



OPTIMIZACIÓN DE LAS INSPECCIONES Y PRUEBAS. APLICACIÓN DEL APÉNDICE III DE ASME OM

Actualmente, las válvulas motorizadas relacionadas con la seguridad tienen que cumplir los requisitos de dos programas diferentes; por un lado, los requisitos de las pruebas en servicio (IST) del Código ASME OM y por otra parte, los requisitos de la GL 96-05 para verificar la operabilidad de la válvula en condiciones base de diseño.

El Apéndice III del Código ASME OM integra ambos requerimientos. Las centrales que actualicen su Manual de Inspección en Servicio por cambio de intervalo a la Edición de 2012 de ASME OM deberán aplicar el Apéndice III en lugar del programa definido por la GL 96-05.

ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN

En 1985, en la central Davis-Besse, se produjo un importante suceso con el fallo a la apertura de dos válvulas motorizadas (MOV) de aislamiento de agua de alimentación auxiliar que mostró que los valores de los ajustes de los actuadores definidos por los fabricantes, necesarios para operar la válvula en condiciones base de diseño, podían no ser suficientes para vencer las altas presiones diferenciales que se establecen en condiciones de accidente.

Como respuesta, tanto la NRC como la industria nuclear de los EE.UU. iniciaron numerosos proyectos de investigación que confirmaron que la metodología existente para ajustar los circuitos de control y otros parámetros de los actuadores de las válvulas motorizadas no eran adecuados. Actualmente, es conocido que el valor real del factor¹ del vástago de la válvula, determinado mediante pruebas de diagnóstico dinámicas², puede ser incluso dos o tres veces superior al que se usó inicialmente en diseño/construcción. A raíz de dichas investigaciones, también se determinó que la metodología seguida para determinar el par del motor en condiciones de alta temperatura y voltaje reducido presentaba deficiencias.

Estos resultados adversos y sus implicaciones para la seguridad condujeron a la publicación, por parte

de la NRC, primero de la *Generic Letter* (GL) 89-10 [1] y posteriormente de la GL 96-05 [2], requiriendo a las centrales nucleares que estableciesen un programa que permitiera asegurar la capacidad de las válvulas motorizadas de los sistemas relacionados con la seguridad para cumplir sus funciones de seguridad en condiciones base de diseño y verificar periódicamente su disponibilidad operacional. Además, aunque las válvulas motorizadas estaban requeridas a la realización de pruebas en servicio (IST) para verificar, entre otros, el tiempo de accionamiento de acuerdo con los requisitos del Código ASME OM [3], ASME y la industria coincidieron en que estos requisitos no eran suficientes para evaluar la disponibilidad operacional de las válvulas motorizadas en condiciones base de diseño.

Como respuesta a la GL 96-05 [2], la industria nuclear llevó a cabo una serie de pruebas de diagnóstico en válvulas motorizadas, con la instrumentación necesaria para medir el empuje del vástago, el par del actuador, o ambos. En algunos casos, fue posible probar la válvula en sus condiciones base de diseño. Sin embargo, cuando no fue posible, se realizaron evaluaciones analíticas de los requisitos de la válvula motorizada y de su capacidad. Los resultados obtenidos se concretaron en el Programa JOG (*Joint Owners Group Motor-Operated Valve Periodic Verification Program*) con recomendaciones específicas para la verificación periódica de las válvulas motorizadas a largo plazo. El informe MPR-2524 [4], evaluado y aprobado posteriormente por la NRC, recoge y documenta los resultados del Programa JOG.

¹La relación entre el par del actuador y el empuje del vástago en válvulas con vástago ascendente.

²Pruebas de diagnóstico para monitorizar la apertura/cierre de una válvula en las condiciones base de diseño o muy próximas a las mismas.



MARISA GARCÍA HERAS

Dirección de Inspección y Pruebas.
Departamento de Ingeniería de Inspección en Servicio.

TECNATOM S.A.

Licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad Autónoma de Madrid y Máster en Energía Nuclear por la Universidad Autónoma de Madrid y el Ciemat.



ESTHER LOZANO CORTÉS

Dirección de Inspección y Pruebas.
Departamento de Ingeniería de Inspección en Servicio.

TECNATOM S.A.

Licenciada en Ciencias Químicas e Ingeniero de Materiales por la Universidad Complutense de Madrid.



REMEDIOS CERVILLA BORDIÚ

Dirección de Inspección y Pruebas.
Departamento de Servicios de Pruebas.
TECNATOM S.A.

Ingeniera industrial, con la especialidad de Energía, por la EPSIG de la Universidad de Oviedo.

INSERVICE TESTING OPTIMIZATION. IMPLEMENTATION OF APPENDIX III OF THE ASME OM CODE

Currently, safety-related motor-operated valves must comply with the requirements of two different programs; on the one hand, the requirements of the in-service tests (IST) of the ASME OM Code and, on the other, the requirements of GL 96-05 for the verification of the operability of the valve under design basis conditions.

Mandatory Appendix III of the ASME OM Code integrates both requirements. Plants updating their In-Service Inspection Manual by interval change to the 2012 Edition of ASME OM shall implement Appendix III instead of the program defined by GL 96-05.

¿QUÉ ES LA DIAGNOSIS DE VÁLVULAS MOTORIZADAS?

La diagnosis de válvulas motorizadas consiste esencialmente en el registro y análisis de una serie de parámetros característicos del componente durante actuaciones del mismo, con el fin de verificar su operabilidad y margen funcional³ y

detectar degradaciones o posibles fallos de funcionamiento.

Típicamente se registran parámetros eléctricos y mecánicos, así como de actuación del circuito de control. Las señales se registran en las secuencias de apertura y cierre en el sistema de adquisición y análisis de datos.

Del estudio de las mismas se obtienen los datos necesarios para analizar el comportamiento de la válvula: consumos del motor, tiempos de actuación y señalización, lógica de control, capacidad de la válvula (empuje/par de salida), carrera de la misma.

En la Figura 1 se muestra una gráfica típica con algunas señales registradas.

El análisis cuantitativo y cualitativo, así como el análisis de tendencias de estas gráficas permite, verificar que se cumple con los requisitos de operabilidad de la válvula e identificar posibles degradaciones del funcionamiento antes del fallo del componente. Esto contribuye a optimizar tanto los ajustes de funcionamiento de la válvula como las intervenciones de mantenimiento. En la Figura 2 y Figura 3 se muestran ejemplos de degradaciones detectadas en las pruebas de diagnosis.

REQUISITOS DE PRUEBAS DE VÁLVULAS MOTORIZADAS DEL APÉNDICE III (INICIALMENTE OMN-1) DEL CÓDIGO ASME OM

El Código ASME OM [3] establece requisitos para la realización de pruebas en servicio de las válvulas motorizadas que desempeñan

³Diferencia entre la capacidad requerida para operar la MOV en condiciones

de base de diseño y la capacidad disponible del actuador.

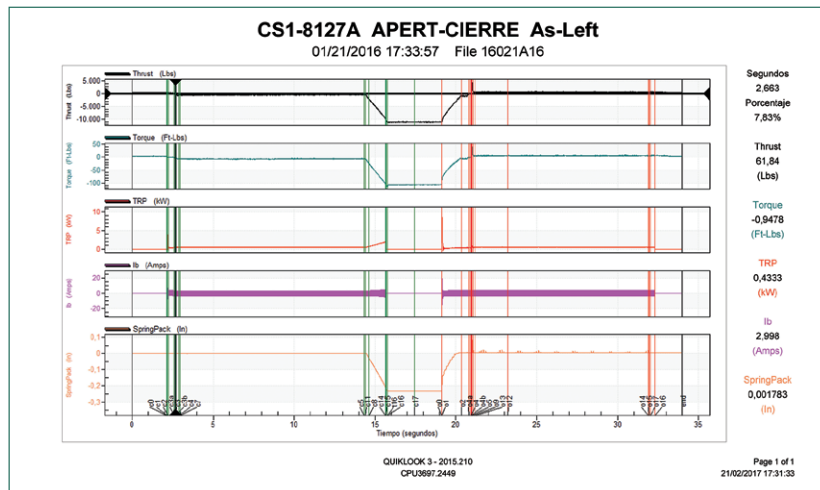


Figura 1. Representación gráfica de algunos parámetros monitorizados en una prueba de diagnosis.

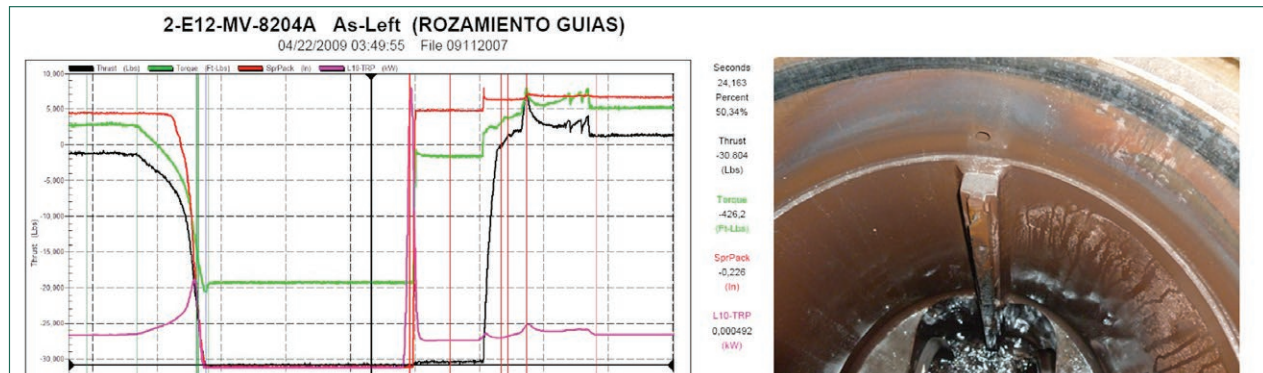


Figura 2. Ejemplo de degradación: rozamiento excesivo en las guías de la cuña.

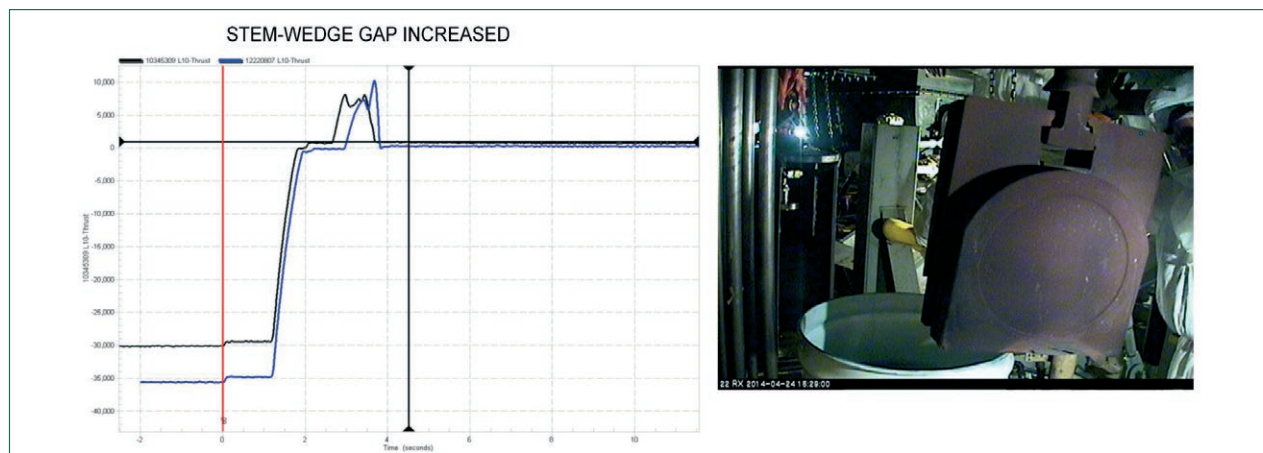


Figura 3. Ejemplo de degradación: el análisis de tendencia detecta un incremento en la holgura vástago-compuerta.



una función específica para parar el reactor, mantenerlo en condiciones de parada segura y mitigar las condiciones de un accidente. Hasta la publicación de la GL 89-10 [1], el Código ASME OM [3] únicamente incluía criterios deterministas para establecer las pruebas en servicio requeridas en las válvulas motorizadas relacionadas con la seguridad.

A principio de los años 90, ASME comenzó el desarrollo de un proyecto para establecer un programa para válvulas motorizadas basado en el comportamiento del componente que estuviera en línea con los requisitos de la GL 89-10 [1], debido a que la información que proporciona la realización de pruebas de comprobación del tiempo de accionamiento no era suficiente para asegurar su operabilidad en condiciones base de diseño.

Este programa se plasmó en el Code Case OMN-1 [5], en el que requisitos y frecuencias se delimitan a partir de información de la clasificación de las válvulas, información de diseño, margen funcional, condiciones de operación y del efecto del programa de mantenimiento. El Code Case OMN-1 [5] permite la sustitución de las pruebas periódicas de comprobación del tiempo de actuación por pruebas de diagnóstico en condiciones estáticas o dinámicas, y una comprobación de la actuación de la válvula (*exercising requirements*). En la Edición de 2009 del Código ASME OM [3] el Code Case OMN-1 [5] se incorporó al Código ASME OM [3] como Apéndice III, de obligado cumplimiento.

Actualmente, la mayor parte de las centrales nucleares que no aplican el Apéndice III del Código ASME OM [3] Edición de 2012 a las válvulas motorizadas o el Code Case OMN-1 [5], tienen que cumplir los requisitos de dos programas diferentes. Por un lado, los requisitos del Código ASME OM [3] relativos, entre otros, a la comprobación del tiempo de actuación de la válvula y por otro los requisitos de la GL 96-05 [2] para verificar su operabilidad en condiciones base de diseño mediante prueba de diagnóstico. En este sentido, el Apéndice III integra en un único programa de pruebas en servicio los requisitos tradicionales de ASME OM [3] y del Programa de diagnóstico según la GL 96-05 [2].

El Apéndice III requiere la realización de una única prueba para la verificación la operabilidad de la válvula en condiciones base de diseño. Esta prueba deberá hacerse en condiciones lo más similar posible a las condiciones de accidente. Estas pruebas corresponden a las que se

efectuaron bajo el alcance de la GL 96-05 [2] y la GL 89-10 [1].

El término "pruebas en servicio" del Apéndice III describe la ejecución de una prueba de verificación del margen, conocida como prueba de diagnóstico estática, que debe realizarse en condiciones "as-found". También incluye la combinación de pruebas de diagnóstico estáticas y dinámicas. La necesidad de realizar pruebas de diagnóstico dinámicas sigue los mismos requerimientos que se establecieron inicialmente durante el programa de la GL 96-05 [2]. La combinación de las pruebas de diagnóstico estáticas y dinámicas necesarias puede modificarse mediante una evaluación de ingeniería.

La frecuencia de la verificación del margen no excederá de diez años. Cuando en una válvula no se disponga de un histórico de datos, las pruebas se realizarán cada dos recargas o cada tres años (el mayor) hasta que se disponga de datos suficientes que justifiquen un intervalo más amplio. Se podrá continuar usando la matriz del programa JOG para determinar la frecuencia de las pruebas, salvo que los resultados obtenidos muestren que es necesario aumentar la frecuencia. Es importante evaluar el impacto de cambios realizados en el programa de mantenimiento preventivo de la central (ej. grado de calidad del lubricante empleado) en la modificación y/o el mantenimiento de las frecuencias de la matriz del Programa JOG.

En todos los casos, la frecuencia de las pruebas de verificación deberá garantizar que el margen funcional de la válvula no disminuye por debajo del de aceptabilidad. En caso contrario, la válvula se considerará inoperable y se realizarán las condiciones correctoras necesarias para corregir dicha inacceptabilidad.

Otros aspectos destacables de la aplicación del Apéndice III se refieren a la necesidad de elaborar un análisis cualitativo de los datos obtenidos en la prueba de diagnóstico así como asegurar que se lleva a cabo una verificación independiente de los resultados y análisis. Dicha verificación independiente deberá cumplir los requisitos definidos por el Programa de Cualificación de la Central.

CONCLUSIONES

A lo largo de la operación de las centrales nucleares y principalmente a partir de los años 90, la realización de pruebas de diagnóstico de válvulas motorizadas ha resultado ser una prueba muy eficaz para verificar la operabilidad de la válvula, determinar su margen funcional y detectar posibles degradaciones o fallos de funcionamiento. El Apéndice III integrado en el Código ASME OM [3] se convierte en requisito de obligado cumplimiento para aquellas centrales que desarrollen su MSI con la Edición de 2012 de ASME OM. Las centrales que apliquen otra edición del Código ASME OM [3] anterior también pueden acogerse de manera voluntaria a los requisitos del Apéndice III. La aplicación del Apéndice III supone aplicar el último estado del arte en cuanto a requisitos reguladores se refiere.

La aplicación del Apéndice III conlleva principalmente un análisis de alcance de válvulas y la modificación de procedimientos, que se traduce en ventajas significativas tales como; la eliminación de la prueba de comprobación de tiempos de accionamiento (salvo válvulas en el alcance de ETF) y la integración de los requisitos de ASME y de la GL 96-05 [2] en un único programa de pruebas, sin alterar la ejecución práctica de la realización de pruebas de diagnóstico, con una optimización del programa de pruebas de válvulas motorizadas.

Tecnatom lleva realizando servicios de diagnóstico de válvulas motorizadas desde el año 2009, en multitud de plantas tanto en España como en el extranjero. Dispone de equipos de diagnóstico y ha desarrollado equipos propios con el fin de cubrir los requisitos de este tipo de pruebas. Además cuenta con un amplio grupo de expertos en diagnóstico, ampliando recientemente sus capacidades al mantenimiento de válvulas.

Estas capacidades se complementan con la prestación de servicios integrados de Ingeniería, Inspección y Pruebas en Servicio contando con amplia experiencia en la elaboración de Manuales de Inspección en Servicio, Programas de Inspección y Pruebas y Servicios de Integridad y Gestión de Vida. ■

- [1]. Generic Letter 89-10. Safety-Related Motor-Operated Valve Testing and Surveillance Results of the Public Workshops.
- [2]. Generic Letter 96-05. Periodic Verification of Design-Basis Capability of Safety-Related Motor-Operated Valves.
- [3]. ASME OM. Code for Operation and Maintenance of Nuclear Power Plants.
- [4]. MPR-2524. Joint Owners' Group (JOG) Motor Operated Valve Periodic Verification Program Summary.
- [5]. Code Case OMN-1. Alternative Rules for Preservice and Inservice Testing of Active Electric Motor-Operated Valve Assemblies in Light-Water Reactor Power Plants.