

Laboratorio remoto en la Educación de la Ingeniería

Edmundo Vega
Gerardo Muñoz
Henry Roncancio
Hugo Velasco
Javier Ballén
Cesar Rodríguez

RESUMEN

El presente documento muestra una descripción de un laboratorio de "Instrumentación Remota" aplicado al aprendizaje de la electrónica. Este caso se enfoca concretamente al manejo de transistores bipolares. Se presenta una introducción a la instrumentación virtual y a las herramientas utilizadas en esta área, así como las características del software diseñado y las especificaciones del hardware implementado.

Palabras Clave: Laboratorio Remoto, Módulo, Simulación, Emulación, Instrumentación virtual, DAQ.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los computadores personales y su integración a las redes, permiten tener una poderosa plataforma de computo de propósito general a un costo relativamente bajo, la cual es utilizada como la infraestructura básica de los instrumentos virtuales actuales. [1]

La integración de la tecnología y los sistemas computacionales a la educación, se hace necesaria a medida que se hacen más complejos los métodos y más especializado el conocimiento. En este contexto, si se desea un cambio en la educación, es de vital importancia enriquecer los medios y metodologías de ésta, con herramientas tecnológicas que permitan un aprendizaje más profundo y en menor tiempo. Especialistas en este campo dicen al respecto que siempre se han interrelacionado dinámicamente la educación de las ciencias de la ingeniería y la tecnología. [2]

El uso de la tecnología en el campo educativo ha permitido que las personas adquieran el conocimiento especializado de forma independiente, por ejemplo, quienes quieren aprender sobre informática pueden hacerlo, en muchos casos sin la guía de un especialista. Estas personas adquieren el conocimiento mediante guías, recomendaciones, manuales, medios interactivos y aplicaciones basados en computador. Este cambio ha generado nuevas inquietudes respecto a la forma de educar y así se han integrado mejores métodos y herramientas para el aprendizaje.

Una de las herramientas más comunes empleadas en la educación dentro del campo de la ingeniería es el simulador. Los simuladores se basan en modelos matemáticos programados en un software, prediciendo el comportamiento de un fenómeno, entre más preciso sea el modelo usualmente es más complejo. Además, debido a que el modelo no toma en cuenta la totalidad de las variables involucradas en el fenómeno, no constituye una representación exacta del

fenómeno, sino que es una aproximación, por lo tanto existen ciertos casos en que no es aplicable.

Otra opción en este campo consiste en emplear la Instrumentación Virtual como herramienta para la educación en ingeniería. Este enfoque consiste en el uso de los computadores junto a tecnologías que se han desarrollado en paralelo como: interfaces de comunicaciones, conversores A/D y D/A, almacenamiento de datos (DD y Floppy Disk), software de análisis matemático, entre otras .

Apoyados en estas últimas herramientas se plantea un laboratorio remoto como un instrumento didáctico que busca proporcionar al estudiante una forma rápida y eficaz de adquirir y aplicar conocimiento. Esto hace parte de una nueva filosofía de trabajo para las prácticas de laboratorio que estará basada en diseño, simulación, emulación e implementación. Además, mediante este laboratorio, es posible obtener información adicional del fenómeno a partir de la comprensión de conceptos básicos acerca del funcionamiento del mismo, contribuyendo de esta manera a la formación del estudiante dentro de la ingeniería.

El laboratorio al que nos referimos en este documento esta enfocado al estudio de las diferentes configuraciones de amplificadores electrónicos basados en transistor bipolar. Este consta de un hardware dedicado y un software interactivo que le permite al estudiante manejar fácilmente la herramienta, de esta forma el laboratorio no solo esta orientado a estudiantes especializados en electrónica, sino también a cualquier persona con conocimientos básicos en física de semiconductores. La aplicación no pretende simular los fenómenos, pues no aplica modelos, sino que realiza una implementación de forma remota.

II. JUSTIFICACION

El proyecto tiene su mayor impacto desde el punto de vista social, ya que brinda la posibilidad a cualquier estudiante de realizar practicas desde su casa.

Dado que los recursos de un laboratorio son por lo general limitados, y los costos de los equipos usados en electrónica son altos, no se tiene fácil acceso para el desarrollo de prácticas. Por lo tanto, se hace necesaria una herramienta como el laboratorio remoto, que permita el acceso a equipos de laboratorio sin estar sujeto a un horario de disponibilidad.

Mediante esta herramienta se espera apoyar a los estudiantes que no tienen recursos, descongestionando el laboratorio de electrónica y haciendo más eficiente el uso de los equipos. Además, se crea la posi-

Apoyados en estas últimas herramientas se plantea un laboratorio remoto como un instrumento didáctico que busca proporcionar al estudiante una forma rápida y eficaz de adquirir y aplicar conocimiento.

En el aspecto educativo, el laboratorio remoto optimiza el tiempo entre la implementación de un circuito y la toma de resultados.

bilidad de estudiar electrónica en programas de educación a distancia o educación virtual.

En el aspecto educativo, el laboratorio remoto optimiza el tiempo entre la implementación de un circuito y la toma de resultados. Adicionalmente, busca dar al estudiante una forma de analizar el comportamiento de un fenómeno real, permitiendo trabajar sin las limitaciones de los modelos.

El laboratorio no pretende formar profesionales sin el contacto real con los dispositivos, sino que permite realizar un análisis más profundo acerca del funcionamiento de los circuitos, mediante la recopilación de una mayor cantidad de datos.

III. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El módulo de laboratorio remoto está enfocado concretamente al estudio de las diferentes configuraciones de amplificadores de pequeña señal con transistores

bipolares (BJT) [4]. Con el objetivo de ayudar a comprender los diferentes esquemas, se permite realizar muchas variaciones en la configuración del circuito. Además, se proponen varias prácticas basadas en polarización del dispositivo y en su configuración como amplificador de pequeñas señales.

El módulo se encuentra constituido por cinco secciones: sistema de interfaz y control, sistema de conmutación, sistema de resistencias variables, sistema de muestreo de corriente y el software de aplicación. En la figura 1 se muestra el diagrama de bloques, mientras que en la figura 2 se muestra una fotografía del prototipo implementado.

Sistema de interfaz y control: Es la parte encargada del envío de señales de control desde el computador hacia los sistemas de conmutación y de resistencias variables. Además, se encarga de la adquisición de señales de voltaje provenientes del circuito configurado y los sensores de corriente. Está constituida por una tarjeta de adquisición PCI 1200 de National Instruments.

Para la adquisición de las señales analógicas desde el circuito implementado se dispone de 10 líneas de entrada en la tarjeta PCI 1200. De esta forma se registra y analiza la señal proveniente de cualquier punto del circuito. Esto incluye voltajes para la medición de la magnitud de la corriente usando amplificadores de instrumentación.

Sistema de conmutación: Esta compuesto de todos los interruptores (relevos) que se encargan de determinar una configuración a partir de la especificación deseada, seleccionada desde el software de la aplicación.

Este sistema se compone de 11 relés, los cuales permiten cambiar la configuración del BJT entre las más comunes (Figura 3).

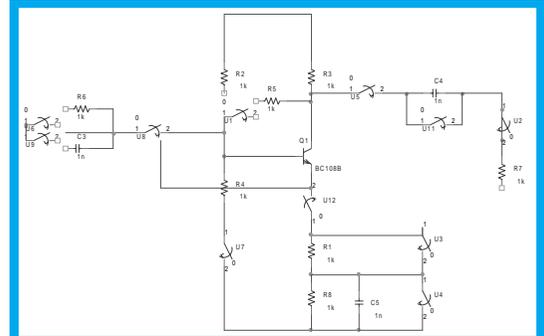


Figura 3. Módulo implementado, ubicación de relés y resistencias. Este circuito permite la configuración de los tres modos de trabajo del BJT.

Para configurar el sistema de conmutación a través del computador se cuenta con varias líneas de control: dos señales para controlar el cambio de estado del relé, y cuatro señales para seleccionar cual relevo debe cambiar.

Sistema de resistencias variables: Conformado por ocho resistencias variables de Microchip™, que permiten un rango de hasta 100kΩ. Estas son configuradas empleando tres líneas digitales provenientes de la tarjeta de adquisición de datos, empleando un canal digital y mediante el programa implementado en plataforma Labview™. La tarjeta envía información de temporización y datos de forma serial. Antes de configurarlas el programa revisa los valores para proteger las resistencias.

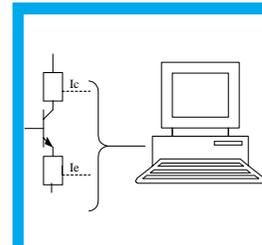


Figura 4. Sensores de corriente del módulo.

Sistema de muestreo de corriente: El objetivo de este sistema es brindar la posibilidad de registrar señales de corriente. Se encuentra constituido por dos amplificadores de instrumentación basados en amplificadores operacionales, los cuales

registran un voltaje sobre una resistencias de 1W. Una de las resistencias es colocada en serie del emisor del transistor y otra en serie con el colector del emisor (figura 4). Las señales que se obtienen son enviadas a las entradas analógicas de la tarjeta de adquisición.

Software de aplicación: Se desarrolló sobre Labview debido a que es una herramienta de diseño flexible, al mismo tiempo tiene una interfaz amigable para el usuario [3].

Mediante Labview son programadas y presentadas todas las señales que se le envían y reciben del módulo. El software diseñado permite al usuario escoger entre las diferentes configuraciones programadas, como se muestra la figura 5:

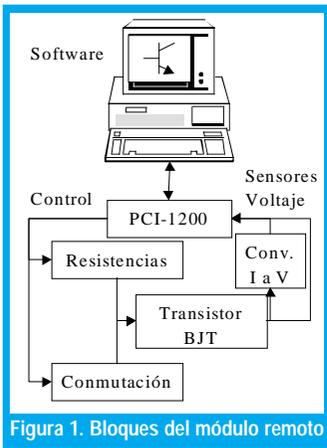


Figura 1. Bloques del módulo remoto

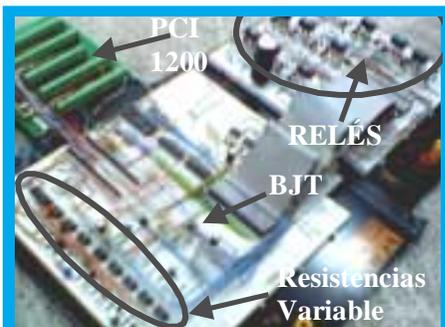


Figura 2. Foto del primer prototipo implementado. Se observa el sistema de conmutación (parte superior derecha), el sistema de resistencias variables (inferior izquierda) y la interfaz de la tarjeta de adquisición PCI 1200 de National Instruments.

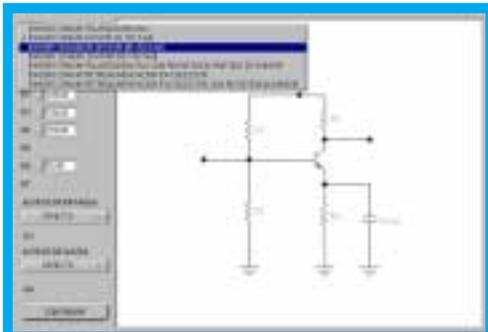


Figura 5. El usuario puede seleccionar la configuración que desea utilizar, las opciones planteadas se escogieron mediante un estudio de las configuraciones más comunes y utilizadas.

- Emisor común polarización fija.
- Emisor común divisor de voltaje.
- Emisor común seguidor de voltaje.
- Emisor común divisor de voltaje.
- Emisor común polarización fija con resistencia partida de polarización.
- Emisor común retroalimentación en colector.
- Emisor común retroalimentación en colector con resistencia emisor.

En la aplicación el usuario debe seleccionar la configuración, el valor de las resistencias de polarización (entre los permitidos por las resistencias digitales) y el tipo de acople.

Junto con el laboratorio remoto se plantea una metodología para que el estudiante resuelva sus prácticas de laboratorio, la cual consta de varios pasos:

- Plantear la solución analítica del problema.
- Simular dicha solución.
- Probarla sobre el Laboratorio Remoto.
- Construir el dispositivo final.

Los pasos anteriores le permiten al estudiante construir el amplificador de una forma más eficiente y con menor riesgo de fallas o daños respecto al planteamiento directo de la solución, además de brindar la posibilidad de examinar de forma virtual muchas variaciones del circuito.

Se pidió la colaboración por parte de profesores del proyecto curricular de Electrónica para evaluar la operación y funcionamiento del módulo. La finalidad de este análisis no fue otra que descubrir las necesidades que podrían presentar los alumnos para utilizar el Laboratorio Remoto de forma educativa. Al mismo tiempo también se pretendió averiguar nuevos usos que podrían dar dichos profesores al Laboratorio Remoto.

IV. TRABAJO A FUTURO

Para obtener un mayor desempeño del hardware implementado se ha planteado el reemplazo de los interruptores electromecánicos (relés) por dispositivos de estado sólido, como multiplexores digitales y análogos y relevos integrados. Esto trae como ventaja un menor consumo de energía, menor tiempo de configuración y simplificación de las interfaces.

Dentro de la metodología propuesta, se busca extender el laboratorio remoto a otras áreas de la electrónica como: control, comunicaciones, instrumentación, entre otras. La idea es poseer varios módulos que, al conectarse entre sí, permitan emular sistemas complejos.

CONCLUSIONES

En general, los laboratorios remotos se muestran como una herramienta útil para el aprendizaje en diferentes campos, incluyendo la ingeniería. Este tipo de desarrollos permiten un aprendizaje profundo en un menor tiempo, empleando las ventajas de la tecnología.

Con esta metodología es posible probar diversas soluciones, examinando cual presenta un mejor desempeño para una aplicación específica.

El módulo dedicado al manejo de amplificadores de pequeña señal con BJT ha demostrado que, al aplicar los adelantos tecnológicos a la educación, es posible desarrollar herramientas didácticas para el aprendizaje. Se espera que en el futuro, una buena parte del aprendizaje en electrónica se soporte en aplicaciones similares.

Este módulo de laboratorio remoto permite un estudio profundo de las diferentes configuraciones de amplificadores transistorizados. Facilita el desarrollo de las prácticas disminuyendo el tiempo de realización y los costos involucrados. Además, éste desarrollo nos acerca al futuro en la educación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente artículo agradecen a todas las personas involucradas en el proyecto aquí presentado, en especial a Andrés Pérez, Andrés Escobar y Miguel Escandón por su gran aporte y al personal del laboratorio de electrónica de la Universidad Distrital, por su gran colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GOLDBERG, H. "What is Virtual Instrumentation?". IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, Diciembre 2000., pag. 10-13.
- [2] URSUTIO, Doru. Teaching Physics on a virtual Laboratory. Departamento de física . Universidad de Brasov. Transilvania.
- [3] ESSICK, J. Advanced Labview labs. Ed. Prentice Hall, New Jersey, 1999.
- [4] BOYLESTAD, R; NASHESKY, L. Electronic Devices and circuits theory. Ed. Prentice Hall. 2001.

Ing Edmundo Vega

Ingeniero Electrónico. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Profesor de Ing. Electrónica Universidad Distrital. Jefe del Laboratorio de Electrónica. edvega@hotmail.com

Ing. Gerardo Muñoz

Ingeniero Electrónico, Universidad Antonio Nariño. MSc Universidad de los Andes. Profesor de Ing. Electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Coordinador Grupo LIV. gerar@ieee.org

Henry Roncancio, Hugo Velasco, Javier Ballén, Cesar Rodríguez

Estudiantes de Ing. Electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Miembros del Grupo laboratorio de instrumentación virtual, Universidad Distrital. liv@atenea.udistrital.edu.co