



---

## Implementación de moduló electrónico utilizado para la enseñanza en la educación superior: Caso convolución analógica

Implementation of electronic module used for teaching in university: Analog convolution case

Centro Sur.  
Social Science Journal  
Marzo 2021 – E4  
<http://centrosureditorial.com/index.php/revista>  
eISSN: 2600-5743  
[revistacentrosur@gmail.com](mailto:revistacentrosur@gmail.com)

Atribución/Reconocimiento-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0  
Licencia Pública Internacional —  
CC BY-NC-SA 4.0  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>

---

Ximena Trujillo Borja<sup>1</sup>  
Jessica Usca León<sup>2</sup>  
Neiser Ortiz Mosquera<sup>3</sup>

---

### Resumen

La alta tasa de repitencia de la asignatura de sistemas y señales ha llevado a los docentes de la carrera de ingeniería en teleinformática de la Universidad de Guayaquil a innovar modelos educativos que permitan suavizar el aprendizaje de los estudiantes de quinto semestre en este tipo de asignaturas, ya que resultan complejas por la abundancia de temas relacionados con matemáticas avanzadas utilizados. Con el objetivo de que los estudiantes alcancen los logros de aprendizaje de la asignatura y reducir el número de estudiantes que pierden la misma, se implementó un módulo de convolución desarrollado con dispositivos de bajo costo accesible para los estudiantes, utilizando el software Matlab, Arduino IDE y en el hardware la placa Arduino Uno como tarjeta de adquisición junto a una pantalla TFT para mostrar los resultados del sistema. La validación de este módulo se realizó con una muestra

de 25 estudiantes que cursaban la asignatura a quienes se les realizó mediciones del aprendizaje mediante el método longitudinal con pre y post test del módulo implementado junto con su guía de desarrollo. Se evidenció la necesidad que tienen los estudiantes de afianzar los conocimientos teóricos mediante prácticas de laboratorio, la utilidad de dispositivos que permitan la visualización gráfica de las señales durante el proceso de la convolución, la

1 Universidad de Guayaquil, Guayaquil Ecuador  
[ximena.trujillo@ug.edu.ec](mailto:ximena.trujillo@ug.edu.ec), <https://orcid.org/0000-0003-2093-5906>

2 Universidad de Guayaquil, Guayaquil Ecuador  
[jessica.usca@ug.edu.ec](mailto:jessica.usca@ug.edu.ec), <https://orcid.org/0000-0002-4270-0916>

3 Universidad de Guayaquil, Guayaquil Ecuador  
[neiser.ortiz@ug.edu.ec](mailto:neiser.ortiz@ug.edu.ec), <https://orcid.org/0000-0002-1051-6102>

facilidad de realizar análisis al probar varios escenarios en poco tiempo, mejorando la comprensión del tema para que el estudiante pueda alcanzar el objetivo de aprendizaje planteado.

**Palabras Clave:** : Convolución, Método, Sistemas, Enseñanza, Procesamiento de datos.

## Abstract

The high repetition rate of the systems and signals subject has led the teachers of the engineering degree in teleinformatics at the University of Guayaquil to innovate educational models that allow them to soften the learning of fifth-semester students in this type of subjects since they are complex due to the abundance of advanced mathematics topics used. For the students to reach the learning achievements of the subject and reduce the number of students who lose the subject, a convolution module developed with low-cost devices accessible to students was

implemented, using the Matlab software, Arduino IDE and in the hardware the Arduino Uno board as an acquisition card together with a TFT screen to show the results of the system. The validation of this module was carried out with a sample of 25 students who were studying the subject and who had their learning measured using the longitudinal method with pre and post-tests of the module implemented together with its development guide. The need for students to consolidate theoretical knowledge through laboratory practices, the usefulness of devices that allow the graphic display of signals during the convolution process, the ease of analysis when testing various scenarios in a short time, improving the understanding of the subject so that the student can achieve the learning objective set, were highlighted

**Key words:** Convolution, Method, Systems, Teaching, Data processing.

## Introducción

Los docentes que imparten clases en el sistema de educación superior actualmente necesitan hacer uso de las nuevas tecnologías que van creciendo día a día, aún más, cuando sus estudiantes son los llamados nativos digitales, caracterizados por su amplio conocimiento de las tecnologías ya que nacieron con ellas, se destacan por comprender mejor de forma visual, realizar sus actividades bajo multitareas y suelen investigar en la red individualmente sobre todo lo que los rodea. (Prensky, 2001) Sin embargo, se conoce que los nativos digitales no siempre utilizan el potencial de sus características en su formación académica o investigativa ya que su fin preferido es el ámbito social y el entretenimiento. (Castro, Aguayo, & Estevez-Alberola, 2013) Ante esta realidad, los docentes tienen la obligación de actualizar sus métodos de enseñanza aprendizaje con los instrumentos disponibles, en las carreras de ingeniería que abarcan las áreas tecnológicas es aún más importante que los docentes utilicen nuevas herramientas para atraer el interés de los estudiantes hacia el conocimiento

impartido, ya que en la red de internet pueden encontrar mucha información sin clasificar que los puede desorientar del aprendizaje requerido.

En el caso de la carrera de Ingeniería en Teleinformática de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil, los estudiantes desarrollan prototipos de aplicaciones para: domótica, automatización, procesos industriales, transmisión de información, robótica entre otros.

Aprovechando ese conocimiento e interés por parte de los estudiantes en desenvolverse de forma práctica, algunos docentes del área de telecomunicaciones de la carrera han realizado un proyecto de investigación con el objetivo de generar un laboratorio de telecomunicaciones utilizando tarjetas de desarrollo de bajo costo y realizando guías de uso.

Uno de los problemas encontrados en la formación académica que aqueja a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática es la dificultad de entender los sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI), que utilizan la convolución como operación matemática e involucra una mayor comprensión de procesamiento de señales, así, los estudiantes de quinto semestre de la asignatura de Sistemas y Señales considerada la base del área de comunicaciones, disminuyen su rendimiento académico debido a que deben lograr el aprendizaje del manejo de señales tanto en el tiempo como en la frecuencia. Razón por la cual se busca realizar un sistema convolucional desarrollado en un software, en donde se pueda observar un sistema de convolución con varias señales analógicas y hacer uso de un hardware para mostrar los resultados.

Logrando que el proceso de convolución con señales analógicas se vuelva menos difícil para los estudiantes, despertando en ellos el interés en estas temáticas y mejorando su rendimiento, reduciendo la tasa de repitencia y deserción en la asignatura.

Los sistemas analógicos operan con una señal que continuamente va variando para dar una sensación, normalmente acústica o visual, de mayor o menor intensidad (Albertí, 2003). En donde, la convolución es de gran importancia entre las herramientas analíticas en la ingeniería de comunicaciones, debido a que es un buen modelo del proceso físico que ocurre en los sistemas de comunicación lineales, además ayuda a comprender la relación existente entre el dominio del tiempo y el dominio de la frecuencia.

La convolución se utiliza para determinar la señal de salida  $y(t)$  de un sistema lineal e invariante en el tiempo con una señal de entrada  $x(t)$  dada y con conocimiento de la señal de respuesta del impulso unitario  $h(t)$  del sistema. El funcionamiento de la convolución en tiempo continuo se define de tal manera que la función se realiza para señales y sistemas de tiempo continuo de longitud infinita. (Sánchez, 2014)

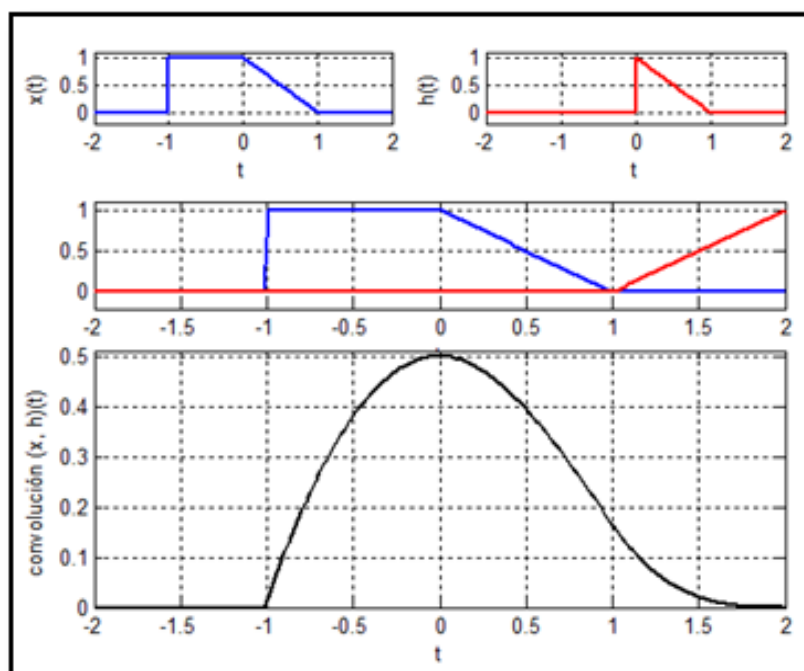


Figura 1. Sistema de Convolución

En la Figura 1 se muestra el proceso de convolución entre dos señales, que se obtiene al multiplicar las señales  $x(t)$  y  $h(t)$ , si se conoce la respuesta impulsional  $h(t)$ , la integral de convolución permite determinar la respuesta  $y(t)$  de un sistema lineal para cualquiera excitación de  $x(t)$ .

Para ello hay que tomar en cuenta dos funciones importantes: Impulso y escalón unitario, la cuales están relacionadas, ya que la derivada de la señal escalón unitario es la señal impulso unitario.

La integral de impulso unitario está definida matemáticamente en la ecuación 1:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1 \quad (1)$$

Y al tomar valores finitos se debe considerar que la propiedad del impulso unitario indica que el área bajo la curva es 1, entonces al integrar esta función por la ecuación 2 del impulso unitario se obtiene:

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\delta(t - \tau) dt \quad (2)$$

Desde el punto de vista de los sistemas lineales e invariantes en el tiempo, la convolución es el nexo entre el dominio del tiempo y el dominio de la frecuencia.

La salida,  $y(t)$ , de un sistema LTI correspondiente a una entrada  $x(t)$  está dada por la ecuación 3 con la integral de convolución de la de la señal de entrada  $x(t)$  y la respuesta del sistema  $h(t)$  a la función impulso unitario.

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) h(t - \tau) d\tau \quad (3)$$

Donde:

Para  $x(t)$  se hace el cambio de variable independiente a  $\tau$ .

Para  $h(t)$  se hace el cambio de variable independiente a  $\tau$ .

Además, se refleja y se desplaza la señal  $h(t)$ ,  $t$  unidades.

La integral de convolución permite verificar varios pasos:

1. Inversión de la señal  $h(-\tau)$ .
2. Desplazamiento en el dominio  $\tau$  de la señal  $h(-\tau)$  un tiempo  $t$ .
3. Producto de la función  $x(\tau)$  y  $h(t-\tau) d\tau$
4. Integral del producto que permite calcular el área bajo la curva de ese producto.

Adicional a todo esto se debe tomar en cuenta la relación entre las transformadas de Laplace y Fourier definidas en la ecuación 4 y ecuación 5.

$$L = \{x * h\} = x(s)h(s) \quad (4)$$

$$F = \{x * h\} = x(jw)h(jw) \quad (5)$$

## Materiales y métodos

En el desarrollo de esta investigación se ha utilizado el método bibliográfico para recolectar la información con respecto a trabajos pasados que se han realizado en el tema abordado, así, como las teorías matemáticas necesarias para la comprensión de la teoría a ser explicada, además para ampliar conocimientos sobre el software MATLAB y al uso del hardware Arduino Uno.

Para conocer las falencias de los estudiantes en el aprendizaje de la temática impartida, se utilizó el método de campo con la herramienta de la encuesta, misma, que fue aplicada también para establecer las mejoras que se produjeron con el uso de la guía y módulo de convolución.

Mediante el método deductivo se logró establecer los conceptos teóricos que más dificultad representan en los estudiantes durante el proceso de aprendizaje teórico y que pueden ser fortalecidos mediante la elaboración del módulo práctico que fue diseñado e implementado de forma experimental como se detalla a continuación.

El sistema de convolución se va a desarrollar en tres etapas las cuales serán:

1. Ingresar la señal de entrada  $x(t)$  con su respectiva frecuencia y amplitud.
2. Ingresar la señal  $h(t)$  indicando la frecuencia y amplitud.
3. Mostrar los resultados en el hardware.

### Componentes del módulo de convolución.

Las herramientas utilizadas para el desarrollo e implementación del módulo de un sistema convolucional fueron: el software Matlab y Arduino IDE en donde se desarrolló el entorno del sistema, como hardware el Arduino Uno que funciona como tarjeta de adquisición de datos mostrando los resultados en una pantalla TFT LCD.

La plataforma Matlab está diseñada para resolver problemas prácticos de ingeniería y matemáticas, con énfasis en aplicaciones de control, telecomunicaciones y procesamiento de señales, también proporciona una serie de soluciones específicas denominadas Toolboxes, las cuales ayudan a aprender y aplicar la teoría, son un conjunto de funciones que abarcan el entorno para resolver clases particulares de problemas como: procesamiento de señales, diseño de sistemas de control, simulación de sistemas dinámicos, identificación de sistemas, redes neurales y otros (Sanchez de la Rosa, s.f.).

En el ámbito académico y de investigación, es la herramienta estándar para los cursos introductorios y avanzados de matemáticas, ingeniería e investigación. En la industria

MATLAB es la herramienta usada para el análisis, investigación y desarrollo de nuevos productos tecnológicos, es utilizado en:

- Cálculos numéricos.
- Desarrollo de algoritmos.
- Modelado, simulación y análisis de prototipos.
- Análisis de datos, exploración y visualización.
- Visualización gráfica de datos con fines de investigación o académicos.
- Desarrollo de aplicaciones que requieran de una interfaz gráfica de usuario (GUI, Graphical User Interface). (Esqueda, 2002)

Además, MATLAB cuenta con dos herramientas adicionales que ayudan al estudiante a realizar simulaciones sin necesidad de un hardware, estas son: Simulink (plataforma de simulación multidominio) y GUIDE (editor de interfaces de usuario - GUI).

Adicional, se utiliza Arduino IDE que es un entorno de desarrollo en él que se realiza la programación de cada una de las placas de Arduino. Tiene como base el entorno processing al igual que un lenguaje de programación fundamentado en Wiring, Asimismo, tiene instalado como base el cargador de arranque (bootloader), el cual se ejecuta en el microcontrolador. Haciendo referencia al microcontrolador se puede decir que este hardware es programado por medio de un ordenador y para ello se hace uso de la comunicación serial por medio del convertidor RS-232 a TTL serial (TuElectronica.es , 2016).

### **Funcionamiento del módulo de convolución**

Para el funcionamiento del sistema de convolución se ingresa una señal  $x(t)$ , seguido de una señal  $h(t)$ , dando como resultado una señal de salida  $y(t)$ . El módulo del sistema de convolución funciona de la siguiente forma:

Ejecución del programa de convolución en tiempo en el software de Matlab, para lo cual se elige el tipo de señal de entrada  $x(t)$  con su respectiva amplitud y frecuencia, según el criterio de cada estudiante. Los tipos de señales de entrada  $x(t)$  disponibles son: de paso, seno, coseno, cuadrada, rectangular y exponencial, se elige el tipo de señal que actuará como señal  $h(t)$  siguiéndose el mismo procedimiento de la señal de entrada, indicando la amplitud y la frecuencia, los tipos de señales para  $h(t)$  disponibles son: de paso, seno, triangular, cuadrada.

Como última parte se muestra en la pantalla TFT el proceso de convolución de las dos señales  $x(t)$  y  $h(t)$ , así se puede observar la señal resultante del sistema de convolución.

### **Implementación del módulo de convolución**

Como ya se ha indicado el módulo de convolución consta de dos partes importantes: el programa de desarrollo de la operación de convolución y el proceso de visualización de los resultados de la misma. Por lo cual la programación en el software Matlab se desarrolla en un lenguaje de programa propio que es interpretado y puede ejecutarse tanto en el entorno interactivo, como a través de un archivo de script (archivos \*.m).

Para el desarrollo del código de programación hay que tener en cuenta los parámetros necesarios para la construcción de las señales y los comandos a utilizar.

La estructura que se plantea es la siguiente:

1. Se inicia las variables en el eje  $t$  del tiempo.

2. Se declara la variable de convolución.
3. Se construye la primera función  $x(t)$  con los respectivos intervalos y parámetros.
4. Se construye la segunda función  $h(t)$ .
5. Se hace uso del comando SWITCH-CASE para realizar las combinaciones posibles de las señales.
6. Se realiza una operación de convolución en un ciclo FOR para que se pueda observar la convolución en tiempo real.
7. Se realiza la inversión de  $h(t)$  y de la integral de la convolución, según la ecuación 3.
8. Al finalizar se pone el comando PAUSE para que se pueda ver la animación.

Para lograr una presentación amigable con el estudiante se ha utilizado la herramienta GUIDE de Matlab que se basa en programación para hacer o ejecutar programas según las necesidades del usuario.

Para la creación de un GUIDE es necesario ingresar a la ventana de comandos de MATLAB, ejecutando el comando `guide`, como se muestra en la Figura 2.

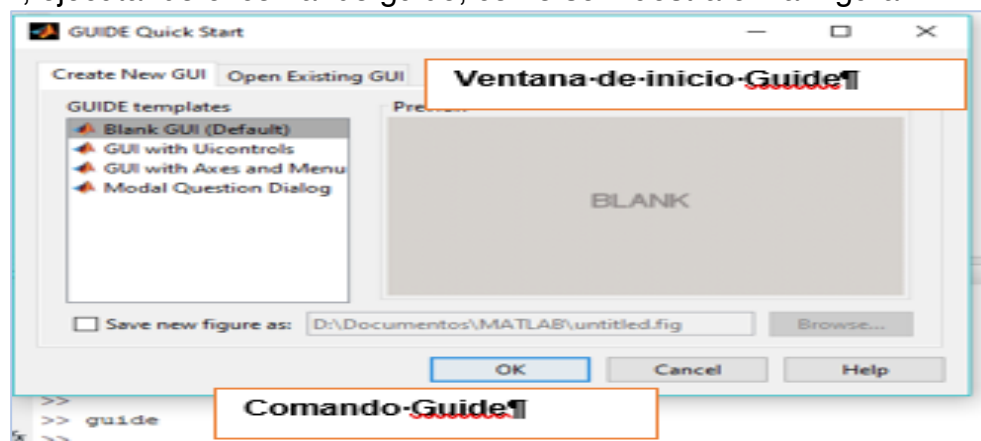


Figura 2. Comando Guide

Al ejecutarse el comando `Guide` se abre una ventana de inicio en donde se muestran las siguientes opciones:

- Blank GUI: Se encuentra un entorno en donde se puede diseñar el programa deseado.
- GUI with Uicontrols: Presenta un ejemplo en donde se puede calcular la masa dada la densidad y el volumen en cualquiera de los dos sistemas de unidades.
- GUI with Axes and Menu: Se puede ejecutar un programa con 6 tipos de opciones que son: Open, Print, Close, Popup menú, Push Botton y Axes.
- Modal Question Dialog: Muestra una imagen, una etiqueta y dos botones de Yes o No, que se ejecutan según la necesidad del usuario.

Para este caso se utilizó la opción de Blank Guide donde al seleccionar esta opción se encuentra una ventana con una paleta de componentes para poder configurar de tal manera que no sea molesto para el estudiante, como se muestra en la Figura 3.

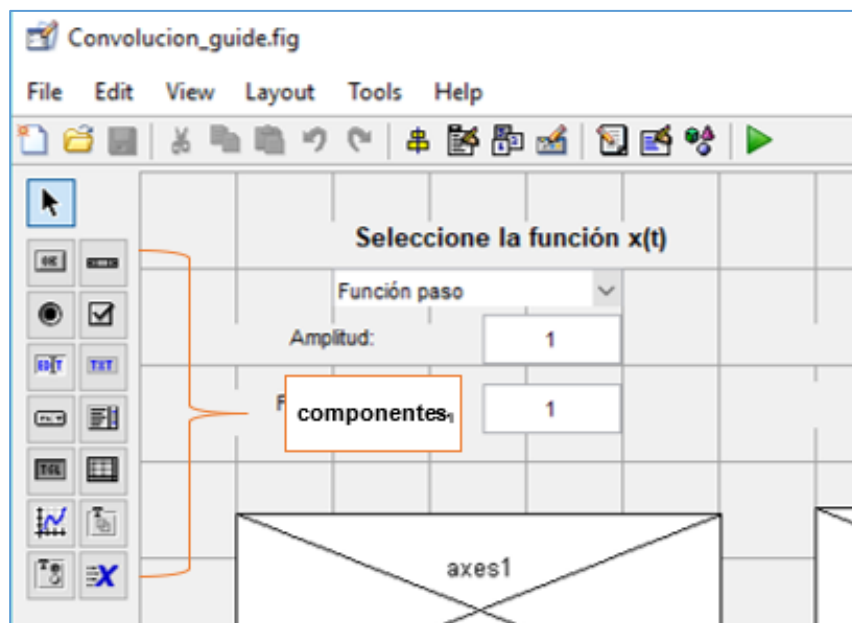


Figura 3. Componentes de ventana de archivo.

Además, se creó un archivo .m que contiene todas las ecuaciones del proyecto a desarrollar que a su vez no deben ser modificadas ya que son las que permiten ejecutar la interfaz. Una vez creado el archivo .m para la ejecución del sistema convolucional se tendrá que realizar la petición del comando Callback, desde el archivo fig, comando como se muestra en la Figura 4 que ayuda a direccionar al espacio en el punto n que está reservado para la función que va a realizar el botón. Al haber configurado tanto el entorno gráfico como el entorno de programación ya se puede hacer uso del nuevo programa para el análisis de las señales analógicas en el sistema convolucional.

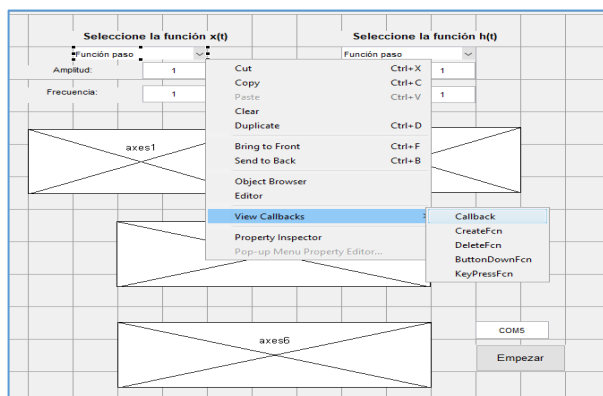


Figura 4. Comando Callback – Componentes de archivo .fig

Ahora se presenta parte de la programación realizada sobre Arduino IDE, donde es necesario realizar otro tipo de codificación para que la placa ARDUINO UNO funcione como una tarjeta de adquisición de datos y pueda mostrar los resultados en la pantalla, como se muestra en la Figura 5.

1. Se inicia con las diferentes librerías que se van a utilizar.
2. Se define el puerto que se van a utilizar para recibir los datos enviados, para leerlos y escribirlos.

3. Se realizan varias sentencias if-else en donde se van a leer las instrucciones para enviar los datos a la pantalla.

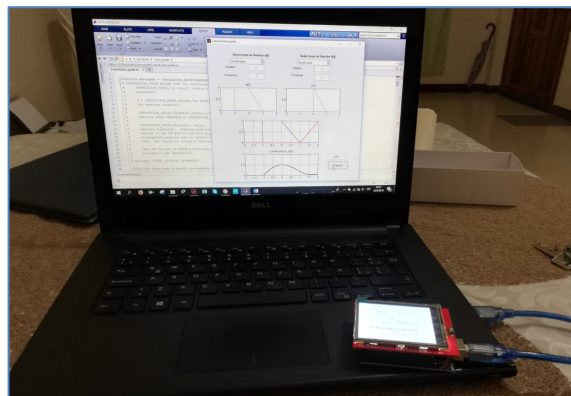
```
pantalla_tft

void loop() {
  //LEE INSTRUCCIONES POR SERIAL
  if (Serial.available()>0){
    s = Serial.read();
    if(s == 'x'){
      tft.setTextColor(RED);
      tft.setTextSize(2);
      tft.setCursor(60,10);
      tft.println("x(t)");
      tft.setTextSize(1);
      delay(5);
      for(int i=0; i<muestras; i++){
        data=Serial.readStringUntil('+');
        vx[i] = data.toInt();
      }
      for(int i=0; i<muestras; i++){
        tft.setCursor(20+i,50-vx[i]);
        tft.print(".");
      }
      for(int i=0; i<muestras; i++){
        tft.setCursor(110+i,120-vx[i]);
        tft.print(".");
      }
    }
    if(s == 'h'){
      tft.setTextColor(BLUE);
      tft.setTextSize(1);
      -- --
    }
  }
}
```

*Figura 5.* Codificación de Entorno Arduino IDE

Con el análisis de señales analógicas en un sistema convolucional se pudo examinar el comportamiento de las diferentes señales en un sistema convolucional, que con ayuda de software y hardware se pueden obtener valores muy próximos a los resultados obtenidos teóricamente.

En la Figura 6 se puede observar cómo funcionan algunas señales al ser implementadas en un sistema de convolución en donde tienen diferentes amplitudes y frecuencias.



*Figura 6.* Conexión de software con hardware

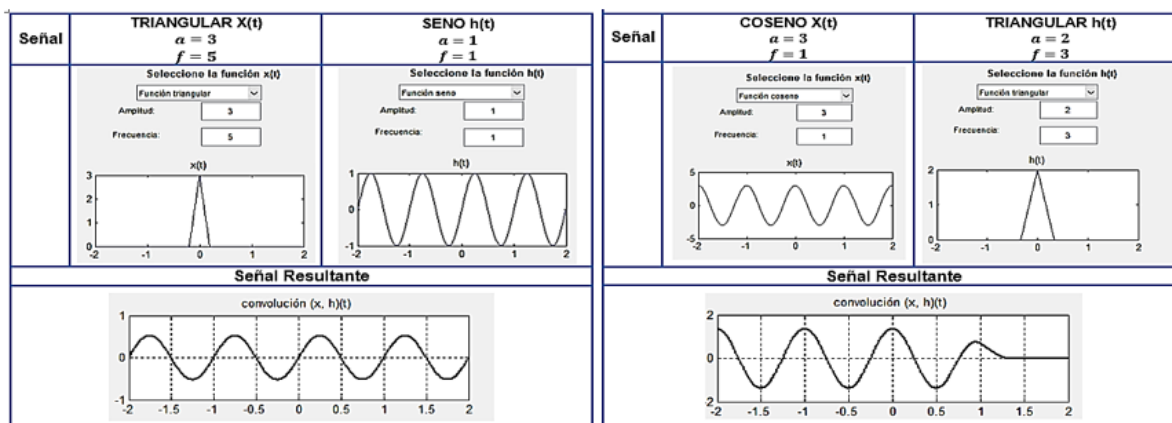


Figura 7. Comportamiento de señales analógicas

En la Figura 7 se puede observar que las amplitudes y frecuencias son bastantes bajas, esto se debe a que al hacer uso de un hardware (pantalla) pequeño se limita al número de muestras para poder observar de una forma nítida la imagen de la señal resultante, debido a esta limitación se toma valores bajos, sin embargo, si se puede dar valores altos y visualizarlos en el software.

## RESULTADOS

Para el desarrollo del proceso de investigación se seleccionó a individuos que cumplieran con necesidades comunes para la recolección de datos, es decir, la población son los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática de la Universidad de Guayaquil, en donde, como muestra se tomó a los estudiantes de quinto semestre, paralelo 1.

El total de estudiantes matriculados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática tomado como población es de 546 alumnos, siendo la muestra de 25 alumnos que cursan el 5to semestre de la carrera, quienes serán tomados en cuenta para la realización de la pre y post encuesta.

La muestra tomada ha sido seleccionada debido a que cumplen con características comunes las cuales ayudarán a obtener datos concisos para conseguir conclusiones con respecto al uso de laboratorios, nivel de conocimientos de los estudiantes y el tiempo que tarda en realizar algún tipo de implementación electrónica.

Al no recurrir a la misma persona encuestada se determina que cada individuo representa un porcentaje y a un número determinado de personas para la recopilación de información, esta acción es conocida como la fracción de muestreo y el factor de elevación, que en el presente estudio se obtuvo 4,57 y 21.84 respectivamente.

En donde cada individuo representará a 21 personas aproximadamente, cifra que ayuda a que no se repita la misma encuesta a la misma persona.

Según la pre encuesta realizada para saber si los estudiantes tenían conocimientos sobre el manejo de herramientas de laboratorio como hardware y software y su interés por hacer uso de laboratorios para su enseñanza, se plantearon las preguntas 1, 2, 3 y 4 como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. *Opinión del uso de laboratorios en la Carrera de Ingeniería en Teleinformática pre encuesta*

N	PREGUNTA / OPCIÓN	PORCENTAJE
1	Las prácticas de laboratorio son necesarias para la parte teórica dentro de la formación académica.	84
	Totalmente de acuerdo.	16
	De acuerdo.	0
	Descuerdo	0
	Totalmente desacuerdo	
2	Los laboratorios y sus equipamientos son adecuados para la enseñanza aprendizaje de los estudiantes.	12
	Si están equipados y son adecuados.	68
	Falta equipamiento en los laboratorios.	20
	No existe equipamiento.	0
	No son necesarios para los estudiantes.	
3	Las prácticas de laboratorio optimizan tiempo, dinero y espacio, tanto para los estudiantes como para los docentes.	20
	Totalmente de acuerdo.	72
	De acuerdo.	8
	Descuerdo	0
	Totalmente desacuerdo	
4	Es necesario que los estudiantes manejen más software que hardware para facilitar las prácticas en el laboratorio.	25
	Totalmente de acuerdo.	54
	De acuerdo.	21
	Descuerdo	0
	Totalmente desacuerdo	

Al hacer referencia al método aplicado para el desarrollo del sistema de convolución teórico - práctico, es posible observar que el porcentaje de aceptación es del 84%, es decir están de acuerdo en que la metodología teórica-práctica sea implementada en la Carrera de Ingeniería en Teleinformática, además, concuerdan un 79% que hacer uso de software y hardware reduce tiempo y costos al momento de hacer algún tipo de implementación electrónica.

Luego de que los estudiantes utilizaran el módulo de convolución implementado, se realizó una post encuesta en donde, de acuerdo a los resultados obtenidos, en las preguntas 1, 4, 6, 7 y 10 que se observan en la Tabla 2 y hacen referencia al método

de enseñanza teórico práctico en las carreras de ingeniería, se reafirmó el impacto de este tipo de metodología en los estudiantes, en donde el 56% de estudiantes está de acuerdo que son más comprensible las clases teóricas cuando van acompañadas con algún tipo de implementación y que para esto es necesario tener laboratorios con los equipos adecuados.

También se puede observar que el 100% de la muestra tomada está totalmente de acuerdo en que deben existir capacitaciones para el manejo de nuevos softwares que ayuden a optimizar tiempo en las implementaciones de los proyectos propuestos por el docente.

Tabla 2. *Opinión del uso de laboratorios en la Carrera de Ingeniería en Teleinformática pos encuesta*

N	PREGUNTA / OPCIÓN	PORCENTAJE
1	Al haber realizado la práctica en el laboratorio, la clase teórica fue más comprensible.	
	Totalmente de acuerdo.	44
	De acuerdo.	56
	Descuerdo	0
	Totalmente desacuerdo	0
4	La información de la guía de laboratorio y su explicación fue detallada y apporto en sus conocimientos teóricos.	
	Totalmente de acuerdo.	39
	De acuerdo.	61
	Descuerdo	0
	Totalmente desacuerdo.	0
6	Los resultados obtenidos a través del dominio del tiempo tienen similitud con los resultados teóricos.	
	Totalmente hay similitud	32
	Si tienen similitud.	69
	Poca similitud	0
	Nada similitud	0
7	Es necesario capacitar a los estudiantes sobre el manejo de Matlab y Arduino IDE.	
	Totalmente de acuerdo.	100
	De acuerdo.	0
	Descuerdo	0
	Totalmente desacuerdo	0
10	Es necesario para el aprendizaje de los alumnos que los laboratorios sean adecuados para las distintas carreras de la facultad de ingeniería industrial	

---

Totalmente de acuerdo.	81
De acuerdo.	19
Descuerdo	0
Totalmente desacuerdo	0

---

## Discusión

Durante el desarrollo del módulo se tuvieron algunos inconvenientes para visualizar los resultados en la pantalla que es de pequeño tamaño, se debían mostrar todos los pasos del desarrollo matemático en forma gráfica ya que se determinó que los estudiantes tenían problemas para interpretar las formas de las señales después de realizar los procesos matemáticos.

En los resultados se ha podido observar que tanto el módulo como la guía de uso que se aplicó ayudaron a los estudiantes en su aprendizaje de los conocimientos impartidos, aún cuando se ha utilizado un mayor tiempo en la explicación del uso del módulo ya que los estudiantes se toman tiempo para realizar las conexiones entre los dispositivos utilizados y la manipulación de las señales utilizadas. Quedando la necesidad de mejorar esos tiempos que resultan ser valiosos dentro del aula de clases en contacto con el docente.

Existen varios estudios realizados sobre desarrollos de herramientas de enseñanza para las ingenierías entre los que se han analizados los referentes a uso de internet (Moreno, 2005), dispositivos implementados (Eladio Flores Martínez, 2018), prácticas junto con guías de desarrollo (Camilo Quintáns, 2017) que muestran un buen nivel de aceptación entre los estudiantes y los docentes. Así como este módulo se pueden desarrollar otros que sean herramientas de enseñanza de esta asignatura y de otras que han mostrado niveles de repitencia altos en la carrera de ingeniería en teleinformática.

## Conclusiones

El desarrollo del módulo de convolución permitió a los docentes del área de telecomunicaciones de la carrera de Ingeniería en Teleinformática, determinar si una herramienta experimental gráfica ayudaba al estudiante a mejorar su aprendizaje del tema de convolución analógica, concluyéndose que el mismo fue mejor comprendido y los estudiantes mostraron un mayor interés en su estudio.

Al implementar un módulo basado en tarjetas de desarrollo de bajo costo como Arduino, cuyo manejo los estudiantes aprenden en asignaturas previas, se observó que ellos se sintieron entusiasmados al poder aplicar e integrar sus conocimientos en nuevas asignaturas y en temáticas que les resulta aburrido conocer.

Al obtener una respuesta positiva por parte de los estudiantes ante el uso de módulos desarrollados para temáticas específicas, definitivamente se debe continuar utilizando este tipo de herramientas para ayudar en el proceso de enseñanza aprendizaje, que los docentes realizan en sus clases, más aún en semestres de nivel medio donde los

estudiantes tienen un sin número de dudas sobre la real aplicación de la carrera que se encuentran cursando.

No se puede dejar de lado el diseño de guías que permitan a los estudiantes comprender adecuadamente las instrucciones para la utilización del módulo ya que el fin es que comprendan la temática tratada, mas no, el software o hardware utilizado.

## Referencias

- Albertí, E. B. (2003). *Research Gate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/266046798\\_Senales\\_y\\_sistemas\\_de\\_tiempo\\_discreto](https://www.researchgate.net/publication/266046798_Senales_y_sistemas_de_tiempo_discreto)
- Camilo Quintáns, J. F.-A. (2017). Aprendizaje Práctico de Sistemas Electrónicos Digitales a través de Proyectos Semiguizados. *VAEP - RITA*, 27-34.
- Castro, O. J., Aguayo, L. C., & Estevez-Alberola, M. d. (2013). *Nativos digitales en los entornos universitarios*. Recuperado el 29 de 6 de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6505462>
- Eladio Flores Martínéz, P. R. (2018). Diseño y construcción de prototipo de entrenamiento para prácticas en instrumentación y control. *Pistas Educativas*, 459-472.
- Esqueda, J. J. (noviembre de 2002). *Matlab e interfaces Gráficas*. Obtenido de [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Identificacion/matlab\\_seminar/docs/Matlab6xConatec.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Identificacion/matlab_seminar/docs/Matlab6xConatec.pdf)
- Moreno, F. A. (2005). Recursos didácticos basados en internet para el desarrollo del a enseñanza de materias del área de ingeniería de sistemas y automática. *Revista Iberoamericana de Automática e Infomática Industrial*, 93 -101.
- Prensky, M. (2001). Nativos e Inmigrantes Digitales. *Cuadernos SEK 2.0, Adaptación al castellano del texto original "Digital Natives, Digital Immigrants"*, 6.
- Sanchez de la Rosa, J. L. (s.f.). *1.1 Descripción de MATLAB*. Obtenido de Nereida.deioc.ull.es: <http://nereida.deioc.ull.es/~pcgull/ihiu01/cdrom/matlab/contenido/node2.html>
- Sánchez, E. (2014). *Sistemas y Señales*. Recuperado el 2018, de [http://enrique.sanchez.webs.uvigo.es/PDFs/125\\_Temal-Senales.pdf](http://enrique.sanchez.webs.uvigo.es/PDFs/125_Temal-Senales.pdf)
- TuElectronica.es . (2016 de julio de 2016). *Que es Arduino IDE*. Obtenido de [tuelectronica.es: https://tuelectronica.es/que-es-arduino-ide/](https://tuelectronica.es/que-es-arduino-ide/)