

Los rayos X en el Aeropuerto

Por el Dr. J. VÁZQUEZ-GARRIGA

Licenciado en Ciencias

EN principio ya nadie duda de los excelentes servicios que los rayos X pueden prestar en pro de la seguridad de vuelo de los aviones y otros aeromóviles, porque el examen radiológico de las piezas de responsabilidad en el conjunto constructivo permite descubrir desperfectos y roturas o pequeñas resquebrajaduras, causadas por el uso en el interior de las mismas; pero su aplicación hasta ahora ha venido restringida por tres principales motivos: el peligro de las descargas de alta tensión; el peligro de los efectos patológicos causados por la continuada exposición del operador a la radiación (efectos que pueden producir incluso la muerte) y las dificultades del *modus operandi*.

Estos peligros han desaparecido desde que existen los modernos tubos acorazados en los cuales la radiación sigue un camino perfectamente definido y además toda la instalación, incluso la parte externa del tubo, está aislada de la alta tensión. A estas ventajas viene a sumarse todavía otra de gran importancia práctica para la aplicación aerotécnica de los rayos X, y es que toda la instalación (transformador, rectificador de alta tensión, tubo, etc.), constituye un conjunto fácilmente transportable que funciona alimentado con la corriente usual de la red urbana (110-250 voltios).

La utilización de los rayos X en los laboratorios de ensayo metalúrgico y en las fábricas de motores de Aviación no es de modo alguno una novedad, pero sí lo es el examen radiológico de los aviones en el mismo campo del aerodromo o aeropuerto, como se viene realizando con cierta periodicidad en los aviones de la *Deutsche Lufthansa*, en Alemania. Este examen exige un cierto personal especializado y se efectúa de un modo sistemático y tomando en cuenta las indicaciones de los pilotos y mecánicos, basadas en la observación del avión que sirven.

La Casa Müller, de Hamburgo, ha construido un tubo que responde a estas necesidades y que puede trabajar hasta una tensión de 200 kilovoltios, con una intensidad de 16 miliamperios, lo cual significa un enorme progreso técnico para una instalación móvil perfectamente aislada

de la alta tensión y con tubo con coraza para la radiación directa.

La revisión de los aviones se realiza en la mayoría de los casos sin recurrir a la placa fotográfica, utilizando una pantalla fluorescente dispuesta de tal modo que puede ser utilizada a la luz del día; de este modo se efectúa con gran rapidez el examen de un gran número de piezas importantes de la estructura. En el caso del motor se recurre a la fotografía, y sin necesidad de desmontarlo se puede efectuar un examen bastante a fondo de los puntos de mayor responsabilidad y poco accesibles a la inspección ocular. En el caso de la hélice un examen radioscópico general seguido accidentalmente de fotografía en los casos de duda, da un excelente resultado.

La cuestión de la tensión tiene una gran influencia sobre la detección de los desperfectos y resquebrajaduras en las piezas metálicas, pues el poder de penetración de los rayos X es función de la tensión del tubo. Los rayos producidos por una tensión de 200 kilovoltios atraviesan un espesor de hierro colado de 7,5 centímetros. Esta penetración basta para la generalidad de los casos.

Además, la comprobación de una pequeña falta del material de una longitud en centímetros d , situada en la dirección de la radiación, depende de los siguientes factores:

- α) La dureza de la radiación (definida por la tensión del tubo).
- β) La radiación secundaria de la pieza (que depende de la composición química del material).
- γ) La finura del foco del tubo.
- δ) La técnica fotográfica.

Suponiendo una radiación homogénea, es decir, con un coeficiente de absorción total determinado μ en el caso de carencia de material, o sea una ranura con inclusión de aire, la intensidad de la radiación en el punto a de la placa (véase la fig. 1) será:

$$I_a = I_0 e^{-\mu(D-d)}$$

y en el punto b

$$I_b = I_0 e^{-\mu D}$$

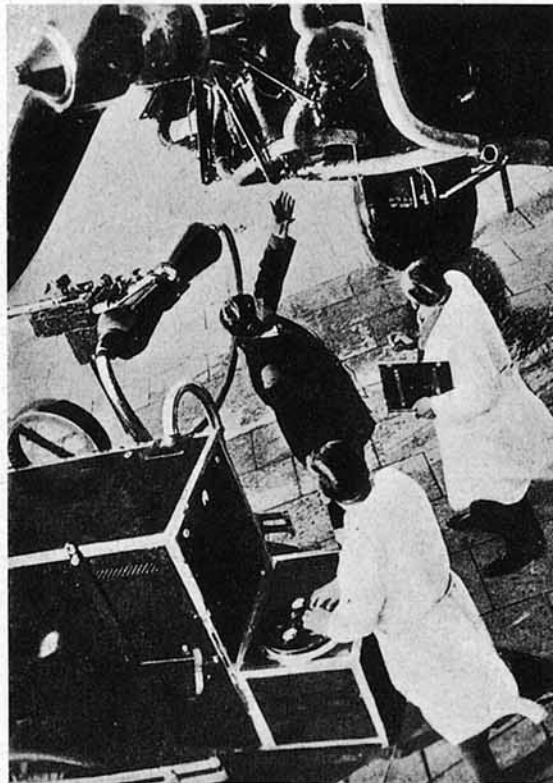


Fig. 1. El piloto haciendo las oportunas indicaciones a los radiólogos.

siendo I_0 la intensidad de la radiación que recibiría al placa retirando la pieza del camino de la radiación.

De modo que tenemos:

$$\frac{I_a}{I_b} = e^{-\mu d} \quad [1].$$

Como la resquebrajadura produce mayor contraste sobre la placa fotográfica, cuanto más se aparte de la unidad

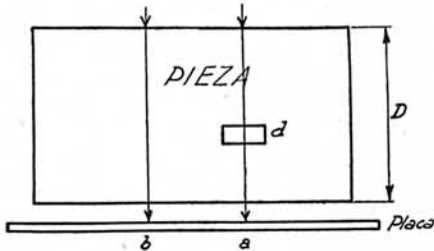


Fig. 2. Esquema mostrando el fundamento de la revisión radiográfica de grietas.

la relación [1] se tiene que, según dicha ecuación, la altura mínima comprobable del defecto en cuestión puede ser tanto menor cuanto más blanda sea la radiación. Como se ve, esta condición es contradictoria con la de penetración y además perjudica desde el punto de vista económico, pues al aumentar el tiempo de exposición aumentan considerablemente los gastos. Por eso en la práctica se elige la tensión más elevada posible que permita el reconocimiento de los defectos. Para el reconocimiento de piezas de acero fundido, cuyo espesor sea aproximadamente un centímetro, se emplea una tensión de 150 a 170 kilovoltios, con una intensidad de 12 a 9 miliamperios, obteniéndose la radiografía en unos segundos. Para el caso de piezas de metales ligeros (cárter, etc.), cuyo espesor en el lugar del examen no pase de 10 centímetros, basta una tensión de 110 a 120 kilovoltios, con una intensidad de cinco a cuatro miliamperios para obtener la radiografía en un minuto.

Para dar una idea de la variación de los tiempos de exposición con el espesor de las piezas consignaremos las siguientes cifras correspondientes a fundición de hierro radiografiada con 200 kilovoltios y ocho miliamperios:

Espesor: 1-2-3-4-5 centímetros.

Tiempo de exposición: 1/2-4-10-30-70 minutos.

Como la pieza examinada al ser bañada por el haz de rayos X emite radiación secundaria difusa (con mayor o menor intensidad, según la composición del material), cuyo efecto se traduce en veladura de la placa, conviene en algunos casos emplear filtros o diafragmas especiales que se colocan sobre la placa fotográfica y su modo de obrar puede comprenderse claramente por el esquema de la figura 5.



Fig. 3. Examen radiológico del empenaje.

La influencia debida a la finura del foco y a la técnica fotográfica viene fijada por la construcción del tubo utilizado y en gran parte por la calidad del material fotográfico utilizado y no interesan primordialmente al operador práctico.

El tamaño del foco y la distancia del foco a la placa constituyen importantes factores para la perfección de la radiografía. Los contornos entre las partes ennegrecidas con mayor o menor intensidad se presentan tanto menos imprecisos y confusos cuanto mayor es la finura del foco.

La construcción de tubos de rayos X para grandes tensiones con un foco muy fino no es un problema de fácil resolución. La elevación de la tensión y la finura del foco son condiciones en pugna, pues ambas conducen a una acumulación local de temperatura en el anticátodo. En un bloque de aluminio de cuatro centímetros de espesor se pueden todavía apreciar grietas de

0,9 mm.	0,7 mm.	0,6 mm.	0,5 mm.
con 30 cms.	50 cms.	70 cms.	100 cms.

de distancia focal.

Para un determinado tipo de construcción del filamento el foco actúa como más puntiforme cuando la distancia a la placa es mayor. Esto hace aumentar notablemente el tiempo de exposición que, como es sabido, crece con el cuadrado de la distancia de la placa al foco. En general, no se debe pasar de una distancia de 50 centímetros.

Cuando el espesor de las piezas es muy grande conviene saber a qué profundidad se encuentra la grieta o defecto. Esto puede ser comprobado haciendo una segunda fotografía en otra dirección de la pieza, y cuando esto no es posible se puede recurrir a un procedimiento estereométrico. Para ello se hace primero una radiografía, luego se desplaza ligeramente el tubo y se hace una segunda radiografía. La distancia entre las dos imágenes de la grieta, el desplazamiento del tubo y la distancia focal permiten calcular la profundidad del lugar defectuoso.

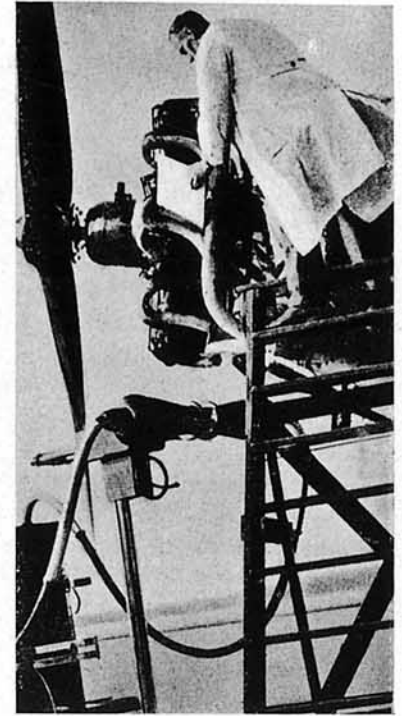


Fig. 4. Examen radiográfico del motor.

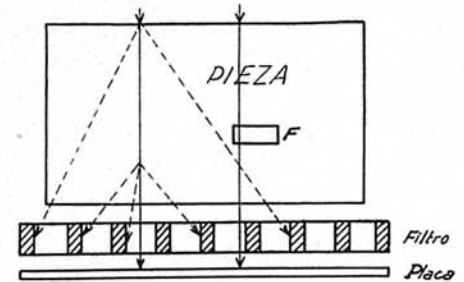


Fig. 5. Esquema mostrando la acción del filtro.