



Juan Antonio MORENO RINCON es Ingeniero Aeronáutico por la ETSIA de Madrid, en la especialidad de Aeropuertos, Transporte y Navegación Aérea. Ingresó en Tecnatom en 1981 en la Sección de Mantenimiento, dentro del área de Sistemas de Gestión, trabajando en el desarrollo e implantación de un sistema de Gestión Integral de Mantenimiento y Almacenes en C.N. Ascó, C.N. Almaraz y C.T. Puente Nuevo. Es Jefe de Proyecto para la Mecanización de la Explotación de C.N. Trillo I. Actualmente es Jefe de la Sección de Mantenimiento.

EMISIONES ACUSTICAS

TECNICA DE ANALISIS DE RUIDO

J. A. MORENO

INTRODUCCION

Las emisiones acústicas (EA) son una técnica no destructiva que se puede aplicar en el mantenimiento predictivo de máquinas.

Se entiende por emisión acústica el fenómeno por el cual se genera una onda elástica como consecuencia de la energía liberada en un punto localizado en un material. Esta onda es necesario detectarla y posteriormente analizarla.

En la figura 1 aparece un esquema simplificado.

El análisis de esta onda, su forma, picos, frecuencia, etc., puede permitir la detección de una avería, establecer la tendencia de la máquina e incluso su vida remanente.

La aplicación de esta técnica presenta algunos aspectos interesantes a considerar.

SELECCION DE EQUIPOS

Es necesario establecer los criterios de selección por los cuales se va a aplicar esta técnica a unos equipos u otros, teniendo en cuenta:

- Criticidad, en relación con la función de seguridad y disponibilidad.
- Normativa aplicable (ASME, Especificaciones Técnicas, etc.).
- Accesibilidad.
- Reducción de dosis.
- Monitorización.

ENTORNO DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

Es preciso conocer, en primer lugar, las

condiciones de diseño y, a continuación y muy importante, cómo funciona el equipo dentro del sistema a que pertenece, variables que inciden, condiciones particulares, etc.

DIFERENCIACION DE LAS EA

Es fundamental y, sin embargo, muy difícil diferenciar las emisiones acústicas debidas a la operación normal del equipo de las emisiones de otras fuentes.

CALIBRACION

Los detectores utilizados para la captación de las emisiones deberán ser calibrados periódicamente de acuerdo con los procedimientos establecidos, así como cualquier dispositivo que incida en el análisis de la onda.

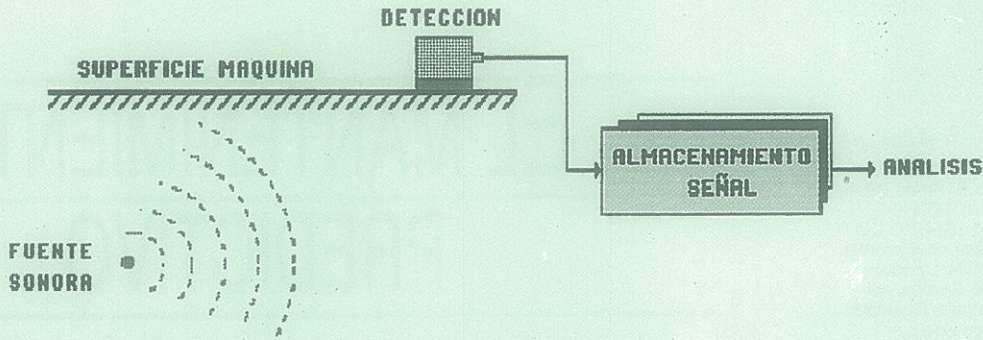
PERIODICIDAD

La vigilancia de las EA se puede hacer de forma sistemática, estableciendo una periodicidad, que también puede ser variable en función de los resultados anteriores o bien mediante una monitorización continua.

Finalmente, la aplicación de esta técnica y sus resultados deberían servir como complemento y realimentación al programa de mantenimiento preventivo.

DESCRIPCION DE LA TECNICA

El análisis de las EA se puede estructurar en cuatro grandes etapas, tal como aparece en la figura 11:



F I

DETECCION

Las ondas acústicas generadas en el interior de una máquina se propagan a través de la estructura y pueden ser detectadas en la superficie mediante un transductor piezoeléctrico altamente sensible. La sensibilidad del transductor, es decir, el transductor en sí, debe ser el apropiado para captar las EA del equipo correspondiente. Este transductor transforma la onda acústica en una señal eléctrica.

ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL

Esta etapa comprende fundamentalmente las actividades necesarias para preparar la señal para su análisis en la etapa siguiente. La cantidad de energía que se transmite a la superficie del equipo es normalmente muy pequeña, por lo que la señal de salida del transductor es mínima. Por tanto será necesario una etapa de pre-amplificación. La señal de salida del transductor suele

tener ruidos, entendiéndose por ellos fluctuaciones estocásticas de la señal, por lo que es necesario filtrarla. Esta etapa de filtrado viene determinada por el análisis posterior de la señal. Por último, la señal filtrada pasa por un convertidor Analógico/Digital para poder ser tratada mediante un ordenador.

TRATAMIENTO DE LA SEÑAL

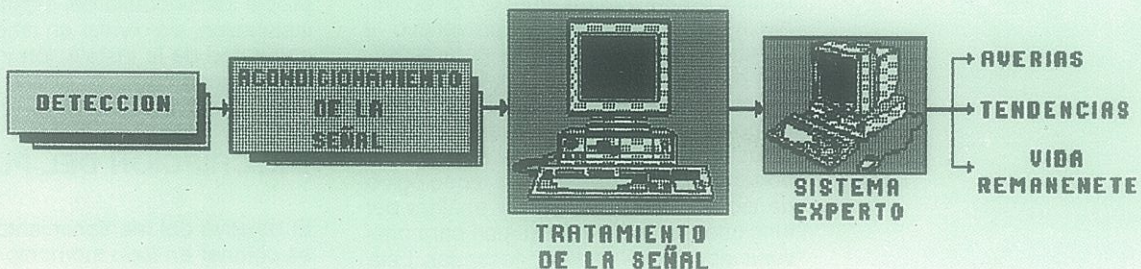
En esta etapa se realiza el estudio de la señal, que va a permitir sacar las conclusiones posteriores. La complejidad del estudio junto con la necesidad de poder almacenar distintas señales hacen necesario disponer de un ordenador. En este ordenador y mediante el software apropiado se procederá al tratamiento de la señal. Este estudio también se podría realizar mediante el diseño y desarrollo del firmware correspondiente, pero por su versatilidad y las otras razones especificadas anteriormente es preferible desarrollarlo en un ordenador personal.

Análisis de señal

Para poder analizar una o n señales en el dominio del tiempo es necesario conocer la frecuencia a la que produce la EA, para ello es necesario proceder a su análisis espectral mediante la transformada de Fourier, con ello se consigue representar la señal en el dominio de la frecuencia. Con esta representación y el conocimiento exhaustivo del fenómeno físico que se está produciendo en el equipo del que proviene la EA se procede al análisis de la señal, quedándose con la parte de la señal característica del o de los fenómenos a observar.

Caracterización

Una vez que se tiene la señal limpia es necesario caracterizarla, para ello en función de la complejidad de la transformada obtenida se puede utilizar la frecuencia central, altura y anchura de pico para señales sencillas. Para señales complejas con varias re-



F II

sonancias se necesitan otras características. Estudios y ensayos realizados demuestran que se pueden utilizar la RMS (root mean square) y la PSD (power spectral density).

Modelización

El estudio de los fenómenos que ocurren en el equipo, junto con las condiciones operativas existentes en el momento de la EA, así como la señal o señales detectadas, en el caso de que tuvieran varios detectores, debería permitir modelar el comportamiento del equipo. Esta modelización consiste en la definición de los parámetros más significativos en el comportamiento del equipo, de manera que su variación se refleje directamente en las características de la señal o bien que un cambio en las características de la misma infiera directamente un cambio de esos parámetros.

Almacenamiento de datos

Finalmente es necesario almacenar la información capturada para tener la base de datos histórica.

Es conveniente que se almacenen los datos completos, bien de la transformada de Fourier o bien de la señal más el algoritmo de cálculo con lo cual se optimiza el almacenamiento. El objetivo

es que ante cualquier cambio de condiciones operativas, modificaciones, etc., se pueda volver a realizar el análisis sobre la señal completa.

SISTEMA EXPERTO

Con la información almacenada en el ordenador es necesario realizar las tareas de mantenimiento predictivo.

El primer nivel sería el análisis de los datos por personal con gran experiencia, que mediante la comparación con valores de referencia inicialmente fijados puedan deducir su situación actual y su tendencia futura.

El segundo nivel sería disponer de un sistema experto, para ello sería necesario elaborar la base de conocimientos que definiese la situación y comportamiento del equipo, así como las reglas de conocimiento que relacione los datos históricos almacenados con la base de conocimiento.

A este sistema le debería llegar información del estado operativo del sistema, bien en automático en caso de que estuviese motorizado o bien mediante teclado en caso contrario.

Este sistema proporcionaría de forma automática la situación actual del equipo, posibles averías, tendencias que permitan la realización de un mantenimiento pre-

ventivo y finalmente facilitaría la gestión de vida remanente.

AMBITO DE APLICACION

Las emisiones acústicas como técnica de ensayos no destructivos que es se puede aplicar dentro del área de inspección en aspectos tales como:

- monitorización de la integridad en estructuras,
- detección de defectos en estructuras sometidas a presión.

En el área de mantenimiento se podría aplicar a equipos rotatorios (bombas y motores), válvulas, condensadores y cambiadores de calor, con las siguientes aplicaciones entre otras:

- Localización de faltas de lubricación en cojinetes de bombas y motores.
- Detección de desgastes en impulsores y ejes.
- Diagnóstico y control del funcionamiento de válvulas motorizadas.
- Diagnóstico y control de los tiempos de apertura y cierre de válvulas motorizadas.
- Diagnóstico de cavitación.
- Detección de vibraciones.
- Control de flujo en cambiadores de calor.