

## LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS CON ACCESO REMOTO

Sandra M. Pérez L.<sup>1</sup>, Germán A. Holguín L.<sup>2</sup>, Álvaro A. Orozco G.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniera Electricista, Universidad Tecnológica de Pereira – Colombia

<sup>2</sup>Ingeniero Electricista, Universidad Tecnológica de Pereira – Colombia

<sup>3</sup>Profesor Asociado, Universidad Tecnológica de Pereira – Colombia

*Se presenta el desarrollo de un laboratorio de circuitos eléctricos al que se puede acceder a través de la Internet. Se enseña su construcción, se discute su flexibilidad, operabilidad y se dan pautas para futuros desarrollos.*

### 1. Introducción

La tendencia actual de instrumentar a través de la red motiva a los ingenieros a crear sistemas de enseñanza interactivos, que utilicen las ventajas tecnológicas y que permitan aprovechar mejor los recursos disponibles de hardware y software.

El laboratorio de circuitos eléctricos accedido a través de Internet fue diseñado y construido a partir del concepto del laboratorio convencional de circuitos eléctricos, utilizando un centro de conmutación capaz de formar diferentes topologías circuitales, energizarlas, tomar mediciones y enviarlas a un ordenador para el análisis de las señales. El servidor recibirá y enviará la información a nodos remotos autorizados para el desarrollo de las prácticas con ayuda de una base de datos especializada en conexiones de red.

### 2. Características del Laboratorio

En el estudio de los circuitos eléctricos es común la realización de prácticas de laboratorio como complemento a la formación teórica del estudiante, estas permiten modelar, analizar y estudiar el comportamiento de diferentes topologías frente a diversas teorías circuitales.

Tradicionalmente la educación ha sido de carácter presencial, pero debido a la universalización de las redes de comunicación y de la *internet*, aparece una nueva era de conectividad entre máquinas que proporcionan innovadoras formas de adquirir, analizar y presentar la información, lo cual ha permitido que el aprendizaje pueda ser más ágil, flexible, interesante y entretenido.

El laboratorio de circuitos eléctricos con acceso remoto es una fusión de herramientas de hardware y software empleadas para un fin común: “permitir el desarrollo de prácticas de forma interactiva y de manera remota”, el laboratorio realizará las conexiones requeridas para el montaje de la topología seleccionada, hará los análisis requeridos y enviará y recibirá la

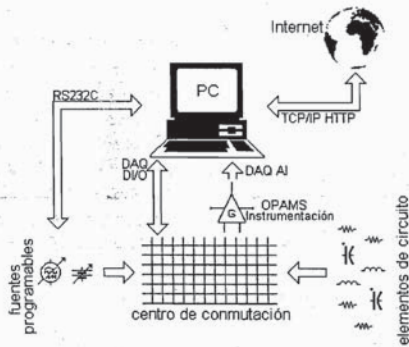
información a través de la red. Lo anterior conforma un sistema autónomo encargado de realizar las tareas de montaje y permitiendo que el enfoque de las prácticas se centre en el análisis de las mismas.

Dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje el laboratorio es un nuevo concepto que lleva al estudiante a entender la importancia de las redes de comunicación sin olvidar los análisis que puedan desprenderse de los objetivos de cada práctica desarrollada.

El laboratorio cuenta con un portal en la *web* con características de validación, supervisión e interacción laboratorio – estudiante, para ser accedido por cualquier *browser*. El control del laboratorio se realiza con un sistema de comunicaciones paralelo para el control de 20 tarjetas de enrutamiento a partir de 16 salidas digitales. Se dispone del software necesario para la conformación de prácticas y la administración del sistema, es modular y por lo tanto podrá crecer de acuerdo con las expectativas y requerimientos futuros. El control de los instrumentos electrónicos (generador de señal y fuentes DC), se logró a través del protocolo RS 232. Para el desarrollo del software se utilizó como herramienta de programación LabVIEW de la National Instruments.

### 3. El Hardware

El diseño del hardware se realizó buscando ofrecer la máxima flexibilidad, intercambiabilidad, seguridad y posibilidad de expansión. El diseño concibe un número finito de nodos a los que un número finito de elementos accede mediante trayectorias variables y que deben respetar la magnitud y forma de onda de las señales transportadas.



El objetivo anterior se logró a través de matrices de conmutación. El concepto del laboratorio se enseña en la figura 1.

Los elementos de circuito resistencias, inductancias y capacitancias fueron distribuidos en grupos de tres elementos de tal forma que se pueden obtener hasta 18 combinaciones por elemento, obtenidas con un sistema de conmutación configurado para tal fin. A esta configuración se le denomina tarjeta de impedancias. El laboratorio cuenta con 6 de estos módulos (ver tabla), donde a través de cada elemento podrá tomarse una muestra de corriente.

Figura 1. Concepto del Laboratorio.

Módulo	Z1	Z2	Z3	Unidades
Resistencia	33	50	450	$\Omega$
Resistencia	100	300	450	$\Omega$
Resistencia	640	1100	450	$\Omega$
Condensador	4.7	10	22	$\mu\text{F}$
Inductancia	5	200	500	mH
Inductancia	2	2	2	mH

Tabla. Tarjetas de Impedancias.

Tarjeta de Conmutación: Para conectar cualquier tipo de entrada a cualquiera de los seis nodos. Tarjeta de transitorios: Posee un relé que se puede accionar o desactivar con programación temporizada. Tarjeta de fuentes: Sirve para que las fuentes programables accedan a los nodos. Tarjeta de medición: Hace que el ordenador reciba señales de medida desde los nodos y los elementos. Tarjeta de interface: Garantiza que el ordenador envíe datos al bus en forma segura y eficiente y permite expansión a otros módulos de operación de entrada y salida. Tarjeta de desfase: Obtiene un sistema trifásico a bajo voltaje.

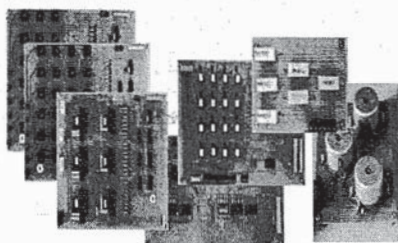


Figura 2. Tarjetas del centro de conmutación.

tarjeta de adquisición de datos LabPC1200.

#### 4. Software de instrumentación y control de sistema

El software del laboratorio fue realizado utilizando las herramientas de desarrollo LabVIEW, AppletVIEW y FileMaker Pro.

En la figura 3 se muestra la forma como se establece la comunicación entre el cliente y el servidor por medio de la web y los *applets*.

La única herramienta que necesita el cliente es un *web browser*.

Cada uno de los módulos puede ser interconectado a otros módulos por medio de 6 nodos en cualquier posición. Existen además otras tarjetas que controlan la formación de las topologías.

Las tarjetas utilizadas se pueden clasificar según su función en:

El accionamiento de los 404 relés es coordinado por un ordenador maestro, a través de un bus de comunicaciones basado en microcontroladores PIC esclavos que cumplen las funciones de identificación y operación de relés e incluso algunas funciones dentro del sistema de medidas. El bus de comunicaciones se divide en un bus de dirección, un bus control y un bus de datos. El número total de bits es de 16 y se obtienen de la unión de los puertos A y B del *Peripheral Programming Interface 82C55* que posee la

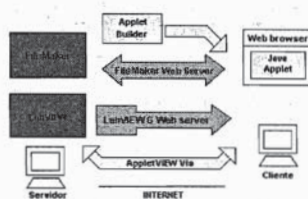


Figura 3. Esquema de Comunicación.



## Software Maestro:

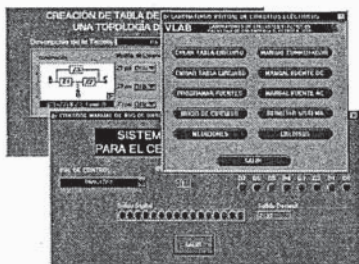


Figura 4. Software Maestro.

Este software permite controlar localmente el sistema, crear nuevas topologías, enviarlas al centro de conmutación, realizar diagnósticos y corregir fallas en la comunicación con las fuentes.

También es una herramienta de administración del sistema donde se puede tener el control sobre la ejecución de prácticas, el acceso de usuarios y la utilización de recursos.

La figura 4 muestra algunas de estas ventanas.

## 5. Software para la publicación de mediciones en la web:

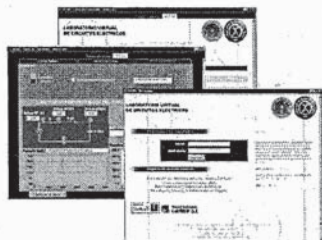


Figura 5. Páginas Web.

El laboratorio cuenta con el software requerido para el manejo de turnos del laboratorio, selección de prácticas y activación de las mismas.

Los usuarios accesan el laboratorio a través de un portal en *internet* o en una *intranet* donde ellos mismos se registran, seleccionan su turno y ejecutan la práctica deseada.

La figura 5 muestra algunas de estas páginas.

## 6. Conclusiones.

Se desarrolló un sistema para adelantar laboratorios de circuitos eléctricos a través de la red de forma real y no simulada (utilizando los mismos elementos que utilizan quienes adelantan las prácticas utilizando los laboratorios de la Universidad).

Se desarrollaron interfaces con la *web* que permiten interactuar con las actividades de formación profesional en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y afines, lo que se constituye en una herramienta para el manejo del concepto de "Universidad Virtual".

## Referencias.

- [1] LabVIEW, Internet Development Toolkit, National Instruments, 1999.
- [2] LabVIEW, Reference & Function manual, National Instruments, 1999.
- [3] DAQ LAB-PC 1200, User manual, National Instruments, 1999.
- [4] File Maker Pro 4.1, Guía de usuario, File Make Inc. 1998.