

# Diseño de generador de señales arbitrarias de bajo costo para la calibración de medidores de nivel sonoro.

F.A. Serrano<sup>(1)</sup>, D.A. Calero Costa<sup>(1)</sup>

[fserrano@inti.gob.ar](mailto:fserrano@inti.gob.ar), [dcalero@inti.gob.ar](mailto:dcalero@inti.gob.ar)

<sup>(1)</sup> Dto. Mecánica y Acústica-DT Metrología Física-SOMCel-GOMyC-INTI

Palabras Clave: Generador de señales; medidor de nivel sonoro; calibración;

## INTRODUCCIÓN

Debido a la aparición del conjunto de normas IEC61672 [1], surgió la necesidad de disponer en el laboratorio de un equipo electrónico capaz de generar las señales de ensayo que se aplican en la parte 3 de la norma [2] para la verificación de medidores de nivel sonoro.

## OBJETIVOS

Construir un generador de señales arbitrarias de bajo costo, para la calibración de medidores de nivel sonoro, según los requerimientos de la Norma IEC61672-3, para equipos clase 1.

## DESARROLLO

Para el proyecto era necesario disponer de un dispositivo que permita la generación de señales eléctricas arbitrarias (señales periódicas y aperiódicas). Por lo cual se optó por usar un DAC (*Digital Analog Converter*), ya provisto, en un dispositivo ARDUINO.

Se seleccionó un microcontrolador comercial ARDUINO DUE, que además de ser de bajo costo, cuenta con amplia documentación, un IDE propio y es de simple programación. Este dispositivo, programado adecuadamente, cumple con los requisitos Normativos para el presente proyecto.

El microcontrolador consta de dos DAC de 12 bits de resolución con una salida de señal que genera desde 0.55 V a 2.75 V. Estas señales debieron ser adecuadas para obtener niveles de salida acordes.

$$V_{out} = \frac{V_{cc}}{6} + V_{cc} * \frac{2}{3} * \frac{Digits}{4095}$$

Donde  $V_{cc} = 3.3$  V.

Con esta expresión se puede determinar la tensión de salida para cada nivel y formar la señal deseada.

Estas señales son requeridas para evaluar las ponderaciones temporales (Slow, Fast, Peak) y el nivel sonoro continuo equivalente, con

ponderación en frecuencia "A" y temporal Fast (LAeqF).

En la tabla 1 se muestran las señales necesarias para tales efectos.

Frecuencia (Hz)	Tipo de señal a generar
500	Senoidal
500	Hemiciclo Positivo
500	Hemiciclo Negativo
4000	Senoidal
4000	1 ciclo activo
4000	8 ciclos
4000	800 ciclos
8000	Senoidal
8000	1 ciclo activo

Tabla 1- Señales requeridas por la Norma IEC 61672-3:13

Para ello se diseñó integralmente un circuito para acondicionar la señal y se materializó en PCB.

El PCB consta de tres etapas importantes.

- 1) Etapa de acondicionamiento con un circuito seguidor.

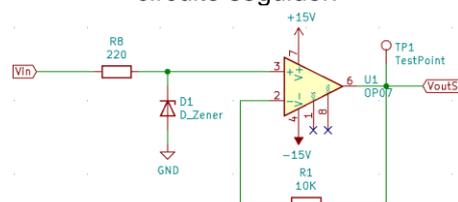


Figura 1: Acondicionamiento de salida.

- 2) Etapa con un circuito restador, para eliminar el OFFSET de señal continua mediante un preset y centrar la señal en 0V.

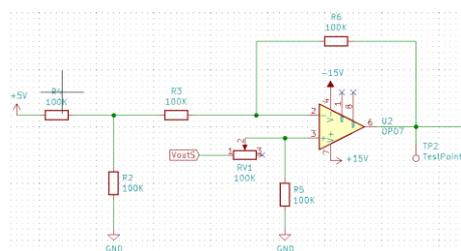


Figura 2: Circuito restador.

- 3) Etapa amplificadora para ajuste de la señal al nivel deseado, mediante un potenciómetro.

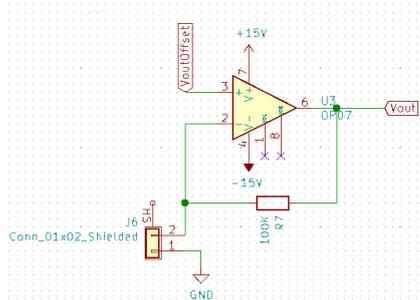


Figura 3: Amplificación de la señal.

El diseño final del PCB fue el siguiente:

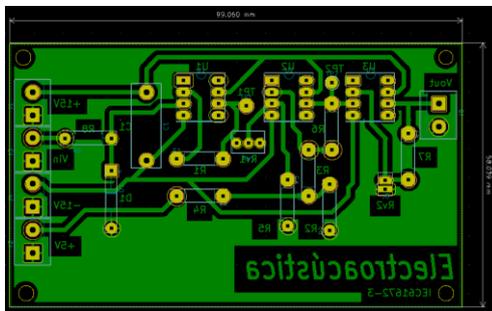


Figura 4: diseño del PCB.

En cuanto a la programación: con el objetivo de lograr un mayor procesamiento de datos, un mejor rendimiento y crear las señales requeridas, se utiliza la herramienta de acceso directo a memoria (DMA). Implementando una máquina de estados con punteros a función.

Cumpliendo con la Norma IEC 61260[3], se utilizan frecuencias exactas. Los vectores de cada señal tienen diferente tamaño, logrando una mejor resolución en el tiempo y mayor precisión en la frecuencia programada.

La función encargada de la señal de salida es *DACC\_Handler*. La misma carga en los buffers correspondientes los valores de salida que luego serán utilizados como salida del DAC.

Se realizaron varias versiones de programas y PCBs con mediciones intermedias en el laboratorio, hasta lograr alcanzar los valores detallados en la Norma antedicha.

Finalmente, a fin de entregar al operador información visual de la señal aplicada a la salida del generador, se utilizó un módulo I2C y un display 16x2.

El prototipo final se muestra en la figura 5.



Figura 5: diseño final del equipo.

## RESULTADOS

Se puede observar en tabla 2 la diferencia entre los valores mencionados en la norma y los conseguidos por el generador desarrollado en nuestro laboratorio. Dichas diferencias se encuentran dentro de los valores de tolerancia exigidas por la Norma.

Frecuencia exacta (Hz)	Frecuencia Medida (Hz)	Diferencia medida (Hz)	Error max Norma (Hz)	Error MAX (%)	Error % Generador (%)
501,187	501,186	0,001	1,253	0,25	0,00025
3981,072	3978,735	2,337	9,953	0,25	0,05870
7943,282	7936,410	6,872	19,858	0,25	0,08652

Tabla 2- Valores obtenidos

## CONCLUSIONES

El equipo cumple con los requerimientos detallados y exigidos por la norma.

Con el mismo, se podrán efectuar las mediciones de diferentes incisos de la norma antedicha, a los equipos diseñados para cumplirla.

En el futuro cercano, se deberá realizar un análisis exhaustivo de las señales generadas y de su estabilidad temporal en condiciones ambientales estables de laboratorio. Con este trabajo se podrá validar su uso mediante calibraciones anuales, sin necesidad de control de las señales de salida al momento de realizar las mediciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Las normas IEC-61672 constan de 3 partes: Especificaciones, Aprobación de modelo y verificaciones periódicas.
- [2] 61672-3 "Electroacoustics – Sound level meters, part 3: Periodic tests", IEC, 2013.
- [3] 61260-3 "Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters, Part 3: Periodic tests" IEC, 2016.