

## COMPORTAMIENTO AEROELÁSTICO NO-LINEAL DE LA SECCIÓN ALAR TÍPICA CON DOS Y TRES GRADOS DE LIBERTAD

**Walter B. Castelló, Sergio Preidikman y Alejandro T. Brewer**

*Departamento de Estructuras, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,  
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina,  
wcastello@efn.uncor.edu, spreidikman@efn.uncor.edu, alejtulbrewer@gmail.com*

**Resumen.** En este trabajo se estudia el comportamiento aeroelástico no-lineal y las características de flutter de dos sistemas dinámicos: i) una sección alar típica con dos grados de libertad, y ii) una sección alar típica que posee una superficie de control (alerón) con tres grados de libertad. Los aviones de alto rendimiento son susceptibles a la aparición de fenómenos aeroelásticos; particularmente, a vibraciones autoexcitadas que derivan en oscilaciones de ciclo límite (LCOs). La aparición de LCOs está ligada, entre otros, al juego o pérdida de rigidez en las superficies de control. La potencial aparición de LCOs incrementa el costo de desarrollo, certificación, y mantenimiento de aeronaves; y esto está ligado con el sobre dimensionamiento, los ensayos, y el mantenimiento necesarios para aumentar la vida útil. A modo de ejemplo cabe citar que la FAA propuso adoptar nuevas directivas, relativas al juego de superficies de control, para todos los modelos Boeing 777. Estas directivas requieren efectuar mediciones periódicas del juego de los elevadores izquierdo y derecho, y del timón de dirección. Las directivas, que incluyen acciones correctivas, lubricación repetitiva, etc., de las superficies móviles, provienen de reportes de ensayos en vuelo que muestran la aparición de vibraciones inducidas por juego en las superficies de control. El excesivo juego es causa de vibraciones inaceptables de la estructura de la aeronave durante el vuelo, y estas vibraciones en las superficies de control deben ser evitadas pues podrían llevar a la aparición de flutter; fenómeno que debe evitarse ya que puede ocasionar daños en la estructura de las superficies móviles y la consecuente pérdida de control. En este esfuerzo se han desarrollado modelos aeroelásticos numéricos de orden reducido de una versión modificada de la clásica “sección típica”. En el caso del sistema con tres grados de libertad (sección alar típica + alerón), el modelo permite incluir el juego y la pretensión asociada al grado de libertad utilizado para describir el movimiento de la superficie de control. Para simular el comportamiento aeroelástico de estos sistemas, tanto el ala como la superficie de control se han modelado estructural y aerodinámicamente como placas planas rígidas. El modelo estructural del sistema con dos grados de libertad posee: un desplazamiento vertical y una rotación alrededor del eje elástico de la sección alar. En el caso del sistema con tres grados de libertad se incluye, además de los anteriores, el giro de la superficie de control alrededor de su eje de charnelas. Las cargas aerodinámicas se determinan empleando una versión 2D del método de red de vórtices inestacionario y no-lineal. Las ecuaciones que gobiernan la dinámica del sistema aeroelástico son integradas numéricamente e interactivamente en el dominio del tiempo. Los modelos numéricos presentados en este artículo se utilizan para determinar la amplitud y la frecuencia de las vibraciones inducidas por el juego en los grados de libertad asociados al giro, la aparición de LCOs, y la incidencia del juego de la superficie de control en la velocidad de flutter del sistema aeroelástico. Un modelo experimental, similar al de tres grados de libertad estudiado en este trabajo, ha sido construido y ensayado en el túnel de viento de baja velocidad de la Universidad de Duke en los EE.UU.