



Interior de un hangar de mantenimiento de aeronaves de International Airlines Group (IAG). INNOVADORES

LA FATIGA DE LOS MATERIALES Y SU TOLERANCIA AL DAÑO

FUTURISTAS
REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA

Los avances permiten un mejor seguimiento del proceso de

deterioro y anticipación de fallos en sectores como aeronáutica y ferrocarril

DISEÑO INDUSTRIAL

JAIME DOMÍNGUEZ ABASCAL

La fatiga de los materiales es un proceso de daño que se produce en los elementos mecánicos sometidos a cargas variables, incluso aunque éstas sean muy inferiores a las que producirían la rotura ante una carga constante. Puede definirse como un proceso de cambio estructural progresivo que se produce en un material sujeto a fuerzas fluctuantes y que termina en la aparición de grietas y la fractura completa después de un número suficiente de fluctuaciones.

Ejemplos de fallos por fatiga se encuentran en multitud de sistemas mecánicos. Desde los ferrocarriles hasta los aviones, pasando por los automóviles, barcos y otros tipos de máquinas. Una característica de los fallos por fatiga es su espontaneidad, apareciendo de forma repentina, con las consecuencias catastróficas que ello tiene en muchos casos.

El número de fluctuaciones de carga necesario para producir la rotura depende del nivel de carga aplicado. Puede ser desde varias decenas o centenas de ciclos hasta cientos de miles o millones de ciclos, con niveles de carga más bajos. En muchos materiales hay un nivel de tensiones por debajo del cual no se produce daño por fatiga. Es lo que se conoce como límite de fatiga del material.

El proceso es complejo y depende de múltiples parámetros, además de las propiedades del material y el nivel de las cargas. Cabe destacar el ambiente, la geometría del elemento, el acabado superficial, la complejidad de las cargas aplicadas o los tratamientos superficiales, etc.

La historia está llena de casos de fallos por fatiga. En la segunda mitad del siglo XIX comenzó a conocerse el fenómeno con la aparición del ferrocarril, que tiene numerosas piezas sometidas a cargas variables y un alto número de ciclos; por ejemplo, los ejes y ruedas. A principios y mediados del siglo pasado comenzó a conocer-

se la importancia de la fatiga en los automóviles y barcos. La desintegración en vuelo de algunos de los aviones Comet, que fueron los primeros aviones comerciales presurizados, ocurrida en los años 50 del pasado siglo, hizo ver la importancia de la fatiga en el diseño de los fuselajes de los aviones.

Es difícil hacer estimaciones suficientemente fiables de la resistencia de un sistema a fatiga, lo que requiere de altos coeficientes de seguridad en el diseño y numerosos ensayos de comprobación. Sin embargo, en los últimos años ha mejorado sustancialmente el conocimiento del proceso, que se compone de una fase inicial de daño microestructural, la aparición de una microgrieta y su posterior crecimiento hasta la fractura final. También, se ha producido una mejora de la capacidad de predicción del crecimiento de las grietas.

Además, los equipos de inspección de grietas pequeñas han sufrido una gran evolución en su sensibilidad. Todo ello ha permitido, especialmente en la industria aeronáutica, el desarrollo de diseños basados en la tolerancia al daño, que ha supuesto un aumento de la seguridad de los equipos ante la fatiga.

El criterio de diseño basado en la tolerancia al daño considera que puede haber grietas en un avión y, mediante técnicas de análisis y métodos de detección, debe garantizarse que la aparición de dichas grietas no generará un fallo catastrófico.

Todos estos avances en el conocimiento del proceso, en los procedimientos de análisis y ensayo a fatiga han permitido reducir enormemente los fallos y accidentes producidos por esta causa. Sin embargo, aún debe seguir profundizándose en el fenómeno para reducir los fallos y las necesidades de altos coeficientes de seguridad, que reducen la eficiencia de los sistemas al aumentar sus costes.

Jaime Domínguez Abascal es académico de la Real Academia de Ingeniería.



Ruedas de tren. CAF

DEBE HABER GARANTÍA DE QUE, EN CASO DE SURGIR GRIETAS, NO SE GENERARÁ UN FALLO CATASTRÓFICO

UNA SOCIEDAD 'AS A SERVICE'

ALGORITMIA Y VIOLÍN

EUGENIO MALLOL



Andaba preocupado por Aristóteles. Habría llevado mal esta sociedad *as a service* que aparentemente construye la revolución digital. Un mundo que define a sus componentes por el uso, palabra que lleva implícita una dinámica de apropiación estrictamente subjetiva. Si no vamos con cuidado todo se desustancia, es la exaltación de lo contingente, de lo mudable, de lo extinguido, de lo circunstancial. Cuánto dinero mueven dos verbos, *Like* y *Follow*, en cuya esencia está el movimiento, la transitoriedad. Definimos la realidad por su negación, sin haber penetrado a Rimbaud («Porque Yo es otro. Si el cobre se despierta convertido en corneta, la culpa no es en modo alguno suya»). Y, por otros motivos, ¿cómo se lo estará tomando Mary Shelley? Hace justo ahora 200 años publicó el horror de una criatura desprovista de naturaleza, un agregado de piezas originarias sin biografía. La era digital es también la antítesis del romanticismo, imprime un naturalismo despiadado.

El apagón del CES en Las Vegas sugiere en una bella imagen lo que le puede suceder a una civilización concebida para el uso, estructurada en torno al gusto y el seguimiento. A veces olvidamos que sin electricidad todo se convierte en un amasijo de metales y plásticos. Es, no obstante, en momentos como éste cuando redescubrimos nuestra naturaleza contradictoria, aversa a las visiones maniqueas, que nos garantiza que esta revolución tecnológica no desembocará irremediablemente ni en una distopía ni en un paraíso terrenal. Los profesores Josué Ortega (Universidad de Essex) y Philipp Hergovich (Universidad de Viena) han publicado un trabajo de investigación titulado *The Strength of Absent Ties: Social Integration via Online Dating (La fuerza de los vínculos ausentes: integración social a través de citas en línea)*. Y una revista como el *MIT Technology Review* se ha valido de él para proclamar que la era digital ha transformado las relaciones humanas.

Entre otras aportaciones, Ortega y Hergovich sostienen que hay indicios consistentes para vincular la aparición de webs de citas *online* en una sociedad con el incremento de los matrimonios interraciales, e incluso aseguran que las uniones surgidas a partir de un encuentro en la red (que ya son un tercio del total en EEUU) tienden a ser más duraderas. Es algo contraintuitivo, ¿verdad? Algo menos del 30% de las parejas heterosexuales se forman a través de amigos mutuos, pero ya más del 20% se conocen *online*. En el caso de los homosexuales, este porcentaje roza el 70%. Habría que preguntarse también, probablemente, cuántas parejas se rompen a causa de la red. Los profesores no lo hacen.

La clave es que las personas que se conocen por internet posiblemente no habrían coincidido nunca en su vida de otro modo. Ese modelo de ligue *as a service* es poco aristotélico, pero una vez pasado por el túmulo de la inasible libertad humana todo puede pasar. Incluso la restauración de un romanticismo 4.0.

Eugenio Mallol es director de INNOVADORES. / @eugemallol / eugenio.mallol@talentinnov.com