

DISEÑO DE UN MECANISMO FLEXIBLE DE PRECISIÓN PARA UN GENERADOR DE ÁNGULOS PEQUEÑOS

Francisco Bottero^a, Martín A. Pucheta^{a,b}, Clemar A. Schurrer^c

franciscobottero@hotmail.com, mpucheta@frc.utn.edu.ar, cschurrer@cbasicas.frc.utn.edu.ar

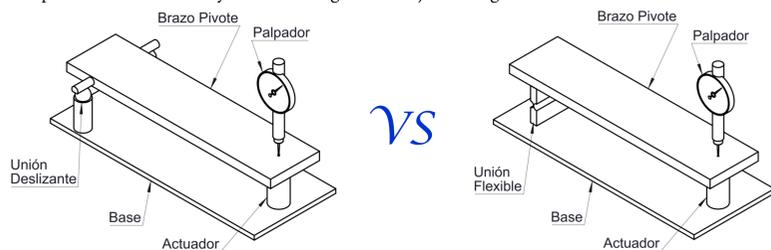
^aCentro de Investigación en Informática para la Ingeniería (CIII), Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina S/N, Córdoba, Argentina.

^bConsejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

^cCentro de Metrología Dimensional (CEMETRO), Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, Armada Argentina 4050, Córdoba, Argentina.

RESUMEN

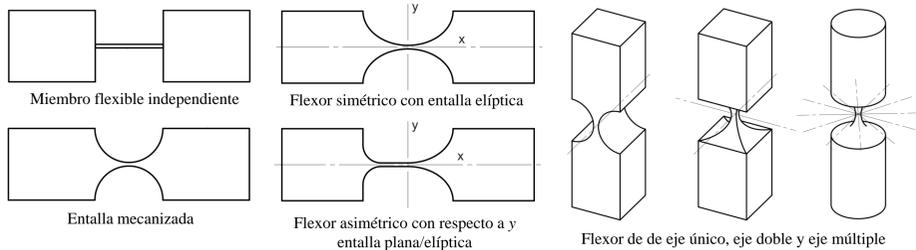
En el diseño estructural de dispositivos de precisión tiene gran importancia la etapa inicial de diseño conceptual. Esta etapa iterativa se facilita si se emplean simulaciones computacionales. Los diseños existentes de dispositivos con igual propósito, consistentes de mecanismos rígidos y cuerpos de contacto de precisión, permiten obtener diseños de partida para aplicar técnicas de reemplazo por uniones flexibles. En este trabajo se presenta el proceso de diseño conceptual de flexores para un mecanismo generador de ángulos pequeños de un grado de libertad y se persigue obtener una precisión nanométrica y tener un rango de trabajo de un grado.



INTRODUCCIÓN

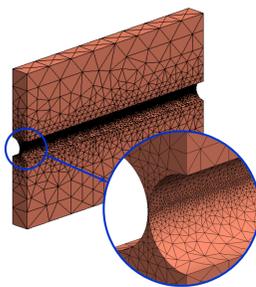
El objetivo a largo plazo es que este mecanismo de precisión brinde la posibilidad de calibrar y homologar una amplia variedad de instrumentos empleados para medir ángulos pequeños en laboratorios de metrología (Astrúa y Pisani, 2009) y en la industria.

El foco de esta investigación son los flexores de precisión. Las uniones flexibles tienen la ventaja de evitar superficies en contacto, eliminando la necesidad de lubricación, mantenimiento, puesta a punto y recalibración. En contraposición, al reemplazar una unión rotativa por un flexor aparecen inconvenientes menores que deben considerarse, estos son las concentraciones de tensiones, la capacidad de rotación limitada, el desplazamiento del centro instantáneo de rotación y la sensibilidad a la variación de la temperatura.



MÉTODOS

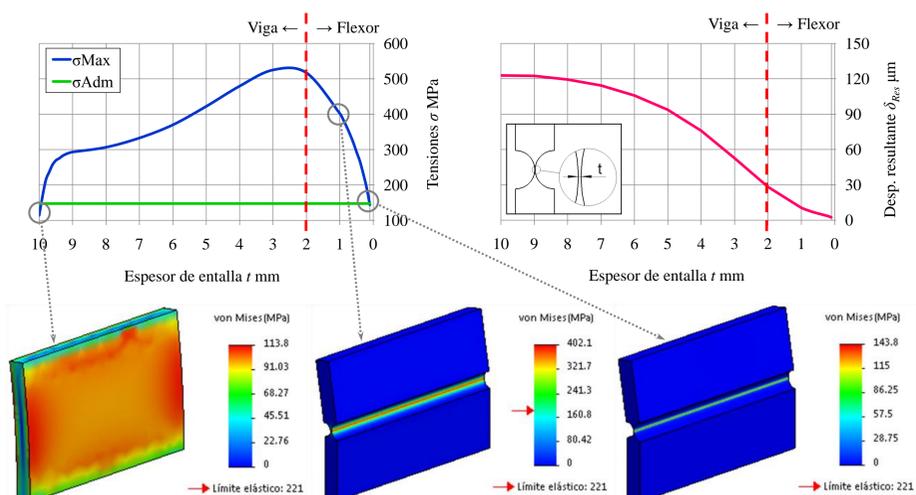
Se utilizó Matlab para representar en forma gráfica a las fórmulas analíticas no lineales de Lobontiu (2002) para flexores de sección transversal variable (circulares) y pequeños desplazamientos. En una revisión relativamente reciente realizada por Yong et al. (2008), se tomó la simulación por elementos finitos como referencia y se compararon expresiones analíticas de flexibilidades resultando las fórmulas de Lobontiu (2002) las de menor error. Es por ello que se realizaron simulaciones de análisis estático lineal, empleando el método de los elementos finitos mediante el software SolidWorks Simulation, para ampliar la información que proveen dichas ecuaciones y analizar con una mayor fidelidad el movimiento rotacional de la unión.



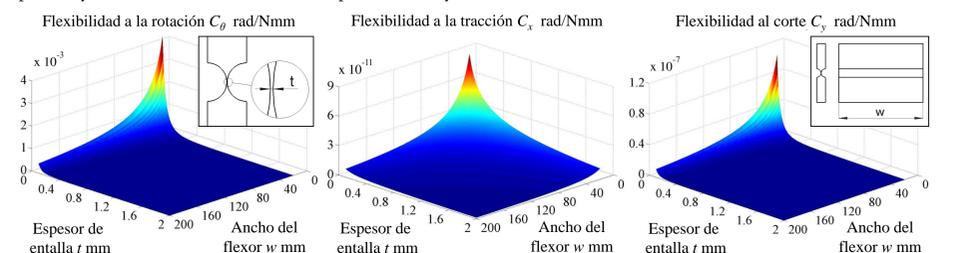
RESULTADOS

Los resultados obtenidos a lo largo del trabajo indican que:

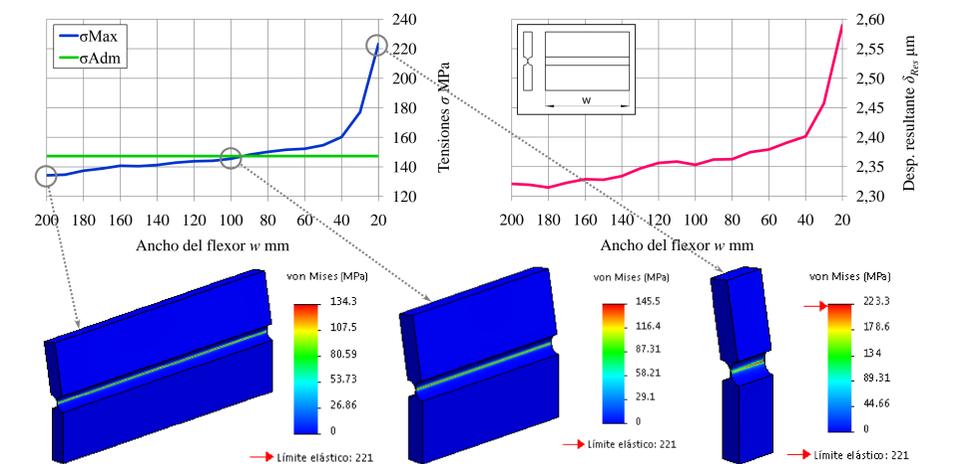
1) Para un espesor de flexor, existe una geometría de entalla que es la transición de trabajar como viga a trabajar como flexor, en donde favorablemente, un menor espesor de entalla reduce las tensiones máximas, los desplazamientos resultantes e incrementa las flexibilidades.



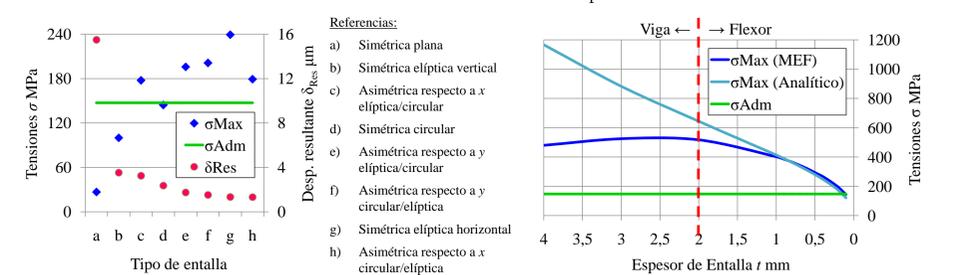
2) Las flexibilidades a la rotación, tracción y corte crecen con la disminución del espesor de entalla. Siendo la flexibilidad a la rotación de orden superior a las demás, se obtiene una reducción de los desplazamientos resultantes (para mayor información ver artículo completo Bottero y colaboradores, ENIEF 2016).



3) A medida que el ancho del flexor disminuye se produce un incremento de las flexibilidades a la rotación, tracción y corte. Sin embargo, los desplazamientos resultantes aumentan. Esto sucede ya que al volverse cada vez más angosto el flexor, el mismo comienza a flexionar más en un extremo que en el otro, provocando no solo un incremento de los desplazamientos, sino también una concentración de las tensiones máximas.



4) El flexor con entalla circular simétrica es el que menor desplazamiento del centro instantáneo de rotación presenta, entre diversos flexores comparados, para valores de tensiones máximas dentro de las admisibles



CONCLUSIONES

Como principales hallazgos del estudio, se determinó que (i) el espesor óptimo de entalla es el mínimo capaz de ser mecanizado, (ii) el cálculo por método analítico es útil para aproximar a las tensiones máximas en el diseño de flexores, (iii) el ancho óptimo es aquel en que el flexor no supera las tensiones máximas admisibles y posee el menor desplazamiento resultante. Con estos criterios se determinó un flexor óptimo satisfaciendo los objetivos y restricciones. Como trabajo a futuro, y adoptando como base los resultados del presente trabajo, se plantea diseñar un conjunto indicador con el objetivo de reducir los movimientos parásitos, facilitar calibraciones y lograr una medición más precisa.

REFERENCIAS

Astrúa, M. y Pisani, M., The new INRiM nanoangle generator, *Metrología*, 46: 674–681, 2009
Lobontiu, N., *Design of Flexure Hinges*, CRC Press, 2002
Yong, Y. K., Lu, T.-F., Handley, D.C. Review of circular flexure hinge design equations and derivation of empirical formulations, *Precision Engineering* 32:63–70, 2008.

AGRADECIMIENTOS

Universidad Tecnológica Nacional (UTN): PID-UTN 3935 / PID-UTN 2128 (25/E185)