

UN NUEVO ENTORNO DE FORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO

F. J. SÁNCHEZ ÁLVAREZ - J. GARCÍA MONTERO

Los conocimientos, habilidades y actitudes que habrán de poseer las personas que integren las empresas de éxito del futuro habrán de orientarse con un triple enfoque: técnico, cultural y de negocio.

En 1995 se inició un proyecto con el objetivo de satisfacer las necesidades de formación para mantenimiento a través de programas amenos, netamente prácticos, orientados a la tarea y específicos.

Para la consecución de tal objetivo ha sido necesario seleccionar y formar, en técnicas pedagógicas específicas ("coaching"), un equipo de instructores especialistas, desarrollar los medios didácticos escritos y dotarse de las instalaciones (Centro de Formación para Mantenimiento- CFM) y maquetas para la realización de prácticas orientadas a la adquisición de destrezas y comprensión de las intervenciones que se realicen.

Dentro del proyecto del CFM cabe destacar el Lazo hidráulico. Se trata de un nuevo entorno dinámico de entrenamiento, diseñado al objeto de potenciar el trabajo en equipo y las técnicas de diagnóstico, utilizando un proceso termohidráulico operado desde un Sistema de Control Distribuido con capacidades Multimedia.

Además de las aplicaciones prácticas obvias de carácter técnico, que sobre los componentes se puedan realizar, esta herramienta permite reforzar aquellos valores culturales que en cada caso se quieran transmitir (cultura de seguridad)

Los conocimientos, habilidades y actitudes que habrán de poseer las personas que integren las empresas de éxito del futuro habrán de orientarse con un triple enfoque: *técnico, cultural y de negocio.*

Los departamentos de mantenimiento estarán constituidos por personas de formación generalista, polivalentes e integradas en el proceso productivo de la empresa.

Aquellos técnicos de mantenimiento que tengan un contacto directo con sus usuarios-clientes (de una empresa externa o dentro de la misma empresa) deberán actuar como técnicos y como vendedores ya que ambos aspectos representan a la organización de Mantenimiento. La amabilidad y la actitud dialogante son capacidades necesarias que han de ir unidas a la capacidad técnica para ofrecer no sólo un servicio técnico sino un buen servicio.

Cada día se va haciendo más necesario conseguir del personal una visión más global, en lo que al negocio se refiere, de manera que los criterios de satisfacción del cliente (interno o externo), mejora de procesos, optimización de costes, rentabilidad de las inversiones, etc., no sean conceptos exclusivos del departamento económico-financiero ni de la dirección, sino de responsabilidad compartida entre todos con el fin de poder garantizar la supervivencia en un entorno tan competitivo como el actual.

Cualquier nueva estrategia de enseñanza debe, por tanto, transmitir los conocimientos técnicos y habilidades necesarias para llevar

a cabo las tareas encomendadas, "predicar" los valores que conforman la cultura de la empresa (principalmente los relativos a la seguridad), conseguir la satisfacción del cliente y, por último,

rentabilizar la inversión realizada en el proceso formativo.

El departamento de mantenimiento del futuro inmediato tendrá cuatro prioridades:

SEGURIDAD para el hombre, para la máquina y para el entorno

CALIDAD del trabajo realizado

ARMONÍA entre él, el trabajo y el cliente-usuario

PRECIO competitivo

Las nuevas tendencias en cuanto al personal de mantenimiento indican que, con el fin de obtener una mayor eficiencia, es necesario que sea capaz de "funcionar solo", además de poseer unos excelentes conocimientos técnicos, habilidades y experiencia.

Por tanto, el objetivo inmediato de una empresa que desee disponer de un equipo de mantenimiento eficaz es la *capacitación global* de sus técnicos. La formación permanente y el reciclaje son necesidades imperiosas.

Algunos objetivos parciales que una empresa puede adoptar para conseguir la capacitación global de su plantilla de mantenimiento son los siguientes:

- nivel técnico teórico-práctico
- polivalencia
- funcionamiento individualizado dentro de tareas complejas
- compartición en equipo de experiencias individualizadas
- calidad
- velocidad de respuesta aceptable

FI - Equipo de entrenamiento sobre válvula de aislamiento de vapor principal.



- trabajo a base de planes y programas
- reducción anual dentro de un plan global y de acuerdo a las innovaciones tecnológicas de la empresa
- cultura de autocontrol asimilación de términos tales como responsabilidad, costos, eficiencia, productividad, relación técnico y cliente-usuario, sentido comercial.

Para un observador externo resulta curioso comprobar cómo, en un equipo motivado y altamente formado, un técnico eléctrico busca una mayor capacitación mecánica y viceversa, mientras que, en un equipo desmotivado y de baja cualificación, cada técnico pretende limitar sus cometidos a la parcela de responsabilidad que tiene asignada.

Es evidente que la capacitación de los técnicos tiene un coste, pero una buena formación sigue siendo negocio, ya que:

- tener el mejor personal tiende a asegurar una organización con el menor número de personas trabajando con alta eficiencia y productividad.
- permite la polivalencia no sólo a nivel de mantenimiento sino también dentro de otros puestos productivos de la empresa.
- se genera entre el personal un estado de motivación, creatividad y trabajo en equipo donde muchos aportan soluciones.

Aquella empresa capaz de disponer de personal globalmente cualificado y motivado tendrá ganada parte de la batalla de la competitividad. En nuestro entorno particular, nos referimos por tanto a equipos de profesionales que tienen que conocer los equipos y componentes que integran los distintos sistemas de su central, sus características, modos de funcionamiento, problemática asociada, con las habilidades necesarias para su mantenimiento y operación, con la suficiente capacidad de diagnóstico para detectar averías y solucionarlas y todo ello dentro de los estándares de calidad y seguridad que caracterizan al mundo nuclear y además formando un equipo de trabajo compacto entre ellos (mantenimiento) y otras organizaciones de la empresa.

CENTRO DE FORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO

En 1995, Tecnatom dio luz verde a un proyecto con el objetivo de satisfacer las necesidades de formación identificadas en el área de mantenimiento, principalmente aquellas relacionadas con la formación continuada y el desarrollo profesional de sus técnicos.

Las consideraciones de partida fueron las de desarrollar programas de entrenamiento:

- *Amenos*, con la participación activa de los asistentes y combinando distintas técnicas y entornos de entrenamiento, potenciando el intercambio de experiencias y el trabajo en equipo.
- *Netamente prácticos, orientados a la tarea*. El entrenamiento debe estar basado en el "hacer manos" con el sustrato teórico imprescindible para la mejor comprensión del por qué del trabajo que se realiza y la solución de problemas.

F II - Formación teórico - práctica del sistema de control distribuido.



- *Específicos*. Sobre la base de los equipos y componentes que se tienen en la central, en las condiciones lo más parecidas posible y con el tipo de procedimiento y documentación que se está acostumbrado a manejar.

- *Adaptables*. Siempre se debe estar en condiciones de responder SI ante una necesidad del cliente que no se encuentra dentro del in-

dice general de cursos o necesidades estándar porque ello enriquece el conocimiento y genera la satisfacción del cliente.

Para la consecución de tal objetivo ha sido necesario seleccionar un equipo de instructores con las habilidades necesarias en las distintas áreas de especialidad, mecánica, eléctrica e instrumentación, diseñar e impartir un programa

F III y F IV - Un Entorno Dinámico de Entrenamiento para Mantenimiento.

Instalaciones



- **Parque Exterior (para grandes equipos)**
- **Taller de Válvulas y Equipos Rotativos**
- **Aula-Taller Eléctrico**
- **Lazo Hidráulico**
- **Laboratorio de I&C**
- **Aulas, almacén, archivo...**



El Nuevo Entorno

Nuevas Técnicas Pedagógicas: "coaching"

Medios Didácticos realistas

Nuevas Tecnologías: multimedia y sistemas de control distribuido



FV - Un Entorno Dinámico de Entrenamiento para Mantenimiento.



de formación en las tareas específicas de un instructor: análisis de necesidades de formación, diseño de programas formativos, desarrollo de material didáctico, diseño y construcción de maquetas para la realización de prácticas, evaluación tanto de conocimientos como de habilidades y formación pedagógica (incluyendo técnicas de "coaching")

La técnica del "coaching" está especialmente diseñada para el entrenamiento en la adquisición de habilidades o destrezas. La palabra "coacher" -entrenador, tiene su aplicación original en el mundo del deporte, en lo que es el entrenamiento de los equipos de deportistas en perfeccionar sus habilidades y en adquirir nuevas destrezas. Esta técnica ha sido importada y adaptada al mundo nuclear, en lo que se refiere al entrenamiento del personal principalmente de mantenimiento.

La técnica del "coaching" consiste, en esencia, en un proceso de varias etapas entre las que se distinguen las siguientes:

Fase 1: Presentar la habilidad o práctica: con el fin de obtener la atención de los asistentes, colocarlos de manera que puedan escuchar y sobre todo ver lo que se va a realizar, anunciar la habilidad que se pretende practicar y la razón para aprenderla.

Fase 2: Demostrar y explicar brevemente la habilidad en cuestión: preparando a los participantes para la demostración, demostrando y explicando paso a paso la habilidad y sus puntos clave, relacionando con otras habilidades aprendidas y contestando a las preguntas pertinentes acerca de la habilidad.

Fase 3: Comenzar a practicar la habilidad: mostrando a los alumnos como deben organizarse para la práctica y motivándoles para su realización

Fase 4: Proporcionar "realimentación" para corregir errores: observando y evaluando la ejecución, ofreciéndoles realimentación efectiva, inmediata y tan frecuente como sea posible.

Mediante esta técnica se asegura un absoluto protagonismo del alumno y un papel facilitador por parte de los instructores-entrenadores.

ÁREAS DE TRABAJO

Ha sido necesario desarrollar unos medios didácticos escritos y dotarse de las instalaciones y maquetas más adecuadas para la realización de prácticas. Entre otros, se han desarrollado los medios didácticos necesarios para la impartición de los siguientes cursos teórico-prácticos:

Área: General de Mantenimiento

- Diagnóstico de Averías

- Gestión y Optimización del Mantenimiento

Área: Polivalencia

- Fundamentos de Mantenimiento Electro-mecánico ("Mantenimiento Menor")

Área: Instrumentación y Control

- Instrumentación de Medida en Procesos Industriales Clásicos

- Elementos Primarios de Medidas Físicas

- Medidas Químicas

- Calibración de Instrumentos

- Instrumentación Digital y Técnicas de Control Distribuido

- Redes Locales y Bus de Campo

- Electrónica

Área: Mantenimiento Eléctrico

- Conocimientos Básicos para Eléctricos

- Baterías y Cargadores

- Cables y Penetraciones

- Nociones de Electrónica de Potencia

- Protecciones Eléctricas

- Mantenimiento de Transformadores

Área: Mantenimiento Mecánico

- Mantenimiento Mecánico de Turbina

- Frío Industrial

- Mantenimiento de Válvulas y Actuadores

- Mantenimiento de Equipos Rotativos

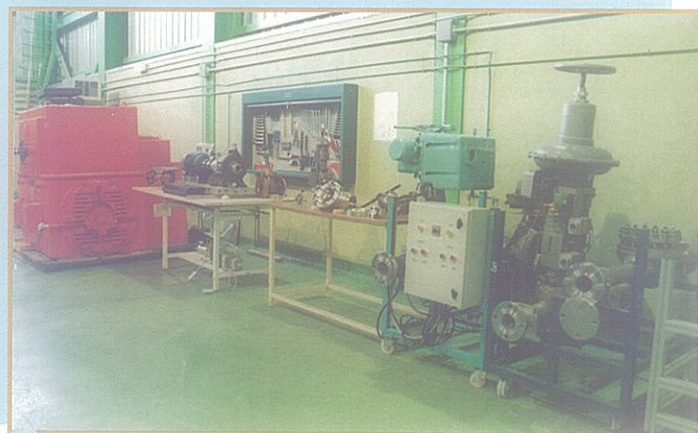
En la actualidad, se siguen desarrollando cursos y maquetas en función de las necesidades que se van identificando entre las centrales.

INSTALACIONES

En lo que a instalaciones se refiere, el Centro de Formación para Mantenimiento (CFM) cuenta con unos 1.000 m² talleres-aula y un parque de interperie para grandes equipos, ubicado en la sede social de Tecnatom en San Sebastián de los Reyes (Madrid), con aquellas dotaciones y maquetas más adecuadas para proporcionar un entrenamiento orientado a la adquisición de destrezas comprensión de las intervenciones llevadas a cabo.

Las maquetas utilizadas son componentes reales, debidamente acondicionados para su función formativa tanto en el CFM como en planta, recreando con la mayor fidelidad posible las situaciones que se plantean en las tareas de mantenimiento o maquetas expresamente concebidas para la

FVI a y VI b - Detalle de instalaciones



experimentación de fundamentos teóricos con las que el alumno, de forma tutorizada, realiza prácticas que afianza los conocimientos recibidos.

En el momento presente se cuenta con:

- Más de 50 válvulas y sus actuadores de distinto tipo y accionamiento.
- Actuadores Hidráulicos de grandes válvulas (aislamiento de Vapor y de Agua de Alimentación).
- Moto-bombas (horizontales, verticales, centrífugas, de desplazamiento positivo).
- Moto-bomba de Condensado (vertical multietapa).
- Moto-bomba de Agua de Alimentación (horizontal multietapa).
- Turbo-bomba de Agua de Alimentación.
- Compresores de Aire.
- Ventiladores (horizontal y vertical de aspas regulables).
- Turbina de Alta Presión y Sistema de Lubricación de la Turbina.
- Motores, cabinas de media y baja tensión, centros de control de motores.

A título de ejemplo, los medios didácticos del CFM permitirían realizar prácticas en tareas de mantenimiento, desde la revisión de un actuador hidráulico de una válvula de vapor principal de varias toneladas, pasando por el ajuste de interruptores de fin de carrera, hasta la sustitución de empaquetaduras de válvulas pequeñas; o desde el alineamiento de una motobomba de 8 kW horizontal al de una bomba de condensado vertical, multietapa, de más de 10 m de longitud; así como tarado de relés de protección, pruebas en transformadores y un sinfín de otras prácticas.

EL LAZO HIDRÁULICO

Dentro del proyecto del CFM cabe destacar, por su valor didáctico, el *Lazo Hidráulico*

Se trata de un nuevo entorno dinámico de entrenamiento, diseñado al objeto de potenciar el *trabajo en equipo* y las *técnicas de diagnóstico*, utilizando un sistema de procesos termohidráulicos.

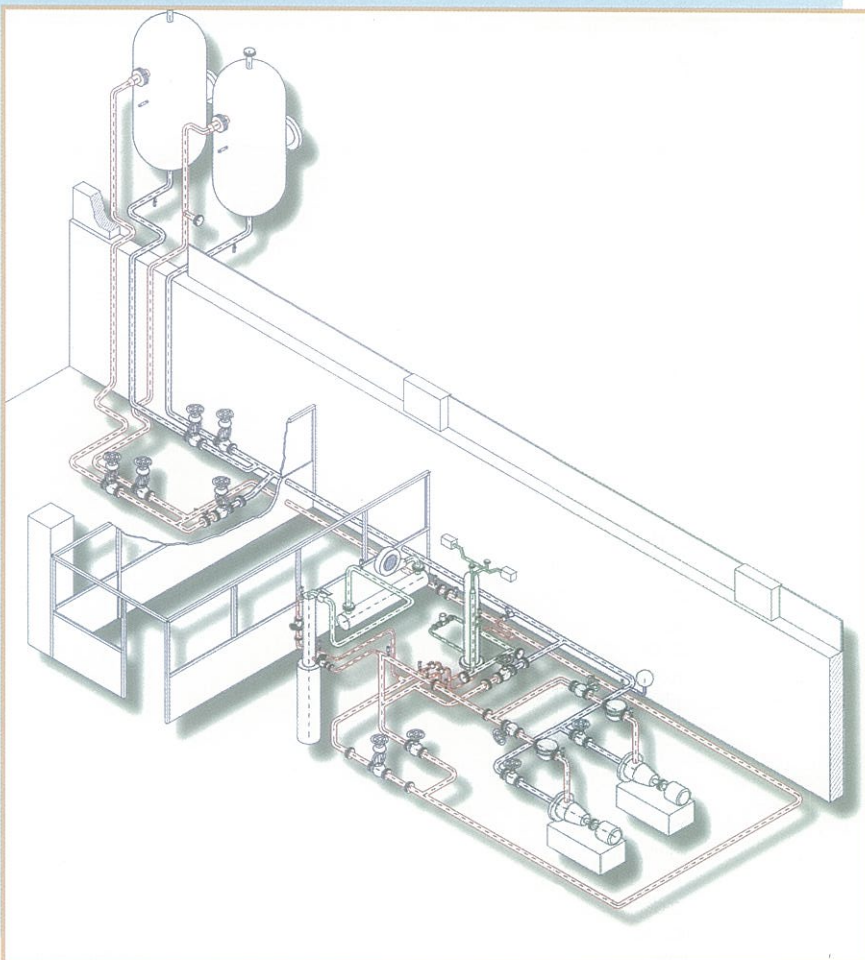
Descripción

El lazo hidráulico es un circuito cerrado en el que destacan los siguientes componentes y subsistemas:

- Bombas principal y de reserva
- Válvula controladora de caudal
- Presionador
- Intercambiador de calor
- Tanques de almacenamiento y reserva
- Válvulas controladoras de nivel
- Subsistema de aire caliente (ventilador y calentador eléctrico)
- Subsistema de aire comprimido (compresor, secador y PCV's)
- Subsistema de distribución eléctrica
- Sala de Control (SCD) e instrumentación local asociada.

Operado desde un *Sistema de Control Distribuido (SCD)* con capacidades *Multimedia*,

F VII - Instalación del lazo hidráulico



el sistema permite funcionar en los siguientes modos de operación:

- Llenado y vaciado del circuito
- Trasvase de tanques
- Refrigeración y funcionamiento a presión
- Funcionamiento a vacío

Pudiéndose combinar estos modos de operación con un variado número de fallos y malfuncionamientos.

La elección de un SCD como sistema de control del proceso no ha sido gratuita y responde principalmente a dos razones. Por un lado, supone una apuesta de futuro al integrar esta nueva tecnología en los programas formativos y preparar el camino a este cambio tecnológico tan importante dentro de la instrumentación y el control de las Centrales. Por otro lado, supone una herramienta de enseñanza utilísima ya que permite

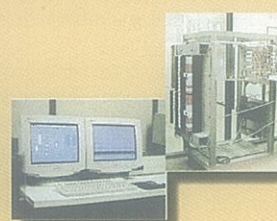
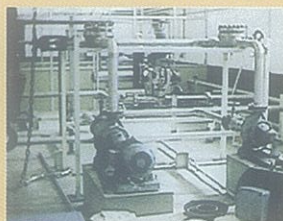
F VIII - Un Entorno Dinámico de Entrenamiento para Mantenimiento.

El Lazo Hidráulico



Es un circuito cerrado de un proceso termohidráulico, recreado en un ambiente real de planta y operado desde un Sistema de Control Distribuido

Combina distintos modos de operación con malfunciones



FIX - Un Entorno Dinámico de Entrenamiento para Mantenimiento.

Conclusiones

Los objetivos de entrenamiento del personal de mantenimiento deben combinar:

- 1 - La adquisición de competencias**
- 2 - La aplicación de valores culturales**
- 3 - La orientación a la tarea**

Un ENTORNO DINÁMICO de ENTRENAMIENTO facilita enormemente la consecución de estos objetivos.



visualizar los efectos de la instrumentación y el control sobre el proceso de una forma mucho más intuitiva, mediante la interacción dinámica de diagramas de flujo, esquemas de control y otro tipo de ayudas para la comprensión del funcionamiento de los distintos componentes y del sistema en su conjunto.

Aplicaciones

El lazo hidráulico permite la adquisición de las habilidades y competencias necesarias para realizar tareas y, a través de ellas, practicar las capacidades de diagnóstico de una forma estructurada.

En el lazo hidráulico se pueden llevar a cabo, entre otros, programas de entrenamiento sobre:

- Diseño, organización y/o ejecución de un programa de mantenimiento preventivo-predictivo determinado.
- Metodologías de diagnóstico y resolución de problemas. Identificación de causas, análisis técnicos, elaboración de árboles de fallos, determinación de la matriz causa-efecto, representación de árboles de mantenimiento, ejecución del mantenimiento correctivo y pruebas post-mantenimiento.
- Tareas propias de Instrumentación y Control tales como: calibración de sensores, configuración de medidas en el sistema de control, construcción de lazos de control, cambios de configuración, control de procesos, ajustes dinámicos, calibración de válvulas y configuración de elementos finales de control.

En este entorno se pueden entrenar juntos tanto grupos homogéneos de trabajo (grupos de la misma especialidad) como heterogéneos, para practicar el trabajo real en equipo, eliminando descoordinaciones, aunando esfuerzos para la resolución de un problema, ocupando cada uno su papel en el conjunto.

El lazo hidráulico es un banco de desarrollo de los conceptos genéricos: *Flexibilidad y Polivalencia*, porque permite ampliar el ancho de banda de la frontera de separación de los trabajos encomendados por el grupo a cada uno de los individuos, y es donde se puede verificar la

realidad del funcionamiento de un equipo para realizar su trabajo.

Además de las aplicaciones prácticas obvias de carácter técnico, que sobre los componentes mecánicos, eléctricos y de instrumentación y control se puedan realizar, esta herramienta permite potenciar comportamientos referentes a:

- Ejecución de tareas con criterios de CALIDAD - LIMPIEZA, eliminación de intrusión de objetos extraños
- NORMAS administrativas para la preparación de los trabajos, utilización de los PROCEDIMIENTOS de ejecución y DOCUMENTACIÓN del trabajo realizado
- Aplicación de técnicas de VERIFICACIONES. Autoverificación, Doble-verificación y Verificación Independiente
- COMUNICACIONES verbales
- TOMA de DECISIONES PLANIFICACIÓN y CONTROL de trabajos
- Seguimiento de políticas ALARA y de minimización de residuos
- Cultura de SEGURIDAD
- SUPERVISIÓN de equipos de trabajo
- Reforzando, de esta manera, aquellos valores culturales que en cada caso se quieran transmitir.
- Por último, este medio didáctico puede ser empleado por los gestores del mantenimiento para validar y entrenar al personal en nuevas estrategias de organización y gestión, tales como el *Mantenimiento Productivo Total (TPM)* o el *0% Mantenimiento Basado en la Fiabilidad (RBM)*.

CONCLUSIONES

Los objetivos de entrenamiento del personal responsable de la gestión, supervisión y ejecución del mantenimiento deben combinar la adquisición de competencias técnicas (conocimientos, adquisición de destrezas y capacidad de diagnóstico), con aplicación de aquellos valores que configuran la cultura de la empresa (seguridad, calidad, trabajo en equipo, etc), con un enfoque claramente orientado a la tarea en condiciones lo más parecidas a su puesto de trabajo.

En este sentido, un entorno de entrenamiento tal

y como el Centro de Formación de Mantenimiento descrito en los apartados anteriores, facilita enormemente la consecución de estos objetivos.

Este entorno de entrenamiento debe conjugar:

- Unos Entrenadores debidamente formados en las técnicas pedagógicas más acordes con este tipo de formación ("coaching")
- Unos Medios Didácticos que permitan la realización de prácticas sobre equipos y componentes lo más similares posibles a los que se encuentran en las Plantas, y
- Un ambiente que recree con la mayor fidelidad posible las distintas situaciones que se presentan durante la explotación de la Central.



Francisco José SÁNCHEZ ÁLVAREZ es licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid. Master en Ingeniería Nuclear por la J.E.N. Se incorpora a la división de Adiestramiento de Tecnatom en 1983 como Instructor de Tecnología Nuclear. En la actualidad dirige el Centro de Formación de Mantenimiento.



Jesús GARCÍA MONTERO es ingeniero técnico industrial por la Universidad Politécnica de Madrid. Se incorpora a la Unidad de Mantenimiento en 1975, ocupándose del mantenimiento de equipos eléctrico-electrónico de Tecnatom. En 1996 se incorpora a la Unidad de Formación de Mantenimiento.