



Sistema de entrenamiento en Realidad Virtual para mantenimiento de líneas energizadas

Miguel Pérez Ramírez [mperez@iie.org.mx]
Salvador González Castro [sgc@iie.org.mx]
Gustavo Arroyo Figueroa [garroyo@iie.org.mx]
Guillermo Romero Jiménez [gromero@iie.org.mx]
Rogelio Enrique Martínez Ramírez [remr@iie.org.mx]

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) inició su exitosa incursión en el área de realidad virtual (RV) en 2003, con el proyecto donde se elaboró la prospectiva y ruta tecnológica para esta tecnología. Fue aquí donde se establecieron las bases para su posterior desarrollo.

Esta tecnología ha sido aplicada con impacto y contribución de valor, principalmente en las áreas de capacitación y diseño en la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

A la fecha se han desarrollado diferentes sistemas de RV para CFE-Distribución. El primero de éstos para capacitación fue ALEn^{3D} -MT (Sistema de RV para Adiestramiento en mantenimiento a Líneas Energizadas de Media Tensión), que por su aportación innovadora al entrenamiento de linieros se hizo acreedor al premio INNOVA 2008 de la CFE.

Este sistema contiene un repositorio de modelos y animaciones 3D de maniobras de mantenimiento a líneas energizadas, que los estudiantes, sin estar sometidos a ningún tipo de riesgo, pueden recorrer a voluntad, interactuando y visualizando cada secuencia de acciones dentro de un ambiente virtual, para aprender a realizar cada maniobra de mantenimiento, donde además se hace énfasis en los aspectos de seguridad.

Dadas las bondades que este sistema ofrece para el entrenamiento, su arquitectura estableció las bases para desarrollos posteriores que la usaron para lograr una funcionalidad similar.

A la fecha existen otras versiones de ALEn^{3D}, que son ALEn^{3D}-AT, ALEn^{3D}-LS para entrenamiento en mantenimiento a líneas de Alta Tensión y Líneas Subterráneas respectivamente.

Tomando como referencia el sistema ALEn^{3D} se desarrolló una versión para la CFE-Líneas de Transmisión, denominada Sistema de Capacitación para el Mantenimiento de Líneas de Transmisión (SiCaMLT). En éste se hizo énfasis en los trabajos de alto riesgo para la capacitación y entrenamiento del personal liniero que realiza el mantenimiento a los aislamientos de las líneas de alta tensión de 400 KV energizadas y de 230 KV energizadas / desenergizadas.



Más tarde se desarrollaron los sistemas de diseño de subestaciones (SIDSED), para capacitación en pruebas a subestaciones (3DMaPPS), y a protecciones (SAMPyM^{3D}). Estos dos últimos, además de integrar las bondades de ALEn^{3D} permiten la navegación libre dentro de las instalaciones de una subestación de distribución.

Todos estos sistemas de entrenamiento incluyen elementos para retroalimentar la vista, el oído e interactividad, con el fin de abarcar a una audiencia mayor, captando a los diferentes tipos de estudiantes de acuerdo a sus canales preferidos de aprendizaje. Esto incluye a los estudiantes auditivos que prefieren escuchar, a los visuales que aprenden mejor viendo y kinestésicos (en menor grado al tratarse de sistemas no inversivos), a través de la interactividad con sistema, lo cual además motiva el aprendizaje activo, es decir, el ambiente donde el estudiante participa activamente durante su aprendizaje. Así, estos sistemas ofrecen animaciones 3D que permiten visualizar lo que debe hacerse en cada prueba y ofrecen explicaciones en texto que son automáticamente reproducidas en audio, para estimular el sentido auditivo de aquéllos que prefieran escuchar en lugar de leer.

A través de los años, estos sistemas se han estado utilizando en todas las Divisiones de Distribución y en las nueve Gerencias Regionales de Transmisión de la CFE en el país, en diferentes cursos, de acuerdo

a su área técnica. Cabe aclarar que de ninguna manera estos sistemas sustituyen a los instructores expertos, pues tratándose en su mayoría de entrenamiento en actividades de alto riesgo, sólo un instructor experto puede determinar cuándo un estudiante está completamente preparado para poder realizar estas actividades de mantenimiento en las instalaciones reales.

Es así como todos estos sistemas se constituyen como herramientas de apoyo a la capacitación. Se ha visto que el entrenamiento mejora, debido a las características que estos sistemas poseen. Una de las principales es la disponibilidad: dado que estos sistemas permiten tanto el apoyo al instructor como la auto-capacitación, los estudiantes pueden acceder al contenido y conocimiento especializado cuando lo deseen y las veces que necesiten. Por otra parte, los estudiantes no necesitan viajar a las instalaciones y/o almacenes reales para poder conocer tanto materiales como equipos y herramientas, ya que lo pueden hacer virtualmente, a través de la visualización y manipulación de todos estos elementos representados en 3D.

También es importante mencionar que estos sistemas no han sustituido el método tradicional de capacitación, más bien lo han complementado con las ventajas mencionadas. En estudios realizados, este nuevo método de entrenamiento ha mejorado el aprendizaje en un 21% con respecto al aprendizaje tradicional. Se espera que esta mejora pueda tener impacto en otros indicadores tales como la disminución de accidentes de trabajo, los cuales la mayoría de las veces resultan fatales.

Es así como la RV ha logrado aportar valor dentro del proceso de capacitación de la CFE. Actualmente el IIE continúa avanzando en la ruta tecnológica trazada y está incursionando en la realidad virtual aumentada, en la integración de ambientes virtuales en simuladores y en la integración de agentes animados afectivos, con el objetivo de ampliar el impacto y la aportación de valor de la RV dentro de los procesos de la CFE.