

REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA PARA LA FORMACIÓN EN MANTENIMIENTO

F. GONZÁLEZ

Este artículo presenta dos proyectos de aplicación de nuevas tecnologías a la formación en mantenimiento. Ambos proyectos consisten en la especificación, diseño, desarrollo y finalmente la demostración de sistemas de ayuda para la formación en actividades de mantenimiento usando técnicas de Realidad Virtual (VIRMAN) y Realidad Aumentada (STARMATE).

VIRMAN es un proyecto cuyo objetivo es el desarrollo de un curso de mantenimiento basado en la animación de imágenes virtuales en tres dimensiones para montaje, desmontaje y movimiento de equipos. STARMATE se base en técnicas de realidad aumentada que es una área de desarrollo de la realidad virtual. Consiste en una combinación de la escena real vista por el usuario, con escenas virtuales generadas por ordenador, aumentando la realidad con información adicional (documentación, vídeo, audio, imágenes en 3D).

This paper presents two projects focused to support training on maintenance using new technologies. Both projects aims at specifying, designing, developing, and demonstrating prototypes allowing computer guided maintenance of complex mechanical elements using Virtual Reality (VIRMAN) and Augmented Reality (STARMATE) techniques.

VIRMAN project is dedicated to training course development on maintenance using Virtual Reality. It based in the animation of three dimension images for component assembly/de-assembly or equipment movements. STARMATE will rely on Augmented Reality techniques, which is a growing area in Virtual Reality research. The idea of Augmented Reality is to combine a real scene, viewed by the user, with a virtual scene, generated by a computer, augmenting the reality with additional information.

INTRODUCCIÓN

Existe una creciente preocupación de los responsables de las centrales generadoras de energía eléctrica respecto a la capacitación del personal de mantenimiento. La actual rotación del personal de las plantas nucleares y la optimización de los recursos disponibles,

buscando la máxima polivalencia de los técnicos de mantenimiento, demandan acciones formativas complicadas. En algunos casos la dificultad estriba en la disponibilidad de instructores expertos capaces de efectuar la formación. En otros casos, la complejidad es intrínseca a la propia acción formativa, por los medios didácticos necesarios, el lugar de ejecución, las herramientas necesarias, la existencia de maquetas o equipos similares, etc.

Disponer de una formación eficiente para garantizar la correcta realización de las intervenciones de mantenimiento complejas es por tanto un deseo de todos, que crea motivación en el personal de mantenimiento y garantiza la calidad de los trabajos.

Las tecnologías de Realidad Virtual y Realidad Aumentada aplicadas en el entorno de la formación en mantenimiento se presentan como herramientas innovadoras, atractivas y con un alto potencial para cubrir las necesidades anteriormente descritas.

En esta línea, Tecnatom participa en dos proyectos, uno de ámbito nacional VIRMAN, "Maquetas Virtuales para el Entrenamiento en Mantenimiento" y un segundo en el marco de la Comunidad Europea denominado STARMATE "System using Augmented Reality for Maintenance, Assembly, Training and Education". Los dos son proyectos demostradores y sus objetivos son el diseño y desarrollo de prototipos aplicados a casos reales, que permitan valorar la efectividad y costes de los productos resultantes.

REALIDAD VIRTUAL

La Realidad Virtual se presenta como una herramienta con un alto potencial en el área de formación en mantenimiento. Adicionalmente y muy destacable, su uso en plataformas sencillas con requerimientos muy bajos de hardware y software, hacen estas herramientas muy flexibles y reconfigurables. Potencialmente son capaces de acomodarse a las necesidades específicas.

El proyecto VIRMAN tiene como objetivo el desarrollo de un curso de mantenimiento basado en la animación de imágenes virtuales en tres dimensiones para montaje, desmontaje y movimiento de equipos. Se trata de modelar en tres dimensiones equipos, salas, edificios o despieces de equipos y dotarles de animación. Cada curso se presenta a los alumnos por medio de secuencias y acciones que pueden representar un procedimiento o tarea de mantenimiento concreta. La animación de las imágenes virtuales, apoyada con fotografías, vídeos, textos, mensajes o avisos, permite el desarrollo de cursos con un alto valor didáctico y fáciles de mantener.

Se ha especificado que el sistema disponga de tres modos de funcionamiento:

- Funcionamiento en modo automático. El sistema le muestra al alumno la secuencia y los pasos del procedimiento, con explicaciones y ayudas sobre el proceso o tarea de mantenimiento.



- Funcionamiento en modo de entrenamiento. En este modo de funcionamiento el alumno se entrena en la ejecución de la tarea, realizando los pasos del procedimiento. En este modo, el sistema le informa de los errores cometidos

- Funcionamiento en modo de evaluación. Sin ninguna ayuda por parte del sistema, el alumno debe ejecutar el procedimiento, quedando un registro para que el instructor valore la evolución del aprendizaje y el grado de capacitación alcanzado.

Como escenario piloto y demostrador de las potencialidades de la herramienta se ha elegido el procedimiento de ruta de vasija de las recargas de la central de Trillo. En este escenario se modelan la contención y los equipos / herramientas que se mueven durante las operaciones de recarga. Se describe la secuencia de acciones que se llevan a cabo durante la recarga de combustible de acuerdo con el procedimiento específico de la planta.

Los participantes en el proyecto son:

- Laboratorio Decoroso Crespo de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid
- Empresarios Agrupados (EE.AA)
- Central Trillo I, como planta piloto
- Tecnatom (inicialmente la Agrupación Eléctrica para el Desarrollo Tecnológico, A.I.E.-DTN)

REALIDAD AUMENTADA

La Realidad Aumentada surge como un desarrollo del concepto de Realidad Virtual. Se trata de "aumentar" la realidad con información adicional. Se es-

tán viendo los objetos reales y se está interactuando con ellos, pero el sistema proporciona una información adicional (virtual) que ayuda o amplía (aumenta) la realidad y facilita la ejecución o aprendizaje de la tarea.

El alumno o técnico de mantenimiento dispone de un sistema compuesto por unas gafas especiales que permitiendo ver la realidad se comportan a su vez como el monitor de un ordenador. Además dispone de un micrófono y auriculares que le facilita las ayudas y guías para la ejecución de la intervención. Con las manos libres para realizar su trabajo, el usuario actúa con el sistema mediante su voz y recibe en forma de imágenes virtuales las instrucciones para realizar el trabajo que pueden ser documentos, textos,

gráficos, audio o vídeo. En la imagen se muestra una representación del sistema.

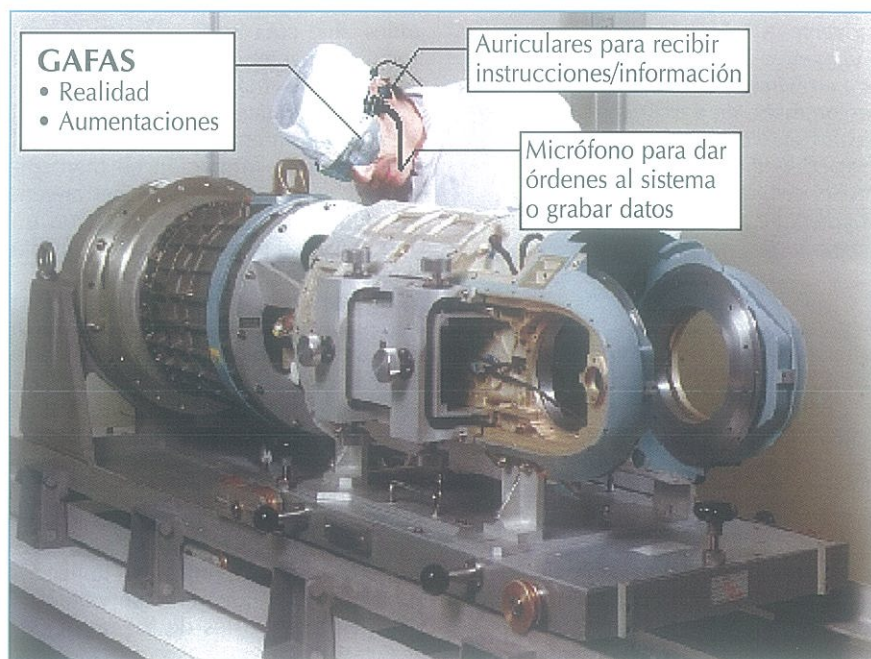
Las aumentaciones o restituciones es el concepto que se utiliza para denominar a todas las ayudas que el usuario, alumno o trabajador recibe del sistema. Estas restituciones se pueden clasificar en:

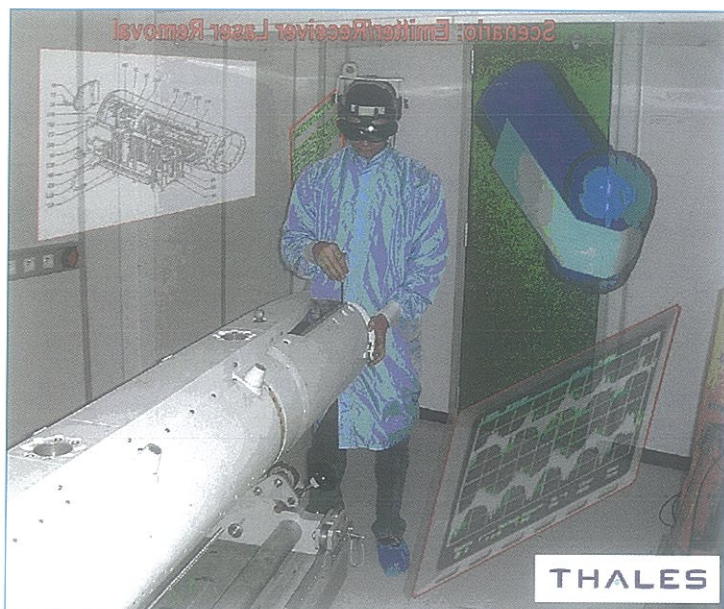
- Mensajes de texto
- Imágenes/gráficos
- Vídeos
- Modelos en 3D de piezas o partes del equipo
- Audio: Sonidos codificados, instrucciones o explicaciones

Las restituciones visuales pueden registrarse en las gafas del usuario en alguna de las formas siguientes:

- Referenciadas al equipo. La imagen mostrada se comporta como una parte más del equipo. Este tipo de restitución aparece fijada en un punto concreto del componente y no se desplaza con el movimiento del operario. Para ello se dispone de un sistema de posicionamiento que se explica más adelante.
- Referenciadas al operario, de tal forma que se desplaza con el movimiento de la cabeza del usuario. Las imágenes le siguen con la mirada.
- Referenciadas al mundo. Estas imágenes pasan a ser un objeto más del entorno en el que se encuentra el operario

En la foto siguiente se muestra un ejemplo de lo expuesto anteriormente.





El sistema puede mostrar en una parte de la realidad un diagrama de cableado, la salida de un osciloscopio, el procedimiento de intervención, planos del fabricante...

Como se mencionó anteriormente, se dispone de un sistema de posicionamiento que permite saber las coordenadas de cada parte del equipo objeto de la intervención de mantenimiento, así como la posición de operario. De esta forma se pueden representar imágenes virtuales sobre la realidad. Ésta es una utilidad fundamental del sistema pues permite señalar partes del equipo y ayudar al usuario en la ejecución de las intervenciones.

En las imágenes siguientes se muestran ejemplos de lo que el operario verá en las gafas. Aparecen flechas superpuestas sobre el objeto real,

un rayo láser que sale del centro de la frente del usuario. Es visto solamente por el usuario en las gafas del sistema y cuando él lo desea. Con este puntero el operario/alumno puede designar parte de un equipo o seleccionar una de las restituciones (ventanas) para pedir nuevas ayudas o mover dichas restituciones.

Al usuario se le presenta en las gafas un menú en 3D de navegación a partir del cual conoce el paso y la acción en el que se encuentra dentro de un escenario, curso o intervención de mantenimiento. Conoce los pasos restantes, el número de acciones en cada paso, la duración estimada de cada una de ellas, el tiempo invertido hasta ese momento y el tiempo restante.

Las interacciones entre el sistema y el usuario realizan mediante voz. De esta forma el alumno o trabajador

indicando los tornillos que deben ser aflojados. Estas flechas, mediante el sistema de posicionamiento, permanecen siempre señalando los tornillos, independientemente de los movimientos y posición del usuario. Adicionalmente, recibe información o instrucciones sobre la tarea en forma de audio o caja de texto.

Existe un puntero virtual, representado como

mantiene sus manos libres para ejecutar la tarea. Existe un sistema de reconocimiento de voz de modo que todas las interacciones con el sistema se realizan mediante ordenes dadas por la voz. Se han establecido palabras clave sencillas para realizar las acciones, tales como "paso siguiente", "paso anterior", "paso 4", etc.

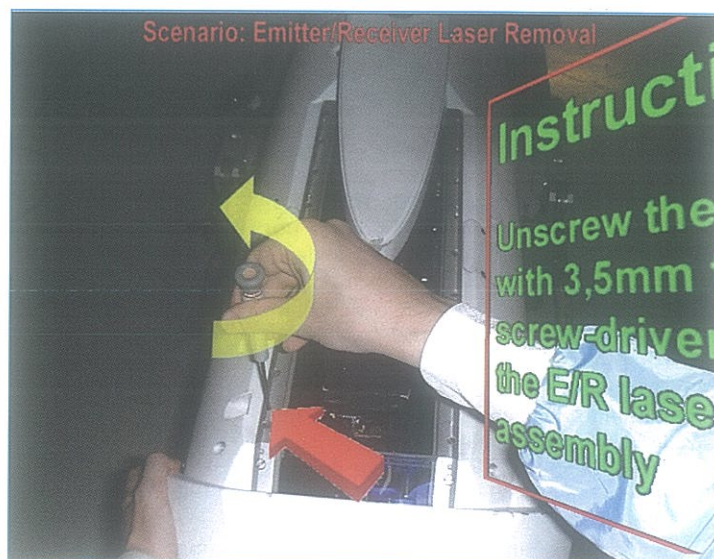
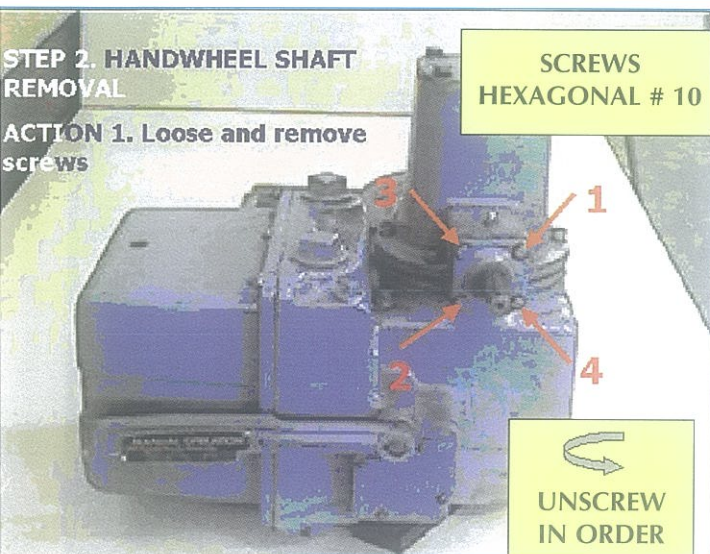
Otra de las facilidades del sistema es la capacidad para almacenar anotaciones del usuario. En cualquier momento o en el momento que la intervención lo requiera, el usuario podrá grabar información o registrar los datos necesarios para realizar posteriormente el informe sobre la intervención. Esta facilidad también puede ser utilizada para efectuar las preguntas durante un proceso de evaluación de la formación.

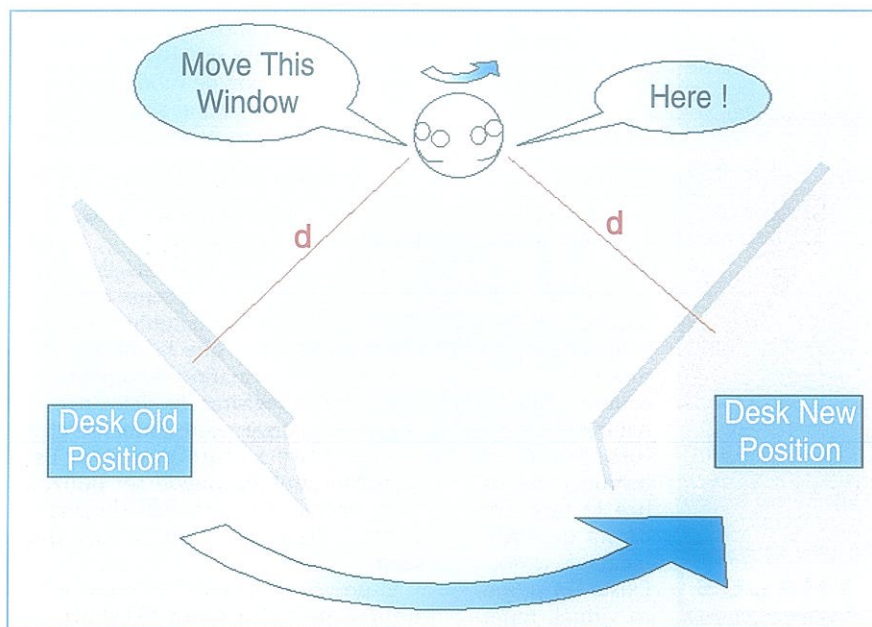
El proyecto STARMATE se encuentra dentro del programa IST Europeo (Information Societies Technology) de costes compartidos, en el que participan 6 socios Thomson, CSII, ZGVD, Dune, CASA y Tecnatom. Tiene una duración prevista de tres años y se inició en Enero de 2000.

Su objetivo es desarrollar un prototipo demostrador del sistema de ayuda al mantenimiento de componentes complejos con un doble enfoque:

- Como herramienta soporte en la ejecución real de las intervenciones de mantenimiento complejas
- Como un medio de entrenamiento en vivo sobre maquetas reales.

Este último modo de funcionamiento, permite incluso establecer diferentes niveles de capacitación de forma que se permita saltar acciones sencillas en función de las características, experiencia y conocimientos del alumno.

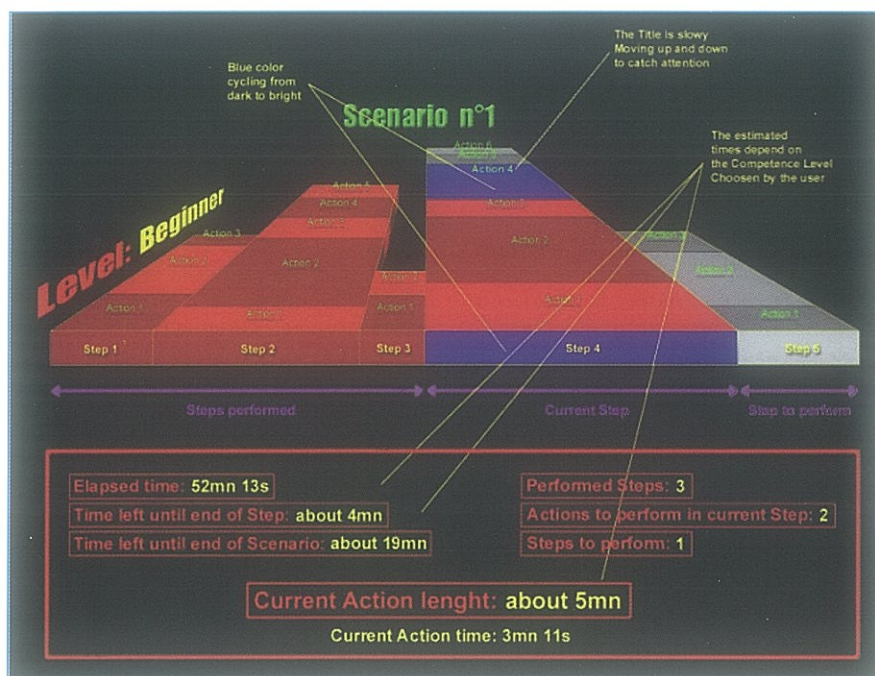




menor tasa de comisión de errores, pérdidas de tiempo, etc.

- Mayor seguridad para los trabajadores en las tareas de mantenimiento, al reducir las exposiciones y los errores de ejecución en las distintas intervenciones
- Mayor eficiencia del proceso de formación, al presentar la posibilidad de reducir tiempos de formación.
- Mayor autonomía de la central nuclear frente a contratas, al contar con una herramienta propia que le permite diseñar o controlar la formación de personal externo, según sus necesidades e intereses.

Podemos decir que las nuevas tecnologías abren las puertas a una formación más orientada a las necesidades actuales. Proporcionan entornos innovadores y atractivos para los alumnos, por lo que incorporan una capacidad de aprendizaje mayor que la obtenida con los métodos convencionales.



CONCLUSIONES

La innovación básica de estos proyectos consiste en la aplicación por primera vez de la tecnología de la Realidad Virtual y Realidad Aumentada en el entorno de la formación en mantenimiento. Estas acciones constituyen un paso más en el desarrollo del Centro de Formación de Mantenimiento de Tecnatom enfocado a mejorar sus capacidades.

En Tecnatom, dentro de su área de formación en mantenimiento, creemos que este tipo de herramientas ofrece grandes posibilidades. La novedad y el

atractivo se incrementa al incorporarse bajo plataformas flexibles y reconfigurables y en una metodología de aplicación genérica, capaces de acomodarse a las necesidades específicas de cada instalación nuclear.

Como ventajas más destacables podemos apuntar:

- Mayor potencial formativo de la herramienta en comparación con los medios actuales, lo que redundará en mejores resultados didácticos.
- Mayor eficiencia en las actuaciones de mantenimiento y, por lo tanto,



Francisco GONZÁLEZ ÁÑEZ es Ingeniero Industrial, especialidad Técnicas Energéticas por la E.T.S.I.I. de Madrid y diplomado por el OIEA en la realización de APS. En 1983 se inicia sus trabajos en el Departamento de Seguridad Nuclear de Empresarios Agrupados para los proyectos de Almaraz y José Cabrera, continuando en el CIEMAT en 1986 en proyectos relacionados con desarrollos de metodología en APS: Fiabilidad Humana y Causa Común. En 1988 se incorpora a TECNATOM S.A., donde participa en el área de tratamiento de experiencias operativas y es Jefe de Proyecto en la gestión y mantenimiento de las bases de datos de las centrales nucleares españolas de Incidentes Operativos y de Fiabilidad de Componentes, DACNE. Desde 1998 es Jefe de Proyectos de desarrollo y planes de formación del personal de Mantenimiento de centrales nucleares españolas en el Centro de Formación en Mantenimiento de TECNATOM S.A.