



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

## PROCESAMIENTO ANALÓGICO DE SEÑALES DE AUDIO CON CONTROL DIGITAL DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIANTE MENSAJES OSC

43.75.+a

Fernando Vera  
Universidad Nacional de Rosario  
San Juan 669 p12 d2  
Rosario  
Argentina  
+54 9 341 6 293272  
[fv.fernandovera@gmail.com](mailto:fv.fernandovera@gmail.com)  
[fvera@fceia.unr.edu.ar](mailto:fvera@fceia.unr.edu.ar)

**Palabras Clave:** Acústica, Procesamiento de señales, OSC.

### ABSTRACT

The present work originates as a result of research into the use of technologies in Embedded Systems for Internet of Things (IoT). The device consists of an electronic system that can process analog audio signal, which allows the control of its characteristic parameters through an application on a mobile device. An OSC message is sent through the mobile device to the design system, it generate an analog output that is used as control signal of an amplifier VCA voltage controlled.

### RESUMEN

El presente trabajo se origina producto de una investigación en el uso de las tecnologías en sistemas embebidos para Internet de las cosas (IoT). El dispositivo consiste en un sistema electrónico capaz de realizar procesamiento analógico de una señal de audio, el cuál permite el control de sus parámetros característicos mediante una aplicación en un dispositivo móvil. Se envía un mensaje OSC mediante el dispositivo móvil al sistema diseñado, este se encarga de generar una salida analógica que se utiliza como señal de control de un amplificador controlado por tensión VCA.

## INTRODUCCIÓN

La utilización de herramientas de Internet de las Cosas (IoT) ha avanzado en distintas áreas de la ingeniería electrónica. Esta tecnología se implementa en el área de audio tanto en consolas digitales controladas mediante tablets como en interfaces de audio para Raspberry, entre otras. Previa a esta investigación se trabajó en procesamiento de señales de audio mediante programación en Supercollider utilizando Raspberry junto con la interfaz Pisound, recibiendo datos OSC de un dispositivo móvil.

El objetivo de este trabajo de investigación es conectar la tecnología de IoT junto con la electrónica de audio para brindar nuevas herramientas didácticas en la comunidad de la FCEIA-UNR y FHUMYAR-UNR.

Se explicarán las diferentes opciones elegidas para la implementación de los circuitos de electrónica de audio y generación de señales de control, se realizarán comparaciones de desempeño de los distintos métodos desarrollados y por último se mostrarán resultados.

## RESUMEN

En este trabajo se explicará cómo realizar una comunicación mediante el protocolo OSC enviando datos desde un dispositivo móvil a un sistema embebido capaz de recibir esos datos y controlar la amplitud de una señal de audio analógica mediante un VCA. Se diseñó una aplicación que posee un fader de volumen y encendido y se verificó el funcionamiento del mismo.

## CONCEPTOS

Se plantearon dos posibles soluciones, la primera consiste en un sistema compuesto por un kit de desarrollo de NodeMCU que contiene el módulo ESP8266 que envía datos serie mediante el estándar de comunicación SPI a un convertor digital analógico encargado de controlar la amplitud de la señal mediante un módulo VCA, el mismo fue construido utilizando un amplificador operacional de transconductancia LM13700. Este sistema se complementa con un dispositivo móvil que se encarga de enviar datos OSC. Se puede observar en la figura 1 el siguiente diagrama.

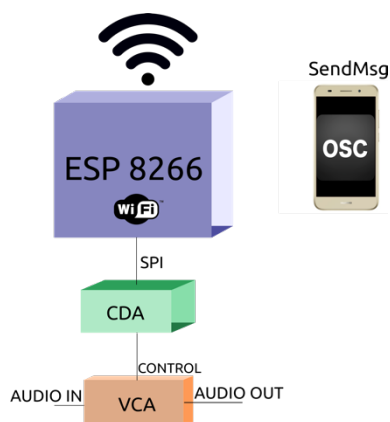


Figura 1. Diagrama general de la solución implementando control con SPI y CDA.

Por otro lado se planteó como segunda solución un sistema compuesto por el kit de desarrollo de NodeMCU, el mismo genera una señal PWM que es filtrada con un circuito en configuración

pasa bajos para obtener un nivel de tensión continua, con esta señal de control se procesa la señal de entrada de audio modificando su amplitud mediante un circuito VCA implementado con una resistencia dependiente de la luz. Se puede observar dicho esquema en la Figura 2.



Figura 2. Diagrama general de la solución implementando control con PWM.

## DESARROLLO

A continuación se detallarán las dos soluciones propuestas, se desarrollarán los circuitos dos VCA implementados, las dos estructuras de control y los esquema general del código programado mediante el lenguaje Python.

### VCA implementados

Se detalla a continuación dos circuitos VCA implementados.

#### VCA implementado mediante el amplificador de trasconductancia LM13700.

Se utilizó el circuito indicado en la figura 3, el mismo es la solución que brinda el fabricante como una aplicación típica de este circuito integrado. Por otro lado se agregaron capacitores en la fuente para mejorar la relación señal ruido.

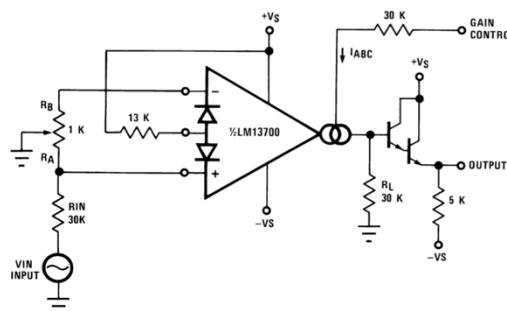


Figura 3. VCA implementado con LM13700

Se diseñó el circuito impreso mediante el software Kicad. Se observa a continuación en las figuras 3, 4 y 5 la capa de pistas de diseño, un modelo 3D del mismo y una fotografía de la implementación

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

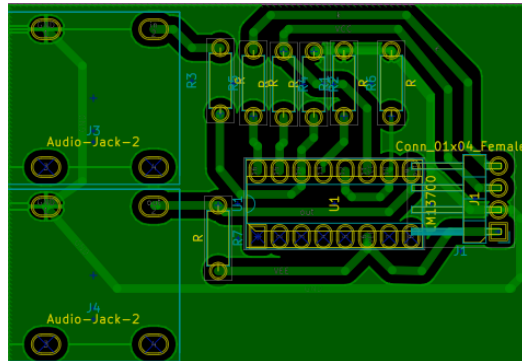


Figura 4. Diseño mediante el software Kicad.

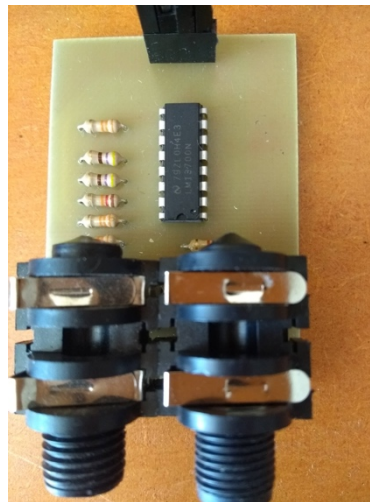


Figura 5. Fotografía del circuito realizado.

Este circuito tiene una curva característica como se indica en la figura 6.

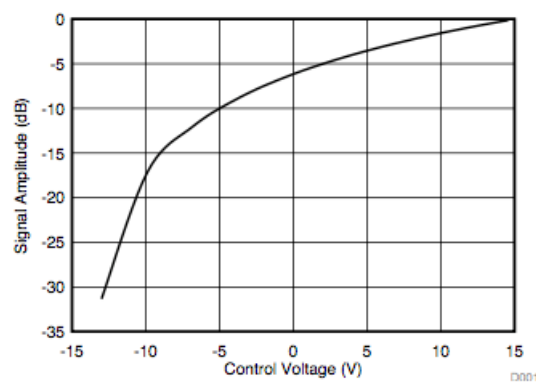


Figura 6. Curva característica de VCA implementado con LM13700

### VCA implementado mediante amplificador operacional y LDR.

Se planteó una solución para el procesamiento de la señal mediante la implementación de un circuito con un amplificador operacional en configuración seguidor, la señal de entrada se aplica directamente a un divisor resistivo formado por un LDR y una resistencia, el valor de resistividad del componente LDR es modificado mediante la cantidad de luz que emite un led, este es excitado por una tensión de control. En esta solución se utilizó fuente simple, siendo una mejora significativa mediante la implementación con el amplificador de trasconductancia.

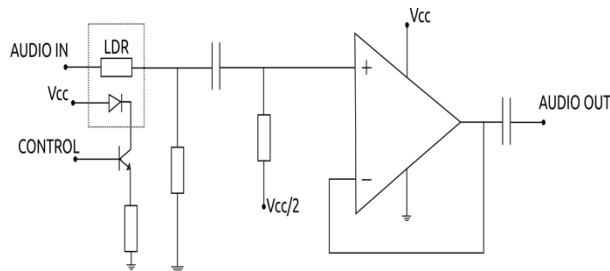


Figura 7. VCA implementado mediante LDR

La implementación de este VCA fue realizada mediante el diseño de un empresa local que comparte sus archivos fuentes en su página web.

### Generación de señal de control

#### Control mediante PWM

Para generar la señal de control se utilizaron dos técnicas diferentes, la primera que se describe a continuación es mediante la generación por software de una señal PWM en donde se modifica el ancho del pulso de una señal cuadrada, luego se filtra esta señal con un filtro PB implementado con un circuito RC, el cual entrega una señal de tensión continua a su salida.

#### Control mediante CDA TLV5625

Una segunda solución para obtener una tensión continua de control se implementó mediante un convertor digital analógico TLV5625, el cual se comunica mediante el estándar de comunicación SPI, la señal generada por este posee un rango de 0v a 5v, por lo que se implementó una etapa posterior al convertor que adapta niveles de tensión a los requeridos por el VCA implementado con LM13700 como se observa en la figura 8. Dicho circuito se construyó con el amplificador operacional TL071 en configuración sumador no inversor (Figura 9).

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

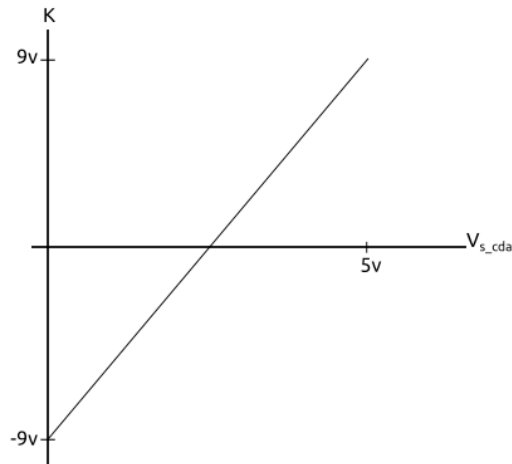


Figura 8. Adaptación de niveles de la señal de control

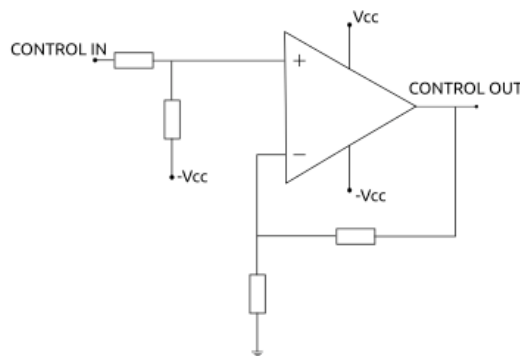


Figura 9. Circuito adaptador de niveles de señal de control

### Código implementado

La programación se implementó en Python, para el caso del control por PWM se programó mediante la siguiente estructura:

1. Declaración de variables y se importaron las librerías de OSC y funciones matemáticas.
2. Configuración del servidor para recibir datos OSC
3. Manipulación el ancho del pulso de una salida GPIO en base al dato recibido.

Por otro lado se implementó la siguiente estructura para el caso de solución con CDA

1. Se importaron las librerías de OSC, funciones matemáticas y comunicación SPI y se declararon las variables a utilizar.
2. Configuración el servidor para recibir datos OSC.
3. Envío del dato mediante SPI al convertor Digital Analógico.

### Envío de datos mediante dispositivo móvil

Para realizar una prueba la cual nos permita verificar el método empleado. Se diseñó un control de volumen junto con un botón de encendido. Al mantener el botón de encendido en 0, el código resuelve entregar una señal de control igual a 0, luego de aplicar esa tensión al circuito de adaptación de niveles se obtuvo elevados niveles de atenuación. Encendiendo este botón el

potenciómetro de Volumen controla el nivel de amplitud de la señal de salida. Se observa a continuación en la figura 10 la aplicación diseñada mediante TouchOSC.



Figura 10. Control de volumen y encendido

### MEJORAS A IMPLEMENTAR

Una vez corroborado el correcto funcionamiento del sistema controlando la amplitud de una señal mediante un control de volumen en un dispositivo móvil se fijó un punto de partida para nuevas aplicaciones.

El objetivo a realizar como próximo paso será programar mediante código una señal de control oscilatoria senoidal la cual permita controlar la envolvente de la señal de audio, de esta manera se podrá obtener un efecto de trémolo. Los parámetros de profundidad y frecuencia podrán ser controlado mediante el dispositivo móvil.

Una vez realizada esta etapa, la siguiente etapa se proyectará una mejora en el hardware. Utilizando dos VCA para luego sumarlas se podrá tener un control del tipo dry/wet mezclando señales procesadas y sin procesar. El diagrama a implementar se puede observar en la figura 11.

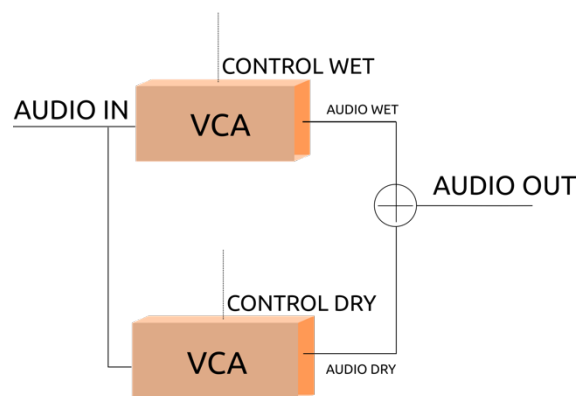


Figura 11. Control Dry/Wet

## CONCLUSIONES

En este trabajo se intentó resolver una comunicación mediante el protocolo de comunicación OSC y procesamiento de una señal de audio. Para resolver esto se plantearon dos posibles esquemas, a continuación se comparará las dos soluciones y se mostrarán conclusiones generales.

En cuanto a los circuitos VCA, se observaron comportamientos diferentes en cuanto a la linealidad. El circuito implementado mediante LDR ofrece las ventajas del aislamiento óptico lo cual mejora el problema del ruido, además que el mismo puede ser alimentado íntegramente por una fuente simple y la implementación podría realizarse a batería. Por otro lado, este componente introduce un comportamiento alineal en el sistema, que puede ser corregido mediante métodos digitales.

En cuanto al circuito implementado mediante el amplificador de transconductancia, posee las ventajas de una respuesta logarítmica conocida por el fabricante, aunque el aislamiento del ruido proveniente de la etapa digital resulta más conflictivo de resolver que en el circuito con LDR. Por otro lado posee la desventaja de necesitar alimentación partida +9v-9v.

Estas dos soluciones poseen por el momento niveles de relación señal a ruido aceptable, luego de unas primeras pruebas se mejoró notablemente el problema implementando capacitores para filtrar ruido, un gabinete metálico que funciona como jaula de Faraday y especial atención en el soldado de cables.

Con este trabajo se pudo verificar el principio básico de funcionamiento del sistema, quedando a continuación por resolver distintas aplicaciones.

## REFERENCIAS

[1] Federico Miyara. "Acústica y sistemas de sonido". Cuarta Edición. Rosario, Argentina. Marzo 2006