

## Detección de fugas de vacío con ultrasonido en moldes para fabricación de asientos de avión en Planta Safran Seats Shells

### Ultrasonic vacuum leak detection in molds for aircraft seat manufacturing at Safran Seats Shells Plant

DÍAZ-RIVERA, Abelardo†\*, DUARTE-LOERA, Jorge y SILVA-GARCÍA, David

*Universidad Tecnológica de Chihuahua*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Abelardo, Díaz-Rivera* / ORC ID: 0000-0001-7511-2697, Researcher ID Thomson: X-9791-2019

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Jorge, Duarte-Loera* / ORC ID: 0000-0002-6721-1406, Researcher ID Thomson: X-9796-2019, CVU CONACYT ID: 69449

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *David, Silva-García* / ORC ID: 0000-0003-1725-6339, Researcher ID Thomson: X-9789-2019, CVU CONACYT ID: 988099

DOI: 10.35429/JIE.2019.7.3.11.16

Recibido 12 de Enero, 2019; Aceptado 08 Marzo, 2019

#### Resumen

Se describe la aplicación de prototipo de ultrasonido, para detectar fugas de vacío en moldes utilizados en la fabricación de asientos de avión, en la Planta Safran Seats Shells. El prototipo fue diseñado y fabricado por el Cuerpo Académico "Sistemas de Mantenimiento Predictivo", UTCH-CA-13, de la Universidad Tecnológica de Chihuahua, en la carrera de Mantenimiento Industrial. La Empresa Safran contacta a la UTCH carrera de Mantenimiento Industrial solicitando asesoría en fugas en moldes para fabricación de asientos para avión. La metodología seguida por el Cuerpo Académico consiste en visita a la planta para visualizar la falla, desarrollo de un sistema hermético en la UTCH simulando condiciones de pruebas de moldes, pruebas iniciales para la detección de fugas de vacío en laboratorio usando prototipo de ultrasonido y sistema hermético de prueba. En piso de producción de planta Safran se realizan pruebas de ubicación de fugas en los moldes. Como resultado final se logra la detección exitosa de fuga de vacío en molde considerado como crítico en la producción de planta Safran. Lo anterior contribuye al cumplimiento de las metas de la empresa logrando la disminución de tiempos de reparación de moldes, así como a la mejora de la calidad del producto evitando el uso de herramental dañado.

#### Ultrasonido, Vacío, Moldes

#### Abstract

The Application of ultrasound prototype is described to detect vacuum leaks in molds used in the manufacturing of aircraft seats, at the Safran Seats Shells Plant. A prototype has been designed and manufactured by the Academic Group(CA) named "Predictive Maintenance Systems", UTCH-CA-13", belonging to the Technological University of Chihuahua(UTCH), in the career of Industrial Maintenance. Safran Company contacted the UTCH Industrial Maintenance career, requiring support on leaking in molds. The methodology followed by the Academic Group consists of a visit to the plant in order to visualize the leaking failures on molds , then developed of a hermetic system in the UTCH simulating the mold test conditions, initial tests for the detection of vacuum leaks starts in the laboratory using an ultrasound prototype and hermetic system tester. In the production floor at Safran plant, leakage tests were carried out on the molds using the prototype. Final results were the successful detection of mold vacuum leakage considered as critical issue in the production of the Safran plant. This detection contributes to shorten the mold repair time also improving the quality product and avoid the use of defective tooling.

#### Ultrasound, Vacuum, Mold

**Citación:** DÍAZ-RIVERA, Abelardo, DUARTE-LOERA, Jorge y SILVA-GARCÍA, David. Detección de fugas de vacío con ultrasonido en moldes para fabricación de asientos de avión en Planta Safran Seats Shells. Revista de Ingeniería Industrial. 2019. 3-7: 11-16

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: adiaz@utch.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La inspección por Ultrasonido Industrial (UT) es un procedimiento no destructivo, que utiliza la generación y propagación de ondas elásticas (sonido) a través de los materiales.

La historia del Ultrasonido Industrial como disciplina científica pertenece al siglo XX. En 1924, el Dr. S. Y. Sokolov, científico ruso, desarrollo las primeras técnicas de inspección empleando ondas ultrasónicas. Los experimentos iniciales se basaron en la medición de la pérdida de la intensidad de la energía acústica al viajar en un material. Para tal procedimiento se requería del empleo de un emisor y un receptor de la onda ultrasónica.

Posteriormente, durante la Segunda Guerra Mundial, los ingenieros alemanes y soviéticos se dedicaron a desarrollar equipos de inspección ultrasónica para aplicaciones militares. En ese entonces la técnica seguía empleando un emisor y un receptor (técnica de transparencia) en la realización de los ensayos.

No fue sino hasta la década de 1940 cuando el Dr. Floyd Firestone logró desarrollar el primer equipo que empleaba un mismo palpador como emisor y receptor, basando su técnica de inspección en la propiedad característica del sonido para reflejarse al alcanzar una interfase acústica. Es así como nace la inspección de pulso eco; esta nueva opción permitió al ultrasonido competir y en muchas ocasiones superar las limitaciones técnicas de la radiografía, ya que se podían inspeccionar piezas de gran espesor o de configuración que sólo permitían el acceso por un lado.

El ultrasonido se define como “Ondas de sonido con frecuencias por encima del límite audible humano, o en exceso de 20.000 ciclos por segundo (Hertz).” Debido a esto, se debe transformar ese sonido inaudible a frecuencias o señales que podamos detectar. Los detectores ultrasónicos realizan ese cambio.

Esta técnica utilizada en el mantenimiento predictivo y que forma parte de los llamados Ensayos no destructivos, permite la detección de fallas en múltiples sistemas y mecanismos de manera aún más temprana que, por ejemplo, el análisis de vibraciones.

La detección de fallas incipientes permite la programación de acciones correctivas sin afectación a la producción, sin tiempos muertos y previendo suministro de refacciones en tiempo.

Mediante la detección y análisis de ultrasonido es posible detectar fallas en:

Rodamientos mal lubricados o defectuosos, fugas en sistemas de tubería presurizados por cualquier tipo de gas, presencia de arcos eléctricos en motores e instalaciones eléctricas, etc.

## Fugas de presión y vacío

Al pasar cualquier gas (aire, oxígeno, nitrógeno, etc.) a través de un orificio de fuga, genera un flujo turbulento con componentes detectables de alta frecuencia. Escaneando el área de prueba con un medidor de ultrasonido, puede escucharse una fuga a través de los audífonos como un sonido de caudal que puede observarse en la pantalla/medidor. Mientras más cercano esté el sensor de la fuga, más fuerte es el sonido de caudal y más alta es la lectura. En caso de que sea un problema el ruido ambiental, puede utilizarse una sonda de enfoque de caucho para reducir el campo de recepción de los instrumentos y para protegerlo contra ultrasonidos conflictivos. Además, la sintonización de frecuencia reduce en forma drástica la interferencia del ruido de fondo para facilitar la detección ultrasónica de fugas de manera más eficiente.

Todos los problemas mecánicos, eléctricos, así como las fugas de presión o de vacío generan ondas ultrasónicas las cuales son detectables mediante medidores de ultrasonido con el fin de ubicar el problema y tomar las acciones correctivas pertinentes para su solución.

Existen varios modos de utilizar el ultrasonido, en función del problema a resolver.

El método tradicional, es la utilización de equipos que emiten señales de ultrasonido que viajan por un medio hasta encontrar una superficie con un medio diferente, lo cual ocasiona el regreso de la señal emitida que es recibida por el equipo, pudiendo traducirse a distancia recorrida o incluso grosor de la superficie en cuestión.

Otro uso del ultrasonido es en la detección de señales emitidas por el objeto bajo prueba como es el caso de fallas en rodamientos, fugas de vacío entre otros.

En la Planta Safran Seats Shells, industria maquiladora del estado de Chihuahua se presenta una falla en la integridad de los moldes utilizados para la fabricación de piezas de asientos de avión. Los moldes son fabricados de fibra de carbono y deben ser capaces de mantener niveles de vacío especificados por el fabricante para asegurar una correcta formación de los asientos.

Las fugas de vacío consisten en fisuras no perceptibles a simple vista lo que dificulta enormemente su detección y posterior corrección. Cuando los niveles requeridos de vacío no se mantienen en el proceso, el molde, que es una parte crítica del proceso, se declara en riesgo y, es retirado de la línea causando retrasos de producción y la necesidad de programar tiempos extras para poder cumplirla.

La hipótesis es que la detección de la falla mediante uso de ultrasonido es alternativa viable para resolver el problema de fuga.

### Objetivo general

Probar la eficiencia del prototipo detector de ultrasonido, en campo.

### Objetivo específico

Reducir significativamente el tiempo de detección de fugas de vacío, que se presentan en moldes utilizados para fabricación de piezas de asientos de avión, en la Planta Safran Seats Shells.

### Metodología

La metodología que se lleva a cabo es del tipo analítico y resolutivo.

Se tiene un problema de difícil solución en la planta, se da el apoyo en forma de asesoría y de aplicación práctica, utilizando la técnica de detección de ultrasonido.

## Desarrollo

### 1.1. Contacto inicial Safran – UTCH

En la UTCH se lleva a cabo una semana académica anual con exposición de proyectos llamados integradores en los cuales participan alumnos asesorados por sus maestros y representantes de la industria.

En las jornadas académicas de 2019, personal de la empresa Safran, recibió información acerca del trabajo de investigación en diferentes áreas, de los cuerpos académicos de la Universidad.

El representante de la empresa da a conocer una problemática que se presenta de manera frecuente en la planta y las dificultades a que se han enfrentado para resolverla.

### 1.2. Enlace del Cuerpo Académico con la Empresa

Posteriormente y analizando las áreas de investigación de los diferentes cuerpos académicos la empresa solicita información acerca del Cuerpo Académico (C.A.) “Sistemas de Mantenimiento Predictivo”, de la carrera de Mantenimiento Industrial, cuyas áreas de investigación son: Análisis de vibraciones, ultrasonido y ruido.

En base a lo anterior la empresa, representada por la Ing. Diana Ramírez Ramírez, solicita a la dirección de la carrera el apoyo para la realización de un proyecto de colaboración para la solución del problema de detección de fugas dentro de la planta Safran. Se contacta al C. A. “Sistemas de Mantenimiento Predictivo”, el cual trabaja actualmente en el desarrollo de prototipos de ultrasonido y de análisis de vibraciones.

### 1.3. Descripción del problema dentro de la empresa

Al momento de solicitar el apoyo del C. A. la planta cuenta solo con un molde en producción para un modelo en específico, dado que el resto de los moldes se encuentran fuera de servicio por fugas, lo cual hace necesario producir en tiempo extra los asientos necesarios para cumplir los requerimientos de producción con los correspondientes e indeseables gastos involucrados.

El proceso de detección de fugas en moldes se realiza por parte del Departamento de Mantenimiento de la planta y consiste en múltiples intentos buscando sellar zonas donde se sospecha que existen fugas, sin un procedimiento que asegure con precisión su ubicación exacta. Las zonas más comunes de fugas son en las costillas del molde y donde existen pernos que al ser ajustados por parte del personal de la planta pueden causar un daño al molde originando posibles fugas. Sin embargo, este método puede tomar semanas en ubicar y reparar la fuga, tiempo demasiado largo para mantener moldes fuera del proceso productivo, además de que no ha sido suficientemente efectivo en la localización precisa de las fugas. Por esta razón se está requiriendo por parte de la empresa una solución mediante un sistema de ubicación de fugas más preciso y confiable.

La figura 1 muestra uno de los moldes de la empresa que presenta fugas de vacío.



**Figura 1** Molde para fabricación de asientos de avión

Una vez establecido el contacto y acordado el apoyo del C.A. se realizan visitas a la planta para visualizar claramente el problema in situ así como el ambiente donde se utilizan los moldes y las condiciones en que se presenta la falla.

#### 1.4. Selección del método a utilizar en la solución del problema

Posteriormente se realiza un análisis de posibles técnicas a utilizar, entre ellas, termografía, líquidos penetrantes y nuestra línea de investigación con ultrasonido.

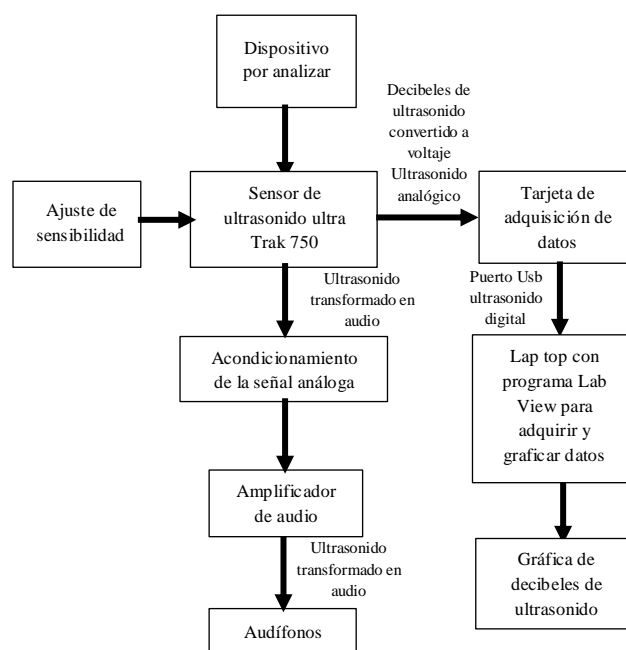
Se sabe que en sistemas neumáticos con presión y con vacío, las fugas generan sonidos de alta frecuencia, entre 38 y 40 kHz, los cuales pueden ser detectados con sensores de ultrasonido por lo que se toma la decisión de emplear este método para detectar las fugas en los moldes considerando que es el campo en que actualmente se está trabajando.

El C.A. diseñó y construyó un prototipo detector de ultrasonido, como se muestra en la figura 3.

Este sistema se utiliza tanto para la detección de fallas en Mantenimiento Predictivo Mecánico, como para prácticas de laboratorio con alumnos.

#### 1.5. Prototipo desarrollado

En la figura 2 se puede observar el diagrama de bloques del funcionamiento del prototipo.



**Figura 2** Diagrama de bloques del prototipo

Al sistema mecánico que se le pretende sensar el ultrasonido que emite, se le coloca un sensor ULTRA-TRAK 750 UE System. Este sensor es de contacto.

El sensor cuenta con una fuente de corriente proporcional a los decibeles de ultrasonido que se detectan, el rango de operación de esta fuente fluctúa entre 0 y 30 mili amperes (mA) y es proporcional a los picos de ultrasonido detectados en decibeles (dB).

Con la corriente de salida se calcula el voltaje de salida que es proporcional a los decibeles de ultrasonido detectados, y es digitalizado por una tarjeta de adquisición de datos de la National Instruments NI USB-6008 y los datos son alimentados en tiempo real a una Lap Top. La Lap Top tiene un programa en el lenguaje gráfico de Lab View el cual adquiere los datos del Voltaje de Salida y con ellos calcula y grafica los decibeles de ultrasonido que se detectan.

El sensor ULTRA-TRAK 750 está equipado internamente con una salida de Audio. Esta salida es proporcional al ultrasonido que se detecta. La salida de audio es acondicionada por un pre amplificador y un filtro pasabajas, para después ser amplificada y canalizada a unos audífonos. Entonces se cuentan con dos indicadores de que se detecta ultrasonido, las gráficas de decibeles en la Lap Top y el audio presente en los audífonos.

El sensor ULTRA-TRAK 750 cuenta también internamente con 2 líneas para ajustar la sensibilidad del mismo, por una línea es posible ajustarla manualmente y por la otra línea es posible ajustarla desde la Lap Top.

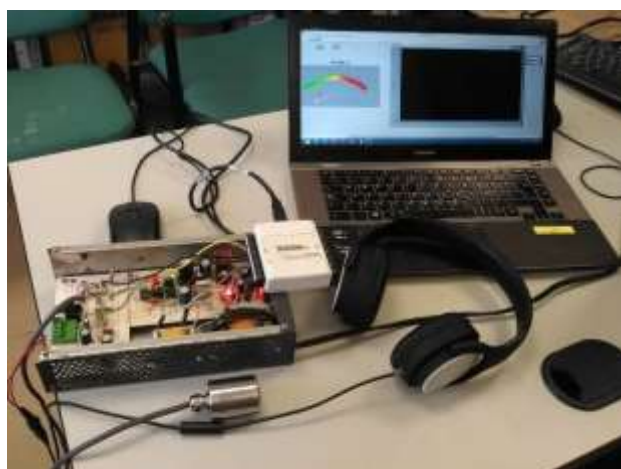


Figura 3 Prototipo detector de ultrasonido

### 1.5. Realización de pruebas con el prototipo y ajustes al mismo

Se desarrolla un sistema de tuberías a las cuales se le aplican 25 pulgadas de mercurio de presión de vacío como plataforma de pruebas, como se muestra en la figura 4.



Figura 4 Sistema de tuberías desarrollado

En el sistema inicialmente hermético se colocan de manera intencional puntos de fugas para realizar pruebas en laboratorio con el prototipo de ultrasonido. El sistema desarrollado detecta el ultrasonido que las fugas de vacío emiten, simulando así las condiciones reales de pruebas de los moldes.

Se realizan visitas a la planta Safran para llevar a cabo pruebas de ubicación de fugas en los moldes usando el prototipo de ultrasonido como se muestra en la Figura 5.

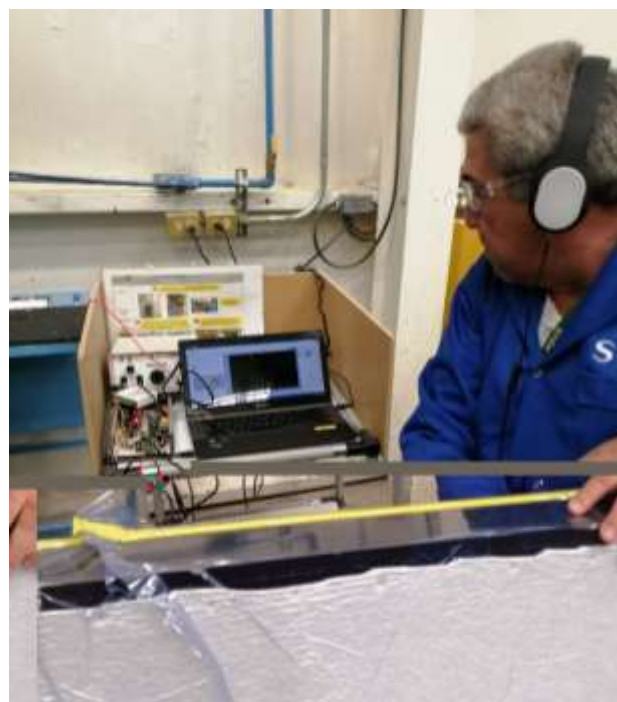


Figura 5 Pruebas en molde

Cabe mencionar que se realizan ajustes al diseño del prototipo para su adecuación al tipo de falla específica presentada en los moldes.

### **1.6. Pruebas finales y detección de fuga en molde crítico**

Posteriormente a la adecuación del prototipo se tiene acceso a un molde al cual el personal de la empresa había intentado localizar la fuga sin éxito por varias semanas. El C. A. acude a la empresa y utilizando el prototipo desarrollado detecta la fuga en un período de tres horas por lo cual se concluye que el prototipo desarrollado es una valiosa herramienta para la detección de fugas de vacío en la planta Safran Seats Shells

### **Referencias**

<http://www.sedipsanoreste.com.mx/ultrasonido.html>

National Instrument. (2015). Manual de Lab View.

Rienstra, A. Hall, J. (2004) Applying acoustic vibration monitoring to predictive maintenance

*SDT North America*

UE SYSTEM. (2016). Manual del sensor ultrasónico ULTRA TRAK 750.