

VÁLVULAS PARA TODO, LA IMPORTANCIA DE LAS VÁLVULAS EN UNA CENTRAL NUCLEAR



PINO DÍEZ

Responsable de Ingeniería de Válvulas
en C.N. Cofrentes
IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR

¿Qué es una válvula? No es más que un dispositivo que abre o cierra el paso de un fluido por un conducto, aparato o instrumento, gracias a un mecanismo, o a una diferencia de presión. *“La simplicidad es la clave de la brillantez”*. Bruce Lee. Son vitales en cualquier circuito; ya sea nuestro propio organismo donde los latidos de nuestro corazón nos recuerdan constantemente ese abrir y cerrar de válvulas; en nuestro propio hogar, donde puedes imaginar las consecuencias del simple fallo de un grifo; o bien en la industria, donde instalaciones como la central nuclear de Cofrentes cuenta con más de 35.500 componentes de este tipo. Las válvulas son esenciales para nuestro funcionamiento. En esencia, necesitamos válvulas para todo.



La importancia de las válvulas en una central nuclear

Se utilizan para controlar casi todos los aspectos del funcionamiento de la central. Las válvulas, junto con un actuador de control, se utilizan para sistemas de agua de alimentación, agua de refrigeración, tratamiento químico, turbina de vapor, etc.

La función de las válvulas es conceptualmente sencilla, no obstante, su transformación a la ubicación real dista mucho de serlo. Algunos de sus modelos son realmente comple-

jos y están formados por multitud de componentes que son susceptibles de complicarnos la vida, o de simplificarla.

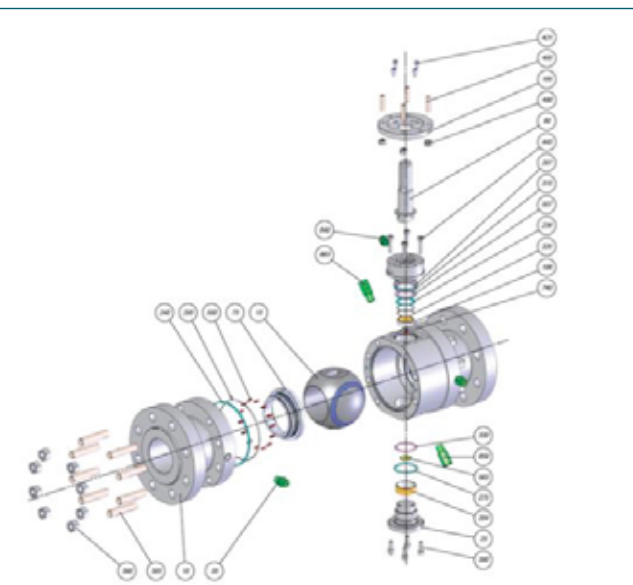
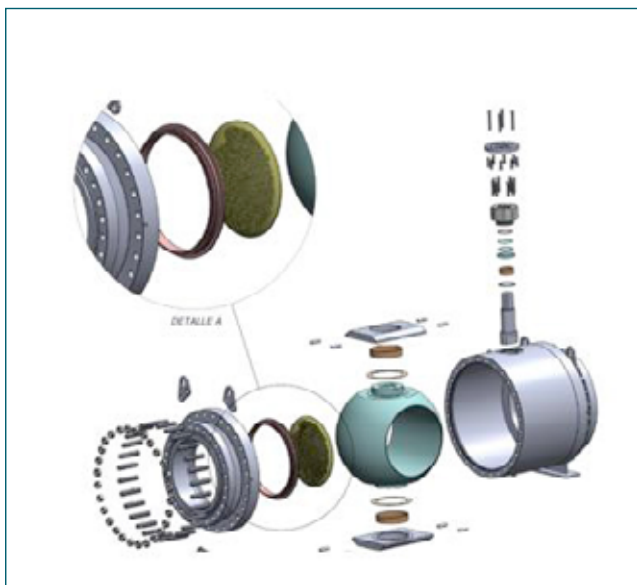
Las válvulas son componentes a los que en una central nuclear se les presta especial atención, requiriendo personal formado y especializado para su cuidado y mantenimiento.

La tipología de válvulas es muy variada, pueden ser de globo, compuerta, mariposa, bola, de aguja, de diafragma, retención, de control... Pueden ser, desde pequeñas y delicadas, a válvulas inmensas y robustas, pero como decimos, imprescindibles.

Otra manera de diferenciarlas es la forma de hacerlas funcionar, es decir actuarlas, ya sea con un actuador neumático, motorizado o manual. Y cada una de ellas se comportará de una manera diferente según el fluido, las condiciones de operación y la necesidad que tengamos de ellas. Lo que siempre se espera de una válvula es algo tan sencillo como que abra o cierre, según el diseño previsto, y que lo haga correctamente bajo los diferentes supuestos de funcionamiento.

Es más que evidente que las condiciones de operación de la válvula nos impactan a todos, puesto que, si están en un cubículo con elevada temperatura o radiación, nosotros también estaremos expuestos. Y aquí aparecen otros departamentos con los que nos tendremos que coordinar, como pueden ser Protección Radiológica, que siguiendo el criterio *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA), y Prevención de Riesgos Laborales, nos van a proteger de esos riesgos.

Algunas válvulas se adaptan a la tubería mediante bridas, y otras estarán soldadas. La normativa que les aplica es diferente en función de dónde estén instaladas, si son relaciona-



"Se debe hacer todo tan sencillo como sea posible, pero no más sencillo". Albert Einstein (1879-1955).



Válvulas de una central nuclear.

das con la seguridad o no, lo cual tiene una enorme transcendencia. En el caso de la central nuclear de Cofrentes, al ser un central tipo BWR (*Boiling Water Reactor*) de diseño americano, nos regimos por el código ASME, en todo su rigor. El 10 CFR 50.55A establece los criterios que debe cumplir el diseño, proyecto, fabricación, construcción, operación, mantenimiento y modificación de las estructuras, sistemas y componentes (ESC) de las centrales nucleares en función de su importancia para la seguridad, que a su vez hace referencia al Código ASME, y a todas sus secciones: ASME OM para la operación y el Mantenimiento, ASME II para los materiales, ASME III para las más críticas o VIII para las no relacionadas con la seguridad, y un sinfín de componentes más.

A la hora de diseñar, es importante escoger bien el tipo de válvula. No todas funcionan igual de bien en todas las ubicaciones, incluso cuando hemos encontrado el tipo de válvula óptimo para esa ubicación, también es necesario definir los materiales de fabricación, puesto que en función del fluido que pase por su interior y las condiciones de éste, se deberá escoger un material u otro. Hay que tener en cuenta los problemas de corrosión que puede originar el fluido que circula en interior ocasionando una pérdida de rendimiento que afecte al sistema en el que se instala, o un mal funcionamiento.

Por si no fuera suficiente con lo anterior, también debemos tener en cuenta el lugar donde la vamos a instalar, isométrico, pues todas las válvulas deben estar ubicadas en lugares accesibles donde puedan ser manipuladas. No tiene sentido ubicar una válvula manual tan alta que haga falta un andamio para actuarla. Tampoco hay que olvidar que el mantenimiento es la clave de la buena salud que goza la planta, así que el diseño debe contemplar espacio para desmontar y revisar todo el conjunto.

Esto evidencia que, en el mundo de las válvulas, hay muchas disciplinas inmersas, donde las combinaciones son elevadísimas. Cada válvula es diferente a las demás y un reto en sí misma. Tenemos campo de trabajo garantizado para todo el personal de operación y mantenimiento, así como de otras organizaciones que los apoyan. Si una válvula falla, su impacto puede alcanzar un mal funcionamiento de sistemas e incluso la parada de la planta, de ahí la necesidad de hacer un buen mantenimiento preventivo y de tener expertos en este campo tan importante para la seguridad.

La gran variedad de tipos de válvulas existentes lleva asociado un variado grupo de especialistas. Es necesario un equipo multidisciplinar, compuesto por mecánicos, eléctricos, instrumentistas e ingeniería, para que, como en una orquesta, nuestras válvulas funcionen al unísono.

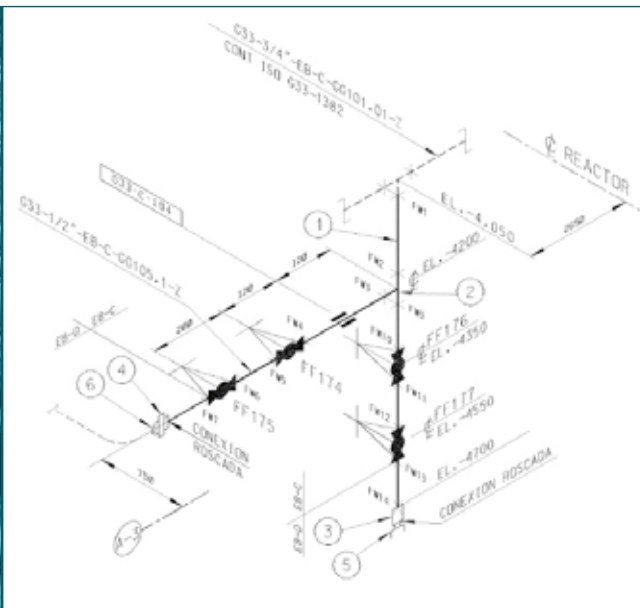
Y aquí radica la mayor ventaja de las válvulas. *"Ninguno de nosotros es tan inteligente como todos nosotros juntos"*. Ken Blanchard.

Un nutrido y diverso grupo de ingenieros, mirando cada uno una parte de la misma solo puede enriquecer el resultado.

Parafraseando a Alejandro Dumas, otra de las grandes ventajas del mundo nuclear es que somos un gran equipo: *"¡Todos para uno y uno para todos!"*. Todas las centrales estamos en contacto permanente, nos reunimos, nos contamos los problemas y los éxitos y nos pedimos ayuda cuando la necesitamos. Esto es lo que denominamos *benchmarking* o uso de la experiencia operativa, tan necesaria en nuestro sector. Incluso nos prestamos repuestos cuando es necesario. Ninguna otra industria cuenta con semejante red de



Isométrico.



personas dispuestas a ver tus problemas como suyos. Estamos todos en el mismo barco.

"Individualmente, somos una gota. Juntos, somos el mar".
Ryunosuke Satoro.

Caminando solo, posiblemente llegarás antes, pero con compañía, llegarás más lejos.

Además del equipo *in situ* de las plantas, el trato estrecho con fabricantes y tecnólogos nos permite adoptar soluciones novedosas, incluso en modelos de válvulas instaladas desde el inicio de la operación en la planta. No recuerdo ni una sola vez que haya llamado a un fabricante y no haya dado una respuesta en tiempo y forma. Son conscientes que cuando llamamos durante una recarga, o por un problema en planta, necesitamos una respuesta inmediata. Siempre responden de manera brillante y eficiente.

Válvulas de CN Cofrentes

De las 35.500 válvulas instaladas en la central nuclear de Cofrentes, describiremos primero algunas que son muy especiales e importantes para la seguridad, y a este mimado

grupo se le realiza un seguimiento más exhaustivo que al resto.

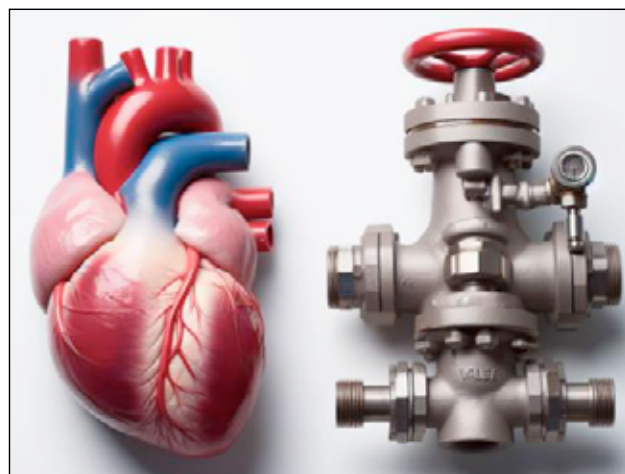
Si lo comparamos con el cuerpo humano, y sin menospreciar ningún órgano, el corazón estaría dentro de nuestras prioridades.

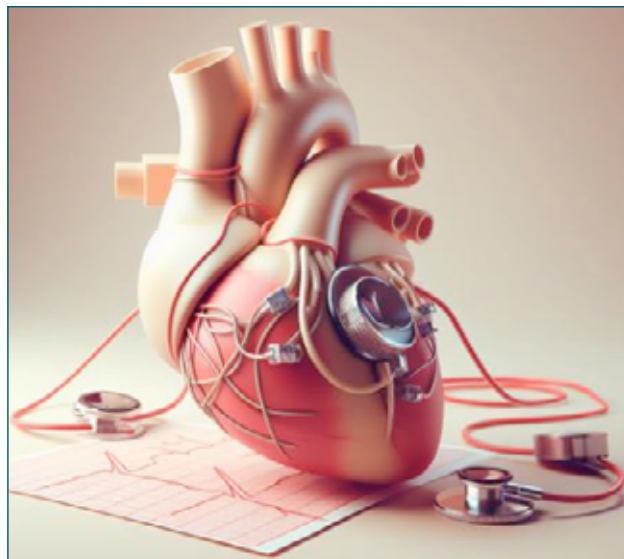
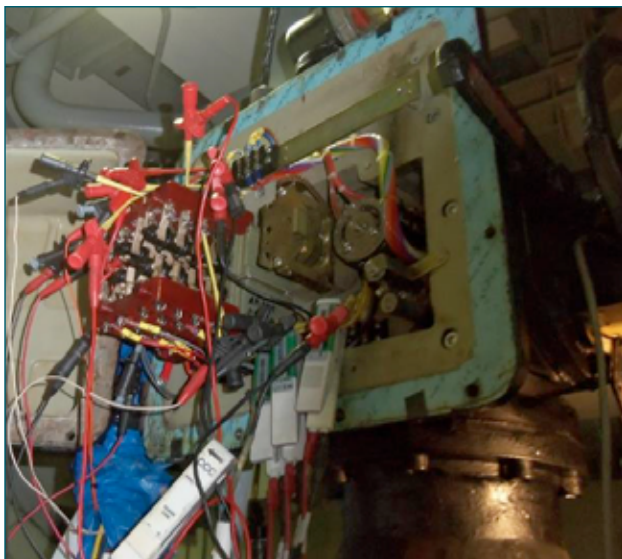
En las revisiones médicas siempre nos hacen un electrocardiograma para garantizar el correcto funcionamiento del corazón.

Pues algo similar es la prueba que realizamos a un conjunto de válvulas que se requieren para realizar funciones prioritarias de seguridad en la planta.

Esta prueba, denominada "prueba de diagnosis", no es más que eso, obtener un diagnóstico de la válvula, como haría un cardiólogo, para ver su degradación y evolución en el tiempo. Con los resultados de las pruebas nos adelantamos a los problemas, siguiendo los consejos de Confucio, *"El éxito depende de la preparación previa, y sin ella seguro que llega el fracaso"*.

De las diagnosis obtenemos mucha información sobre el estado de la válvula. Es fascinante ver lo que podemos averi-

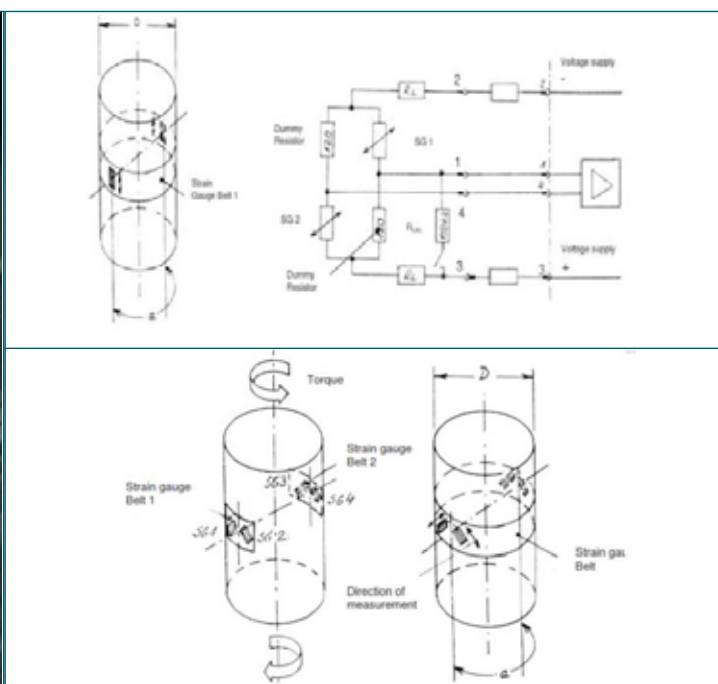


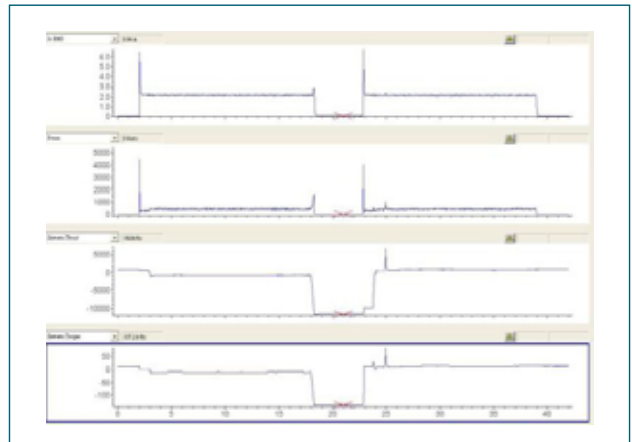
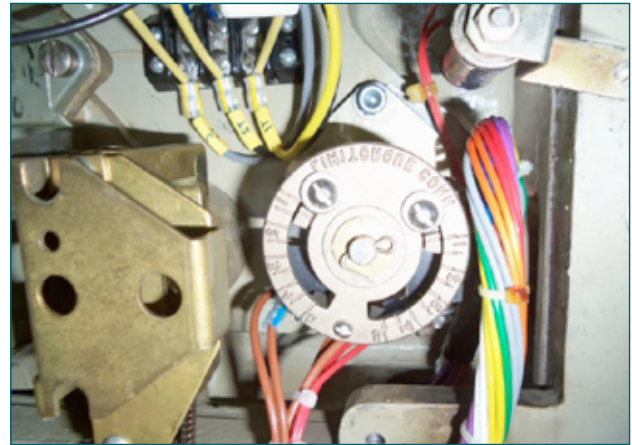


guar con una galga extensiométrica. Es como si pudiéramos ver la válvula por dentro.

Las galgas son dispositivos para la medida de tensiones mecánicas a través del registro de un potencial eléctrico. Toda medida de extensiométrica se basa en el Puente de Wheatstone: midiendo la corriente que fluye a través del galvanómetro se pueden detectar valores anómalos de las resistencias, lo que evidencia la existencia de un fallo en la válvula.

Con las galgas medimos par y empuje. Una vez tenemos la galga pegada en el vástago, lo siguiente que tenemos que hacer es instrumentar la válvula. Esto consiste en poner las pinzas para captar las señales de mando o confirmación de maniobras en los cables que van a los finales de carrera o interruptor de par, que son los elementos que dan la orden de abrir o cerrar.





También se captan las señales que van a los paneles de sala de control para que los operadores puedan conocer el estado en el que se encuentra cada válvula.

Esta tarea que parece sencilla, puede no serlo tanto. Dependiendo de dónde esté la válvula se pueden complicar las cosas. No siempre el espacio es suficiente para una persona que tiene que acabar contorsionándose para acceder a ella, o sobre un andamio, o en condiciones ambientales adversas que no ayudan. El personal del tecnólogo que realiza las diagnósticos tampoco lo tiene fácil, porque las condiciones de trabajo no son, como hemos comentado, ni mucho menos cómodas en algunas ocasiones.

El temple del trabajador nuclear no siempre se aprecia, pero los trabajos con chalecos de hielo, en condiciones inverosímiles y en ocasiones, con el dosímetro haciéndose notar, hacen que las condiciones no sean precisamente idílicas. Aún así, el porcentaje de error es inferior a otros sectores, y esto nos enorgullece enormemente.

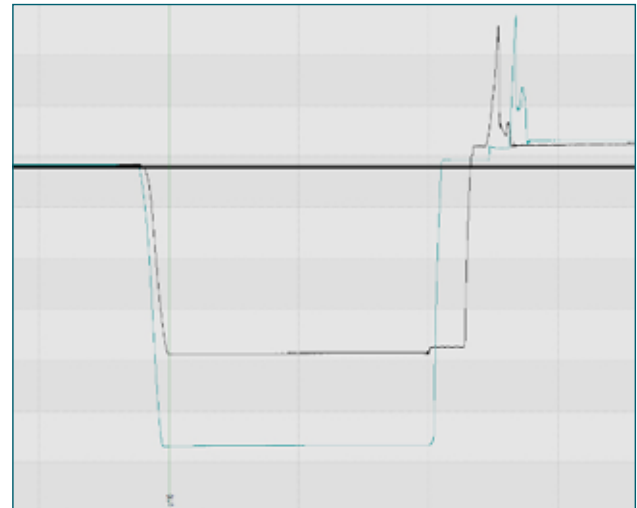
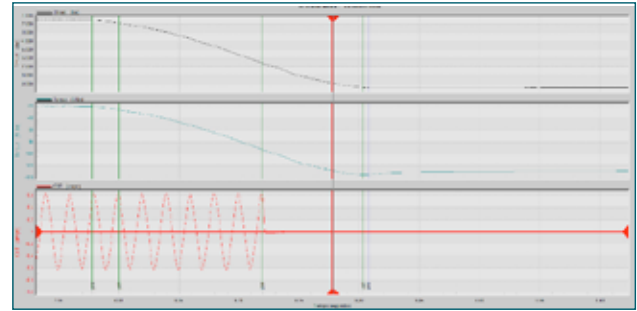
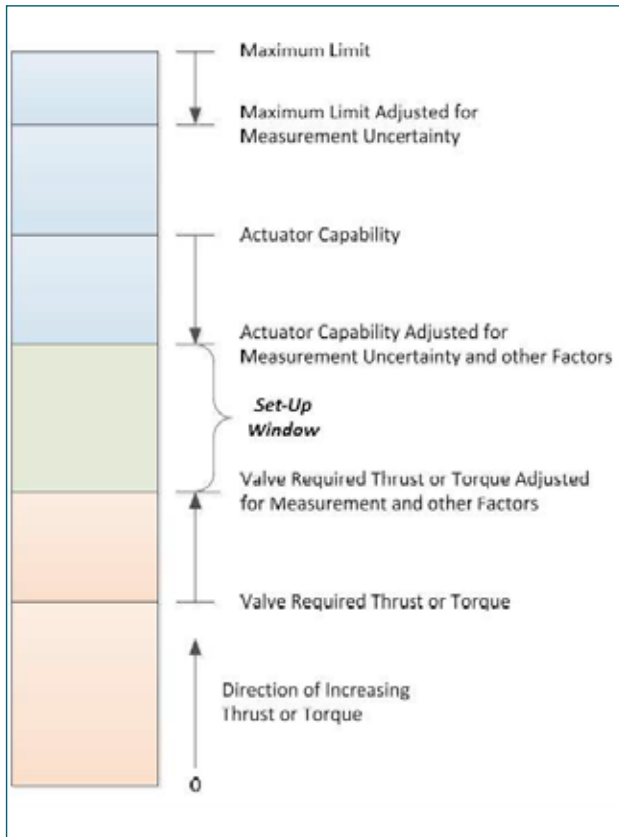
Durante la prueba de diagnóstico lo que medimos es el esfuerzo transmitido en válvula desde el actuador. Esto consiste en registrar parámetros eléctricos y mecánicos durante el movimiento de la válvula.

- Tensiones de fase motor
- Corrientes de fase
- Esfuerzo en vástago
- Desplazamiento del paquete de muelles
- Interruptores de control del actuador

- Giro del interruptor de par
- Carrera total y ajustada de la válvula

¿Y con todos estos parámetros, qué información obtengo? Pues obtenemos gráficas representando los parámetros medidos en función del tiempo de maniobra, durante la apertura y el cierre.

- Empuje
- Par
- Potencia
- Intensidad
- Tensión
- Canales de control (LS, TS, Señalización)
- Desplazamiento del paquete de muelles



La siguiente pregunta que surge es, ¿qué hacemos con esta información?, cómo sabemos si la válvula tiene algún problema.

Todos los valores que obtenemos tienen unos criterios de aceptación definidos por la Ingeniería de planta, que provienen de unos cálculos extremadamente complejos y con unos márgenes de seguridad tan exigentes que no dejan margen para el error.

El resultado de estos cálculos son lo que denominamos "ventanas de ajuste".

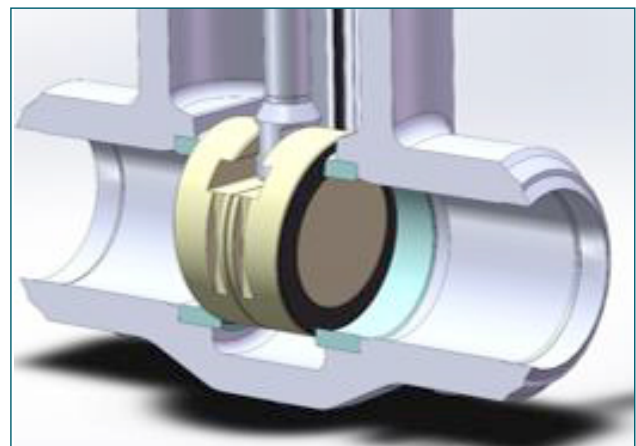
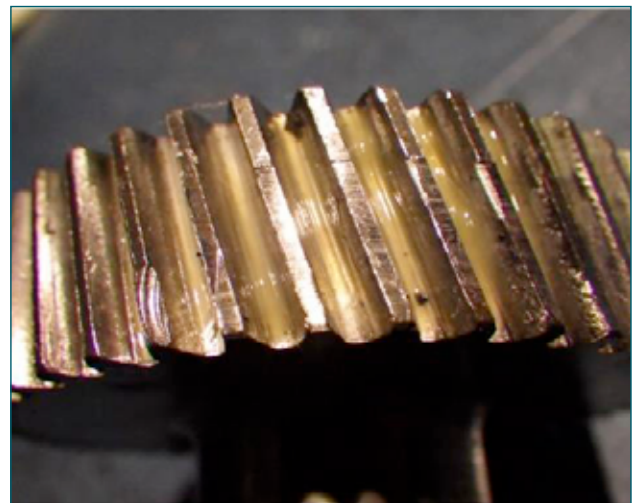
Los valores obtenidos durante la prueba de diagnóstico han de estar dentro de estas ventanas de ajuste.

El no estar dentro de ventana significaría que la válvula no está cumpliendo con sus parámetros de seguridad. Debido a la preparación previa, eso no ocurrir, y durante las diagnósticos ajustaremos la válvula en el punto óptimo, o simplemente comprobaremos que se encuentra dentro de parámetros aceptables.

La parte más interesante es el estudio de las trazas, que nos dicen cuál ha sido la evolución desde la última prueba.

Podemos comparar unas pruebas con otras superponiendo los datos, obteniendo información extremadamente valiosa de la evolución de la degradación que puede estar sufriendo la válvula.

Interpretando las trazas podemos incluso ver si algún piñón del actuador se está desgastando, partiendo del conocimiento de la relación de engranajes y a qué velocidad gira cada uno, podemos discernir exactamente cuál es el que puede tener indicaciones.





La compuerta o cuña, que es elemento que corta el flujo, está conducido por el cuerpo a través de las guías. En esta ocasión, si hubiera alguna degradación en éstas, podríamos detectarlo también en la diagnosis.

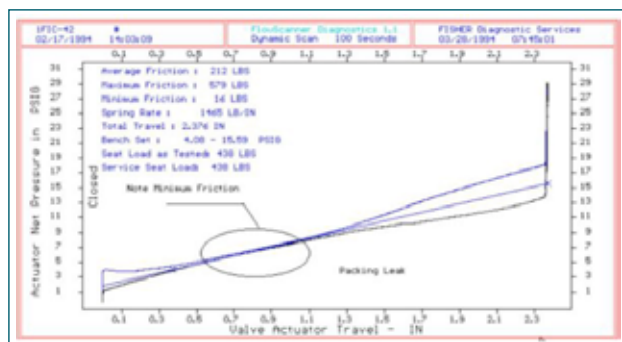
Otro parámetro importante al que debemos prestar atención es la evolución de las holguras que tenemos dentro de la válvula, siendo especialmente importante la holgura entre el vástago y la cuña. Con este parámetro nos adelantamos a una posible separación entre la cuña y el vástago, que dejaría la válvula cerrada sin posibilidad de apertura.

A la vez, se ven las holguras del paquete de muelles: si es excesiva o escasa.

Podemos detectar problemas en la empaquetadura de la válvula, determinar si está demasiado apretada con lo que habría un empuje de recorrido elevado o demasiado floja con lo que habría fugas por la misma.

Incluso podemos saber si la lubricación en la tuerca de roce, que es la pieza que transmite el movimiento del motor sobre el vástago de la válvula, es la correcta.

Las diagnosis, además de observar las posibles degradaciones de los internos y su evolución, las empleamos para ajustar en qué punto exacto de la carrera o de esfuerzos sobre el asiento la válvula abre o cierra. Eso se realiza ajustando los finales de carrera de apertura y cierre, los



interruptores de par. Una vez realizados esos ajustes se procede a la señalización de la maniobra en sala de control.

Con la información obtenida de las diagnosis podemos planificar el mantenimiento de cada una de las válvulas con un grado de confianza muy elevado.

Las diagnosis las realiza mantenimiento eléctrico, cuando son motorizadas, e instrumentación cuando son neumáticas, ambos de manera coordinada con ingeniería.

Pero no todo son pruebas diagnósticas que se realizan sin abrir la válvula. Las intervenciones directas en las que se procede a su desmontaje o sustitución de internos recaen fundamentalmente en el área de mantenimiento.

Todo el personal de planta tiene el deber de informar si encuentra alguna anomalía. El reporte de una fuga por la empaquetadura, de un drenaje o un venteo que cueste abrir o haya disminuido su caudal, son los correctivos a los que se enfrenta mantenimiento cada día. No obstante, para reducir los correctivos se dispone de planes preventivos, que aseguran una mejor vida a las válvulas.

Mantenimiento está segregado en distintas disciplinas, entre ellos el departamento mecánico e inspecciones, eléctrico, instrumentación y su oficina técnica.

Todos ellos se han de coordinar a la hora de realizar inspecciones, preventivos y correctivos. A su vez, Ingeniería de componentes participa en el seguimiento del día a día de la planta. Además, se encarga de los cálculos y de intervenir en situaciones menos habituales que requieran especificaciones o las definiciones que sean pertinentes.

Como se ha comentado a lo largo del artículo, las válvulas son sencillas en esencia, pero complejas en forma. Absolutamente necesarias para cualquier circuito y condición de operación y gozan de un exhaustivo control por parte de un equipo multidisciplinar de una excelente calidad técnica y de una excepcional calidad humana.

"El único modo de hacer un gran trabajo es amar lo que haces". Steve Jobs. ■