

## MÓDULO PROYECTO TÉCNICO ELECTRÓNICO



## OSCILOSCOPIO DE DOS CANALES

#DIY

## GENERADOR DE FUNCIONES

CARMEN CACHÁN SANTOS

CICLO TÉCNICO SUP. MANTENIMIENTO ELECTRÓNICO

14 DE JUNIO DE 2021

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. MEMORIA</b>	
1.1 Objeto del proyecto.....	3
1.2 Alternativas consideradas.....	3
1.3 Justificación de la solución adoptada.....	5
1.4 Descripción.....	8
1.4.1 Osciloscopio 1.4.1.1 Estructura.....	9
1.4.1.2 Dimensionamiento.....	9
1.4.1.3 Componentes (HW y SW).....	10
1.4.1.4 Funcionamiento.....	11
1.4.2 Generador de funciones 1.4.2.1 Estructura.....	15
1.4.2.2 Dimensionamiento.....	16
1.4.2.3 Componentes (HW y SW).....	16
1.4.2.4 Funcionamiento.....	18
1.5 Montaje y configuración.....	22
1.6 Pruebas y ensayos.....	25
<b>2. PLANOS</b>	
2.1 Esquemas de circuitos electrónicos.....	30
<b>3. PLIEGO DE CONDICIONES</b>	
3.1 Condiciones legales y/o administrativas.....	31
3.2 Condiciones técnicas.....	31
<b>4. PRESUPUESTO</b>	
4.1 Presupuesto económico.....	32
<b>5. PREVENCIÓN DE RIESGOS</b> .....	33
<b>6. APLICACIÓN EN PEDALES DE GUITARRA</b> .....	33
<b>7. REFERENCIAS Y AGRADECIMIENTOS</b> .....	34

## **1.- MEMORIA**

### **1.1.- Objeto del proyecto**

Este proyecto ofrece la posibilidad de construir un osciloscopio de dos canales para PC y un generador de señales para poder usar en proyectos electrónicos, prácticas de estudio, localización de averías...pero desde casa y a un coste razonable.

El circuito seleccionado está formado por un circuito analógico, una tarjeta de sonido externa, un ordenador y una aplicación de software. Admite hasta 50V ya que dispone de divisores de tensión y trabaja en frecuencias de 20Hz a 20KHz.

El generador de funciones se puede usar en aplicaciones de audio como pedales de efecto, módulos de sintetizador, prueba de altavoces, calibrador de equipos de medida. Lo construimos a partir de dos circuitos, con el primero conseguimos las señales senoidal, cuadrada y triangular alcanzando los 10 KHz sin excesiva distorsión, y amplitudes de hasta 12,5 V, aunque vamos a recortar la salida entre 1v y 2V para que entre correctamente por la tarjeta de sonido. La señal de diente de sierra se obtiene mediante un segundo circuito con resultados más favorables tanto por la ausencia de ruido como por la frecuencia a la que trabaja sin distorsión.

### **1.2.- Alternativas consideradas**

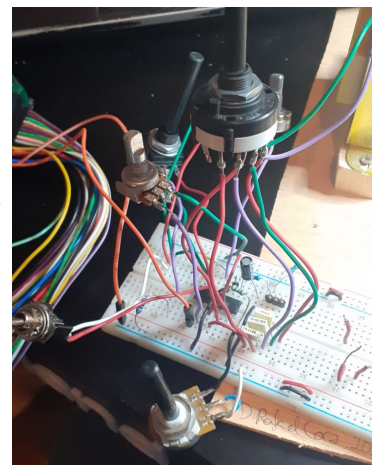
**1.2.1.-** En lo referente al **osciloscopio** las opciones han sido varias:

- a) Osciloscopio digital de dos canales conectado al PC a través de USB y basado en el microprocesador [Atmel ATtiny25](#), programado en C; la conexión soporta 5V y el reloj del micro sincroniza, gracias al firmware, por PLL a 16,5 MHz con el reloj del USB. Con una velocidad de muestreo de 100 spl/s no necesita drivers ya que se emplea como dispositivo HID. No requiere alimentación externa.

- b) Osciloscopio con preamplificador para móviles, con conector TRRS para la señal a medir, luego no requieren adaptación mediante tarjeta de sonido externa. Se compone de una red de resistencias, diodos zener como estabilizadores, un amplificador [TLC272](#) como adaptador de impedancias, trabajando en ganancia 1 con alimentación simétrica. Instalando la app adecuada en el teléfono podremos observar las señales de hasta 15 KHz de frecuencia.
- c) Osciloscopio para PC con [arduino UNO](#); aplicando la programación correspondiente a este microcontrolador open source, las sondas acceden a través de las entradas analógicas de arduino y por USB llega al ordenador.
- d) Osciloscopio digital de un canal, construido con otro microcontrolador, [PIC16F1827](#) que trabaja a 32 MHz, con pantalla LCD de 128 x 64 px, un chip controlador de pantalla y un convertidor analógico digital. La entrada de la señal es a través de un divisor de tensión formado por transistores y un registro en serie [74HC595](#); se adapta la impedancia mediante un op amp simétrico de ganancia 0 y la tensión negativa se consigue con un convertidor de voltaje [IC7660S](#). Toma 4 muestras por segundo y alcanza una frecuencia de 300 KHz en buenas condiciones.

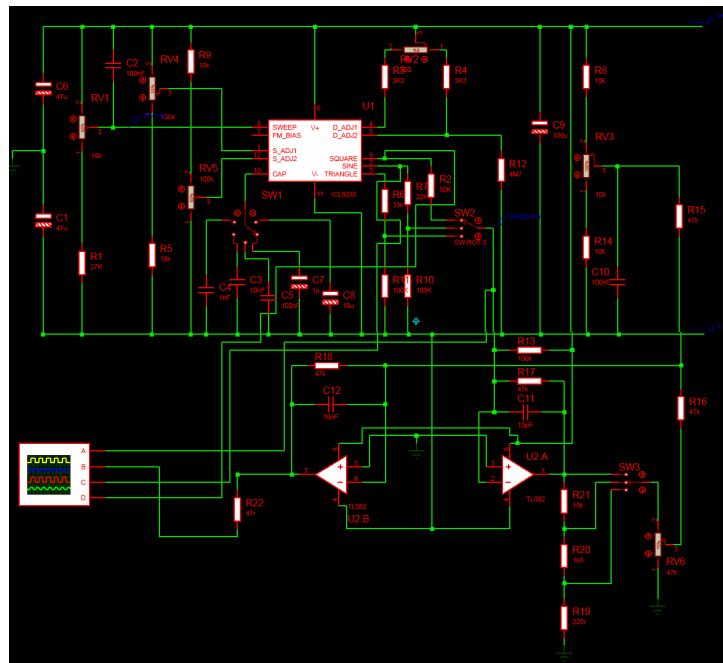
**1.2.2.-** En cuanto al **generador de funciones**, dado que la intención es conseguir hasta cuatro formas de señal diferentes, será necesario combinar más de un circuito:

- a) La primera opción para conseguir señal senoidal, cuadrada y triangular ha sido una construcción basada en el integrado [XR2206](#), un generador de funciones monolítico, que puede controlar por tensión (VCO) variaciones de la amplitud y la frecuencia de su salida. No ha sido exitoso.



- b) Como segunda opción he optado por la construcción de un circuito basado en el [ICL8038](#). En este caso también se consiguen tres formas de señal y después de comprobar tres configuraciones diferentes alrededor del integrado consigo un resultado positivo con salida de 12V en forma senoidal (pin 2), triangular (pin 3) y cuadrada (pin 9).

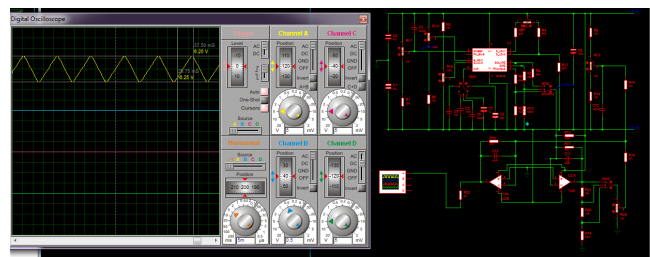
La primera opción, fallida, se basa en utilizar el integrado como un VCO y procesar después la señal seleccionada a través de dos op amp para elevar la tensión de salida hasta una red de resistencias final.



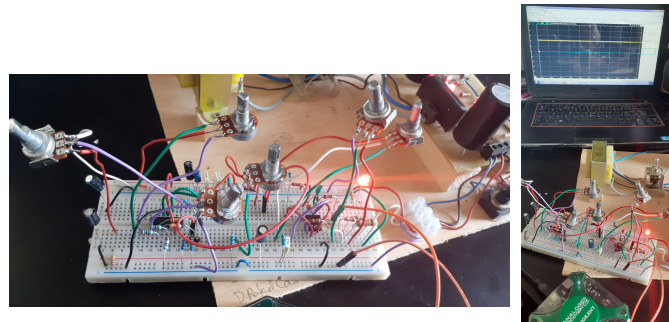
Podemos ajustar la distorsión con los

potenciómetros de los pines 1 y 12, el offset, la frecuencia con el selector rotatorio de condensadores, y la amplitud, tanto con el potenciómetro final como con la red de resistencias en serie como divisor de tensión.

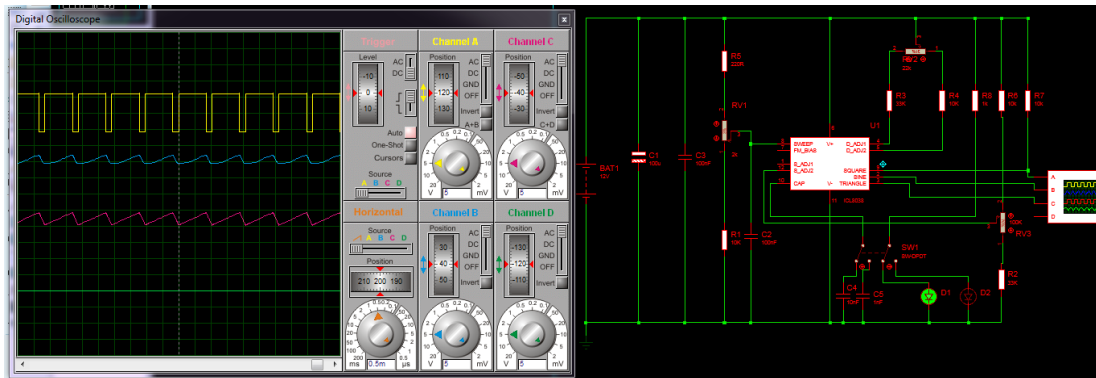
La simulación virtual a través de Proteus es favorable, se consiguen valores de hasta 12,5 Vpp



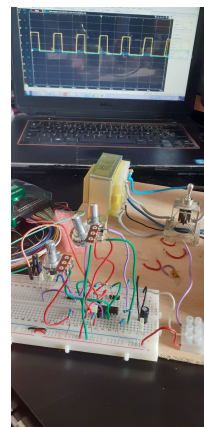
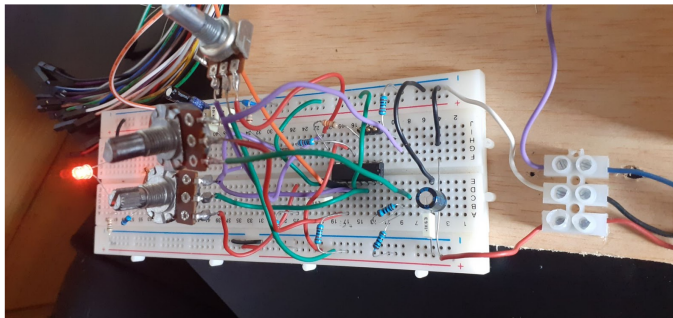
A la hora de probar el circuito en protoboard no se consigue el resultado esperado.



La segunda versión del mismo circuito también parece funcionar en la simulación con valores elevados de tensión de salida:



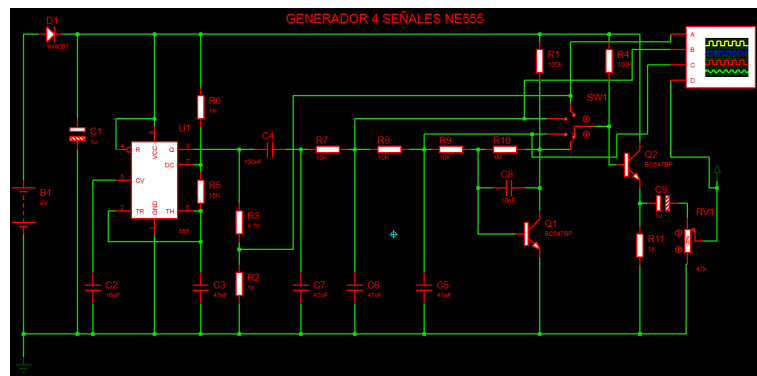
pero a la hora de la simulación real tampoco se consigue el resultado esperado:

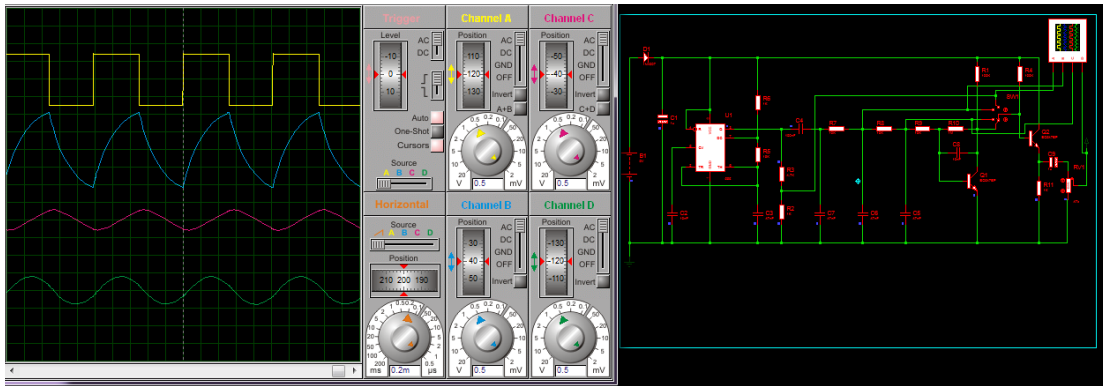


La lectura en pantalla es a la salida del integrado pero no a la salida del circuito.

- c) A partir del integrado [NE555](#) en modo astable, se elabora un circuito muy económico, en el que controlamos el rango de frecuencias a la que trabajar mediante la configuración RC (pines 6 y 7).

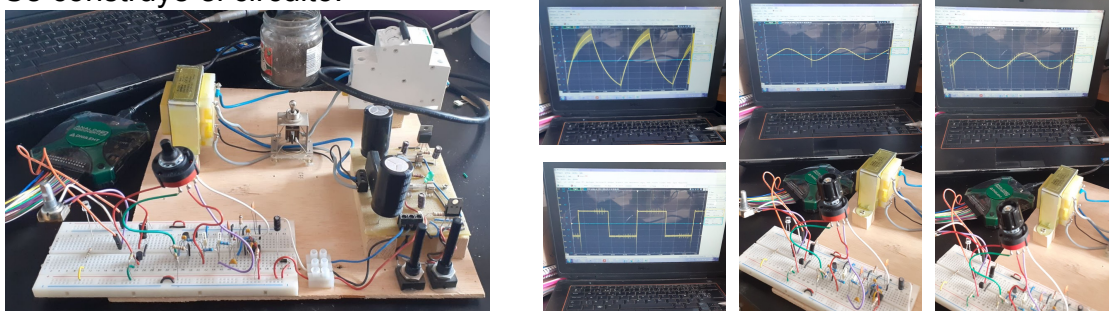
Con la combinación adecuada de filtros de paso bajo se rectifica la señal hasta conseguir la salida cuadrada, diente de sierra, triangular y senoidal, amplificadas por el transistor.





Como vemos en el osciloscopio virtual las señales son las deseadas

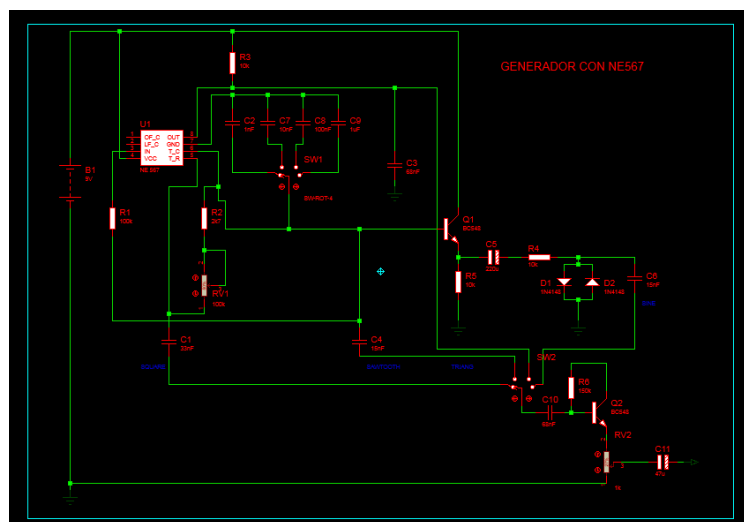
Se construye el circuito:



La mayor desventaja es que no conseguimos el nivel de señal deseada, salvo para el diente de sierra, todas son inferiores a 1V.

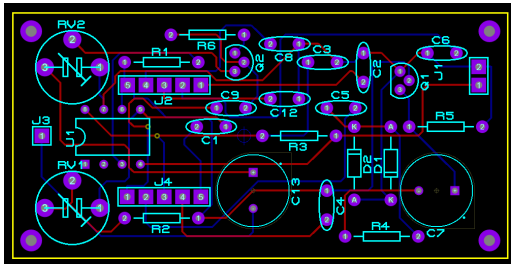
- d) Con otro integrado, el [NE567](#), decodificador de tonos, también se puede llevar a cabo el generador de funciones de baja frecuencia, utilizando su función como oscilador, pues en realidad contiene un [NE555](#), su frecuencia dependerá de RC, y si además de ajustar R con un potenciómetro, añadimos un selector para la capacidad C del condensador, podremos conseguir valores más exactos de frecuencia.

Como en el circuito anterior, en el pin 5 conseguimos la señal cuadrada, en el 6 la triangular, en el 8, tras un filtro de paso bajo,

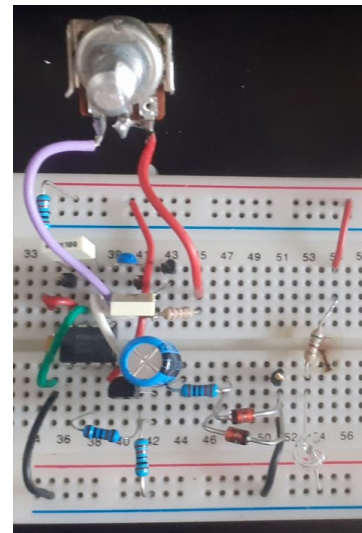
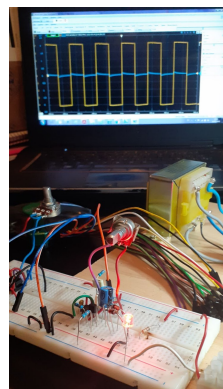
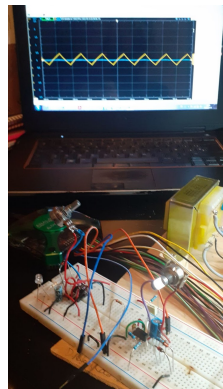
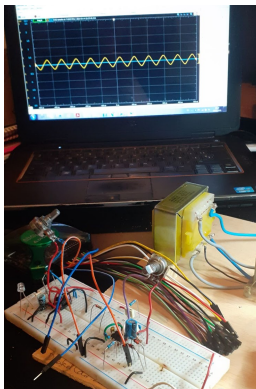


el diente de sierra y amplificando la triangular en corriente y recortando su voltaje con dos diodos invertidos conseguimos la senoidal.

El esquema anterior no es posible simularlo, ya que en las librerías de Proteus no existe un integrado NE567. He creado el componente para el diseño en PCB si finalmente fuese el generador elegido.



Llevo a cabo el circuito en protoboard y compruebo que funciona correctamente aunque la distorsión en el caso de la señal senoidal es elevada.



### 1.3.- Justificación de la solución adoptada

**1.3.1.-** Para el osciloscopio la elección ha venido dada en primer lugar por el coste del montaje, en segundo lugar por la utilidad que yo voy a darle, pues en mi caso los proyectos son de audio, de ahí que el rango de frecuencia del osciloscopio de 20 Hz a 20KHz sea suficiente.

Los modelos que se construyen con electrónica digital requieren más conocimientos en programación que no tengo; no comprendería el desarrollo del proyecto en su totalidad. Personalmente, por último, me inclino siempre más hacia la electrónica analógica, o en último caso un híbrido.



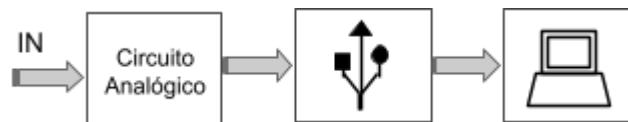
**1.3.2.-** En cuanto a los diseños de generador de funciones, elijo el construido por un lado con el ICL8038 ya que la tensión de salida es elevada tanto para la señal cuadrada, triangular y senoidal y la distorsión no es elevada. Para la señal de diente de sierra se añade otro circuito a base de transistores. El coste es bajo en ambos casos y los componentes accesibles en internet.

## 1.4.- Descripción

### 1.4.1.- Osciloscopio

#### 1.4.1.1.- Estructura:

Como dato de partida sabemos que el osciloscopio es un instrumento de medida que traslada la señal captada con las sondas a unos ejes cartesianos definidos en el dominio del tiempo ( $X=frecuencia(Hz)$ ,  $Y=Amplitud (V)$ ). Para adaptarlo al uso doméstico este proyecto se compone de tres elementos, el circuito analógico donde accede la señal y se procesa, la tarjeta de sonido externa para la conversión A/D y el PC donde, a través del software, conseguimos visualizar la señal a medir.



**Diagrama de Bloques**

#### 1.4.1.2- Dimensionamiento

Este proyecto está pensado para cubrir la necesidad de instrumentación técnica para aficionados, estudiantes y cualquier usuario que no tenga acceso a equipos profesionales debido al coste de los mismos o a la ausencia de distribución en sus localizaciones.

Por ello se presenta el proyecto como [open source](#) tanto para llevar a cabo la construcción de los circuitos como la mejora de los mismos aportando contenido propio; la documentación relativa al proyecto estará disponible en servidores gratuitos como [Instructables](#), [archive.org](#) o [GitHub](#).

### 1.4.1.3 Componentes (HW y SW)

#### Hardware:

##### BOM

- 2 Switch rotatorio 1 circuito 4 posiciones
- 1 TL082 (comprar también repuesto)
- 5 diodo LED 5mm
- 4 Condensador electrolítico 47uF/100V
- 2 Condensadores cerámicos 68nF
- 1 SPDT
- 2 Resistencia 180K
- 2 Resistencia 1M
- 2 Resistencia 100K
- 2 Resistencia 10K
- 2 Resistencia 1K
- 1 Base DC Jack hembra
- 1 conector jack 3,5 mono
- 2 sondas con cocodrilos para masa y conector RCA macho
- 2 bases RCA hembra

- Placas protoboard y cable.
- Fuente de alimentación lineal simétrica (12V/-12V) hecha en 1 ME
- Soldador JBC y herramientas necesarias.
- Multímetro Pro'sKit MT-1250
- Analog Discovery2 (Digilent)
- Ordenador Dell Core I7

#### Software

[Sound Card Oscilloscop 2.0](#) es un programa gratuito que permite al usuario visualizar la señal a medir con el circuito.

[Waveforms](#) para visualizar AD2 como osciloscopio, generador de señal, f.a.

[Proteus 8.8](#) para la construcción, simulación y diseño en PCB del circuito.

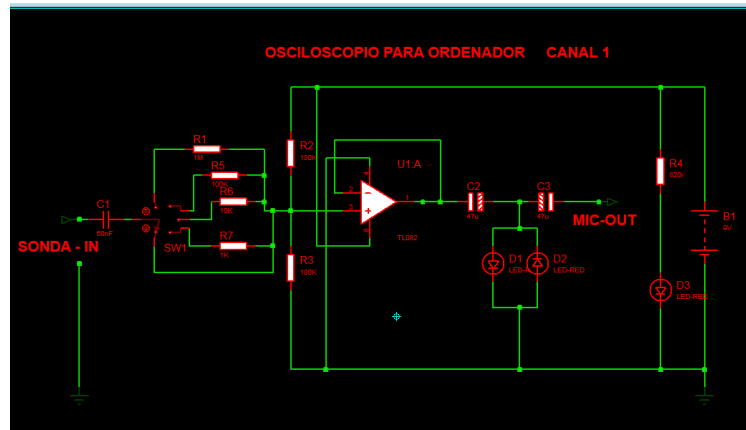
### 1.4.1.4 Funcionamiento

El osciloscopio dispone de dos canales de entrada, alternativos, no se pueden visualizar en el pc al mismo tiempo debido a la conexión mono de la tarjeta.

La señal medida atraviesa un condensador no polarizado que elimina la componente continua que pudiera colarse por la sonda y pasa a través de un divisor de tensión, ajustable en función del voltaje del circuito

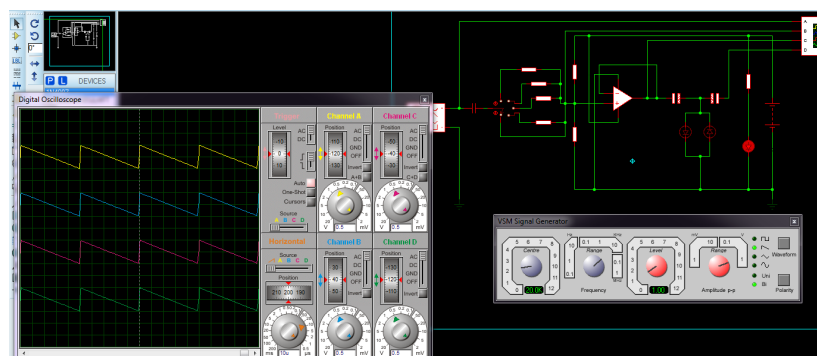
(x1,x10,x100,x1000). De esta manera podemos visualizar señales de hasta 50V sin superar la tolerancia de la conexión de entrada al PC. Mediante un amplificador operacional [TL082](#), configurado en ganancia 1, adaptamos la impedancia de la señal hasta 90 Kohm para contrarrestar la baja impedancia de entrada de la tarjeta de sonido (600 ohm). El siguiente paso son dos condensadores electrolíticos opuestos que filtran la componente continúa que pueda añadir el op amp y dos diodos recortadores de consumo 2,2V para limitar la señal de entrada a la tarjeta de sonido (<5V) que será el periférico que conectaremos por USB al ordenador a través de la conector hembra jack 3,5mm mono de micrófono, de ahí que la frecuencia a detectar estará entre 20 HZ y 20KHz. Una vez instalado el software adecuado (y gratuito) dispondremos de una interface de usuario para visualizar las señales.

No es válido para medir corriente continua, ni se recomienda emplear en equipos alimentados directamente con corriente alterna.

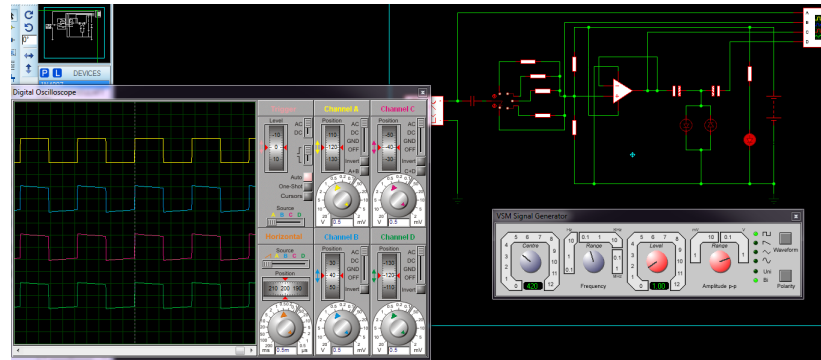


### Simulación en Proteus

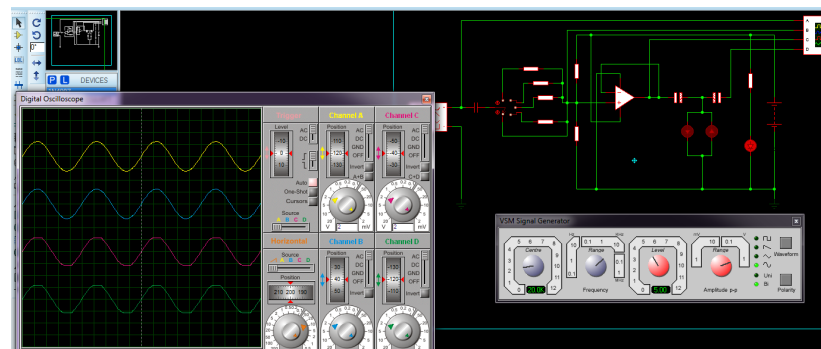
Señal diente de sierra  
1V~20KHz



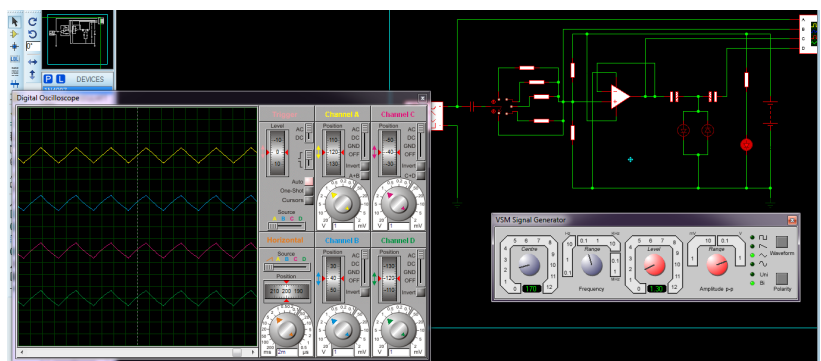
Señal cuadrada 1V; por debajo de 500 Hz sale distorsionada



Señal senoidal a 20 KHz; a partir de 4.5V de nivel de tensión entra en acción el circuito recortador de leds

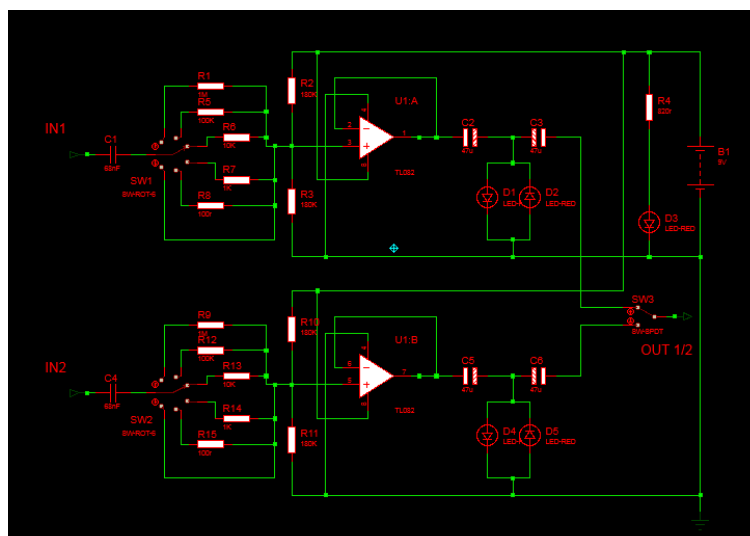


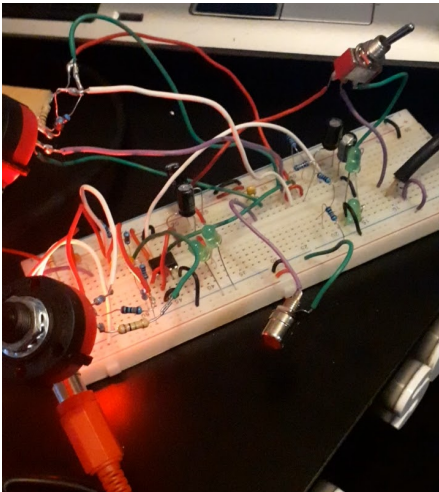
Señal triangular 1.3 V sin distorsión desde 170 Hz



### Simulación real

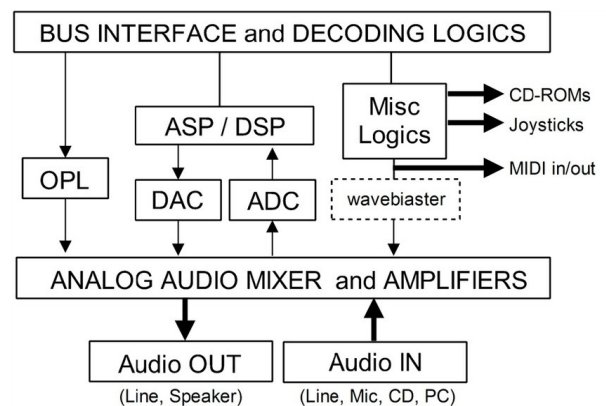
En el esquema de los dos canales hacemos llegar las señales a un conmutador que selecciona cual mandaremos al software del ordenador. No se pueden observar de forma simultánea pero sí podemos permutar de un canal a otro.





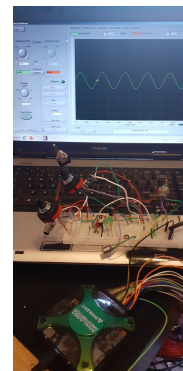
Llevamos a cabo el circuito en protoboard, ya implementando los dos canales como se ve en el esquema electrónico.

Instalamos la [tarjeta de sonido](#) en el ordenador; ésta dispone de conector USB 2.0 y dos conectores jack 3.5mm, uno de salida a altavoces y otro de entrada de micrófono que será la que utilicemos para la señal a medir. El esquema de funcionamiento muestra los buses de control, dirección y datos del dispositivo; es [plug & play](#), no necesita drivers.



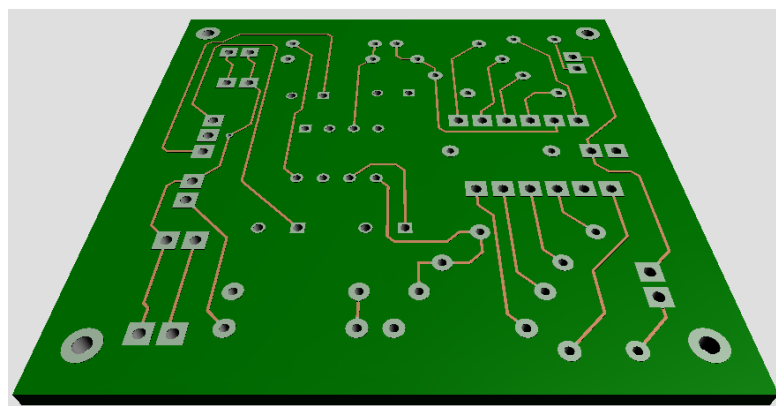
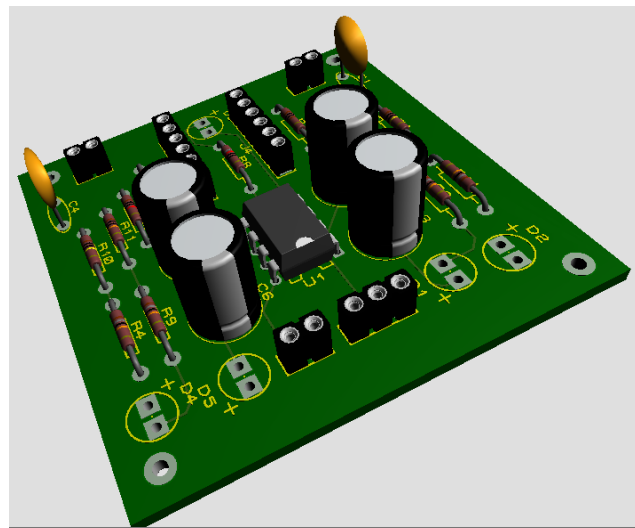
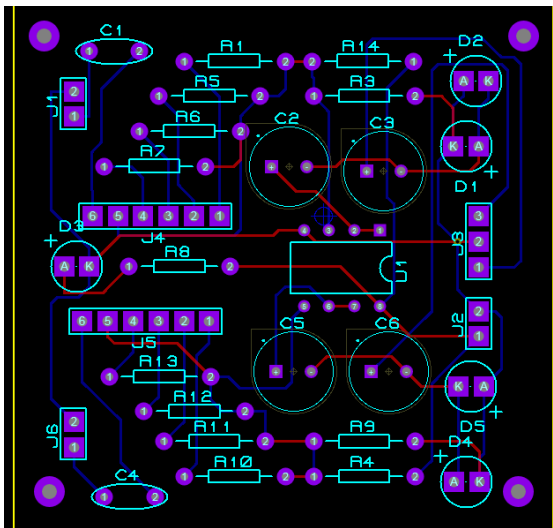
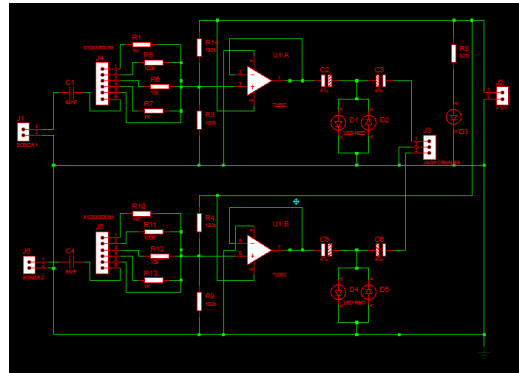
Al estudiar el funcionamiento de la tarjeta he encontrado la posibilidad de hacerla con un circuito basado en el IC [PM2902](#); este integrado es un codificador de audio estéreo con interface USB 2.0, entradas y salidas analógicas y conexión S/PDIF, contiene convertidores DAC y ADC de hasta 48KHz de frecuencia de muestreo. En los pines de entrada de señal se colocan condensadores para eliminar la componente continua, y se puede añadir un amplificador de audio [TDA7050](#) para aumentar el nivel de señal de salida. Al final he adquirido el dispositivo manufacturado a través de una plataforma de internet por falta de tiempo y bajo coste.

El software que instalamos en el ordenador, [Soundcard Scope](#), es gratuito. Trabaja a la misma frecuencia y resolución que la tarjeta, 44.1 KHz y 16 Bits y admite dos canales aunque la mayoría de las tarjetas son mono. También dispone de generador de funciones. Aún así para la simulación real empleo el generador de señal del [Analog Discovery2](#) de Digilent y compruebo la funcionalidad de todos los elementos.



## Diseño PCB en ISIS

Una vez modificado el circuito para disponer de encapsulado de todos los componentes se realiza el diseño de la placa.

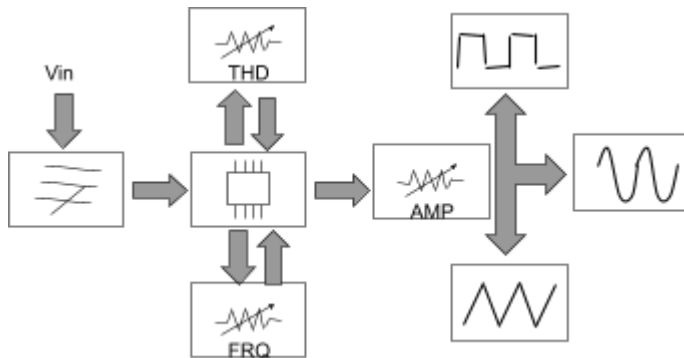


**1.4.2.- Generador de funciones**

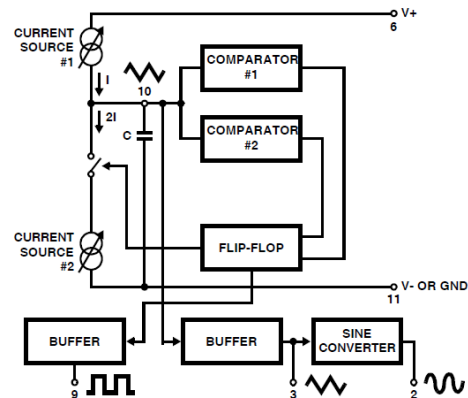
**1.4.2.1.- Estructura:**

El generador es un aparato electrónico capaz de transformar la tensión de alimentación en diferentes formas de ondas, que en el caso de este proyecto serán cuadrada, diente de sierra, triangular y senoidal.

Del circuito construido alrededor del ICL8038, al alimentarlo con 12V de corriente continua conseguimos tres de los cuatro tipos; toda la acción se lleva a cabo por variaciones de tensión sobre los pines de entrada y salida del chip para generar la señal a nuestro deseo dentro de los límites del integrado .

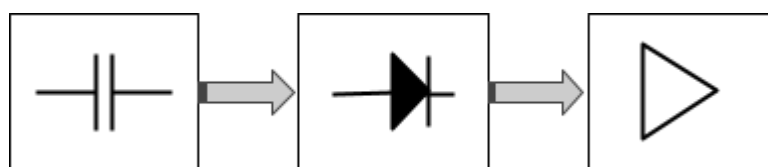


**Diagrama de bloques Generador ICL8038**



**Diag. Blq. interior ICL8038**

El diente de sierra se genera a través de una red de transistores y un condensador que forman un [oscilador de relajación](#) con disparador Schmitt, donde el condensador se carga lentamente y se descarga con mucha rapidez gracias al transistor unijuntura, generando oscilación a una frecuencia dada por la fórmula  $f=1/(0.8RC)$  Hz, dónde R en nuestro circuito tiene valor 1 y C puede variar de 1nF a 10nF, lo que nos permite alcanzar el rango deseado de frecuencia en la señal.



## Diagrama de bloques del generador de diente de sierra

### 1.4.2.2- Dimensionamiento

Igual que en el caso del osciloscopio, se persigue resolver la necesidad de equipamiento técnico en laboratorios caseros, prácticas de estudio y testeo de equipos de audio. También podremos emplearlo para calibrar equipos de medida. Es un elemento esencial para verificar el proceso de la señal y sus posibles errores en proyectos electrónicos y por supuesto todo el material será de libre acceso web a través de las plataformas ya mencionadas.

### 1.4.2.3 Componentes (HW y SW)

#### Hardware

##### BOM1

- 1 ICL8038
- 1 diodo LED 5mm
- 1 Condensador electrolítico 100uF/50V
- 2 Condensadores cerámicos 100nF
- 1 Condensador cerámico 10nF
- 1 Condensador cerámico 1nF
- 1 Resistencia 100K
- 1 Resistencia 220r
- 1 Resistencia 10K
- 4 Resistencias 330K
- 1 Resistencia 390r
- 1 Potenciómetro 2 KB(lineal)
- 1 Potenciómetro 20 KB
- 1 Potenciómetro 100 KB
- 1 SPDT
- 1 Switch rotatorio 1 circuito 4 posiciones
- 1 conector jack macho 6.3mm
- 1 conector RCA hembra



## BOM2

1 2N3904

1 2N3906

1 NTE6410 (UJT)

1 Resistencia 3K

2 Resistencias 620r

2 Resistencias 1K

1 Potenciómetro 50K

1 Potenciómetro 5K

1 Condensador 100nF

1 Condensador 470nF

El equipo utilizado para el desarrollo del proyecto:

- Placas protoboard.
- Fuente de alimentación lineal simétrica (12V/-12V) hecha en 1 ME
- Soldador JBC y herramientas necesarias.
- Multímetro Pro'sKit MT-1250
- Analog Discovery2 (Digilent)
- Ordenador Dell Core I7

## **Software**

[Waveforms](#) para visualizar AD2 como osciloscopio.

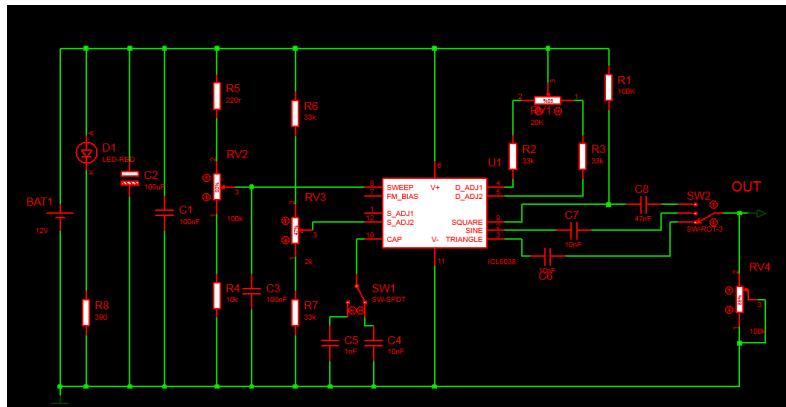
[Proteus 8.8](#) para la construcción, simulación y diseño en PCB del circuito.

## 1.4.2.4 Funcionamiento

### 1.4.2.4.1 Generador de 3 señales

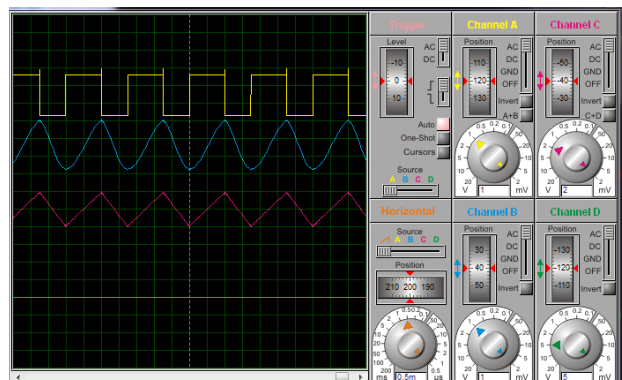
Como ya vimos en el diagrama de bloques toda la acción tiene lugar en el interior del integrado; con la adecuada selección de resistencias y condensadores se consiguen rangos de frecuencia de 1Hz a 300 KHz, pero lo habitual es trabajar en rangos de hasta 100KHz. El integrado se alimenta a través de los pines 6 (VDC) y 11 (GND).

En RV1 ajustamos la simetría de la señal, en el caso de la señal cuadrada se regula el ciclo de trabajo; con SW1 elegimos la frecuencia al seleccionar la capacidad del condensador y con RV2 se afina la  $f$  de



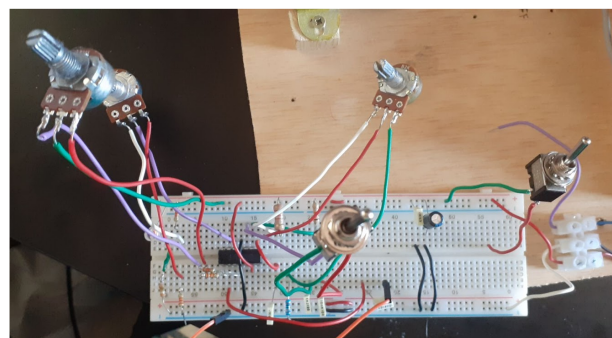
oscilación aplicando tensión en el pin 8. Con el potenciómetro RV3 controlamos la distorsión de la señal y con RV4 la amplitud de la señal.

En los pines 9 y 3 obtenemos las señales de biestable, cuadrada y triangular. La señal senoidal en el pin 2 es el resultado de aplicar la señal triangular a un convertidor, como mostraba el diagrama de bloques del integrado.

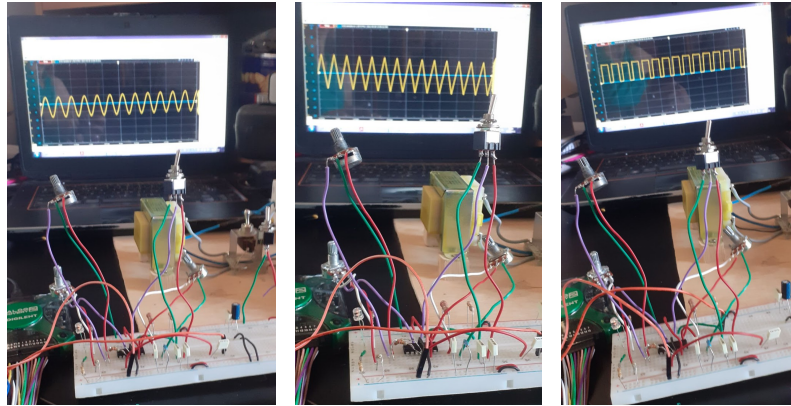


### Simulación real

Se monta en protoboard y para eliminar la componente continua de la señal de salida se añade un condensador de 10nF en los pines 2 y 3.

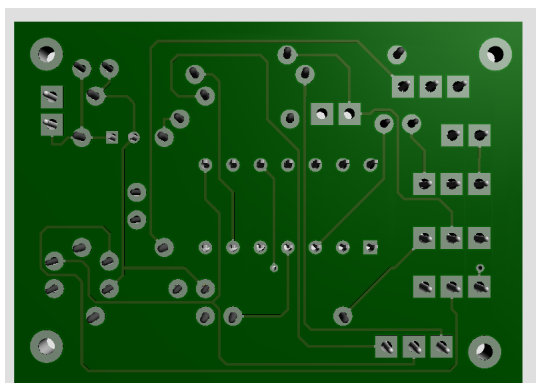
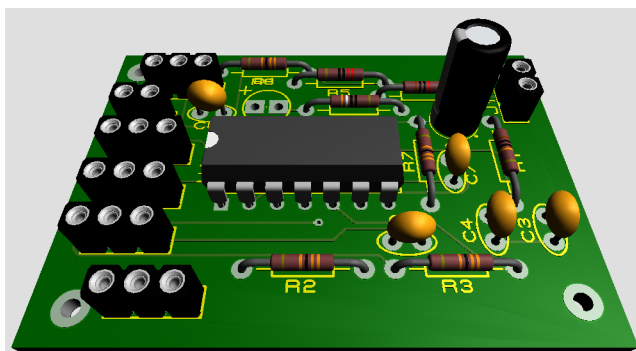
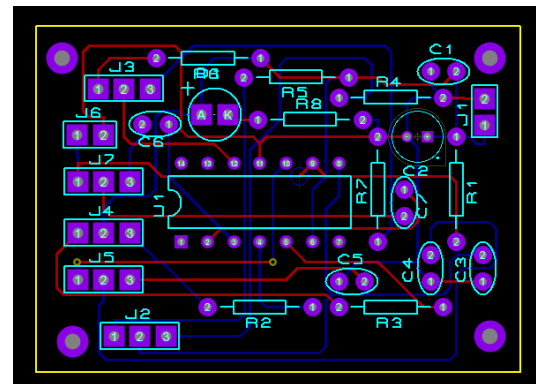
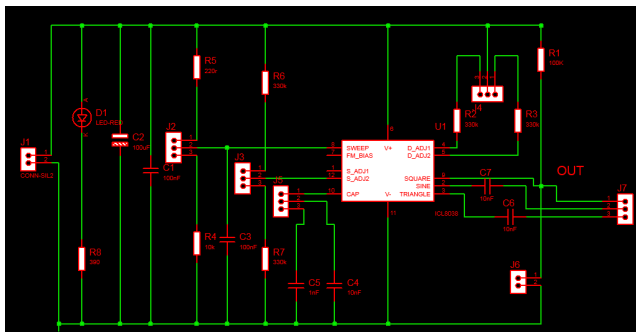


Podemos observar a través del AD2 las tres salidas del generador, senoidal, triangular y cuadrada, pero para las medidas pasamos a PCB por el mal ajuste de componentes en la placa de prueba.



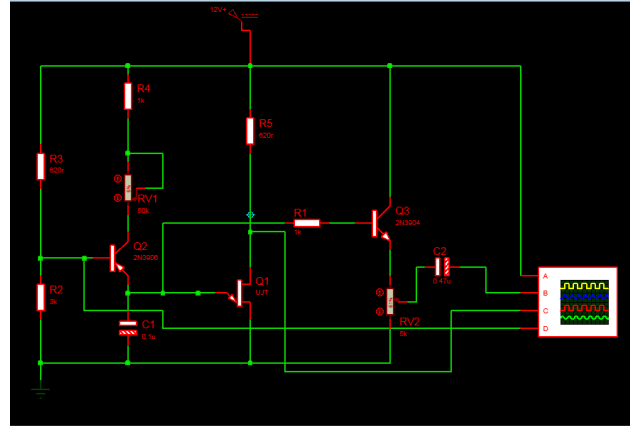
### Diseño PCB en ISIS

Este es el diseño del circuito para ubicarlo en la PCB, usaremos la misma para los tres circuitos pero la composición por ahora se estima independiente



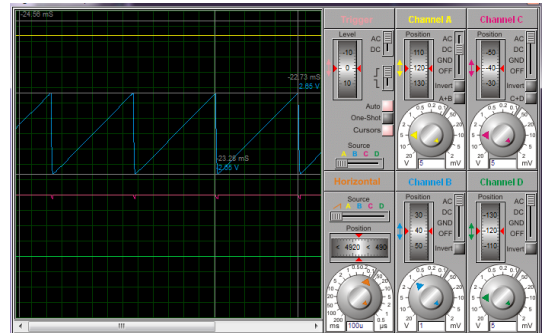
### 1.4.2.4.1 Generador de diente de sierra

Injectando corriente en la base del transistor 2N3906 la corriente que atraviesa colector-emisor carga el condensador a la velocidad que el potenciómetro RV1 le permita, es decir definimos el tiempo de rampa; C1 pasa a descargarse rápidamente gracias al transistor UJT de disparo, lográndose la caída vertical de la señal; el último transistor actúa como búfer y con RV2 controlamos la amplitud de la señal.

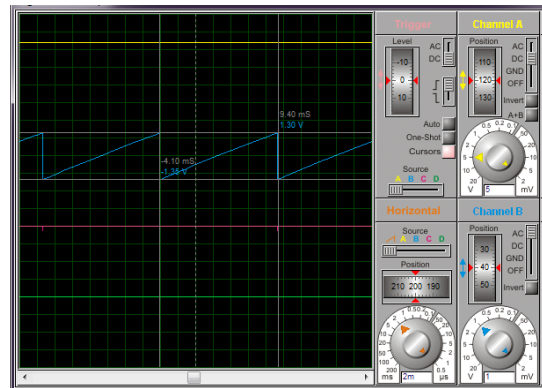


Simulamos en el software virtual y con el potenciómetro de f al mínimo y amplitud máxima

( $t=0,1\text{ms/div}$ ,  $v=1\text{V/div}$ )

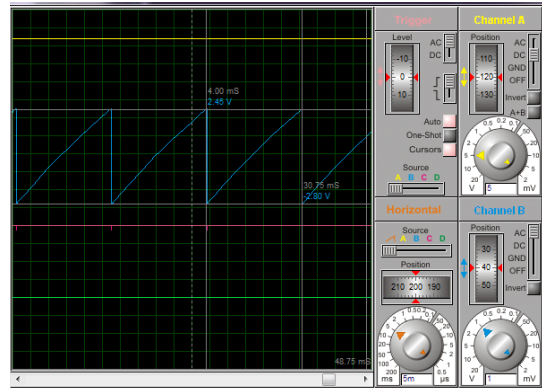


Con los potenciómetros en posición intermedia. ( $t=2\text{ms/div}$ ,  $v=1\text{V/div}$ )

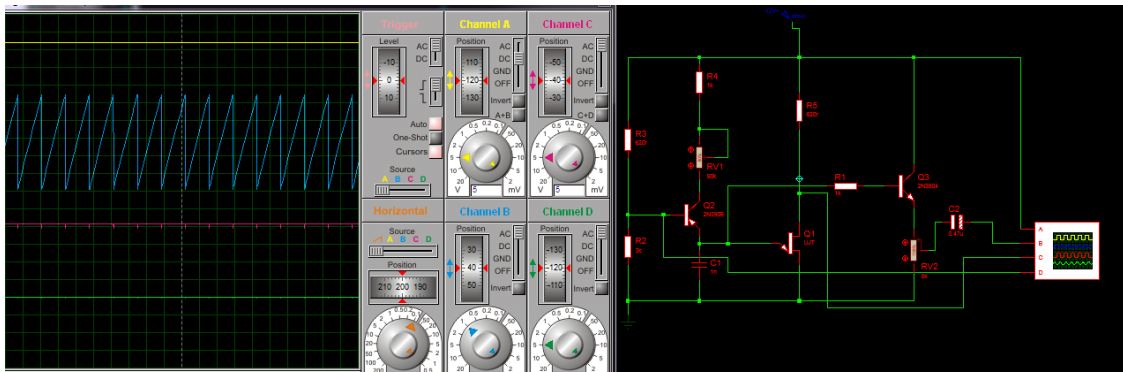


Con los potenciómetros completamente abiertos en ambos casos

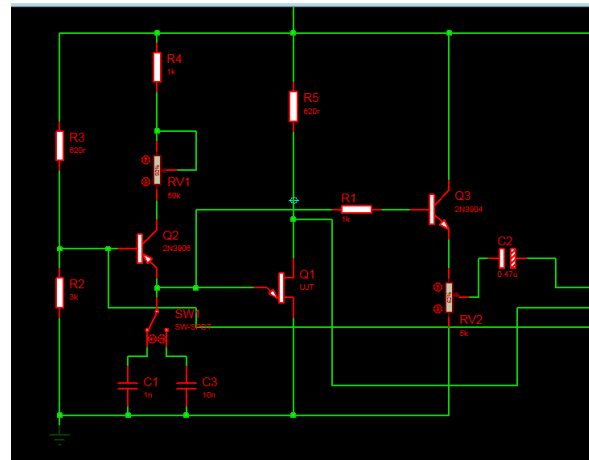
( $t=5\text{ms/div}$ ,  $v=1\text{V/div}$ )



Para trabajar con señales de frecuencia más elevada sólo hay que reducir la capacidad de C1 (ahora de 1nF) y ( $t=0,1$  ms/div,  $v=1V/div$ ), sin que vaya en detrimento de la señal, como vemos por ahora a nivel virtual. Puede compararse con la primera imagen medidas de este circuito con misma referencia de tiempo y tensión

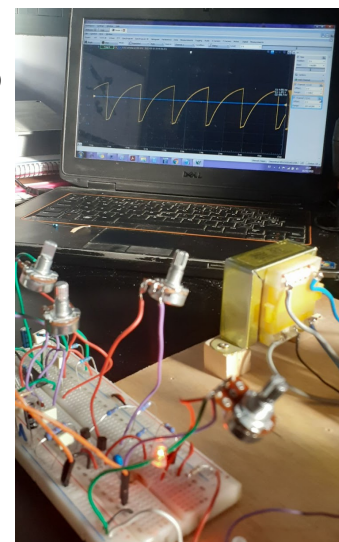
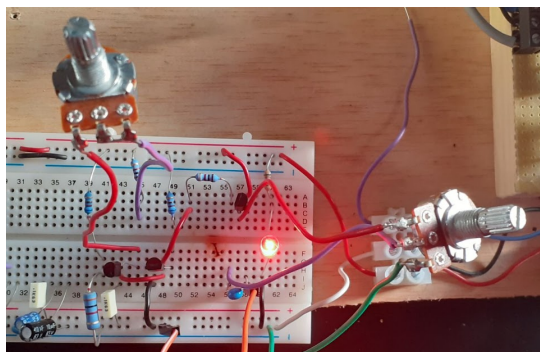


Añadimos al diseño un switch SPDT para poder seleccionar el condensador en función del rango de frecuencias:  
 $C1=100nF$  para  $33\text{ Hz} < f < 1850\text{ Hz}$   
 $C2=10nF$  para  $327\text{ Hz} < f < 18700\text{ Hz}$   
 y conseguimos cubrir prácticamente todo el espectro audible.

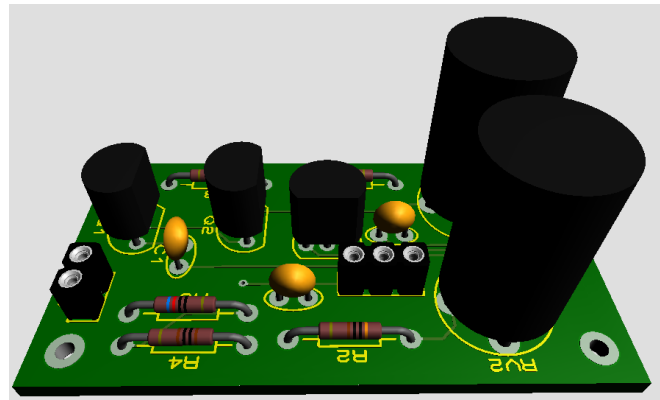
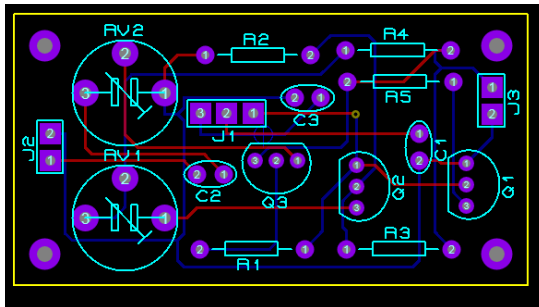


**Simulación real**

Llevamos los componentes a una protoboard, montamos y probamos con el Analog Discovery2 obteniendo resultados semejantes a los simulados:

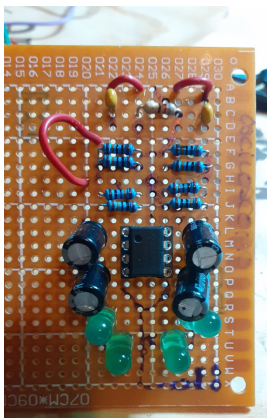
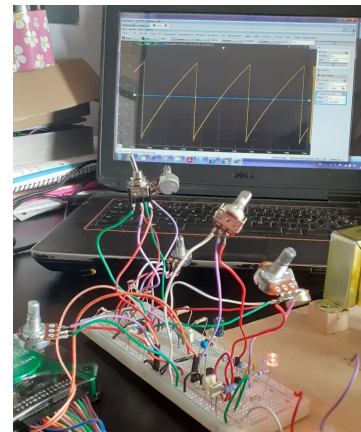


Por último realizamos el diseño en ISIS para el circuito PCB



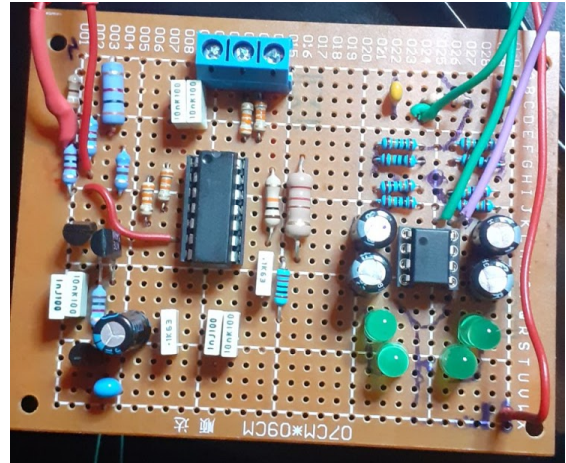
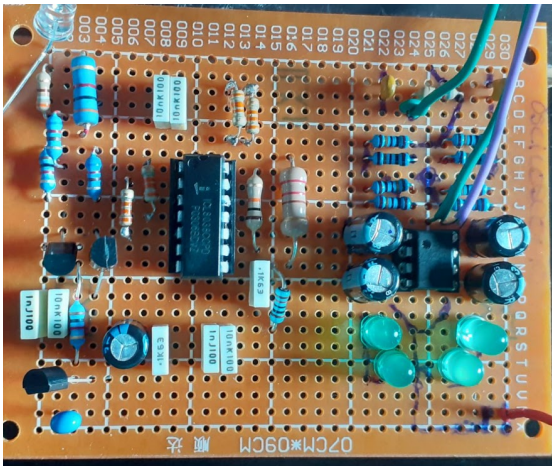
## 1.5 Montaje y configuración

Inicialmente se iba a montar en placas independientes, pero finalmente se confirma la posibilidad, mediante pruebas en protoboard, de alimentar todo con la misma fuente así que los tres circuitos irán montados en la misma PCB.

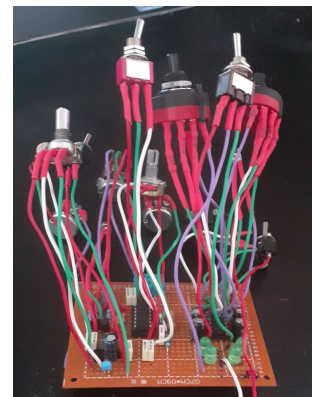
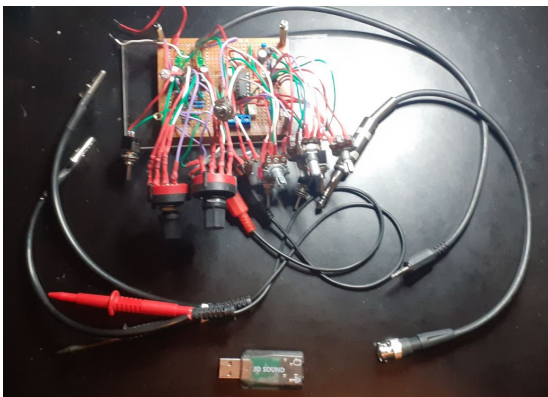
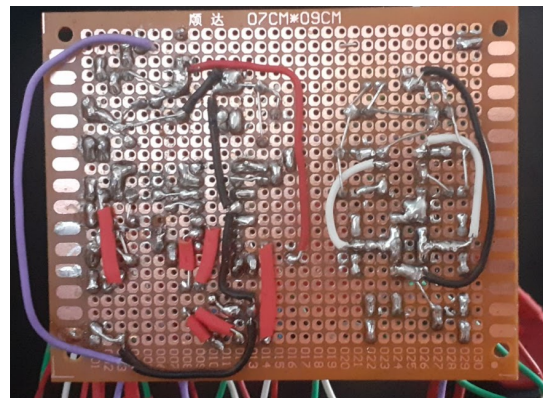
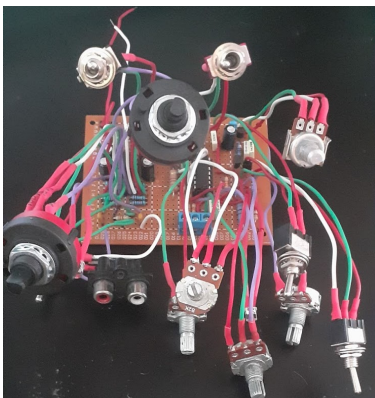


Comenzamos con la parte del osciloscopio, en proteus se ha diseñado con placa impresa por las dos caras. Como vamos a usar una preperforada con una sola cara impresa se realizarán las variaciones que resulten necesarias para el montaje.

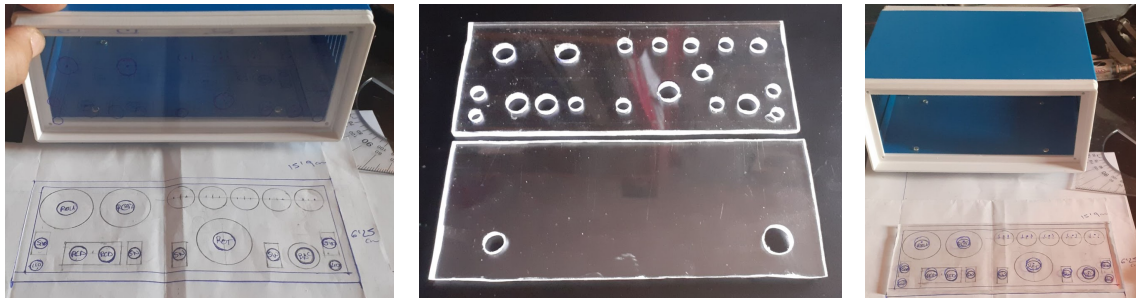
A continuación el generador de tres señales y el circuito de diente de sierra.



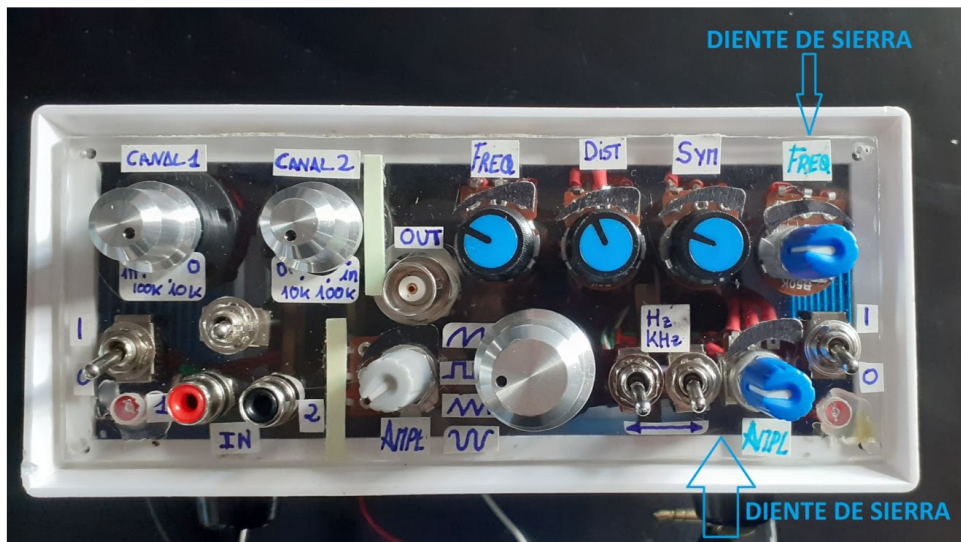
Por último se sueldan los componentes de chasis y los cables de sonda y conectores jack y bnc. Comprobamos continuidad en todos los puntos del circuito.



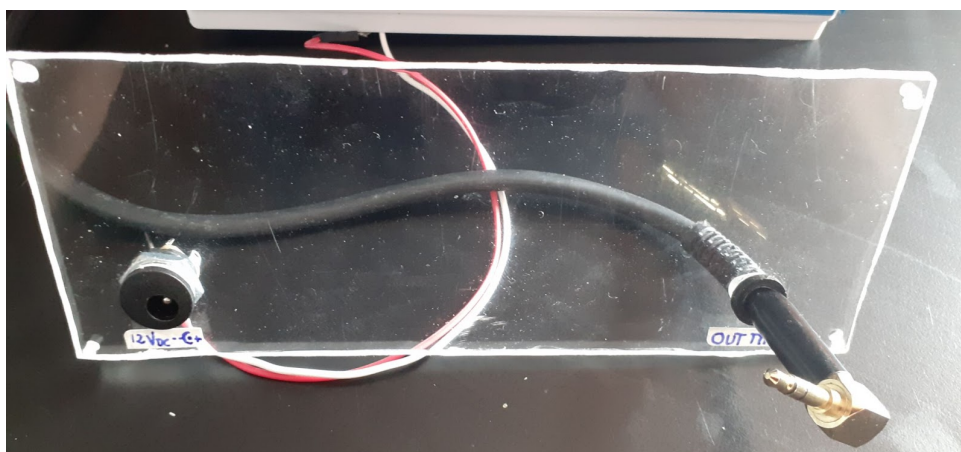
Trabajamos ahora la parte exterior; se toman medidas para encuadrar todos los controles, conmutadores, leds y conectores tanto de la parte delantera como trasera del contenedor y se hacen todos los agujeros con el taladro.



Una vez realizadas todas la pruebas de funcionamiento necesarias con el circuito podemos colocarlo dentro de la caja.



Frente



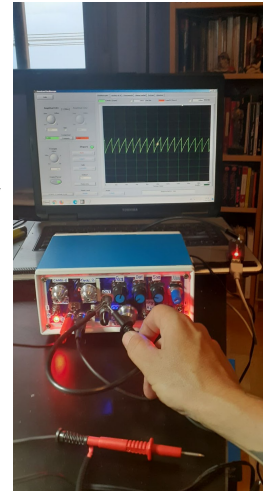
Trasera



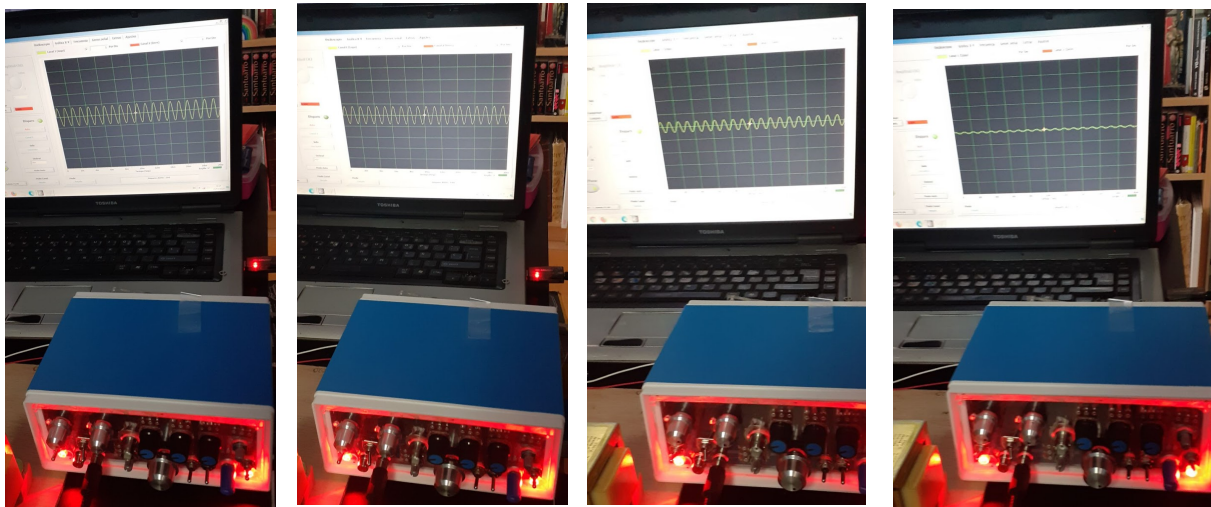
### 1.6.- Pruebas y ensayos

Vamos a probar el circuito, una vez montado, y encontramos fallos en la conexión de la tarjeta via USB. Se abre y se sueldan pines del conector y se restaura la conexión.

Se conecta el canal 1 del osciloscopio sin dividir la señal, a la salida jack del generador:

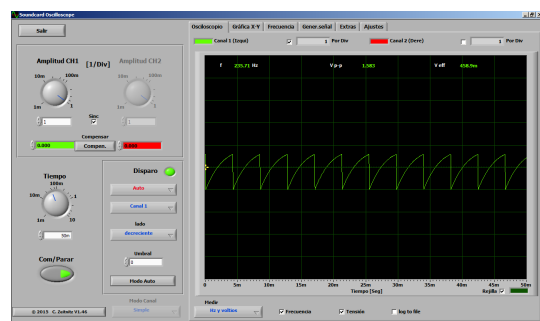


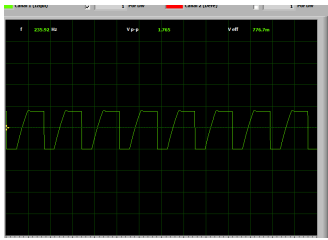
Comprobamos ahora con el canal 2 cómo actúa el selector de resistencias de 10K, 100K y 1M de cada canal



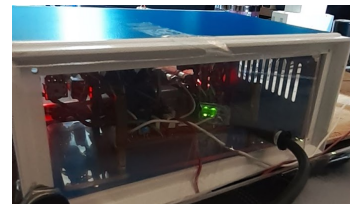
Y pasamos a visualizar cada una de las señales del generador a diferentes frecuencias, a través del osciloscopio construido.

**Diente de sierra** con switch en HZ y frecuencia mínima de 236 Hz

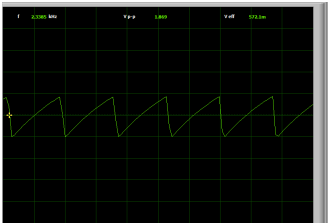
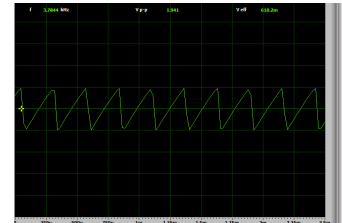




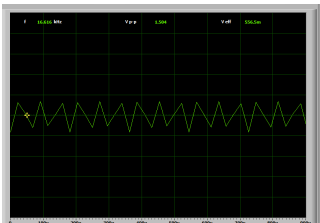
Si la amplitud sobrepasa los 2,2V entra en funcionamiento el circuito recortador de leds tal y como veíamos en la simulación:



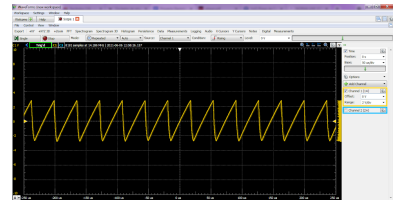
La frecuencia más alta con switch en Hz sería de 3781 Hz.



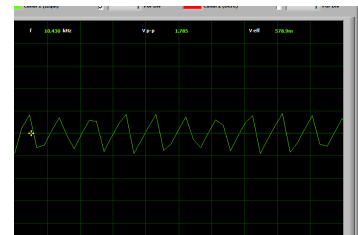
La frecuencia mínima con switch en posición KHz es de 2335 Hz.



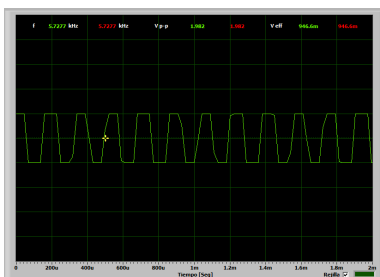
Para frecuencias elevadas se distorsiona la señal y parece afectar a la conversión (señal en diferentes dispositivos)



La frecuencia máxima que consigue alcanzarse sin excesiva distorsión es de 10430 Hz

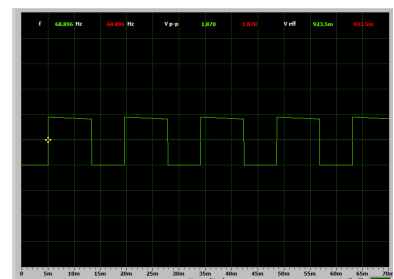


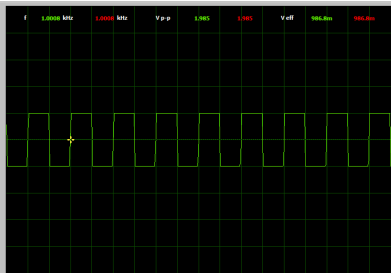
## Señal cuadrada



A frecuencias bajas la señal se distorsiona (5,72 Hz)

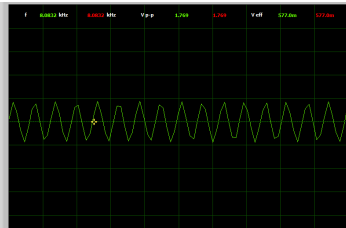
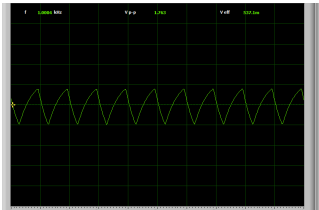
Ajustando el potenciómetro de simetría variamos el ciclo de trabajo de la señal. (69 Hz / 1.9 V)



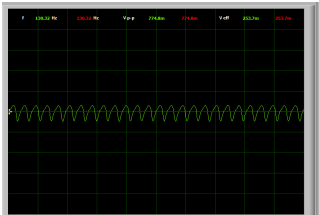
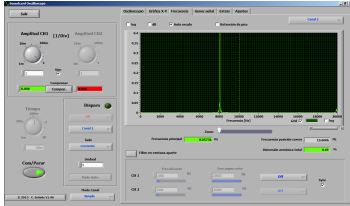


Aquí tenemos 1 KHz, pero el voltaje nunca pasa de 1,99 V debido al circuito recortador de los leds.

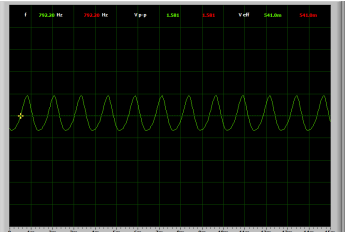
**Señal triangular** de 1 KHz con switch en Hz



Con la señal al máximo de frecuencia, (switch en KHz), vemos, gracias al mismo software, que es la triangular la única en tener una distorsión armónica inferior al 1%

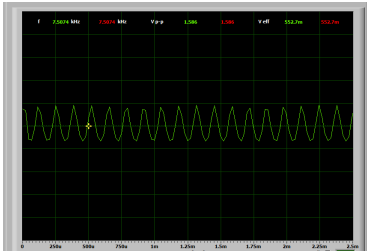
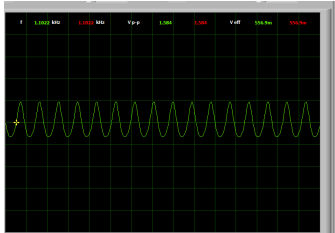


**Señal senoidal** a frecuencias bajas no se consigue ajustar con el potenciómetro de simetría (sym).



En 792 Hz vemos la señal sin demasiada distorsión con switch en posición Hz

Conmutamos el switch y alcanzamos 1Khz

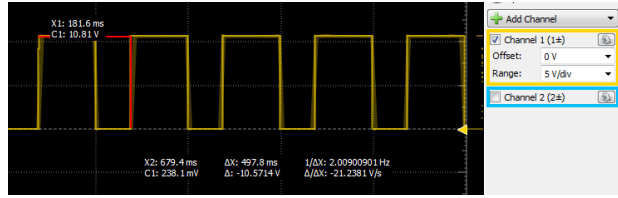


La frecuencia máxima que se visualiza es de 7507 Hz

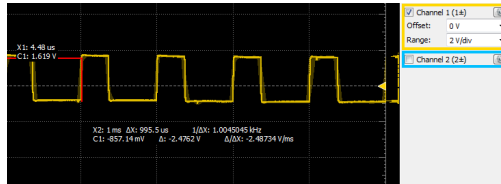
Analizamos el generador con el osciloscopio de Waveforms:

**Señal Cuadrada:**

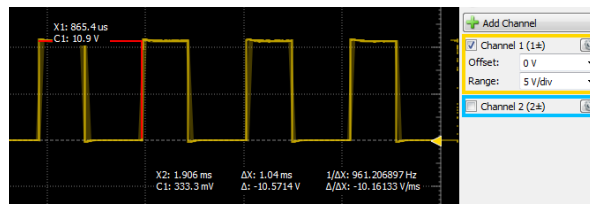
f mínima 2 Hz  
V máx pp 10,57 V



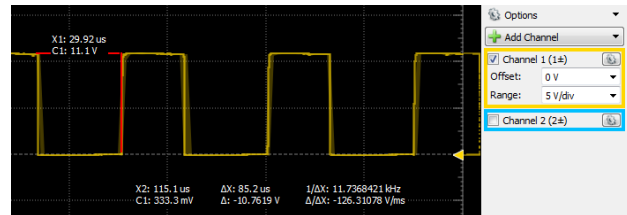
f = 858 Hz; V max pp 10,76 V



f = 1 KHz; V máx pp 2,48V

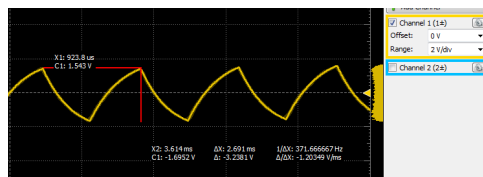


f = 11,74 KHz; V máx pp 10,76 V

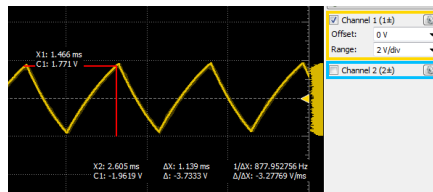


**Señal triangular**

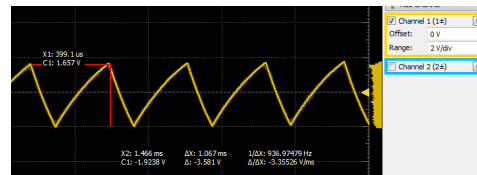
f = 372 Hz  
V máx pp = 3,27 V



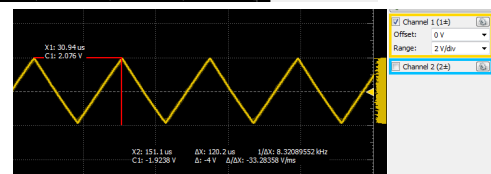
f = 877 Hz  
V máx pp = 3,73V



f = 937 Hz; V max pp = 3,58V

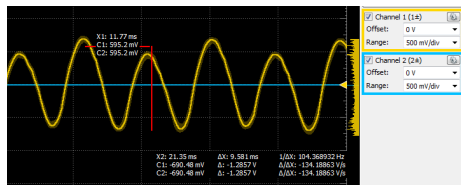


f=8,32 KHz; V máx pp= 4V

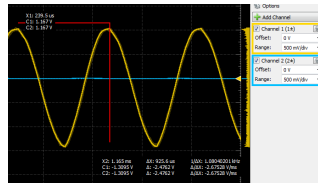


### Señal senoidal:

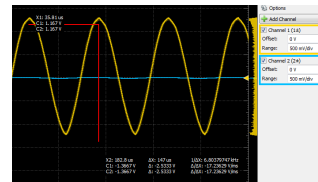
$f = 104 \text{ Hz}$   $V_{\text{máx pp}} = 1,28 \text{ V}$



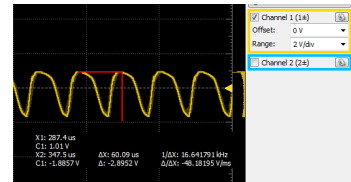
$f = 1 \text{ kHz}$   $V_{\text{máx pp}} = 2,47 \text{ V}$



$f = 6806 \text{ KHz}$   $V_{\text{máx pp}} = 2,53 \text{ V}$

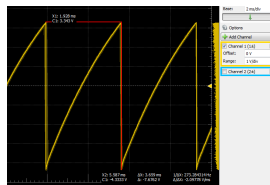


$f = 16,64 \text{ KHz}$   $V_{\text{máx pp}} = 2,9 \text{ V}$

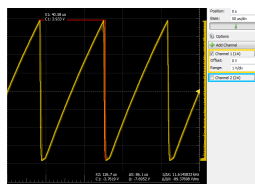


### Señal diente de sierra

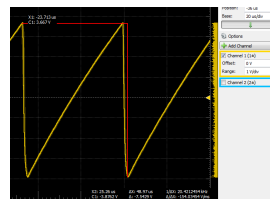
$f = 273 \text{ hz}$   $V_{\text{máx pp}} = 7,67 \text{ V}$



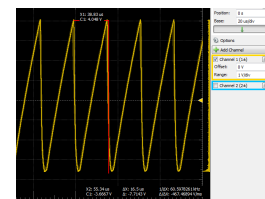
$f = 11,93 \text{ KHz}$   $V_{\text{máx pp}} = 7,7 \text{ V}$



$f = 20 \text{ KHz}$   $V_{\text{máx pp}} = 7,54 \text{ V}$



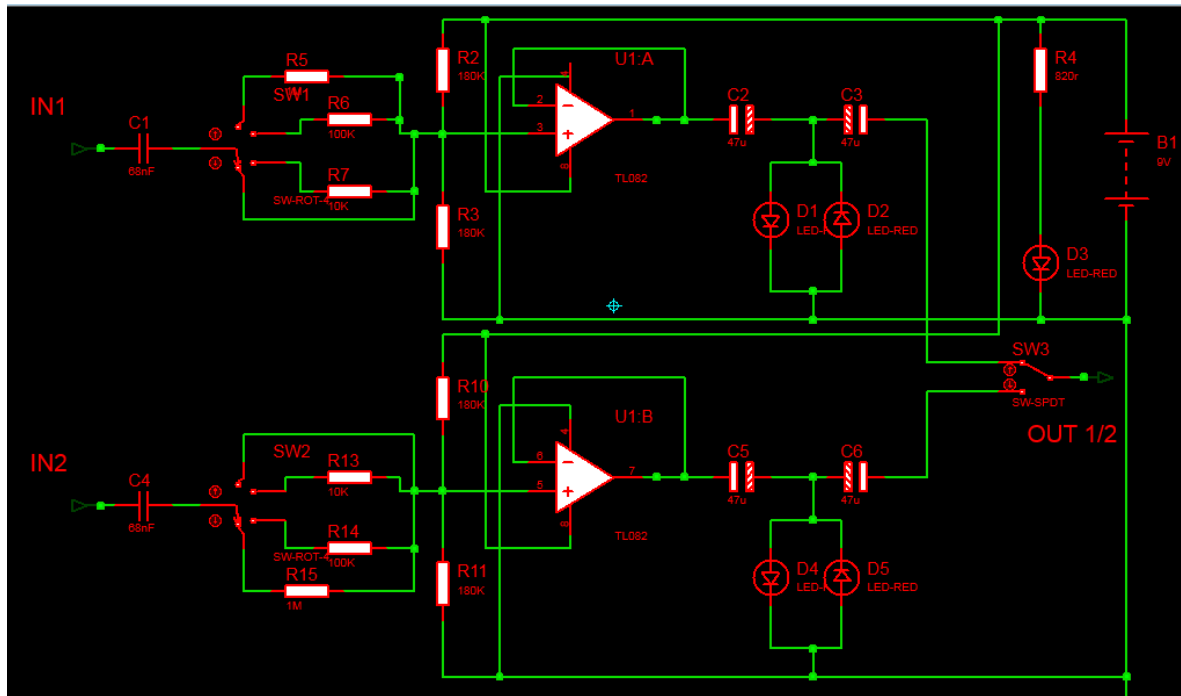
$f_{\text{máx sin dist.}} = 60,60 \text{ KHz}$   $V_{\text{máx pp}} = 7,7 \text{ V}$



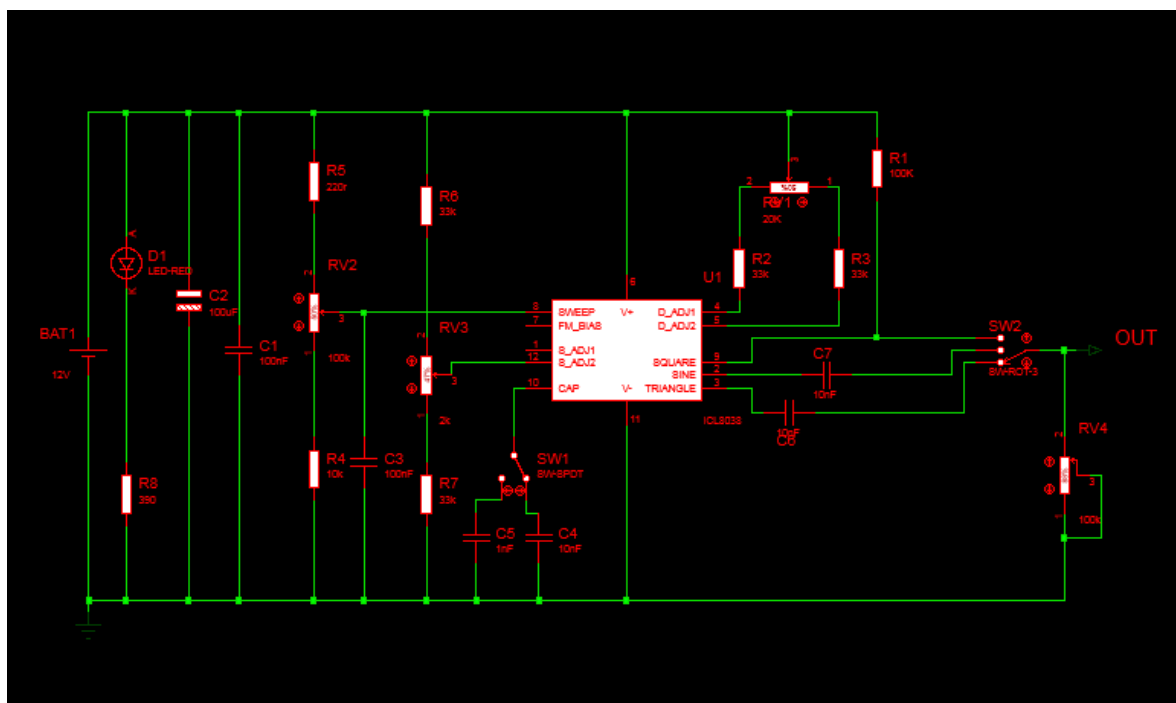
## 2.- Esquemas

Realizados con el software Proteus 8.8

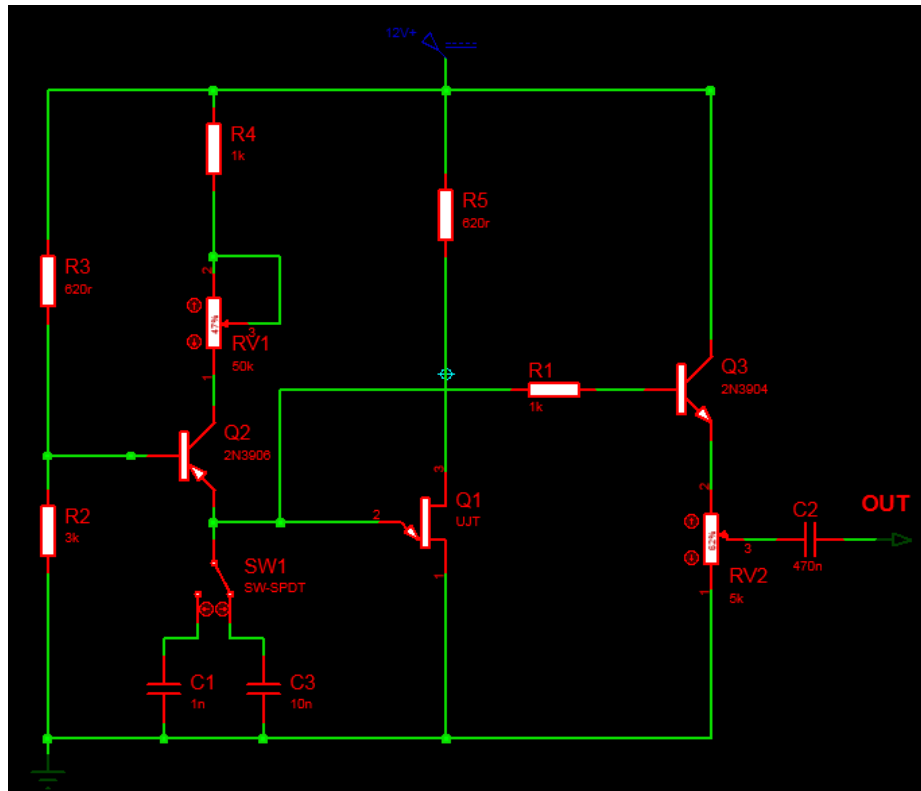
### 2.1.- Osciloscopio



### 2.2.- Generador de 3 funciones



## 2.2.- Generador de diente de sierra



## 3.- Pliego de condiciones

### 3.1.- Condiciones legales y/o administrativas

Dado que este proyecto no se lleva a cabo con el objeto de comercializarlo no existen en sí condiciones legales a tener en cuenta.

### 3.2.- Condiciones técnicas

En el software Soundcard Scope, en la pestaña de ajustes, se debe seleccionar la entrada 2 USB a través de micro y asegurar la correcta conexión en la tarjeta externa, la entrada es representada con un símbolo de micrófono y el conector jack debe entrar completamente en la tarjeta.

⚠️ La alimentación debe ser a través de una fuente de 12V / 1A al menos, y la polaridad será positivo en el centro negativo fuera, ya que si la invertimos podemos dañar componentes. Por este motivo, entre otros, los integrados deben ir montados en zócalos para ser sencillo su reemplazo. También sería favorable añadir un diodo al inicio de la alimentación para proteger el dispositivo.

## 4.- Presupuesto

### 4.1.- Osciloscopio

Se adjunta la lista de componentes de Proteus, adquiridos a través de la plataforma online de la empresa [TME Components](#) (8,02 €)

A ello se añade la tarjeta de sonido, (1,85€), el cable, estaño, placa pcb, caja (10,95€) y knobs(3,35€) para acabado final .

El proyecto tiene un coste total de : 27€.

Lista de materiales para osciloscopio					
Título del diseño		osciloscopio			
Autor					
Número de documento					
Revisión					
Creación del diseño		sábado, 22 de mayo de 2021			
Última modificación del diseño		sábado, 22 de mayo de 2021			
Componentes en el diseño		31			
<b>6 Capacitors</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
2	C1,C4	680P	Digitkey 311-1042-E-ND	0,17€	TME
4	C2,C3,C5-C6	47n	Digitkey 311314-ND	0,13€	TME
SubTotal: 0,87€					
<b>15 Resistors</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
2	R1,R3	30K	Digitkey 311-5-1807R-ND	0,12€	TME
4	R2,R3,R10-R11	1k00K	Digitkey 311-5-1807R-ND	0,14€	TME
1	R4	820K	Digitkey 311-5-1807R-ND	0,07€	TME
2	R5,R12	100K	Digitkey 311-5-1807R-ND	0,09€	TME
2	R6,R13	10K	Digitkey 311-5-1807R-ND	0,08€	TME
2	R7,R8	3K	Digitkey 311-5-1807R-ND	0,05€	TME
2	R9,R15	100K	Digitkey 311-5-1807R-ND	0,07€	TME
SubTotal: 1,37€					
<b>1 Integrated Circuits</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
1	U1	TL082		0,75€	TME
SubTotal: 0,75€					
<b>5 Diodes</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
5	D1-D5	1N4148		0,12€	TME
SubTotal: 0,60€					
<b>4 Miscellaneous</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
1	B1	3P		0,00€	TME
2	DM1-DM2	DM-800-6		1,89€	TME
1	DM3	DM-800T		1,12€	TME
SubTotal: 4,50€					
Total: 8,52€					

### 4.2.- Generador de 3 funciones

En este caso el coste de componentes es de 11,77€.

Además en [Electrónica Lila](#) se adquieren conectores BNC, 3,21€.

Sumamos cable, estaño, knobs: 4,72€

Esta segunda parte suma: 19,70€

Lista de materiales para generador proyecto ic 8038					
Título del diseño		generador proyecto ic 8038			
Autor					
Número de documento					
Revisión					
Creación del diseño		sábado, 29 de mayo de 2021			
Última modificación del diseño		sábado, 29 de mayo de 2021			
Componentes en el diseño		22			
<b>7 Capacitors</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
2	C1,C3	1000P	Digitkey 433-1365-ND	0,09€	TME
1	C2	1000P	Digitkey 433-1365-ND	0,23€	TME
3	C4,C6-C7	100P		0,08€	TME
1	C5	100P		0,07€	TME
SubTotal: 0,57€					
<b>8 Resistors</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
1	R1	100K	MI0K	0,10€	TME
4	R2-R3,R4-R7	33K	MI0K	0,09€	TME
1	R4	10K	MI0K	0,08€	TME
1	R5	220K	MI0K	0,06€	TME
1	R8	33K	MI0K	0,07€	TME
SubTotal: 0,60€					
<b>1 Integrated Circuits</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
1	U1	IC8038		4,80€	OTRON
SubTotal: 4,80€					
<b>1 Diodes</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
1	D1	1N4148		0,12€	TME
SubTotal: 0,12€					
<b>5 Miscellaneous</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
1	BV1	2P		0,23€	TME
2	BV2-BV3	2K		1,12€	TME
1	BV4	100K		1,89€	TME
SubTotal: 3,24€					

### 4.3.- Generador de diente de sierra

La parte de componentes suma 10,09€, donde el transistor UJT supone la mitad del coste.

Se añade el cable y los knobs: 2,81€

El total es de 12,90€.

Lista de materiales para diente de sierra proyecto					
Título del diseño		diente de sierra proyecto			
Autor					
Número de documento					
Revisión					
Creación del diseño		lunes, 24 de mayo de 2021			
Última modificación del diseño		lunes, 24 de mayo de 2021			
Componentes en el diseño		14			
<b>3 Capacitors</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
1	C1	10K	Maplin B005A	0,10€	TME
1	C2	470n	Maplin B005A	0,09€	TME
1	C3	10n	Maplin B005A	0,07€	TME
SubTotal: 0,26€					
<b>6 Resistors</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
1	R1,R4	1K	MIK	0,07€	TME
1	R2	3K	MIK	0,07€	TME
2	R3,R5	620K	MIK	0,04€	TME
SubTotal: 0,25€					
<b>3 Transistors</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
1	Q1	2N3904	STB_Electronics	3,66€	TME
1	Q2	2N3904		0,70€	TME
1	Q3	2N3904		0,54€	TME
SubTotal: 4,90€					
<b>3 Miscellaneous</b>					
Quantidad	Referencias	Valor	Stock Code	Unit Cost	Supplier
1	BV1	5K		0,74€	TME
1	BV2	5K		0,42€	TME
1	BV3	DM-800T		1,64€	TME
SubTotal: 2,80€					
Total: 10,09€					

El importe del proyecto: 59,60€ (IVA incli)

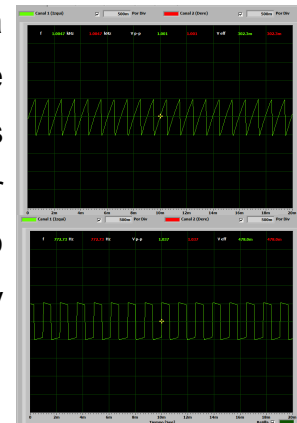


## 5.- Prevención de Riesgos

A pesar de que la idea sea poder realizar el proyecto en casa hay que tener en cuenta las medidas de seguridad en cuanto a riesgos eléctricos. La atención en la construcción del circuito y en el uso de herramientas nos permiten, sino evitar, anticiparnos a posibles accidentes. La calidad de los elementos electrónicos también evita fallos en el producto terminado, por ello es más conveniente adquirirlos a profesionales del sector.

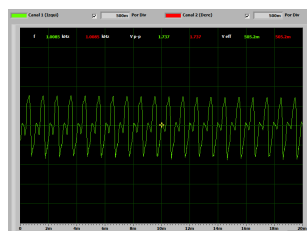
## 6.- Aplicación en pedales de guitarra

Tal y como definimos al principio de este proyecto, la idea es emplear el dispositivo para aplicaciones de audio, en este caso visualizar en el osciloscopio los efectos de diferentes pedales sobre la señal introducida a través del generador construido. Elegimos la señal de diente de sierra en este caso con valor de 1 Vpp y frecuencia de 1KHz y un pulso de 770 hz y 1 Vpp.

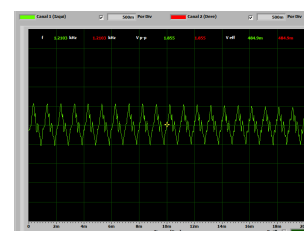


La primera prueba se lleva a cabo con el pedal [DR600 de Behringer](#) que nos permite crear efectos de reverberación por conversión digital de la señal analógica introducida. Podemos ajustar tono, tiempo de decaimiento y nivel de la señal. Los resultados obtenidos para ambas señales se observan a través de dos efectos:

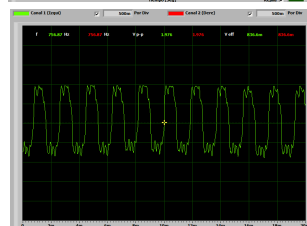
Efecto muelle sobre señal de diente sierra



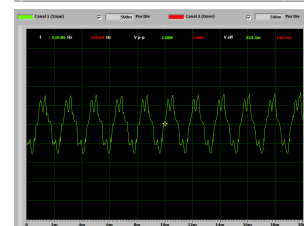
Efecto Room sobre señal de diente de sierra



Efecto muelle sobre pulso



Efecto Room sobre pulso



Probamos también a través del pedal de compresión [CS400](#) de la misma marca y vemos el resultado obtenido al procesar las señales. Se puede llevar esa salida a un altavoz, controlando la amplitud de la señal que mandamos para no quemar el speaker, y percibir las variaciones acústicas a la par que las observamos en la pantalla .



Se adjunta link a vídeo de presentación pptx, disponible en la plataforma Youtube: <https://youtu.be/ISswea8XCh0>

Podemos concluir que nuestro dispositivo nos resultará muy útil para analizar y visualizar aparatos electrónicos, no así para medidas de precisión, pero nos resolverá muchas dudas en cuanto al tratamiento de la señal y el comportamiento de los instrumentos al procesar las diferentes ondas que podemos introducirles.

## 6.- Referencias y agradecimientos

<https://www.educa2.madrid.org/web/centro.ies.pacifico.madrid/>

<http://yveslebrac.blogspot.com/2008/10/cheapest-dual-trace-scope-in-galaxy.html>

<https://www.instructables.com/A-Preamplifier-for-Smartphone-Oscilloscopes/>

<https://www.microfusa.com/>

<https://www.instructables.com/Oscilloscope-Arduino-Processing/>

<askix.com/osciloscopio-digital-con-pantalla-lcd.html>

[https://www.zeitnitz.eu/scope\\_en](https://www.zeitnitz.eu/scope_en)

<https://www.forosdeelectronica.com/threads/construcci%C3%B3n-de-un-generador-de-funciones-de-audio.13135/>

<http://www.rspacustic.com/es/>

<https://musisat.es/>

[https://www.youtube.com/watch?v=I5-peWe6Zt4&ab\\_channel=JoEtuuube](https://www.youtube.com/watch?v=I5-peWe6Zt4&ab_channel=JoEtuuube)

<http://www.electronica2000.com/generador-de-senales/>

<http://www.visector.com/>