

## INTRODUCCIÓN

La generación de energía eléctrica a partir de centrales hidroeléctricas es una tendencia mundial creciente debido a la escasez que vienen sufriendo los recursos energéticos no renovables, por lo tanto la generación de esta energía ocupa un lugar muy importante a nivel mundial debido a su característica de recurso renovable. En Colombia la mayor parte de la energía eléctrica es generada por centrales hidroeléctricas, con un 64%, seguida por centrales termoeléctricas, con un 33% [1]. Se evidencia un aumento de esta cifra con la construcción de seis hidroeléctricas entre el 2008 y el 2018, lo cual aumentará la capacidad de generación del país en 2.991 MW [2]. Frente a este panorama es de prever que en un futuro cercano el sistema energético actual se seguirá fortaleciendo con energía hidroeléctrica.

De otro lado, el impacto de las tecnologías de información en la difusión del saber y la posibilidad de operación remota de diferentes procesos presenta un campo ya labrado en el cual se hace posible tanto la enseñanza como la operatividad de manera remota aprovechando las bondades que nos ofrecen medios tales como la Internet y sistemas personales de cómputo. Ante tal panorama y por la necesidad de generar energía hidroeléctrica, por ser Colombia un país con una gran riqueza en recursos hídricos que facilita ejecutar tal acción [3], se requiere personal que conozca el funcionamiento y esté capacitado para operar un sistema de generación de energía hidroeléctrica (SGEH); por ende, es necesario disponer de laboratorios para capacitación, investigación y enseñanza en sistemas hidroenergéticos.

Lo anterior permite acompañar el crecimiento de la generación hidroenergética con sistemas de monitoreo para el acceso en línea al estado de las variables que intervienen en el proceso de generación hidroeléctrica. Teniendo en cuenta lo expuesto, en este texto se abordan las estrategias para

la operación vía Internet de un laboratorio prototipo de una pequeña central hidroeléctrica, el cual reproduce condiciones hidroenergéticas mediante operación manual. Como etapa posterior a su automatización *in situ* se discute el montaje para operarlo remotamente a través de Internet. Para ello se describen las variables que intervienen en un proceso de generación de energía hidroeléctrico, se seleccionan las variables más relevantes para monitoreo y control. Posteriormente se realiza la selección de los métodos y los instrumentos de medición teniendo en cuenta las características mecánicas, eléctricas e hidráulicas del laboratorio. Por último se realiza el montaje y la respectiva calibración de cada uno de los instrumentos seleccionados y se llevaron a cabo algunas pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de cada uno de ellos.

El propósito final es la experimentación aplicada e investigación en un SGEH a escala modular, automatizada en su totalidad, para ser operada vía Internet. Una de las tareas es el diseño e implementación de una interfaz gráfica que permita visualizar e interactuar con el sistema de monitoreo y operación (variables eléctricas, mecánicas e hidráulicas involucradas en el proceso) y el comando del SGEH de forma local y remota, siendo esta última vía Internet.

Es necesario que todo el sistema completo se asemeje lo más posible a las plantas de generación de energía hidroeléctrica y deben incluirse en la interfaz los elementos y variables que en el laboratorio no se disponga con la ayuda del software y de herramientas de simulación. De acuerdo con estas especificaciones y siguiendo los estándares IEEE 1010 y el IEEE 1020 que tienen que ver con la operación y control de pequeñas hidroeléctricas se deben diseñar elementos de simulación que unidos a los reales del laboratorio permitan tener una experiencia más real y enriquecedora con las características de una hidroeléctrica genérica. El presente texto recoge los resultados de investigación reportados en cinco disertaciones [4][5][6][7][8] realizadas en la E.I.E.E. de la Universidad del Valle, las cuales se desarrollaron en el marco del proyecto de investigación “Interfaz hardware/software para el monitoreo remoto de variables en sistemas de generación de energía hidroeléctrica”, financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones.

El presente texto está dividido en siete capítulos. El segundo capítulo describe los conceptos básicos de centrales hidroeléctricas; el tercero aborda tangencialmente algunos aspectos relacionados con la descripción de la planta prototipo, el cuarto con la descripción de las variables que deben ser controladas, en el quinto se discuten estrategias para la implementación de los lazos de control, en el sexto capítulo se presentan los elementos software que componen la interfaz hardware/software y los resultados del desarrollo de las diferentes páginas web y en el séptimo, finalmente, se presentan pruebas del sistema y pruebas realizadas al servidor web para determinar su capacidad de respuesta.