

Unidad modular para la ejecución de prácticas de instrumentación electrónica

Modular Unit for the Implementation of Practice of Electronic Instrumentation

Recibido: 10 de marzo de 2015 • Aceptado: 26 de marzo de 2015

Para citar este artículo: J. Vargas, N. González y L. Isaza «Unidad modular para la ejecución de prácticas de instrumentación electrónica», Ingenium, vol. 16, n.º 32, pp. 89-101, junio, 2015.



Javier Andrés Vargas Guativa*
Nelson José González Gaona**
Lauren Isaza Domínguez***

Resumen

Conscientes que la formación de técnicos y tecnólogos competentes en el área de instrumentación es un factor decisivo en el desarrollo institucional y regional, su formación con las competencias necesarias, adquiridas a través de las estructuras de aprendizaje en la academia, los habilitan para asumir los procesos de innovación y adecuación de equipos y procedimientos utilizados en la industria. Este reto en el esquema de formación, con desempeño eficiente en el contexto laboral exigido por las nuevas tecnologías aplicadas actualmente en la industria, es una alternativa que se debe asumir a nivel institucional y personal; como respuesta a lo anterior se diseñó un laboratorio para las prácticas de instrumentación, se estructuró sobre la base de la experiencia docente y profesional de cada uno de los integrantes, teniendo en cuenta la funcionalidad y efectividad como objeto facilitador del aprendizaje. El diseño se concibe

* M. Sc. Administración y Planificación Educativa UMECIT, La Gran Colombia, Ing. Profesor Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación: Macryp. E-mail: Javier.andres.vargas@unillanos.edu.co

** Esp. En pedagogía y Docencia Universitaria U. La Gran Colombia, Lic. Matemáticas y Física Universidad Libre, Profesor Facultad de Ingenierías Fundación CIDCA – Villavicencio. E-mail: nelson_gonzalez@cidca.edu.co

*** M.Sc. (c) en Tecnología Educativa Universidad de Santander, Esp. En Informática Educativa Universidad de Santander, Ing. Electro-mecánica U. Antonio Nariño, Profesora Fundación CIDCA Villavicencio. E-mail: lauren_isaza@cidca.edu.co

como un conjunto integral de cuatro (4) módulos que abarca las prácticas relacionadas con los contenidos programáticos del área de instrumentación y que permite fortalecer la formación específica del estudiante.

Palabras clave

Formación específica, Innovación, Instrumentación, Módulo, Prácticas.

Abstract

Aware that the formation of competent technicians and technologists in the field of instrumentation is a decisive factor in the institutional and regional development, training with the necessary skills, acquired through learning structures in academia, enable them to assume the processes innovation and upgrading of equipment and procedures used in industry. This challenge in the training scheme with efficient performance in the employment context demanded by new technologies currently applied in industry, is an alternative that must be undertaken at institutional and personal level; in response to the above for practical laboratory instrumentation was designed, structured based on the teaching and professional members each experience, considering the functionality and effectiveness in facilitating learning object. The design is conceived as a comprehensive set of four (4) modules covering practices related to program content in the area of instrumentation and specific training strengthens the student.

Keywords

Specific training, Innovation, Instrumentation, Module, Practices.

1. Introducción

La instrumentación electrónica es parte fundamental de los proceso industriales, ya que permiten el monitoreo de las diversas variables que intervienen en los sistemas de control y automatización. Con la globalización y la apertura de mercados internacionales la industria en general debe cumplir los estándares de calidad, tanto en los procesos como en los productos. La industria llanera ha iniciado la implementación de nuevos sistemas de instrumentación para optimizar los procedimientos industriales de medición de variables físico- químicas. Por lo cual la instrumentación, ha tomado gran importancia en el sector industrial y comercial, brindando la posibilidad de contar con equipos de detección de señales, toma de decisiones, control industrial donde requiere en gran medida la interacción, visualización y monitoreo de las variables físicas que se presentan en el entorno donde se encuentre el fenómeno a medir. Para este proceso la instrumentación electrónica utiliza etapas de acondicionamiento, donde se realiza la linealización, filtrado y acoplamiento de la función característica del sensor implementado en el instrumento. Teniendo en cuenta el avance de esta tecnología, se hace fundamental que los tecnólogos cuyo énfasis está basado en la automatización industrial conozcan los sistemas de instrumentación implementados en la actualidad. Por lo anterior, en el proceso de aprendizaje el Técnico o Tecnólogo debe tener la oportunidad de interactuar con el laboratorio de instrumentación,

permitiendo identificar las diversas tecnologías utilizadas en este campo y a su vez lograr desarrollar nuevas propuestas para el mejoramiento de los sistemas de medición electrónica existentes en el mercado. Hoy en día, la industria requiere personal técnico y tecnólogo calificado y competente en el campo de la instrumentación, por su parte las instituciones de educación superior tienen el compromiso de capacitar a este personal, disponiendo de laboratorios educacionales donde la interacción con ambientes simulados y prácticos sean semejantes a los que se encuentran en la industria regional. [1] [6]

La formación específica de técnicos y tecnólogos permitirá satisfacer la demanda en este campo; el tener acceso a equipos o laboratorios que orienten a los entornos reales les permitirá diseñar nuevos módulos integrales que garanticen apropiación de estos procesos de medición. La utilización de módulos de entrenamiento en acondicionamiento de señales, filtros de señales, digitalización y visualización en las asignaturas de sensórica e instrumentación en los programas de electrónica y electromecánica asegura al estudiante una apropiación práctica de contenidos operacionales y de funcionalidad indispensables para su buen desempeño, brindándole seguridad y confianza como cualidad humana, principal en todo proceso que requiera eficiencia y precisión. [1] [2]

Por definición, el diseño, como bosquejo, es una proyección del aspecto exterior que ha de presentar un producto determinado. El concepto llevado a los módulos presenta una connotación especial por cuanto hace referencia a los dispositivos físicos donde se arman los diferentes circuitos, utilizando sensores y otros elementos propios de la instrumentación electrónica. Los antecedentes en el diseño de ayudas educativas se remontan a los tiempos en que los seres humanos usaron representaciones y gráficas en su afán por comunicarse y hacer que sus ideas trascendieran en el tiempo; algunas civilizaciones lo hicieron en barro, otros en cavernas, otros más en piedra, fue con estos eventos que comenzaron a formarse las bases de lo que hoy conocemos como diseño. Paúl Muksenaar, arquitecto y escritor de textos relacionados con el diseño en general, reconocido por sus brillantes aportes al tema, afirma. “Se dice que los diseñadores utilizan y mezclan los descubrimientos de otras disciplinas para que al conjuntarlas formen sus diseños. Es por eso que los diseñadores mezclan valores y principios de otras disciplinas para obtener un todo funcional” [1] [9]

La enseñanza con modelos o diseños, no es mejor o peor que la enseñanza de tipo tradicional, pero brinda espacios únicos para la formación activa por la interacción que en ella se da, no por esto se puede afirmar que los procesos de aprendizajes utilizando las estructuras tradicionales no son válidas, es conveniente aclarar que cada una de ellas tiene sus propias ventajas y desventajas. Colombia se encuentra en un proceso de continua transformación de su generación educacional, se ha dado una transición de la sociedad tradicional a una sociedad de la información y la comunicación, como respuesta al proceso de industrialización que vive el país. Sin embargo, la educación superior se encuentra en una encrucijada entre fortalecer sus objetivos fundamentales, o buscar el equilibrio entre la tarea que implica la inserción en la comunidad internacional, es decir, entre el fomento de las capacidades genéricas o desarrollar conocimientos específicos, entre responder a las demandas de los futuros empleadores o adelantarse y descubrir un mundo futuro que pudiera sustentar de mejor manera el autoempleo.

La ley 30 de 1992 establece el marco general de toda la educación superior en Colombia, con ella se inicia la verdadera transformación educativa, exige los planes decenales y sectoriales de educación, como construcciones colectivas, desde este momento se inicia la autonomía Universitaria, permitiendo innovaciones en metodologías, procesos y técnicas, entre otras, para ofrecer la calidad esperada por cada institución de educación superior.

La resolución 3462 del 30 de Diciembre del 2003, conceptúa y legisla sobre los estándares mínimos de calidad por medio de las competencias en cada área específica, es importante ver la articulación de cada una de las características de calidad(estándar) para formar en los estudiantes de ingenierías propuestas de aprendizaje que enfatice en la utilización de los recursos tecnológicos, investigativos, matemáticos y aquellos que aseguren la optimización de los recursos para el desarrollo sostenible y el bienestar de la sociedad, orientada al uso de la comunicación y la tecnología para resolver diversas situaciones, sin dejar de lado el componente ético y bioético.

La ley 1188 del 2008 retoma y renueva la relevancia de los créditos académicos y la flexibilidad curricular, la organización de las actividades de aprendizaje, el desarrollo de la autonomía del estudiante propias de la universidad contemporánea, la ley 1286 del 23 de Enero del 2009 modifica la ley 29 de 1990, en ella se transforma a Colciencias en departamento Administrativo, por lo cual fortalece el sistema Nacional de ciencia, tecnología e innovación siendo esta una oportunidad para este tipo de desarrollos tecnológicos.

La evolución de la microelectrónica, de los paquetes informáticos y el desarrollo de nuevas tecnologías en el diseño de sistemas para la inspección de procesos, revisión de productos, aprovechamiento de servicios, estudio de calidad, entre otros, han permitido el desarrollo de potentes métodos computarizados de medida como el principal recurso en espacios de aplicación industrial.

La Instrumentación Electrónica es un área de conocimiento que suele abarcar muchas disciplinas técnicas. Lo más habitual es que los programas de las ingenierías contengan diferentes asignaturas dedicadas a cubrir los diversos aspectos que abarca la instrumentación como base también de otros temas, por lo que se suelen implementar un sinnúmero de cursos en este contenido por separado: Electrónica Analógica y Digital, Computadores, Microcontroladores, Sistemas y Control Automático, Física, Química, y otras áreas de estudio, la gran mayoría de las carreras técnicas e ingenierías contienen, además de las mencionadas anteriormente, especializaciones y diplomados de instrumentación, en todos sus ámbitos.[5]

El objetivo planteado en este proyecto es proponer un nuevo producto que les permita a los estudiantes experimentar bajo condiciones reales. La instrumentación electrónica es un sistema que combina diversas técnicas, equipos y metodologías concernientes al proceso de llevar una variable del medio físico-químico a una señal eléctrica, para ser percibida, registrada y visualizada, y así obtener la medición de la magnitud física de tal forma que sea entendible al ser humano.[3]

Los amplificadores operacionales emanan del campo de los sistemas analógicos donde se iniciaron a utilizar estas técnicas aproximadamente hacia los años 40. Su nombre se deriva del concepto de amplificador acoplado en corriente continua con entrada diferencial y ganancia extra alta, donde las características de funcionamiento se determinaban por los dispositivos de realimentación, así el mismo amplificador era capaz de realizar heterogéneas operaciones, iniciando el nacimiento de una nueva época en las nociones de circuitos. [7]

El uso integral de los AOS no comenzó realmente hasta los años 60, cuando principiaron a aplicarse las técnicas de estado sólido al diseño de circuitos amplificadores operacionales, elaborándose módulos que realizaban la circuitería interna del amplificador operacional por razón de diseño discreto de estado sólido. En aquel tiempo, a mediados de los 60, se implantaron los primeros amplificadores operacionales de circuito integrado. En unos pocos años los amplificadores operacionales integrados se convirtieron en un instrumento estándar de diseño, divisando aplicaciones mucho más allá del espacio original de los computadores analógicos. Con la posibilidad de producción en masa que las técnicas de fabricación de circuitos integrados suministradas, los amplificadores operacionales integrados habitaron disponibles en grandes cantidades, lo que, a su vez contribuyó a reducir su valor. El amplificador, que era un sistema formado por muchos dispositivos discretos, se ha desarrollado para convertirse en un componente discreto él mismo, una realidad que ha cambiado por completo el horizonte del diseño de circuitos lineales. [4]

2. Materiales y métodos

Para el desarrollo del laboratorio de instrumentación electrónica se utilizaron diversas técnicas como las utilizadas en la electrónica análoga, concerniente a amplificadores operacionales, conocimientos de sistemas de comunicaciones para el filtrado de señales como los filtros pasabajos, pasaaltos y pasabandas, la técnica de electrónica digital para la conversión de señales analógicas a señales digitales (ADC), decodificación, contadores binarios y visualización de señales, técnica de sistemas de control basada en los controladores proporcional, integral, derivativo y su necesaria combinación. [8].

Soportado en las técnicas anteriormente mencionadas y con software especializado en la simulación electrónica (Proteus, livewire, PCB wizard) que permitieron la realización de cada uno de los circuitos de los módulos del sistema. Se realizó el diseño electrónico de cada uno de los módulos de entrenamiento del laboratorio de instrumentación electrónica. El criterio de diseño del laboratorio se apoyó en los contenidos programáticos y las competencias necesarias que un estudiante de los programas de tecnología en electrónica y electromecánica debe adquirir en el estudio de la instrumentación electrónica.

El tipo de investigación fue aplicada porque se utilizaron los conocimientos apropiados para el desarrollo de un laboratorio que es de gran provecho a los estudiantes que inician en el área de la instrumentación electrónica. En la figura 1. Se presenta el diagrama de bloques seleccionado para este proyecto.

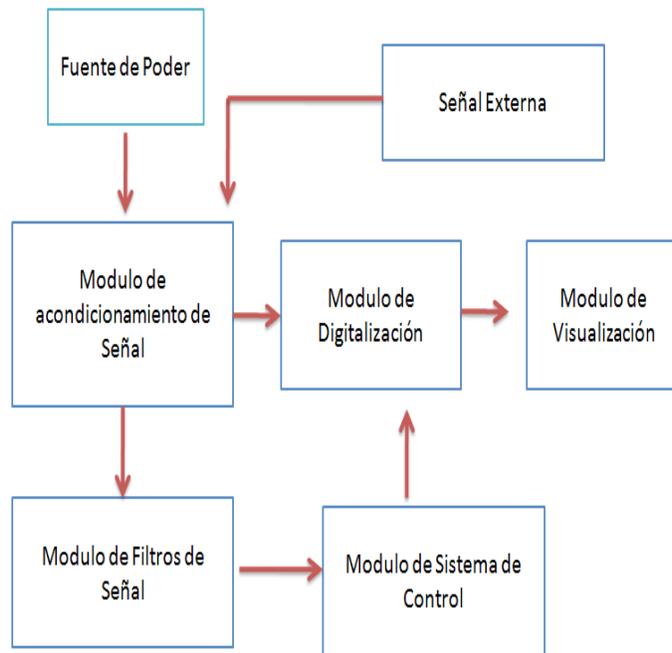


Figura 1. Diagrama de bloques del Laboratorio de Instrumentación

3. Resultados

El diseño del laboratorio para la realización de prácticas en el área de la instrumentación electrónica está basado en 4 módulos de entrenamiento los cuales le permiten al estudiante la manipulación de cada una de las etapas necesarias en el diseño de instrumentos electrónicos. Estas etapas se han enmarcado en 4 módulos de entrenamiento; El primer módulo de entrenamiento se denominó acondicionamiento de señal, el segundo módulo filtros de señales, el tercer módulo digitalización y visualización de señales, el cuarto módulo sistemas de control, de esta manera se satisfacen las practicas básicas, necesarias para fortalecer integralmente las competencias de los estudiantes en el área de la instrumentación electrónica.

3.1. Módulo de entrenamiento acondicionamiento de señal

En el análisis o diseño de instrumentos electrónicos que monitorean variables físicas es necesario recibir la señal de muestra con un comportamiento lineal, los dispositivos encargados de proveer la señal son los sensores pero no todos tienen una respuesta de lineal para la transducción de variables físicas a variables eléctricas, por lo cual se hace necesario acondicionar la señal para poder ser caracterizada y visualizada.

En la figura.2 se contempla el diseño electrónico e implementación plasmado en un diagrama esquemático del módulo de entrenamiento acondicionamiento de señal, en el cual se pueden desarrollar prácticas de amplificador inversor, amplificador no inversor, amplificador logarítmico, amplificador anti-logarítmico, amplificador sumador no inversor, amplificador sumador inversor y amplificador restador, las ganancias de los amplificadores dependen del diseño de cada práctica.

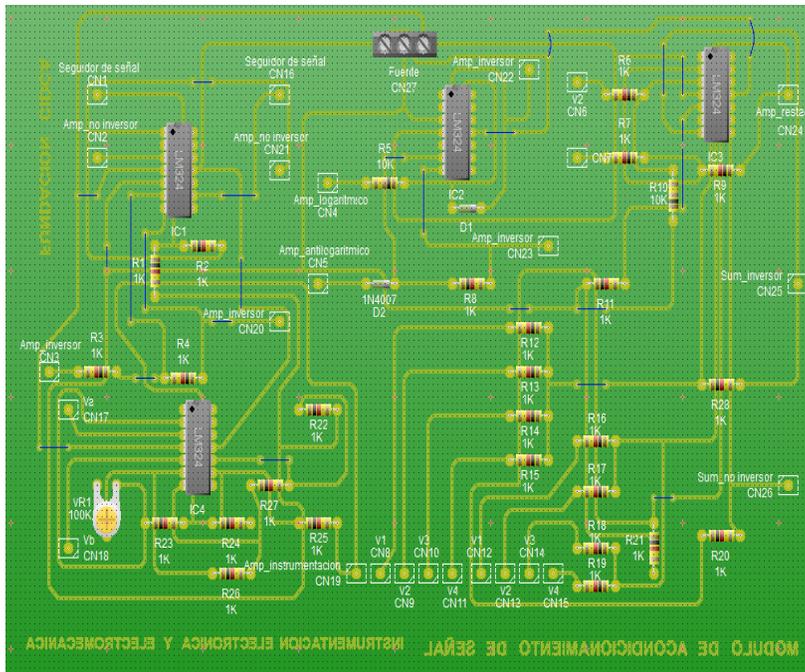


Figura 2a. Diseño del módulo de acondicionamiento de señal

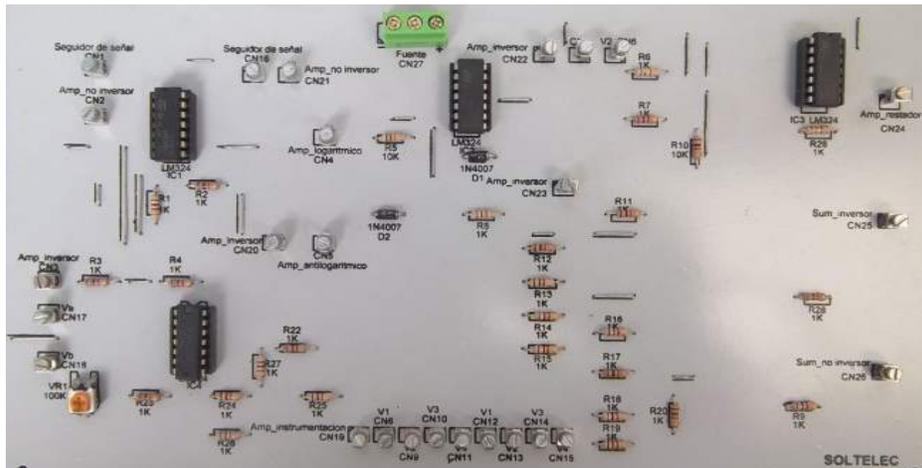


Figura 2b. Módulo de Acondicionamiento de señal

3.2. Módulo de entrenamiento filtros de señales

En el desarrollo del laboratorio de instrumentación electrónica se planteó como segunda etapa el módulo de entrenamiento filtros de señales ya que después que la señal a visualizar es acondicionada es necesario limitar, limpiar y filtrar la señal para su correcta digitalización. En la figura 3 se contempla el diseño electrónico plasmado en un diagrama esquemático del módulo de entrenamiento filtros de señales, en el cual se pueden desarrollar prácticas de filtro pasabajos de 2° y 3° orden, filtros pasa altas de 2° y 3° orden y filtros pasabandas de 2° y 3° orden, las ganancias y conexiones las determina el estudiante en cada uno de los diseños que experimenten.

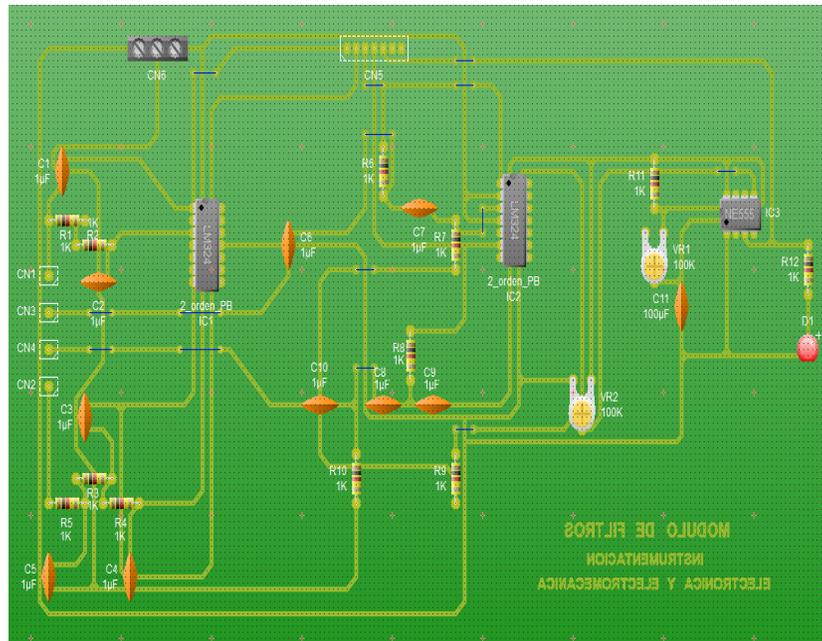


Figura 3a. Diseño del módulo de Filtros de señal

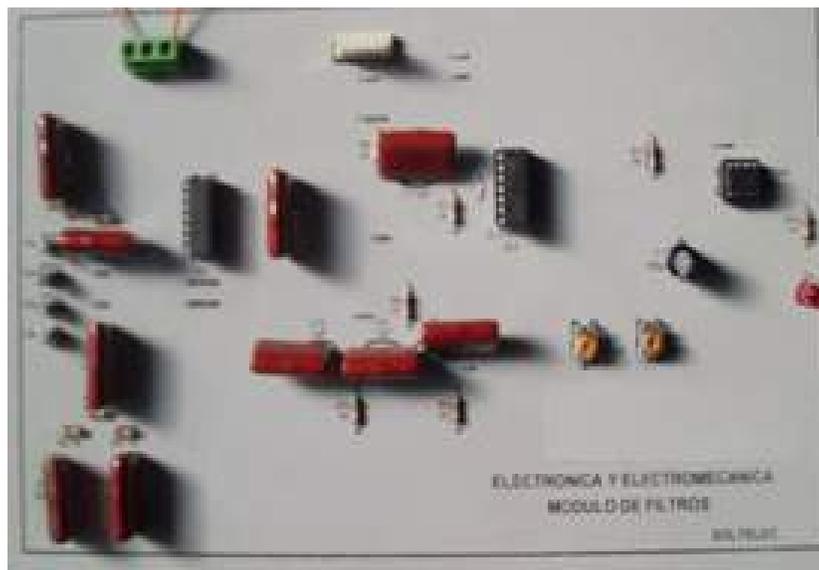


Figura 3b. Módulo de Filtros de señal

3.3. Módulo de entrenamiento digitalización y visualización

Los sistemas de instrumentación proceden a digitalizar y visualizar la señal cuando esta es debidamente acondicionada y filtrada para las señales analógicas, para las señales de corte y saturación se procede a llevar un conteo digital y su respectiva visualización.

En las figuras 4 se observa el diseño electrónico e implementación plasmado en un diagrama esquemático del módulo de entrenamiento digitalización y visualización de señales,

este permite dos aplicaciones, la primera permiten desarrollar prácticas de conversión analógica digital con velocidades de 100 microsegundos, la segunda aplicación permite desarrollar practicas con detectores para registrar y visualizar el conteo de la señal enviada, el contador implementado es síncrono, con visualización de 2 dígitos.

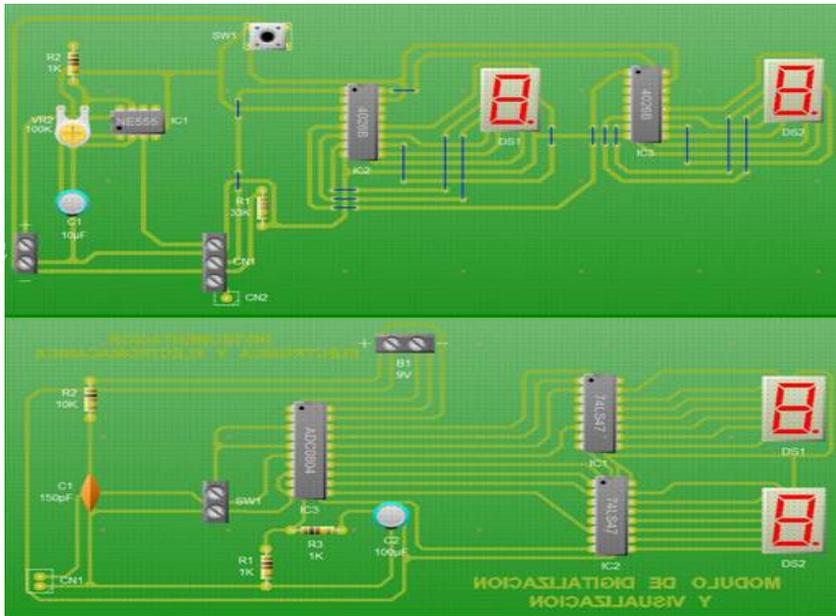


Figura 4a Diseño del módulo de digitalización y visualización aplicación contador



Fig.4b Módulo de digitalización y visualización aplicación contador

3.4. Módulo de entrenamiento sistemas de control

Los sistemas de instrumentación proceden a realizar control sobre las señales digitalizadas o filtradas, por esto la última etapa del laboratorio de instrumentación es el

módulo de entrenamiento sistemas de control en el cual se pueden realizar las prácticas en controlador proporcional, controlador derivativo, controlador integral, la combinación entre ellos siendo las más conocida e implementada en los sistemas de instrumentación los controladores PID. En la siguiente figura se plasma el diseño electrónico plasmado en un diagrama esquemático para este módulo.

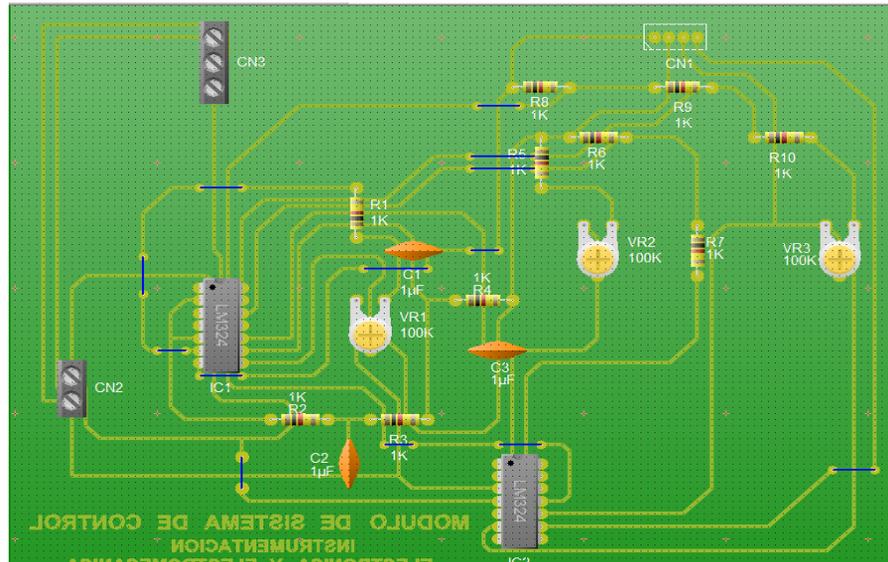


Fig.5.a Diseño del módulo de sistemas de control en PCB WIZARD

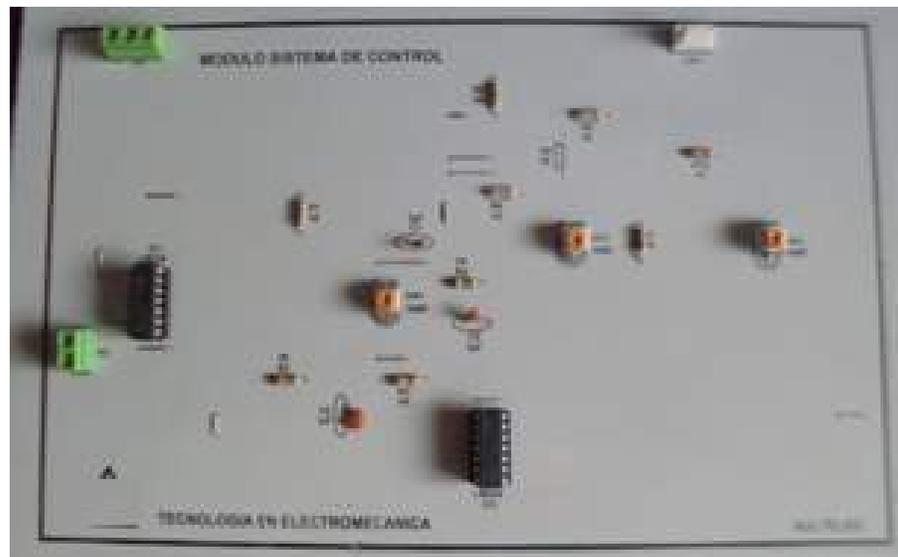


Fig.5.b Módulo de sistemas de control

3.5. Módulo principal

En esta fase se realiza la integración del módulo de filtros de señales, módulo de acondicionamiento de señal, módulo de digitalización y visualización de señales y módulo de sistemas de control en el banco de pruebas.



Figura 6. Implementación del módulo principal

4. Discusión

El diseño modular de la unidad permite adquirir destrezas y habilidades pertinentes para la instrumentación electrónica, fortaleciendo el proceso de enseñanza- aprendizaje por la facilidad que les brinda cada uno de los módulos dispuestos en la unidad, permitiendo que se fomente nuevos escenarios de aprendizaje y motivando la innovación de desarrollos tecnológicos.

La unidad de laboratorio permitió que los docentes del área orientaran la solución de problemáticas prácticas referente a la medición de variables reales, encontrando un recurso didáctico.

El proyecto se basó en los módulos básicos de un sistema de instrumentación electrónica, se encuentra enmarcado en el proceso que se le debe realizar a una variable eléctrica para representar su medición correspondiente a la variable física, está concentrado en el acondicionamiento, digitalización y control básico, no abarca sistemas más complejos para permitirle al estudiante ir en un proceso metodológico en la adquisición de la técnica de medir, sin embargo el laboratorio es modular permitiendo la ampliación de otras etapas de mayor complejidad y dominio de técnicas electrónicas de mayor especificidad, otra característica del laboratorio es su flexibilidad que permite la interacción con laboratorio de sensorica e instrumentación virtual.

La interacción de los estudiantes con la unidad modular permitió comprobar la usabilidad del equipo, logrando obtener la realización de prácticas correspondientes al curso de instrumentación fortaleciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje, cada módulo del equipo funciona de manera robusta y eficiente lo que permitió comprobación de teorías

electrónicas como la de amplificación y atenuación de señales, entre otras que se comprobaron, la flexibilidad del equipo permitió que los estudiantes comprobaron los diseños realizados para las mediciones deseadas.

Se realizó una conexión de la unidad con un banco de sensores obteniendo respuestas de acondicionamiento de señales óptimas con referencia a la amplitud, ganancia y linealidad, el tiempo de respuesta del sistema de digitalización fue apropiado permitiendo la visualización correcta de las variables medidas.

5. Conclusiones

La estructura modular del laboratorio permite acoplarse de una manera eficiente al contenido programático correspondiente al área de instrumentación electrónica, fortaleciendo el contenido teórico de los cursos relacionados con estos contenidos.

Debido a la practicidad del laboratorio el docente puede trabajar con problemáticas de medición en la industria para que los estudiantes encuentren la opción más óptima en la solución del problema.

El Laboratorio de instrumentación electrónica se caracteriza por ser modular esto permite la adecuación de otros módulos para ampliar el campo de acción abordando otros temas específicos de la instrumentación electrónica.

La característica del diseño del laboratorio es la flexibilidad, permitiendo que las señales de salida de cada módulo fueran conectadas a módulos sensorica, instrumentación virtual, sistemas de registros, microprocesadores y microcontroladores entre otros.

La practicidad que presenta el laboratorio permite desarrollar aprendizaje autónomo de estudiantes y docentes que quieran enriquecer sus conocimientos relacionados a la instrumentación electrónica, ya que permite la comprobación de configuraciones y acoplamiento de señales para dar tratamiento a una variable que se necesita visualizar.

El laboratorio esta metodológicamente diseñado para la manipulación y operación por estudiantes con niveles básicos de electricidad y electrónica que desean adelantar estudios y adquirir destrezas en la instrumentación electrónica.

El diseño abierto utilizado en el laboratorio permite acoplarlo para prácticas en las unidades de aprendizaje de electrónica análoga, en las prácticas relacionadas con amplificadores operacionales básicos, amplificadores lineales, filtros y sistemas de amplificación no lineales.

6. Referencias

- [1] González Gaona, N. J., & Vargas Guativa, J. A. (2009). Diseño de un laboratorio para la realización de prácticas en el área de la instrumentación electrónica.
- [2] Chacón Rugeles, R. (2002). La instrumentación virtual en la enseñanza de la Ingeniería Electrónica. *Acción Pedagógica*, 17(1), 80-88

- [3] [3] PALLAS A, Ramón. (2006). Sensores y acondicionadores de señal.
- [4] Editorial Marcombo. Cuarta edición. España. 6.
- [5] [4] ÁLVAREZ ANTÓN Juan Carlos y Otros. (2006). Instrumentación
- [6] Electrónica Paraninfo. Capitulo III. Bogotá.
- [7] [5] D.G.I.R.E. Subdirección de incorporación. Coordinación de supervisión académica. Escuela Tomas Alva Edison.
- [8] [6] MARI M. Richard. (2001) Diagnostico pedagógico. Universidad de Valencia. España.
- [9] [7] PEREZ, Miguel y otros. (2005) Instrumentación Electrónica.
- [10] [8] Benavides, G. A. M., & Morales, C. E. O. (2009). Laboratorio virtual basado en la metodología de aprendizaje basado en problemas, ABP. *Revista Educación en Ingeniería*, 4(7), 62-73.
- [11] [9] MUKSENARR, Paúl. (2009). Diseño de la información. Gustavo Gili. España. 14