A picture containing text, font, black, graphics

Description automatically generated

Informe de prácticas

**P5 –Desarrollo de un modelo aeroelástico en Nastran**

**Escola de Enxeñaría Aeronáutica e do Espazo**

A green lines on a black background

Description automatically generated with low confidence

Autor/a: Christian Nicolás La Banca Lotter

Fecha: 22/12/2023

# MSC Nastran

Nastran es una suite de software diseñada originalmente para la NASA especializada en el modelado y simulación mediante el método de elementos finitos (FEM) de estructuras en general, modelando correctamente interacciones con otras físicas orientadas al uso Aeroespacial, como las fuerzas aerodinámicas mediante métodos de paneles.

Nastran es un producto únicamente de código, que está integrado en numerosos paquetes de software como Inventor (Inventor NASTRAN). La integración del software más utilizada dentro de la industria Aeroespacial es la correspondiente a la empresa *MacNeal Schwendler Corporation (MSC)*, que es uno de los desarrolladores originales del código para la NASA y la empresa que más volumen de desarrollo ha volcado a Nastran durante su desarrollo como programa para la NASA así como en años posteriores. Nastran como producto adquiere su nombre de **NA**SA **STR**uctural **AN**alysis y fue concebido para el análisis estructural de vehículos aeroespaciales como el transbordador espacial. Sin embargo, la formulación generalista del modelado estructural que ofrece permitió una amplia diversificación, constituyéndose actualmente como el líder en la industria de la simulación numérica de estructuras en el mundo, utilizado en industrias como la Aeroespacial, Naval, Construcción, etc. Debido a su amplio nivel de integración y robustez, así como su capacidad de modelar cualquier tipo de estructura.

# Realización de un modelo aeroelástico en Nastran.

El modelado estructural en Nastran se ha llevado a cabo utilizando la interfaz gráfica de Nastran desarrrollada por MSC, PATRAN. Patran no es más que un modelador gráfico que genera código de entrada para modelos estructurales de NASTRAN, conocidos como fichas. El modelado, debido a la altísima flexibilidad y versatilidad que ofrece NASTRAN es un proceso lento y tedioso, debiendo el usuario modelar el tipo de restricciones y parámetros para cada uno de los nodos que se generen en el problema.

Mediante la escritura de diversos tipos de bases archivos que hacen la labor de base de datos de entrada para el modelo de Nastran, es posible realizar el modelado para diversos modelos de problema. Cada uno de estos modelos recibe el nombre de *Solution Sequence*, que se identifican con un número y requieren estructuras de códigos de modelado diferentes.

Algunas de las secuencias de solución soportadas por Nastran son:

* 101 - Linear Static
* 103 - Modal
* 105 - Buckling
* 106 - Non-Linear Static
* 107 - Direct Complex Eigenvalue
* 108 - Direct Frequency Response
* 109 - Direct Transient Response
* 110 - Modal Complex Eigenvalue
* 111 - Modal Frequency Response
* 112 - Modal Transient Response
* 129 - Nonlinear Transient
* 144 - **Static Aeroelastic Analysis**
* 145 - **Flutter / Aeroservoelastic analysis**
* 146 - **Dynamic Aeroelastic Analysis**
* 153 - Non-Linear static coupled with heat transfer
* 159 - Nonlinear Transient coupled with Heat transfer
* 187 - Dynamic Design Analysis Method
* 200 - Design Optimization and Sensitivity analysis

Etc.

Como se puede observar, existen numerosas secuencias de operaciones que realizan la construcción de los problemas matriciales a partir del modelado que introduce el usuario de forma completamente diferente adecuada a cada una de las modelizaciones y requiriendo inputs diferentes.

Así, nosotros hemos realizado un análisis del tipo **144**, Análisis de Aeroelasticidad Estática, hecho que se puede comprobar si observamos el archivo de input de Nastran.

A screen shot of a computer

Description automatically generated

Ilustración 2.1: Inicio del programa de input a Nastran

Observamos como especificamos el tipo de solución SOL 144. Esta estructura de código requiere un orden y una serie de inputs que modelamos en PATRAN.

Así, observamos una overview de la estructura general del documento, donde:

1. Empezamos definiendo parámetros básicos del modelo Aeroelástico como sistemas de coordenadas, variables independientes y constrains a estas variables independientes.

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Ilustración 2.2: definición de sistemas de coordenadas (arriba) y constraints a variables, incluyendo las variables de trimado del avión.

1. Definimos el modelo estructural de vigas, muelles y nodos.

A screenshot of a computer screen

Description automatically generated

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Ilustración 2.3: Definición de los nodos geométricos (arriba) y las propiedades estructurales (PBAR, etc) (abajo). Todo realizado en PATRAN mediante la interfaz gráfica

1. Definimos el modelo de interacción aerodinámica, basado en la ecuación de flujo potencial, en concreto, un método de distribución de dobletes. El rango de aplicación de este modelo aerodinámico se desconoce. Hay que consultar la documentación para este modelo aerodinámico *gtav2\_f.aer.*

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Ilustración 2.4: Encabezado de la definición del modelo aerodinámico de distribución de dobletes

Ejecutando este código de input en Nastran, obtenemos un archivo de formato .f06 de salida. Este archivo contiene:

* Echo de los datos de input.
* Resultados del modelo, en este caso, resultados estructurales en cada nodo y resultados de las variables aeroelásticas de trimado como la deflexión de los alerones.

A screen shot of a computer

Description automatically generated

Ilustración 2.5: Una página de resultados aeroelásticos