, R., Baiges, J., & Castañar, I. (2024). Stress–displacement stabilized finite element analysis of thin structures using Solid-Shell elements, Part II: Finite strain hyperelasticity. *Finite Elements in Analysis and Design*, 236, 104179.



**XXII Congreso Chileno de
Mecánica Computacional**
3 y 4 de octubre de 2024
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de
Mecánica Computacional

THE RESPONSE OF A SANDWICH COMPOSITE BEAM COMPRISED OF A LAYER OF AN ELASTIC SOLID DESCRIBED BY AN IMPLICIT CONSTITUTIVE RELATION

Roger Bustamante¹, Ricardo Ibarra¹ y Kumbakonam Rajagopal²

¹Departamento de Ingeniería Mecánica – Universidad de Chile
Beauchef 851 – Santiago – CHILE

e-mail : rogbusta@ing.uchile.cl, ricardosebastian96@gmail.com

²Department of Mechanical Engineering- University of Texas A&M
College Station, TX 77843-3123– USA

e-mail : krajagopal@tamu.edu

RESUMEN

We study a sandwich beam composed of a beam of rectangular cross-section made of rubber, to which are attached two thin metallic strips made of titanium alloy (the thickness of the metallic strips are of the order of 2% to 8% of the thickness of the rubber beam). For the metallic layers at the ends we assume a relatively new constitutive equation, wherein the linearized strain tensor is assumed a function of the Cauchy stress tensor. For the central layer which we assume is comprised of rubber, considering small gradient of the displacement field, which implies that the strains are small, we use a classical linearized constitutive equation. The equations for the sandwich beam are solved numerically using the finite difference method, and two problems are studied, a cantilever beam and a beam loaded at three points. In both cases we apply concentrated loads. The results are compared with the predictions of the linearized theory for sandwich beams, and we also compare the results, with the case of a beam made purely of rubber. We find that for the same deflection the composite beam can support more than 1000 times the load as a purely polymeric or rubber beam [1].

Agradecimientos

The work of R. Bustamante and R. Ibarra was financed by the grant No. 1210002 provided by Anid Fondecyt (Chile). The work of K.R. Rajagopal has been supported by the National Science Foundation and the Office of Naval Research

REFERENCIAS

[1] R. Bustamante, R. Ibarra, K.R. Rajagopal, "Response of a sandwich composite beam comprised of a layer of an elastic solid described by an implicit constitutive relation," (Submitted).



**XXII Congreso Chileno de
Mecánica Computacional**
3 y 4 de octubre de 2024
Quilpué, Chile



**Sociedad Chilena de
Mecánica Computacional**

ESTUDIO DE LA REPRESENTACIÓN DE LA HUELLA DE DESGASTE, USANDO UN PROGRAMA BASADO EN EL MÉTODO DE ELEMENTO DISCRETOS

Daniel Lobos R.¹, Franco Perazzo M.¹ y Flavio De Barbieri B.²

¹ AULA DIMEC-CIMNE, Departamento de Ingeniería Mecánica

² Departamento de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales

Universidad Técnica Federico Santa María

Av. España 1680 – Valparaíso – CHILE

e-mail : daniel.lobosr@sansano.usm.cl, franco.perazzo@usm.cl, flavio.debarbieri@usm.cl

RESUMEN

En el presente trabajo se estudiará la representación de la huella de desgaste de la arena sobre probetas de acero, la cual se obtiene utilizando un código basado en el Método de Elementos Discretos. Para representar la huella del desgaste y calcular el volumen del material removido, se utiliza una metodología numérica basada en una deformación controlada de la superficie del material en conjunto con la ley del desgaste abrasivo de Archard [1]. Para comparar los resultados que se obtienen se utilizará como referencia los valores experimentales del ensayo estandarizado ASTM-G65 [2], calibrando tanto el volumen como las huellas de desgaste obtenidas.

La finalidad de este estudio es verificar que la técnica utilizada por el código permite mostrar de forma correcta el desgaste cuando se utilizan partículas abrasivas de diámetros pequeños (0.2-0.3 [mm]). Obtener una representación acorde con lo que se obtiene del experimento real resulta fundamental para poder calibrar correctamente los diferentes parámetros utilizados por el modelo de contacto para calcular las fuerzas de interacción entre las partículas y las superficies.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de la Dirección de Postgrado de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), por su patrocinio a esta investigación mediante la beca Programa de Incentivo a la Iniciación Científica (PIIC), como también al Fondo para el fortalecimiento de un ecosistema de I+D+i+e en el contexto del Proyecto ING2030-UTFSM.

REFERENCIAS

- [1] J.F. Archard “Contact and Rubbing of Flat Surfaces”, Journal of Applied Physics 24, 1953.
- [2] ASTM G65-16. “Standard Test Method for Measuring Abrasion Using the Dry Sand/Rubber Wheel Apparatus”, ASTM, 2021



**XXII Congreso Chileno de
Mecánica Computacional**
3 y 4 de octubre de 2024
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de
Mecánica Computacional

Solución eficiente y escalable de elasticidad no-lineal

Nicolás A Barnafi^{1,2}, Luca Pavarino³ y Simone Scacchi⁴

¹ Instituto de Ingeniería Matemática y Computacional - Facultad de Ciencias Biológicas – Pontificia
Universidad Católica de Chile
Av. Vicuña Mackenna 4860 – Santiago – CHILE
e-mail : nicolas.barnafi@uc.cl

² Centro de Modelamiento Matemático (CMM)
Av. Beauchef 851 – Santiago – CHILE

³ Dipartimento de Matematica - Università degli studi di Pavia
Via Ferrata 5 – Pavia – ITALIA
e-mail : luca.pavarino@unipv.it

⁴ Dipartimento de Matematica - Università degli studi di Milano
Via Cesare Saldini 50 – Milano – ITALIA
e-mail : simone.scacchi@unimi.it

RESUMEN

En esta charla nos concentraremos en dos trabajos enfocados en la aproximación numérica eficiente y escalable de las ecuaciones de elasticidad no-lineal, con miras a aplicaciones cardíacas en biomedicina. Primero nos concentraremos en una taxonomía de estrategias de solución no-lineal en base a métodos iterativos inexactos [1], que resultarán en estrategias escalables y robustas que permiten en algunos casos reducir a la mitad el tiempo de cálculo. En la segunda parte de la charla, nos concentraremos en comparar el tiempo de ejecución y la escalabilidad de preconditionadores multinivel (AMG y BDDC) en la simulación de un latido para modelos realísticos de corazón [2]. Cerraremos la charla hablando sobre varias aplicaciones y extensiones de estas metodologías.

Agradecimientos

MIUR (PRIN 2017AXL54F_002, PRIN 2017AXL54F_003), INdAM–GNCS, Fondecyt de Postdoctorado N° 3230326 y al CMM, Proyecto Basal FB210005.

REFERENCIAS

- [1] N.A. Barnafi, L.F. Pavarino, S. Scacchi. "Parallel inexact Newton–Krylov and quasi-Newton solvers for nonlinear elasticity," *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 2022.
- [2] N.A. Barnafi, L.F. Pavarino, S. Scacchi. "A comparative study of scalable multilevel preconditioners for cardiac mechanics," *Journal of Computational Physics*, 2023.



**XXII Congreso Chileno de
Mecánica Computacional**
3 y 4 de octubre de 2024
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de
Mecánica Computacional

REDISEÑO Y SIMULACIÓN TERMOMECAÁNICA DE UN DEFLECTOR PARA DISTRIBUCIÓN DE GOTAS DE VIDRIO

Nicolás Sepúlveda¹, Sebastián Toro¹

¹Departamento de Ingeniería Mecánica - Universidad de Santiago de Chile
Av. Bdo. O'Higgins 3363 – Santiago – CHILE
e-mail's : nicolas.sepulveda.s@usach.cl , sebastian.toroc@usach.cl

RESUMEN

Este trabajo presenta un análisis numérico y una propuesta de mejora para un deflector utilizado en la producción de botellas de vidrio en la empresa Cristal Chile. Se desarrolló un modelo de simulación numérica utilizando el Método de Elementos Finitos (FEM), acoplando efectos termomecánicos para identificar los esfuerzos críticos que afectan la pieza durante su operación.

El análisis se centró en evaluar los esfuerzos mecánicos en el deflector fabricado con hierro gris ASTM A48 Clase 30, el material base actual. Los resultados revelaron puntos críticos debido a las altas temperaturas generadas por el paso de la gota de vidrio fundido. Con base en estos hallazgos, se propuso un rediseño del deflector, añadiendo aletas para mejorar su desempeño.

La simulación del nuevo diseño mostró que el uso de aletas incrementa la tasa de transferencia de calor, evitando la concentración de esfuerzos. Además, se evaluaron materiales alternativos, como el hierro gris ASTM A48 Clase 40 y el hierro dúctil ASTM A526 65-45-12, logrando una reducción en la Tasa de Heterogeneidad de Temperatura (ITH) y mejoras en los factores de seguridad y fatiga. Estos cambios en la geometría y el material del deflector aumentaron su resistencia a la tensión y la fatiga, variando según el material empleado.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo por parte del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Santiago de Chile.