



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
1803
FACULTAD DE INGENIERÍA

Entrega Final
Modalidad Práctica Empresarial

SIMULADOR DE SECUENCIAS EN LA PLANTA DE GENERACION DE
ENERGIA GUADALUPE IV EPM

Luis Alejandro Zambrano Sánchez

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
2017

SIMULADOR DE SECUENCIAS EN LA PLANTA DE GENERACION DE ENERGIA GUADALUPE IV EPM

Resumen

Debido al gran peligro y responsabilidad al manejar las máquinas de generación de la Central Guadalupe IV, se pensó en realizar un simulador donde los operarios puedan aprender las diferentes secuencias y el funcionamiento de las diferentes máquinas.

Después de realizar la labor de recolección de datos e información, se realizó una aplicación, con la que se logró simular en gran parte las maquinas en 3D, para obtener una mejor visualización de su función. A su vez, se reestructuró el lenguaje, haciéndolo más claro, que el inicialmente planteado en los manuales de las maquinas.

De igual manera, la aplicación incorporó una evaluación de los conocimientos adquiridos, en la que se logró realizar una evaluación completa tanto de las ubicaciones de las maquinas como de la información necesaria para el arranque y paro de estas.

Introducción

En la planta de generación de Guadalupe IV se realizan una serie de secuencias para el funcionamiento de las generadoras de energía, actualmente los operadores aprenden a realizar estas secuencias dentro de la operación de las generadoras, llevando un gran riesgo para los operarios debido a que las máquinas en funcionamiento están cargadas con alto voltaje, la manipulación inadecuada de estas máquinas puede causar una fuerte descarga que trae como resultado la muerte inmediata del operario. La demora al buscar alguna avería puede ocasionar el daño de la generadora, víctimas fatales o desperfectos muy grandes para las máquinas.

Con la ejecución de este simulador se busca brindar un mayor conocimiento para los operarios en el manejo, funcionamiento y ubicación de las máquinas, y

brindarles a los jefes una serie de evaluaciones que les permita calificar el rendimiento de los mismos.

Objetivos:

Objetivo general

Crear una aplicación de escritorio con la que los operarios de la estación de Guadalupe puedan entrenarse en los diferentes tipos de secuencias. Debido al corto tiempo de la práctica académica el proyecto solo se realizará en la planta de generación de energía de Guadalupe IV.

Objetivos específicos

- Crear un simulador de secuencias de arranque donde se proporcione toda la información de cada uno de los pasos a seguir en la secuencia.
- Crear un simulador de secuencias de paro normal donde se proporcione toda la información de cada uno de los pasos a seguir en la secuencia.
- Crear un simulador de secuencias de paro rápido donde se proporcione toda la información de cada uno de los pasos a seguir en la secuencia.
- Crear un simulador de secuencias de paro de emergencia donde se proporcione toda la información de cada uno de los pasos a seguir en la secuencia.
- Crear una evaluación para los operadores donde se les dé una serie de pasos y ellos tendrán que organizar de una manera correcta. Esta tendrá que mostrar la calificación de la evaluación.

Marco teórico

Empresas Públicas de Medellín es una empresa prestadora de servicios públicos, entre ellos el agua, energía y gas natural. Para lograr prestar estos servicios, EPM tiene una gran cantidad de plantas. Para este proyecto nos ubicamos en la Central Guatrón, donde están ubicadas tres centrales fundamentales en la generación de la energía total del país, estas tres centrales son:

Central troneras

Está ubicada en la jurisdicción del municipio de Carolina del Príncipe, por la vía que conduce de El Salto al embalse de Troneras.

Utiliza las aguas del río Concepción, después de haber recibido las desviaciones de los ríos Nechí, Pajarito y Dolores. Los aportes de estas fuentes, junto con los provenientes del embalse de Miraflores y el río Guadalupe, alimentan el embalse de Troneras.

Posee dos unidades generadoras de 20 MW de capacidad efectiva neta cada una, accionadas por turbinas tipo Francis de eje vertical, para una capacidad efectiva de 40 MW. La primera de las unidades entró en operación en 1964 y la segunda un año después.

Esta central le aporta anualmente al sistema una energía media de 242 GWh y una energía firme de 208 GWh.

Central Guadalupe III

Está localizada aguas abajo de la central Troneras. Las aguas turbinadas de la planta Troneras, las desviadas del embalse Troneras (por medio de una válvula de cono o del vertedero cuando existe vertimiento) y las provenientes de la quebrada Cañasgordas, son represadas en una bocatoma y conducidas a la casa de máquinas de esta central, donde se alojan seis unidades generadoras accionadas por turbinas tipo Pelton de eje vertical, de 45 MW cada una, para completar 270 MW de capacidad instalada (nominal y efectiva neta).

Sus dos primeros grupos entraron en servicio en 1962, el tercero en 1965 y los tres últimos en 1966. Su contribución a la energía media anual del sistema de EPM es de 1.617 GWh y a la energía firme de 1.377 GWh.

Central Guadalupe IV

Conocida también como central Diego Calle Restrepo. Está localizada al Nordeste del departamento de Antioquia, a una distancia aproximada de 120 km de la ciudad de Medellín, por la carretera que de esta ciudad conduce a las poblaciones de Amalfi y Anorí.

Las aguas turbinadas en Guadalupe III se descargan en un tanque de captación con capacidad de 22.000 metros cúbicos, y son conducidas luego por un túnel de 6,4 kilómetros a la casa de máquinas de la central Guadalupe IV.

Esta instalación generadora tiene una capacidad nominal de 216 MW y una capacidad efectiva neta de 202 MW, repartida en dos unidades de 67 MW y una de 68 MW, movidas por turbinas tipo Francis de eje vertical. Aprovecha una caída bruta de 417 metros y un caudal de 23,48 m³/s. Sus aportes de energía al sistema contabilizan 1.205 GWh al año, en términos de energía media y 1.026 GWh al año, como energía firme.

Su entrada en operación comercial se produjo en 1985, cuando simultáneamente salieron de funcionamiento las centrales hidroeléctricas

Guadalupe I y Guadalupe II. (Tomado de:

<http://www.epm.com.co/site/Home/Institucional/Nuestrasplantas/Energ%C3%ADa/Centraleshidroel%C3%A9ctricas.aspx>)

Esta Central puede crear una gran cantidad de energía, más de las necesarias para el mercado de la energía, lo que provoca una pausa en las actividades de generación, esto causa que las máquinas tengan un funcionamiento muy variado dependiendo de la oferta y demanda diaria.

La Central trabaja bajo unas secuencias que son necesarias para el manejo de la máquinas (la generadora), estas secuencias son una serie de pasos que van

activando las sub-partes de la máquina para dar correcto funcionamiento de la generadora, si alguno de estos pasos no funciona el operador, encargado de vigilar el funcionamiento de las secuencias, tendrá que desplazarse hasta el lugar donde se produjo el daño y activar el paso de la secuencia de manera manual o reportar el daño para evitar un problema mayor. Estas secuencias son muy precisas y son fundamentales en la generación de la energía.

Existen diferentes tipos de secuencias que son necesarias para el funcionamiento.

Secuencia de arranque: Con esta secuencia se busca activar la máquina para la producción de energía. Esta secuencia se divide en otros tres sub-pasos (girar-conectar-generación) que son utilizados para mantenimiento de las máquinas. Los tres sub-pasos conectados son los que pueden conectar y enviar energía.

Secuencia de paro normal: Esta secuencia busca desactivar la máquina de una manera controlada y suave para evitar daños en la máquina.

Secuencia de paro rápida: Esta secuencia se utiliza en caso de tener un daño que no implica al generador de energía, en este caso se desenergiza la máquina y se verifica donde se encuentra el daño

Secuencia de paro de emergencia: Esta secuencia se utiliza en los casos de emergencia, tiene un alto riesgo debido a las potencias que se generan, con esta secuencia se tiene que tener mucho cuidado.

Metodología

Para la realización de este proyecto se buscará trabajar bajo una metodología ágil de Scrum con cuatro Release, los cuáles serán las cuatro secuencias con sus respectivas evaluaciones. Cada uno de estos tiene una duración de 5 semanas, para la entrega del sub-producto teniendo la aprobación de los tutores.

Desarrollo y resultados

El desarrollo de la práctica académica, empezó con una reunión donde se plantearon los objetivos y el posible alcance que podía tener la práctica, durante el tiempo pactado -6 meses-. El primer mes fue de reconocimiento de las instalaciones, del lugar de trabajo, y funcionamiento general de la unidad de generación, esto con el fin de crear una conexión más directa con los operarios, que son el usuario final.

Continuando con el cronograma, se empezó a desarrollar la aplicación con una interfaz gráfica muy similar a la manejada por los operadores. En igual sentido, se diseñó la secuencia de arranque, para lo cual, se desarrolló una serie de imágenes en 3D donde se mostraba el funcionamiento de las máquinas y la ubicación. Acompañando estas imágenes se dio una definición de su funcionamiento de acuerdo a los manuales de cada máquina y a la información recolectada con cada operador. Lo anterior, para dar una definición concisa y con un lenguaje menos técnico para su fácil entendimiento. Toda la información se validó con los ingenieros especializados en cada área.



Imagen 1 y 2: inicio de la aplicación y selección de secuencia a usar.

Igualmente, se realizó un trabajo similar para las secuencias de paro normal, paro rápido y paro de emergencia, y se le asignó a cada una las instrucciones de su funcionamiento.



Imagen 3: secuencia arranque.



Imagen 4: Aplicación de frenos con imagen 3D en movimiento.



Imagen 5: Abrir valvula esferica con definicion de su funcion y grafico en 3D.

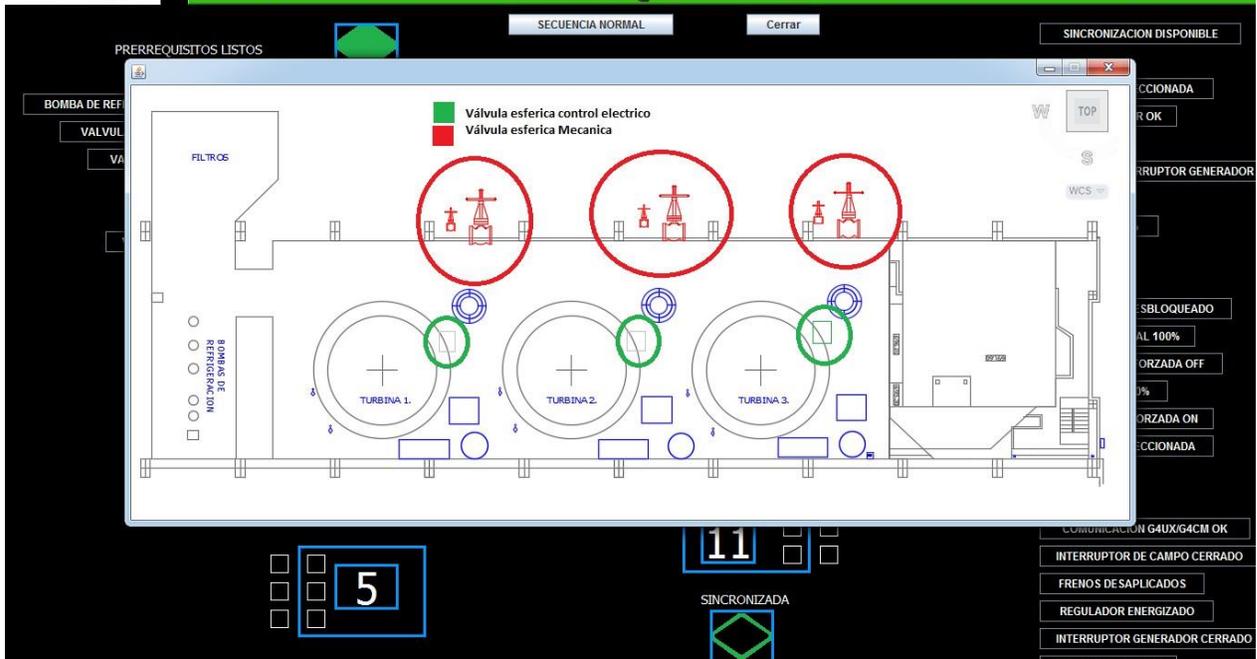


Imagen 6: Ubicación valvula esferica, tanto manual como electrica.

Para la finalización de la aplicación, se creó una evaluación que buscara recrear el procedimiento necesario para ejecutar algunas de las secuencias, y a su vez verificar que los operadores conocieran los diferentes enclavamientos necesarios para el funcionamiento de las máquinas. La ubicación en la planta cuenta como punto fundamental, debido a que, si en algún momento, alguna maquina no se aplica automáticamente, esta tiene que ser activada manualmente por los operadores. La evaluación cuenta con un contador de tiempo y de errores, el cual al finalizar la evaluación entregará un documento con los datos del operador que está realizando la aplicación y del gestor que está calificando su desempeño. Tal información quedará guardada en los servidores de EPM como soporte de cada evaluación.

A su vez, cada evaluación cuenta con un factor de aleatoriedad para evitar el aprendizaje mecánico de la prueba, y con esto lograr un aprendizaje verdadero.

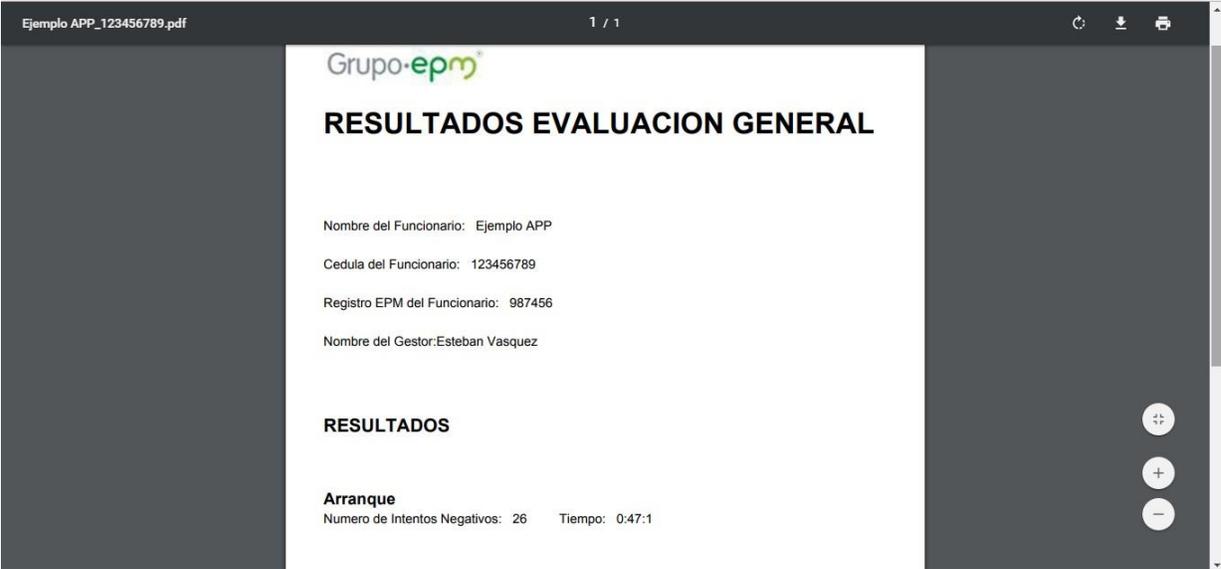


Imagen 7: resultado de la evaluación.

Conclusiones

El manejo de las plantas hidroeléctricas es de mucho cuidado y es necesario estar bien preparado para evitar cualquier tipo de contingencia o emergencia, por esto, el proyecto tiene una alta responsabilidad en el aprendizaje del personal nuevo.

Cada esquema que se planteo fue con el fin de ser didáctico y explícito en la función de cada maquina y cada parte de la generación de energía, logrando un producto con las bases necesarias para el aprendizaje.

Referencias bibliográficas

- Empresas Públicas de Medellín. (2017).Centrales Hidroelectricas. Recuperado de
“<http://www.epm.com.co/site/Home/Institucional/Nuestrasplantas/Energ%C3%ADa/Centraleshidroel%C3%A9ctricas.aspx>”
- Anónimo. “Qué es SCRUM”. Enlace Online: [<http://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>]. Recuperado 20 de Octubre de 2015.
- Juan Palacio. “Gestión de proyectos Scrum Manager”. Enlace Online: [http://www.scrummanager.net/files/sm_proyecto.pdf]. Versión 2.5 – Abril 2014. Recuperado 20 de Octubre de 2015.
- Navegapolis.net “El modelo Scrum”. Enlace Online: [http://www.navegapolis.net/files/s/NST-010_01.pdf]. Recuperado 20 de Octubre de 2015.
- Itzcoalt Alvarez M. “Desarrollo Ágil con SCRUM”. Enlace Online: [<http://cic.puj.edu.co/wiki/lib/exe/fetch.php?media=materias:sg07.p02.scrum.pdf>]. Recuperado 20 de Octubre de 2015.