



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA
OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL
Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS**

Especialidad de Tecnología e Informática

Prácticas con sonda de osciloscopio para dispositivos móviles

Educational practices with oscilloscope probe for mobile gadgets

Autor:

D. Luis Alberto Martínez Franco

Tutor:

Dr. D. Miguel Ángel González Rebollo

Valladolid, 1 de Septiembre de 2015

Resumen

Este trabajo aborda la construcción y uso de una sonda para convertir un dispositivo móvil en un osciloscopio. Tanto la construcción de la sonda como su posterior uso se abordan desde el punto de vista educativo, en concreto el trabajo está enfocado como una guía para el docente interesado en realizar estas prácticas con sus alumnos.

Abstract

This paper deals with the construction and use of a probe to convert a mobile device on an oscilloscope. Both the construction of the probe and its subsequent use are approached from an educational point of view, specifically the work is focused as a guide for teachers interested in carrying out these practices with their students.

Índice

1.	INTRODUCCIÓN	6
1.1	Motivación	6
1.2	Objetivos	7
1.3	Metodología	7
1.4	Contenido de la memoria	8
2.	CONSTRUCCIÓN SONDA.....	9
2.1	Análisis.....	9
2.2	Diseño	9
2.2.1	Filtro de entrada	10
2.2.2	Resistencia variable o potenciómetro	10
2.2.3	Ajuste de escala 1:10.	11
2.2.4	Buffer	12
2.2.5	Divisor de tensión	12
2.2.6	Protección contra sobrevoltajes	14
2.2.7	Filtro de salida	15
2.2.8	Indicador de encendido	16
2.2.9	Circuito completo.....	16
2.3	Construcción	18
2.3.1	Placa.....	18
2.3.2	Alimentación.....	21
2.3.3	Indicador de encendido	23
2.3.4	Divisor de tensión	23
2.3.5	Conector de entrada	24
2.3.6	Conector de salida.....	26
2.3.7	Filtro de entrada y resistencia de ajuste	29
2.3.8	Ajuste de escala 1:10	30
2.3.9	Buffer	30
2.3.10	Protección contra sobrevoltajes.....	31
2.3.11	Filtro de salida.....	31
2.3.12	Sonda completa y pruebas.....	31
2.4	Ejemplos de uso	35
2.4.1	Señal senoidal	36
2.4.2	Señal cuadrada	37
2.4.3	Señal triangular	38

3.	PRÁCTICA: CONSTRUCCIÓN DE LA SONDA	39
3.1	Currículo	39
3.2	Metodología	39
3.3	Objetivos	40
3.4	Contenidos.....	40
3.4.1	Análisis	40
3.4.2	Diseño	41
3.4.3	Construcción	42
3.5	Dedicación horaria	42
3.6	Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.....	43
4.	PRÁCTICA CON LA SONDA: REPRESENTACIÓN DE SEÑALES TÍPICAS	44
4.1	Currículo	44
4.2	Metodología	44
4.3	Objetivos	44
4.4	Contenidos.....	44
4.4.1	Señal senoidal en tiempo y frecuencia.....	45
4.4.2	Señal cuadrada en tiempo y frecuencia.....	46
4.4.3	Señal triangular en frecuencia.....	47
4.5	Dedicación horaria	47
4.6	Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.....	48
5.	PRÁCTICA CON LA SONDA: ESTUDIO DE UN FILTRO	49
5.1	Currículo	49
5.2	Metodología	50
5.3	Objetivos	50
5.4	Contenidos.....	50
5.5	Dedicación horaria	51
5.6	Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.....	51
6.	CONCLUSIONES.....	53
6.1	Líneas de trabajo futuro	53
	REFERENCIAS.....	54
	ANEXO I: COMPONENTES DE LA SONDA	56
	ANEXO II: ESTÁNDARES CONEXIÓN AURICULARES	58
	ANEXO III: ESTÁNDARES IMPEDANCIA AURICULARES	59

1.Introducción

Este trabajo se enfoca como una herramienta para facilitar la realización de diversas prácticas de la materia de tecnología en los grados de formación profesional y bachillerato.

El trabajo va dirigido a docentes interesados en realizar las prácticas que se describen, que son las pautas para que los alumnos construyan y usen una sonda para convertir un dispositivo móvil en un osciloscopio.

Dependiendo del curso el docente podrá aplicar más o menos contenido, en este trabajo se describe el proceso al detalle de manera que el docente pueda omitir los apartados que exceden el temario de sus alumnos.

En cualquier caso el proyecto está destinado para ser diseñado en cierta medida o como mínimo construido por los alumnos.

Una vez dispongamos de la sonda podremos usarla cómo un osciloscopio convencional. Entre las aplicaciones de osciloscopio disponibles para los dispositivos móviles podemos encontrar algunas de análisis espectral que suelen ofrecer la transformada de Fourier de la señal captada, esto posibilita un buen número de usos para nuestra sonda.

1.1 Motivación

Las motivaciones para emprender este proyecto son la práctica de “**aprender haciendo**” que conseguimos involucrando al alumno en la construcción de la sonda y la de “**trae tu propio dispositivo**” o BYOD (del inglés Bring Your Own Device, a veces escrito como BYOT: Bring Your Own Technology) que conseguimos al dotarlo de un instrumento que extiende y usa uno suyo propio (típicamente el móvil, aunque pueden usar tablets, ordenadores portátiles, etc.).

Estas prácticas tienen interesantes beneficios, entre los que el informe “New Horizons 2015” (1) destaca tres:

- Incremento de productividad
- Posibilidad de aprender en cualquier sitio (entornos informales) y predisposición para hacerlo
- Mayor eficiencia (al poder usar un dispositivo que ya conocen bien)

Abundando en el beneficio de los entornos informales el informe “Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits” (2) expone que:

- “Los entornos informales pueden estimular el interés por la ciencia, construyen conocimiento científico y destrezas, y –probablemente lo más importante- ayudan a la gente a estar más cómodos y seguros en su relación con la ciencia.”

Además según el informe “Surrounded by Science: Learning Science in Informal Environments” (3):

- Tener la oportunidad de usar equipamiento científico motiva al alumno a la exploración del área científica a la que pertenece dicho equipamiento.

Una motivación extra dentro del entorno formal del aula es:

- No todos los laboratorios disponen de osciloscopio, dotaremos de esta manera a cada alumno del suyo propio.

Esta motivación se puso de manifiesto cuando un compañero del máster narró que durante su practicum observó como el laboratorio de prácticas al que asistía sólo disponía de un osciloscopio y los alumnos se turnaban para usarlo.

1.2 Objetivos

A partir de lo comentado en los dos apéndices anteriores llegamos a la idea de este proyecto que es desarrollar una solución para prácticas baratas y que los estudiantes puedan realizar fuera de laboratorio.

El objetivo del proyecto no es por tanto preparar unidades didácticas sino:

- Facilitar el trabajo práctico de los profesores de áreas de tecnología en formación profesional y bachillerato mediante ideas para prácticas con una sonda de osciloscopio que sigan las líneas de “**aprender haciendo**” y “**trae tu propio dispositivo**”.

Este objetivo puede dividirse y concretarse en:

- Construcción física de una sonda para transformar un dispositivo móvil en un osciloscopio.
- Documentación de dicha construcción de manera que sirva de manual al docente interesado en realizar esta práctica.
- Proveer de al menos un guión de prácticas a realizar con el dispositivo construido.

1.3 Metodología

El proyecto se inició con la idea del tutor Miguel Ángel González Rebollo. Lo primero que se planteó fue la construcción de la sonda en sí. Tras la documentación necesaria se inició la construcción del dispositivo. Posteriormente se plantearon los guiones de prácticas y el propio guion de la construcción. Durante todo el proceso el trabajo estuvo supervisado y se mantuvieron reuniones presenciales con el tutor en el laboratorio.

1.4 *Contenido de la memoria*

La memoria se inicia con esta introducción, seguida de un capítulo con el desarrollo del estudio y construcción de la sonda, posteriormente los capítulos de guiones para prácticas con la sonda y por último las conclusiones extraídas durante el proceso.

Durante la memoria los párrafos en cursiva indican los problemas que el profesor puede plantear a los alumnos, el desarrollo de la solución se mostrará a continuación.

2. Construcción sonda

En este apartado veremos cómo se analiza, diseña y construye la sonda.

La sonda utiliza la entrada de micrófono que la mayoría de dispositivos móviles incorporan. La señal eléctrica de entrada será adaptada en la sonda y se introducirá en el dispositivo a través de la entrada de micrófono y mediante una de las múltiples aplicaciones disponibles se podrá medir o representar, por ejemplo el Kit Audia (4). Conseguiremos así convertir nuestro dispositivo móvil en un osciloscopio.

2.1 Análisis

Se comienza el proyecto marcando el objetivo que deseamos conseguir que será convertir el dispositivo móvil en un osciloscopio mediante la adición de una sonda que permita leer señales eléctricas.

A continuación hay que recopilar los requisitos que debe cumplir la sonda:

- Filtrar la señal para eliminar continua y frecuencias indeseadas (a las que no llega el transductor del dispositivo).
 - Para el filtrado se utilizará un filtro de entrada dirigido a filtrar continua de la señal de entrada y un filtro de salida para eliminar cualquier continua que haya introducido la sonda. Los transductores de los micrófonos de los dispositivos móviles están diseñados para voz humana y admiten aproximadamente de 20Hz a 20KHz.
- Proteger al dispositivo móvil de excesos de tensión: la entrada de micrófono de los dispositivos móviles es muy sensible pero acepta un voltaje limitado.
 - Las entradas de micrófono de los dispositivos móviles aceptan aproximadamente hasta 2 voltios con seguridad.
- Examinar la señal sin interferir en ella: no deseamos que la conexión de la sonda produzca un debilitamiento de la señal.
 - Esto se conoce como “alta impedancia de entrada”, las señales pueden ser muy débiles y un uso inadecuado de ellas puede anularlas, arruinando el intento de medida.

2.2 Diseño

Una vez fijados los objetivos y funciones de la sonda se diseña el circuito electrónico que cumpla con los requisitos exigidos. Por comodidad y claridad en este apartado iremos avanzando de la entrada del circuito (señal de entrada a analizar) a la salida (entrada de micrófono del dispositivo móvil), diseñando bloque por bloque hasta alcanzar la figura 2.8 del circuito completo.

2.2.1 Filtro de entrada

Dirigido a filtrar cualquier señal continua presente. Necesitaremos usar un filtro paso-alto, escogeremos un filtro pasivo analógico de primer orden con condensador y resistencia (frente a inductancia y resistencia por tamaño, precio, disponibilidad). Sabiendo que:

$$f_c = 1 / (2 * \pi * R * C)$$

despejamos, calculamos para 16Hz y normalizamos valores, por ejemplo:

condensador: 0.1uF y resistencia: 100kΩ

El filtro de entrada puede verse en la figura 2.1.

2.2.2 Resistencia variable o potenciómetro

Para ajuste fino. Según el cálculo que hemos hecho del filtro debe haber unos 100kΩ a masa, pero podemos realizar ajuste fino con una resistencia variable para conseguir la proporcionalidad de la señal de salida frente a la señal de entrada que deseemos.

La resistencia variable puede verse en la figura 2.1.

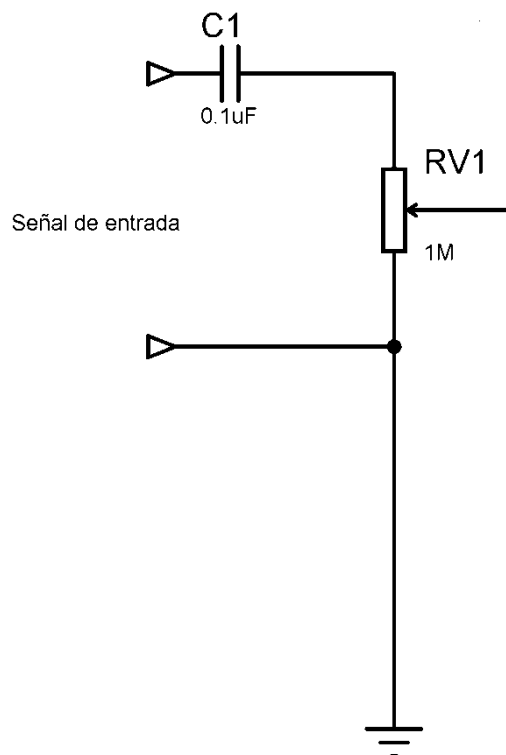


Figura 2.1 Filtro de entrada y resistencia variable de ajuste

2.2.3 Ajuste de escala 1:10.

Esto no es necesario para una sonda elemental, pero las sondas de los osciloscopios comerciales suelen tenerla. Nos permite utilizar valores de entrada 10 veces mayores.

La atenuación estándar suele ser de 1:10. Se construye como un divisor de tensión.

Por ejemplo una resistencia de 330kΩ en la salida y dos en serie de 33kΩ y 3.3kΩ. Tenemos así el factor de atenuación que deseamos:

En la malla del atenuador:

$$V = I * R$$

$$V = I * (330k\Omega + 33k\Omega + 3.3k\Omega)$$

$$I = V / (330k\Omega + 33k\Omega + 3.3k\Omega)$$

El voltaje en el punto de salida de atenuación:

$$V(\text{sonda atenuación}) = I * R$$

Sustituyendo:

$$V(\text{sonda atenuación}) = V / (330k\Omega + 33k\Omega + 3.3k\Omega) * (33k\Omega + 3.3k\Omega)$$

$$V(\text{sonda atenuación}) = V * 0.1$$

El circuito para la escala de atenuación puede verse en la figura 2.2.

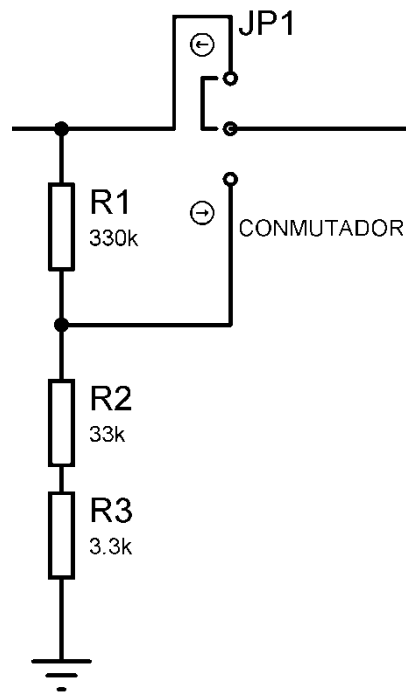


Figura 2.2 Ajuste de atenuación 1:10

2.2.4 Buffer

Para leer la señal sin debilitarla. Se construye con un amplificador operacional configurado en modo de amplificador de ganancia unitaria.

Es la configuración más sencilla, la señal de entrada a la conexión positiva y la salida realimentada a la conexión negativa como puede verse en la siguiente figura:

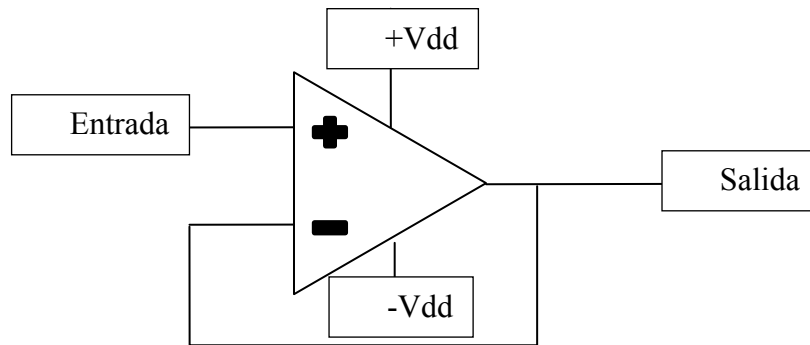


Figura 2.3 Amplificador operacional en modo buffer

2.2.5 Divisor de tensión

Debido a que el buffer que hemos colocado necesita alimentación dual debemos crear un divisor de tensión.

Dicha tensión será la masa de nuestro circuito. Lo que hacemos es por lo tanto colocar nuestra masa a una tensión que permite que el borne positivo de la batería será igual en magnitud pero de distinto signo al borne negativo de la batería.

Por ejemplo una pila de 9V, colocando la masa a 4.5V con el divisor de tensión, obtendríamos una tensión referida a nuestro circuito de 4.5V en el borne positivo de la pila ($9V - 4.5V = 4.5V$) y -4.5V en el negativo ($0V - 4.5V = -4.5V$).

El diseño se hará en dos partes:

a) El divisor de tensión:

El primer paso es calcular las resistencias del divisor, esto es fácil porque serán iguales para conseguir la mitad de tensión.

Por ejemplo con resistencias de $22k\Omega$:

En la malla del divisor de tensión:

$$V = I * R$$

$$V = I * (22k\Omega + 22k\Omega)$$

$$I = V / (22k\Omega + 22k\Omega)$$

El voltaje en medio de la malla:

$$V(\text{divisor}) = I * R$$

Sustituyendo:

$$V(\text{divisor}) = V / (22k\Omega + 22k\Omega) * 22k\Omega$$

$$V(\text{divisor}) = V * 0.5$$

b) Buffer:

Finalmente este voltaje resultante del divisor se usará como entrada de un buffer, de manera que las resistencias no disipen potencia al alimentar el circuito y circular una corriente por ellas. Sino que sean una mera referencia para un amplificador operacional en configuración buffer con realimentación de ganancia unitaria. Este apartado se diseña igual que el buffer del apartado anterior.

El circuito completo para el divisor de tensión sería por tanto el siguiente:

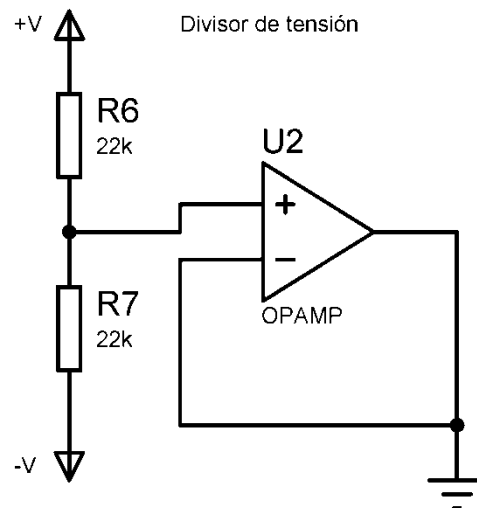


Figura 2.4 Divisor de tensión

2.2.6 Protección contra sobrevoltajes

Para no dañar el dispositivo, que hemos mencionado que admite tensión en torno a 2V.

Una forma muy sencilla resulta utilizar dos diodos LED que conducirán cuando haya más tensión que su tensión umbral (típicamente 1.8V, aunque depende del color).

Atención: como siempre que se polariza un diodo hay que colocar una resistencia que limite la corriente que circula por dicho diodo de manera que la potencia disipada en el diodo sea adecuada a la potencia máxima admisible por dicho diodo.

En nuestro caso una de 330Ω es adecuada:

$$V = I * R$$

$$P = V * I$$

Para nuestro caso:

$$V = 1.8V$$

$$I = V / R = 1.8 / 330\Omega$$

Sustituyendo:

$$P = 12mW$$

El circuito de la protección contra sobrevoltajes puede verse en la figura 2.5.

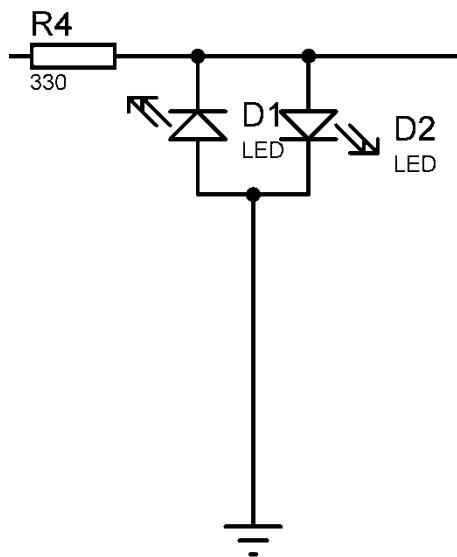


Figura 2.5 Protección contra sobrevoltajes

2.2.7 Filtro de salida

Que filtra la señal al rango de interés.

Necesitaremos usar un filtro paso-alto, escogeremos un filtro pasivo analógico de primer orden con condensador y resistencia (frente a inductancia y resistencia por tamaño, precio, disponibilidad). Sabiendo que:

$$f_c = 1 / (2 * \pi * R * C)$$

despejamos, calculamos para 22Hz y normalizamos valores, por ejemplo:

condensador: 4.7uF y resistencia: 1.5kΩ

El circuito del filtro de salida puede verse en la figura 2.6.

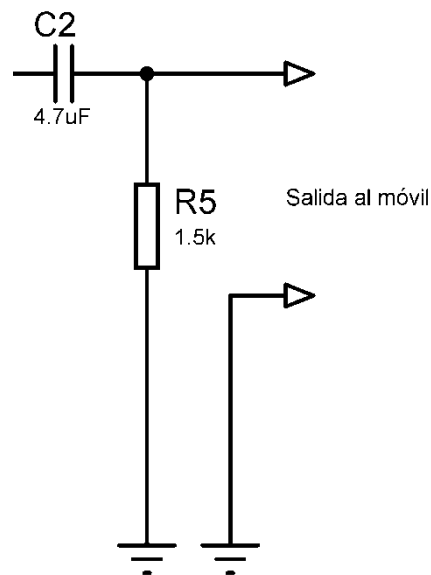


Figura 2.6 Filtro de salida

2.2.8 Indicador de encendido

Se utiliza un diodo Zener para limitar la tensión de la batería a la tensión V_z del diodo Zener (6V por ejemplo). Se alimenta un diodo LED polarizado en directa que nos indica que el circuito está conectado. Cuando la tensión de la batería caiga por debajo de la tensión del Zener más la tensión umbral del LED, dicho LED no conducirá, no habrá alimentación al circuito. Crédito: instructables (5).

Si $V_{batería} < V_z - V_t$ entonces no hay alimentación

El circuito para el indicador de encendido, sería por tanto el de la figura 2.7.

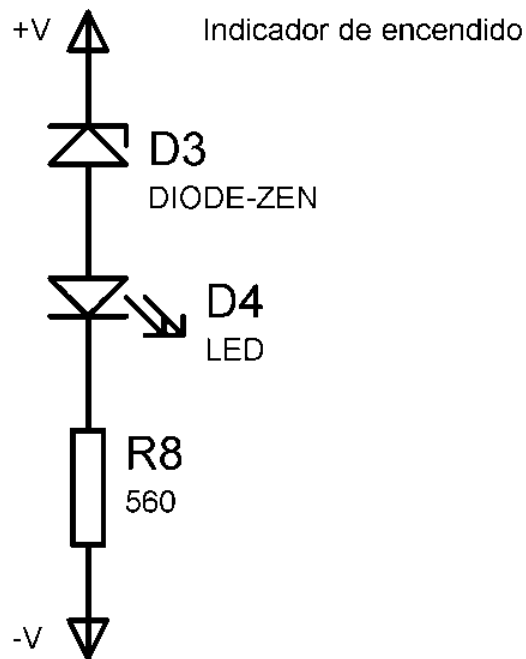


Figura 2.7 Indicador de encendido

2.2.9 Circuito completo

Juntando todos los bloques tenemos el circuito completo, que se muestra en la figura 2.8.

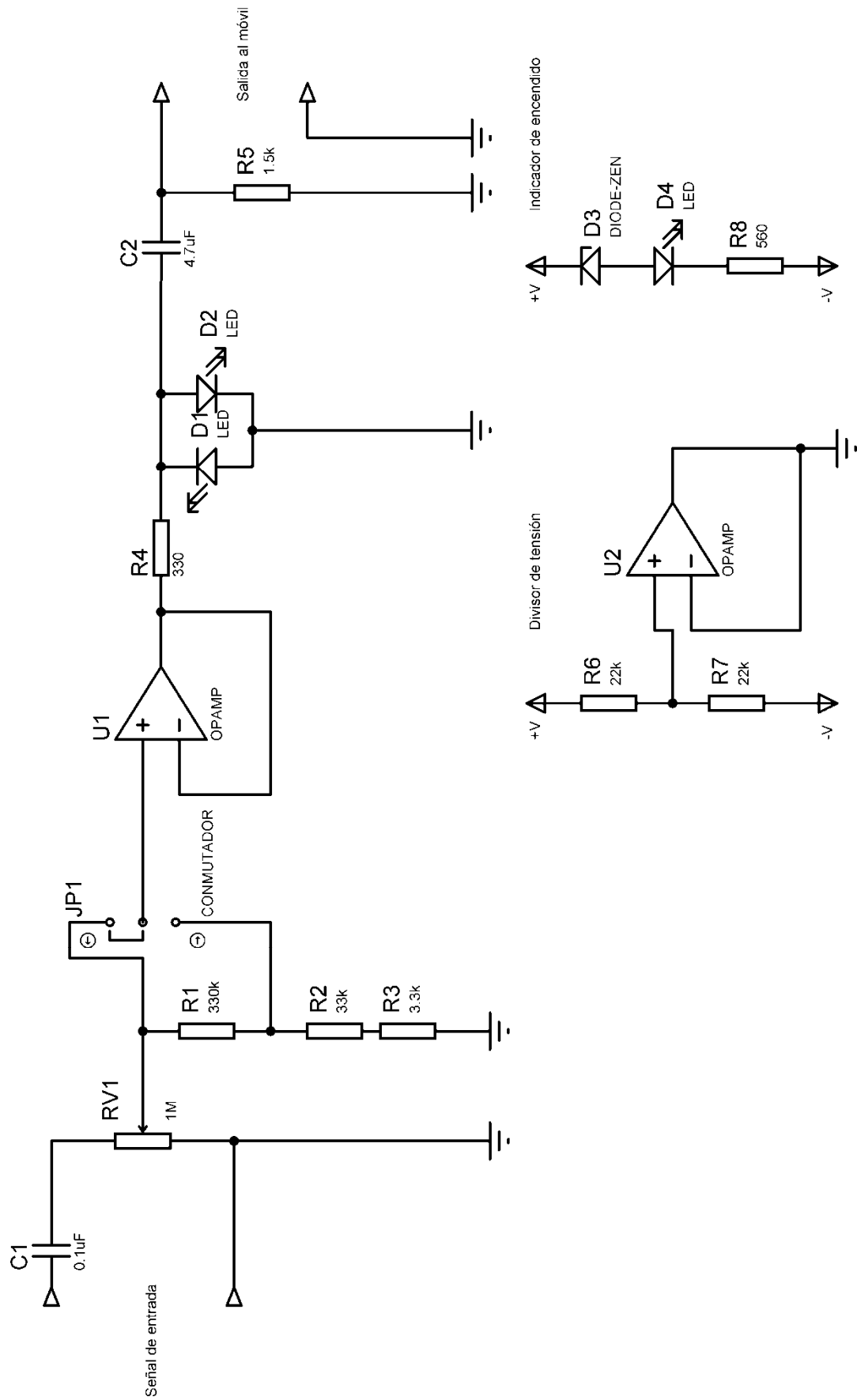


Figura 2.8 Circuito completo de la sonda

2.3 Construcción

Tras fijar los objetivos y requisitos de la sonda en el apartado de “Análisis” y realizar los cálculos y plantear los circuitos en el apartado “Diseño” ya sólo queda realizar el montaje de la sonda. En este apartado exponemos las partes en la forma que considero óptima para avanzar en el montaje.

2.3.1 Placa

La construcción de la sonda comienza con la elección de la placa, en este caso una placa de montaje tipo “protoboard” o “breadboard”, esto es una placa con orificios interconectados que permiten el montaje de dispositivos electrónicos como la de la figura 2.9.

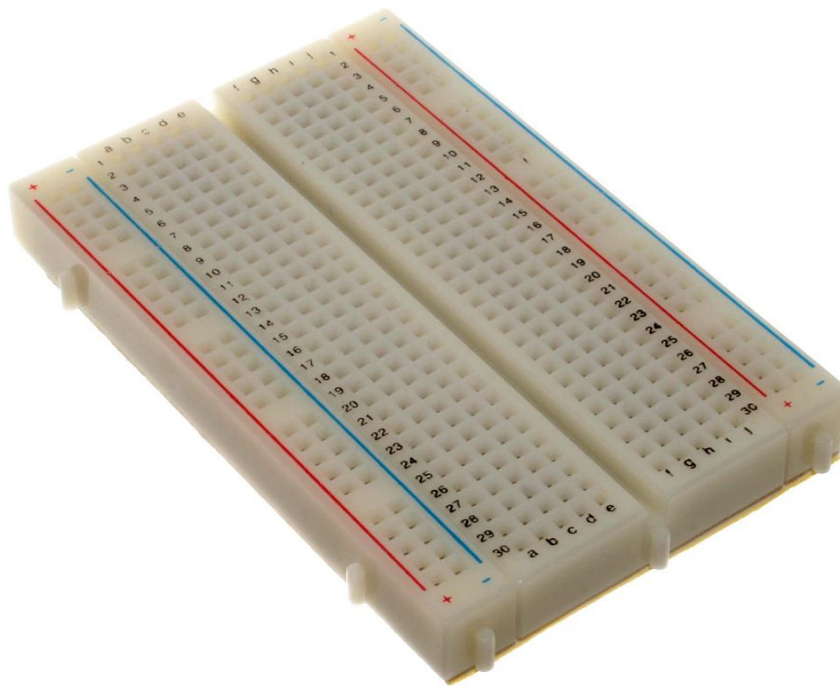


Figura 2.9: Protoboard o breadboard

Otra opción sería el uso de “perfboard”, son placas con huecos para el montaje, estos huecos disponen de metal, de manera que se pueden soldar para construir las conexiones, se puede observar en la figura 2.10.

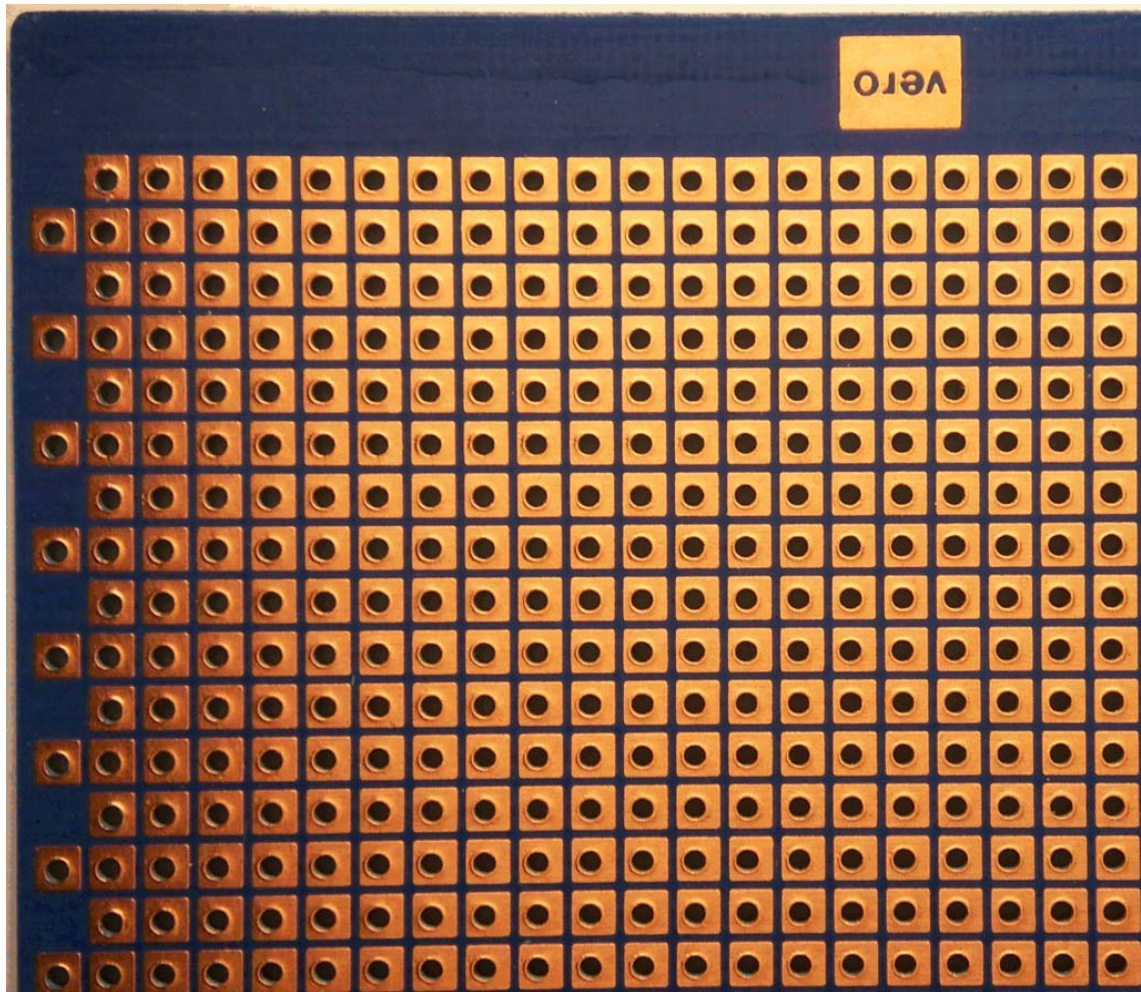


Figura 2.10: Perfboard

Otra opción sería el uso de “stripboard”, son placas con huecos y conexiones que se pueden cortar con un útil afilado (típicamente un cúter) para conseguir las conexiones deseadas. Puede observarse en la figura 2.11.

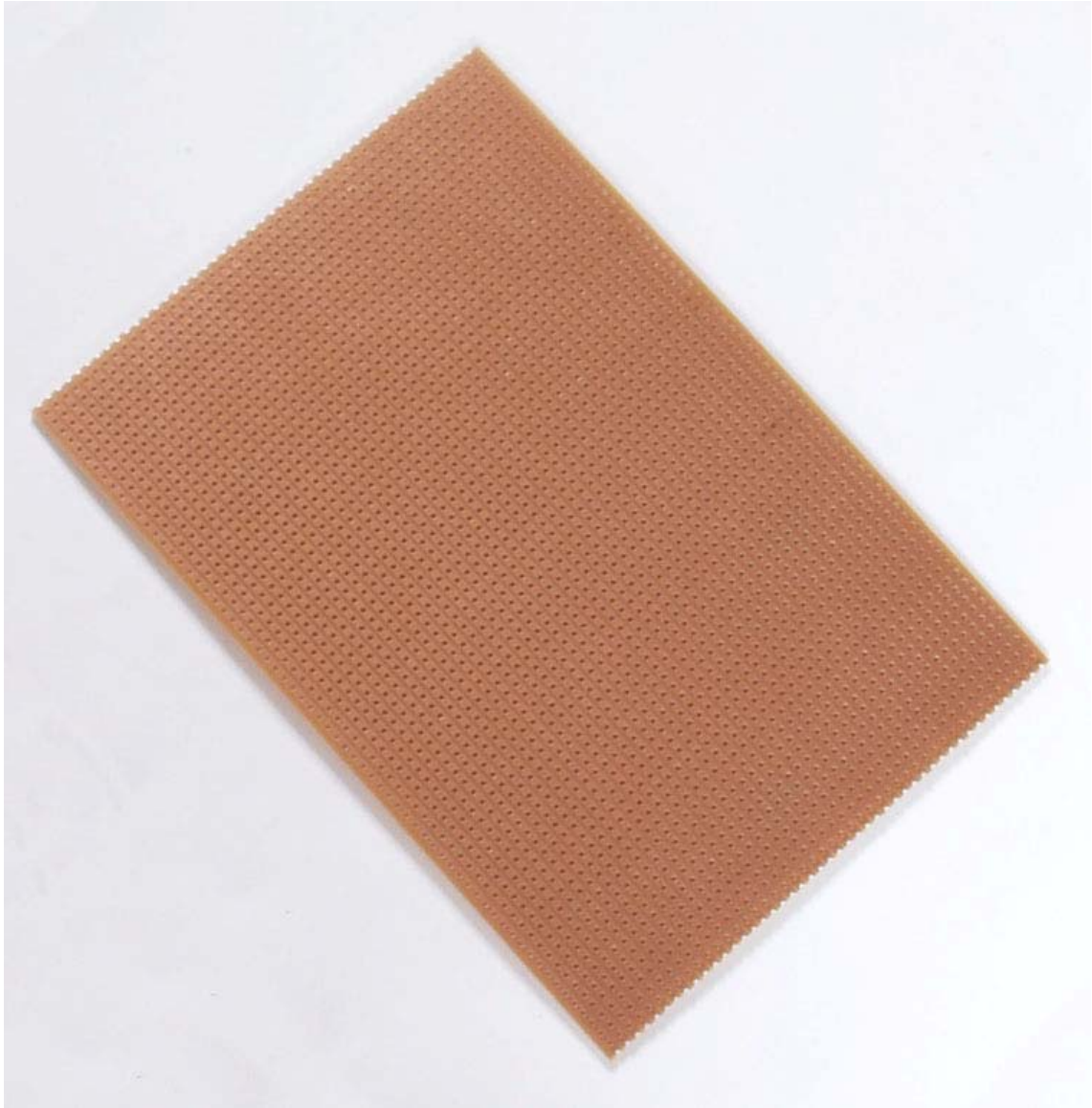


Figura 2.11: Stripboard

Por último en el apartado “Líneas de trabajo futuro” se ofrece la posibilidad más reducida y permanente, que sería usar una placa de circuito impreso.

2.3.2 Alimentación

El segundo paso será elegir la alimentación del circuito. Se puede colocar una pila de 9V como la de la figura 2.12 o una fuente de alimentación de ordenador modificada para proyectos como la de la figura 2.13 en cuyo caso será interesante también disponer de unos conectores con punta de cocodrilo como los de la figura 2.14. También podría usarse un transformador AC/DC con salida de 9V.



Figura 2.12 Batería 9V

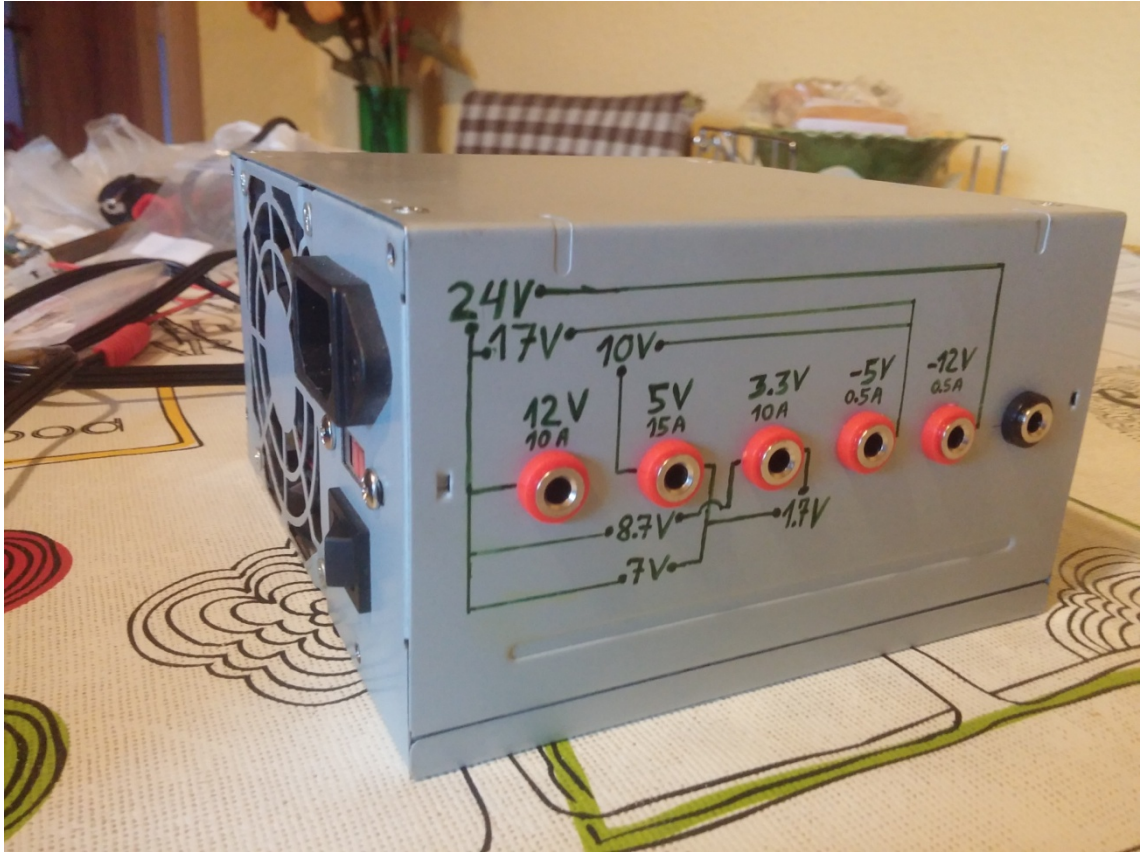


Figura 2.13 Fuente de alimentación de PC modificada



Figura 2.14 Cables con conector banana y punta de cocodrilo

2.3.3 *Indicador de encendido*

La construcción propiamente dicha, se puede comenzar por el indicador de encendido, de manera que siempre sepamos si estamos alimentando el circuito en las siguientes etapas de la construcción.

Como se ha comentado en el apartado de diseño y como se ve en la figura 2.8, esta parte consiste en un diodo Zener que estabiliza la tensión seguido de un diodo LED que hace las veces de piloto de encendido y la correspondiente resistencia limitadora de corriente.

En la figura 2.15 podemos ver el indicador de encendido montado en la placa.

2.3.4 *Divisor de tensión*

El siguiente paso será montar el divisor de tensión para alimentar el circuito adecuadamente.

Como se ha visto en el apartado de diseño y en la figura 2.4 se colocarán las dos resistencias que forman el divisor de tensión y en medio se conectará la entrada positiva del amplificador operacional, que se realimentará negativamente para conseguir un buffer, la salida de éste será la masa de todo el resto del circuito, de manera que los 9V positivos de la batería sean 4.5V positivos para el circuito y los 0V de la batería sean -4.5V para el circuito.

En la figura 2.15 podemos ver el divisor de tensión montado en la placa.

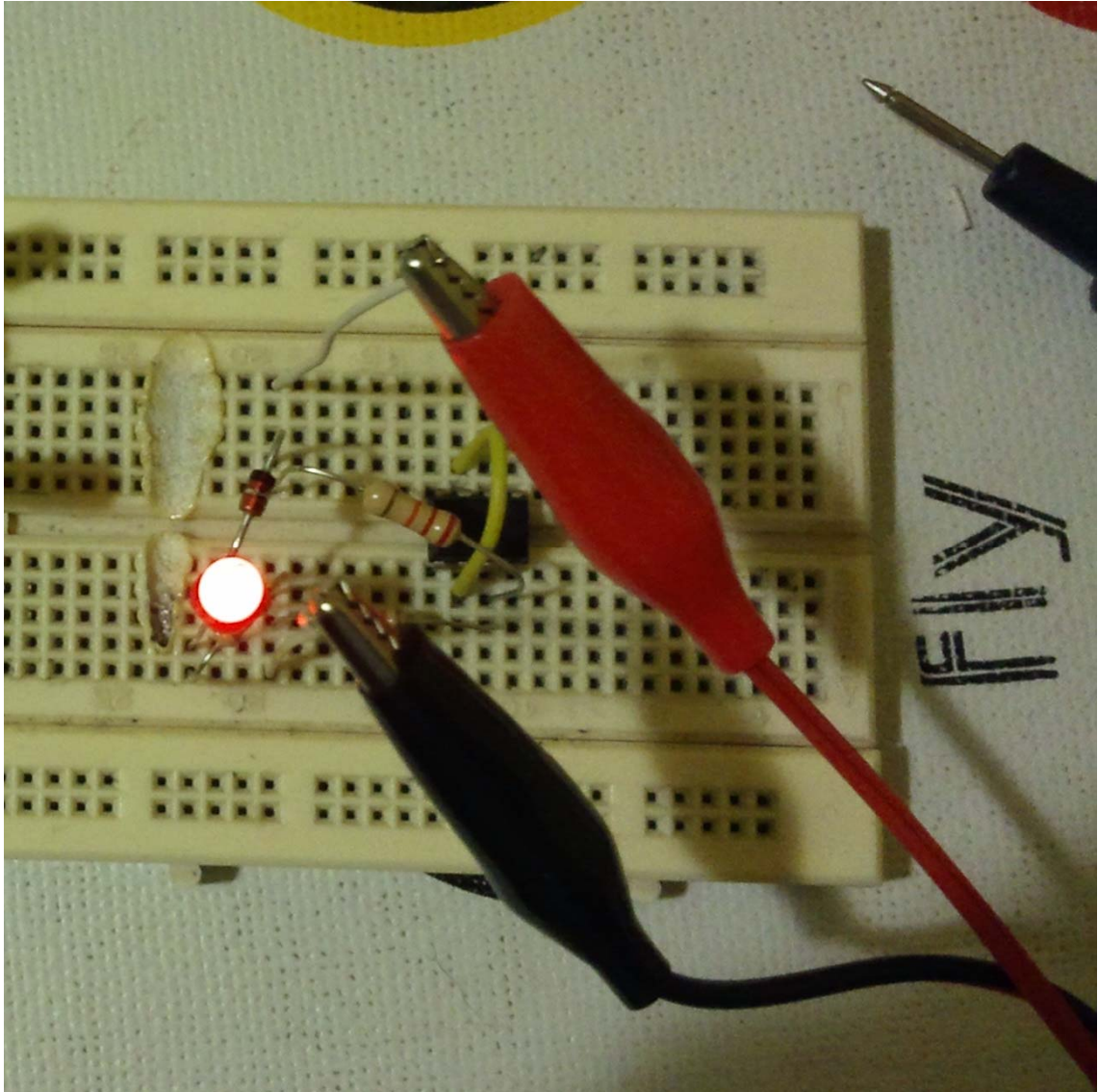


Figura 2.15 Indicador de encendido y divisor de tensión

2.3.5 Conector de entrada

Como entrada del circuito al menos para pruebas vamos a usar un generador de funciones como el de la figura 2.16, por lo que el conector de entrada será el propio de este tipo de dispositivos que puede verse en la figura 2.17.



Figura 2.16 Generador de funciones



Figura 2.17 Conector propio de generador de funciones / osciloscopio

Si no se dispone de generador de funciones se puede hacer un conector como el que vamos a realizar en el próximo apartado para la salida y usar un dispositivo móvil como “generador” y otro conectado a la sonda que estamos construyendo como osciloscopio.

2.3.6 Conector de salida

Usaremos un conector con un extremo de jack de 3.5mm para conectar a la entrada de micrófono de nuestro dispositivo y en el otro extremo 3 conectores RCA, del que sólo usaremos el que conecta los 2 anillos más internos del jack de 3.5mm. En la figura 2.18 podemos ver el cable adecuado.

Para la conexión a la placa usaremos un conector RCA típico, como el que se observa en la figura 2.19.

Para realizar la conexión debemos elegir cuál de los dos extremos será la señal y cual la masa, en el anexo II encontraremos una referencia de cómo hacerlo en función del tipo de dispositivo de que dispongamos, porque según la marca tendrán el conector de micrófono y masa intercambiados.

Para esta conexión será necesario soldar el cable al conector, salvo que tengamos la precaución de adquirir conectores con pletinas perforadas que permiten “anudar” el cable a ellas.

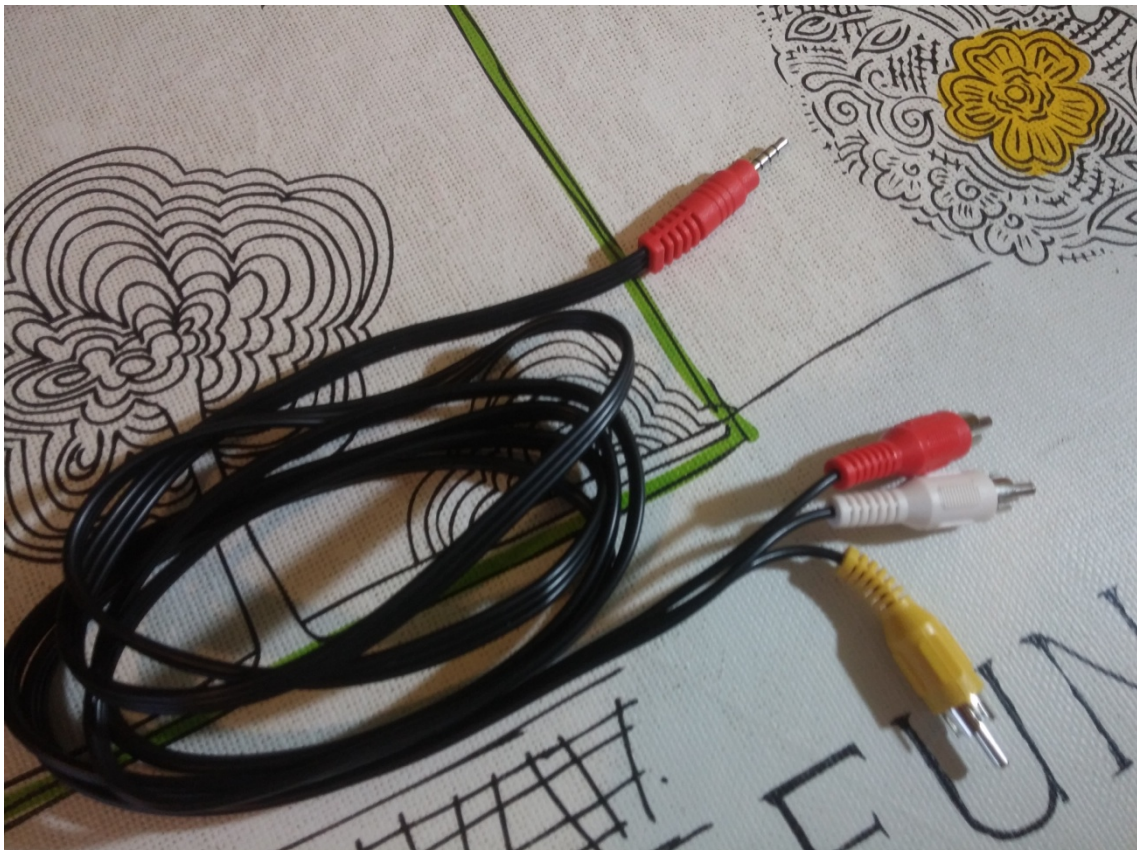


Figura 2.18 Cable de conector jack 3.5mm a 3 conectores RCA.



Figura 2.19 Conector RCA

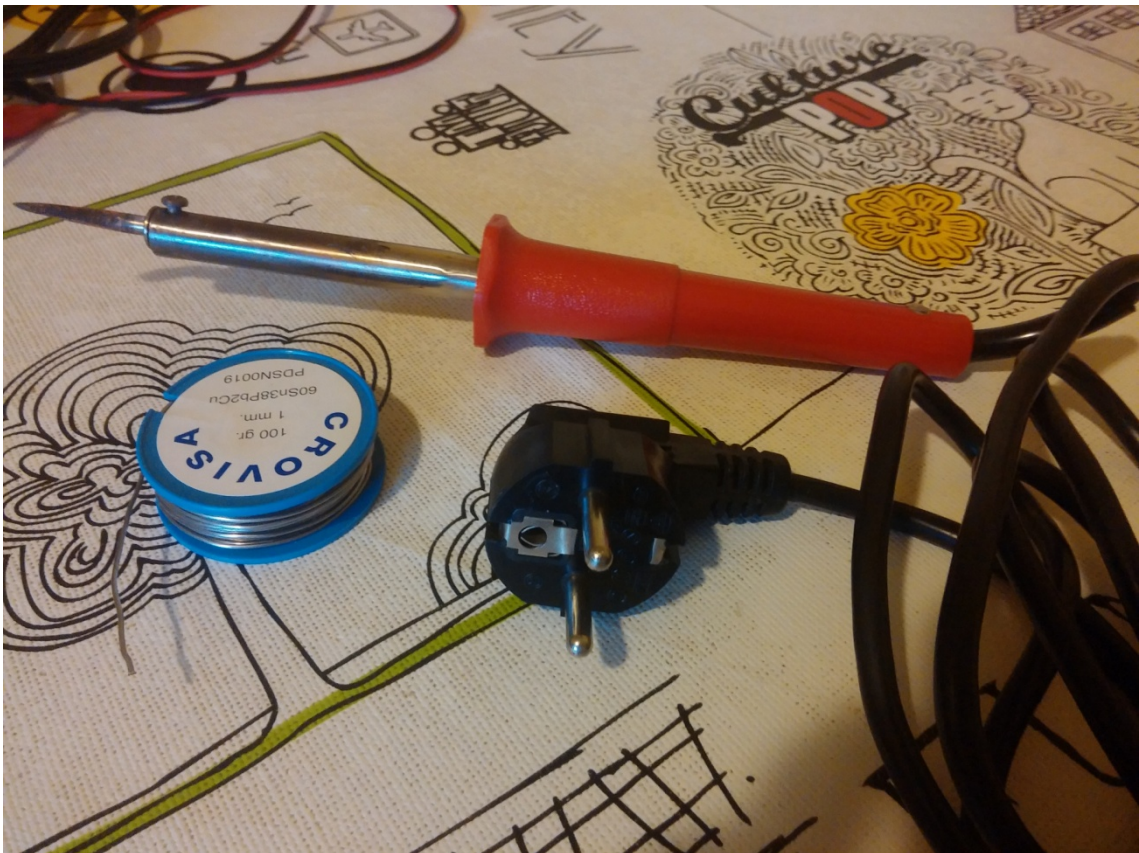


Figura 2.20 Soldador y estaño en rollo

En la figura 2.20 observamos un soldador adecuado. En la figura 2.21 se puede observar el detalle del conector RCA ya soldado a los cables de la placa y con el cable que va al dispositivo móvil ya conectado.

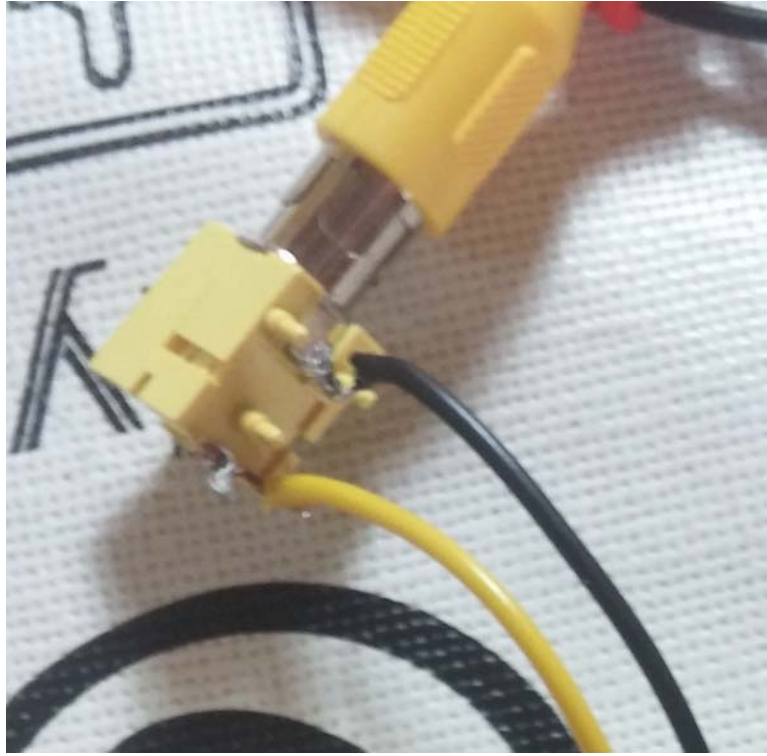


Figura 2.21 Conector RCA soldado a la placa y con el cable conectado

2.3.7 Filtro de entrada y resistencia de ajuste

Se monta siguiendo el esquema de la figura 2.1, es decir, un condensador a la entrada que será la salida del bloque anterior (el conector de entrada) y una resistencia a masa. Esta resistencia será el potenciómetro o resistencia variable de ajuste fino, cuyo valor podremos ajustar finalizada la sonda para conseguir la proporcionalidad deseada de la salida frente a entrada. Necesitaremos un destornillador plano como el de la figura 2.22. Volveremos a este ajuste al final del capítulo una vez finalizada la sonda, pues es cuando se realiza si se desea.

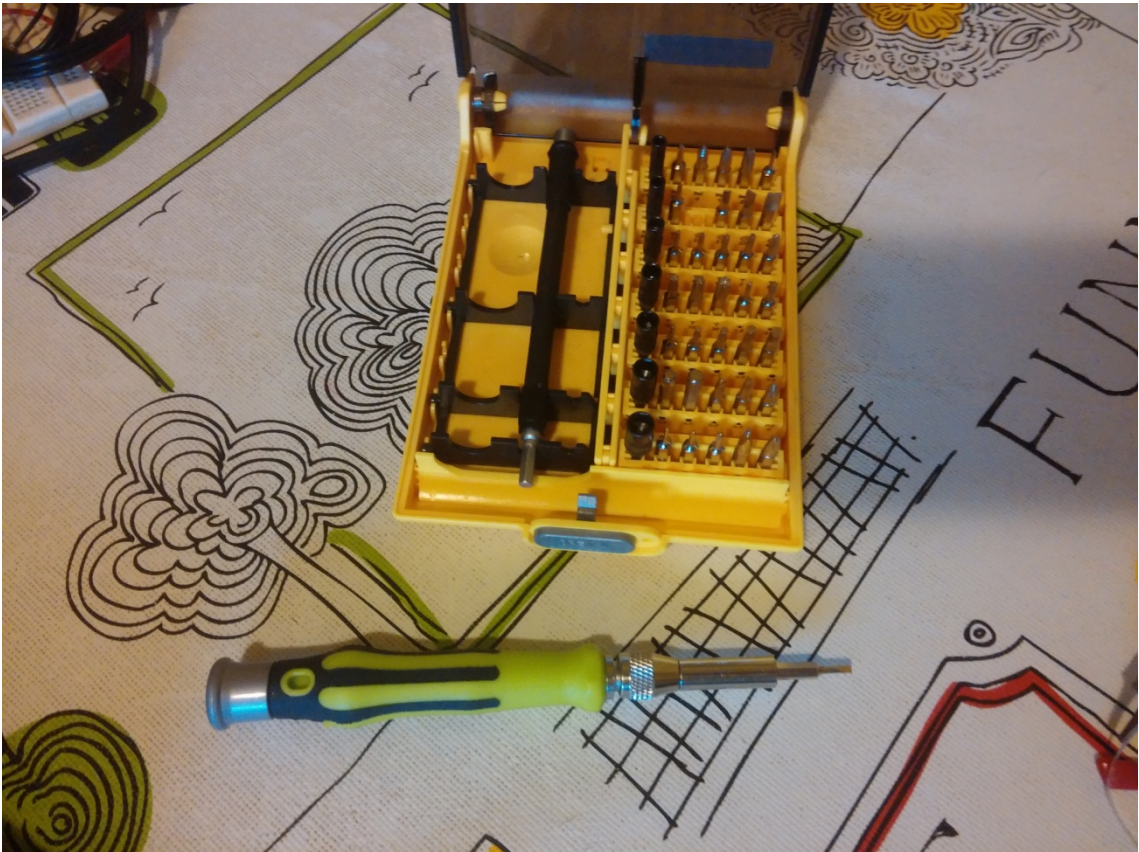


Figura 2.22 Destornillador plano para ajuste de resistencia variable

2.3.8 Ajuste de escala 1:10

Se monta atendiendo a la figura 2.2, consiste en 3 resistencias en serie desde el apartado anterior (filtro de entrada) hacia masa. Habrá una salida sin que la señal atraviese las resistencias para no atenuación (la que dispone la sonda de por sí una vez ajustada) y otra salida bajo la primera resistencia para una atenuación de 10 veces (con el diseño que hemos propuesto).

Se puede colocar un conmutador como el de la figura 2.23 para poder cambiar la escala según deseemos.

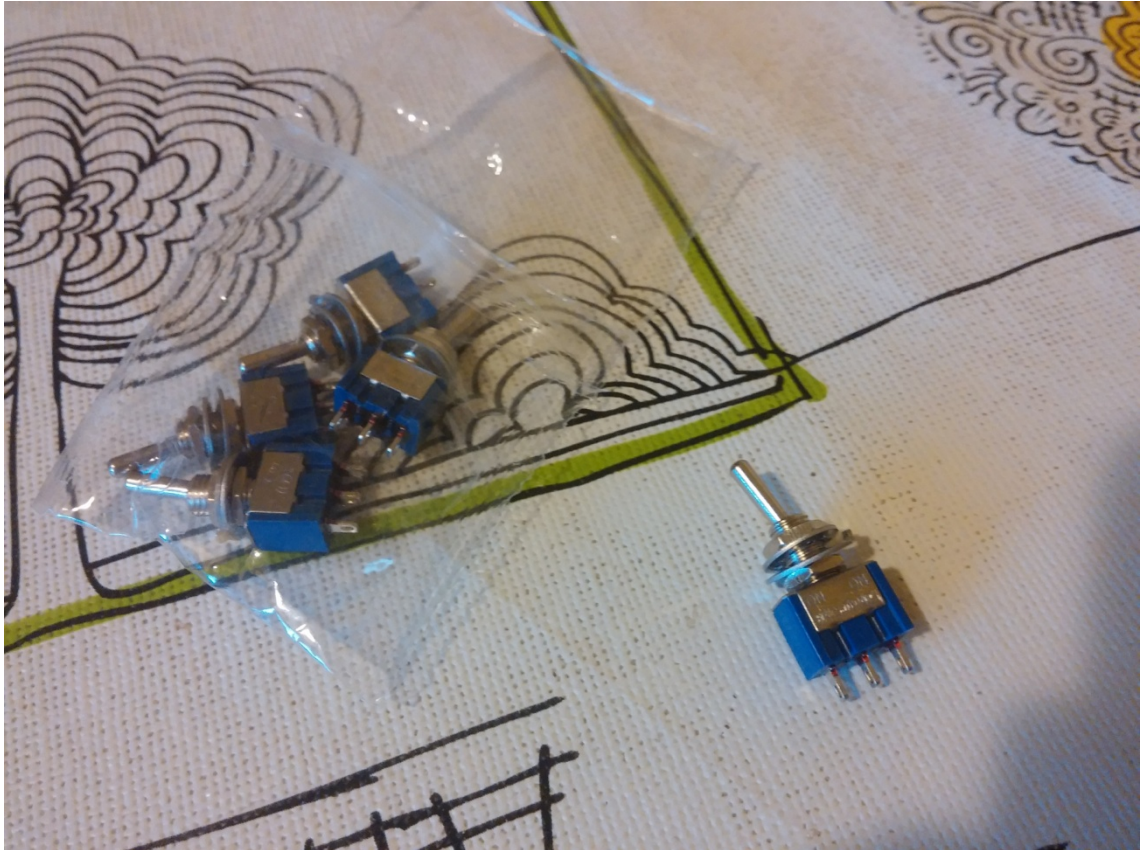


Figura 2.23 Conmutador

2.3.9 Buffer

Esta parte debe ser fácil pues se ha montado ya un buffer en el apartado del divisor de tensión. Se sigue el circuito de la figura 2.3, es un amplificador operacional cuya salida está realimentada a la entrada negativa. La entrada positiva se conecta a la salida del bloque anterior (conmutador de escala de atenuación).

2.3.10 Protección contra sobrevoltajes

Para el montaje se sigue el circuito de la figura 2.5, a la salida del bloque anterior (buffer) se conecta una resistencia (para limitar la corriente que circulara por los diodos LED) y dos diodos LED opuestos a masa, uno limitara los sobrevoltajes positivos y otro los negativos, además con su iluminación nos alertarán de una entrada excesiva que no llegará a nuestro dispositivo móvil pues se deriva a tierra en este protector.

2.3.11 Filtro de salida

Se monta siguiendo el circuito de la figura 2.6, a la salida del bloque anterior (protección sobrevoltaje) se pone el condensador y después la resistencia a tierra. A la salida del condensador pondremos el cable al conector RCA de salida.

2.3.12 Sonda completa y pruebas

La sonda acabada puede verse en la figura 2.25. En el anexo I puede verse la lista de los componentes sugeridos. De izquierda a derecha observamos:

- La entrada de señal al circuito (cable amarillo para señal y negro para masa).
- El filtro de entrada (condensador y potenciómetro).
- Las resistencias de escala (tres resistencias) que en esta caso están anuladas (observar que el cable amarillo va de la salida del potenciómetro).
- El buffer (amplificador operacional).
- El protector de sobrevoltaje (resistencia y dos LEDs verdes).
- El filtro de salida (en teoría diseñamos un condensador y una resistencia, vemos aquí tres condensadores para llegar a la capacidad deseada con los condensador que teníamos disponibles en los armarios del laboratorio en el que se desarrolló este proyecto).
- La salida de la sonda (conector RCA).
- El indicador de encendido (Zener, LED rojo encendido y resistencia).
- El divisor de tensión (dos resistencias y amplificador operacional).
- Las puntas de cocodrilo vienen de la fuente de alimentación y están alimentando el circuito con aproximadamente 9V.

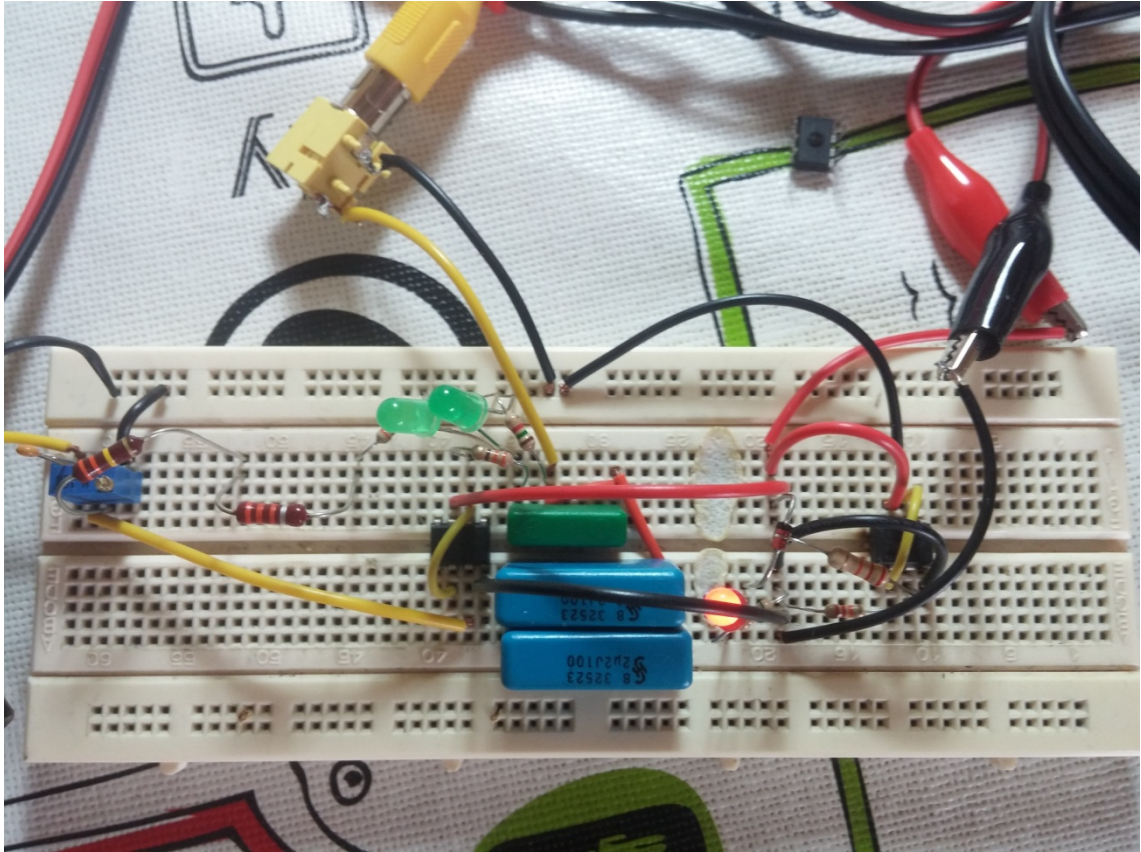


Figura 2.25 Sonda completa y encendida

Una vez acabada la construcción y antes de conectar el dispositivo móvil resulta adecuado hacer unas comprobaciones mínimas con un polímetro o multímetro, como el que puede verse en la figura 2.26.



Figura 2.26 Polímetro

Dichas comprobaciones son medir la frecuencia y la amplitud de la señal de entrada y la señal de salida para ver que la sonda está trabajando adecuadamente y la salida está en el rango adecuado del dispositivo móvil.

En la figura 2.27 vemos un ejemplo la amplitud de la señal de entrada a la sonda (la hemos generado como hemos deseado) y en la figura 2.28 la amplitud de la señal de salida. Lógicamente esta medida se hace con el polímetro en el modo de voltaje alterno. La medida será un voltaje RMS que significa Root Mean Square (en castellano Raíz Cuadrática Media) y es el valor de voltaje continuo que desarrollaría una potencia equivalente al voltaje alterno que estamos midiendo. Por eso si en el generador de funciones ponemos una amplitud, el valor RMS medido por el polímetro será distinto.

Este valor se puede calcular haciendo la raíz cuadrática media de la señal, para señales típicas hay fórmulas directas, así por ejemplo para una senoidal tenemos:

$$V_{rms} = \text{Amplitud} / 2^{0,5}$$

Así si ponemos 5V de amplitud en el generador de funciones tendremos un valor RMS de 3,5V.

$$V_{rms} = 5V / 2^{0,5} = 3,5V_{rms}$$

La medida de frecuencia no ofrece demasiado interés más allá del hecho de que la sonda no esté introduciendo armónicos o deformando la señal de alguna manera, dicha medida se hace el modo de frecuencia (no todos los polímetros disponen de esta opción).

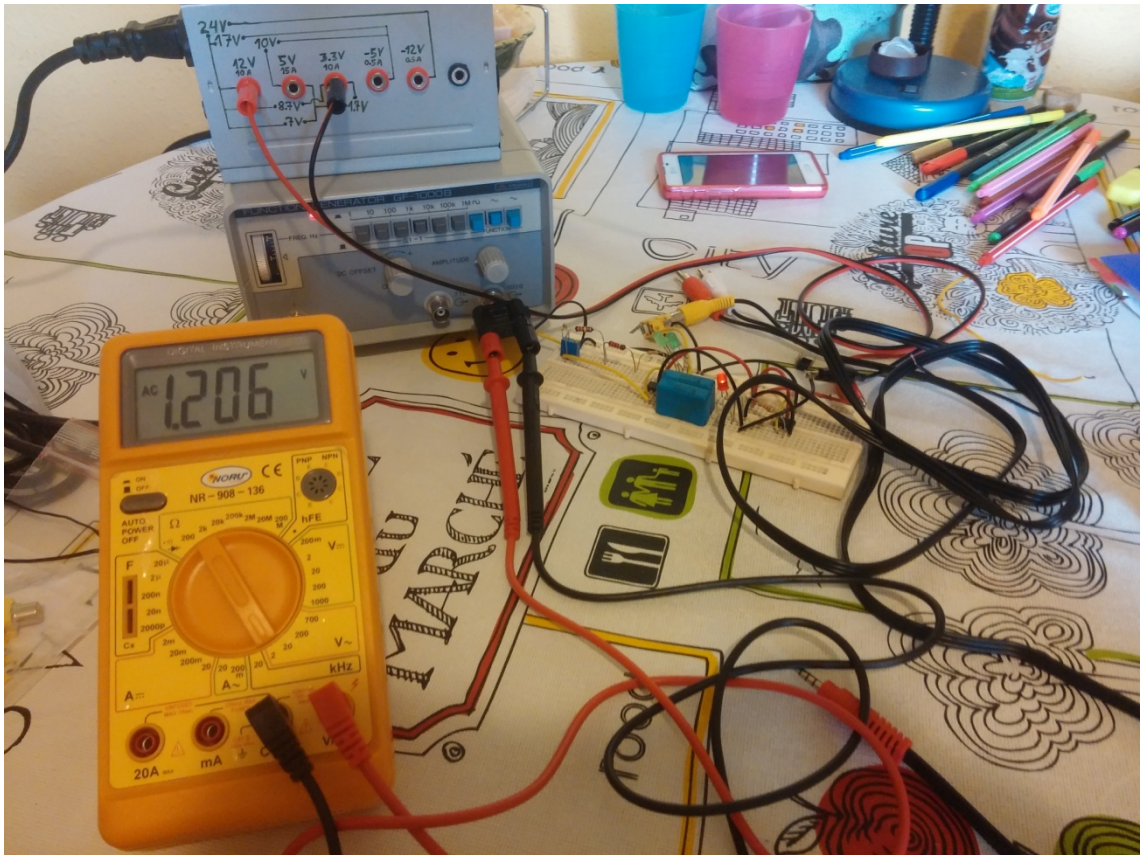


Figura 2.27 Medición amplitud señal de entrada

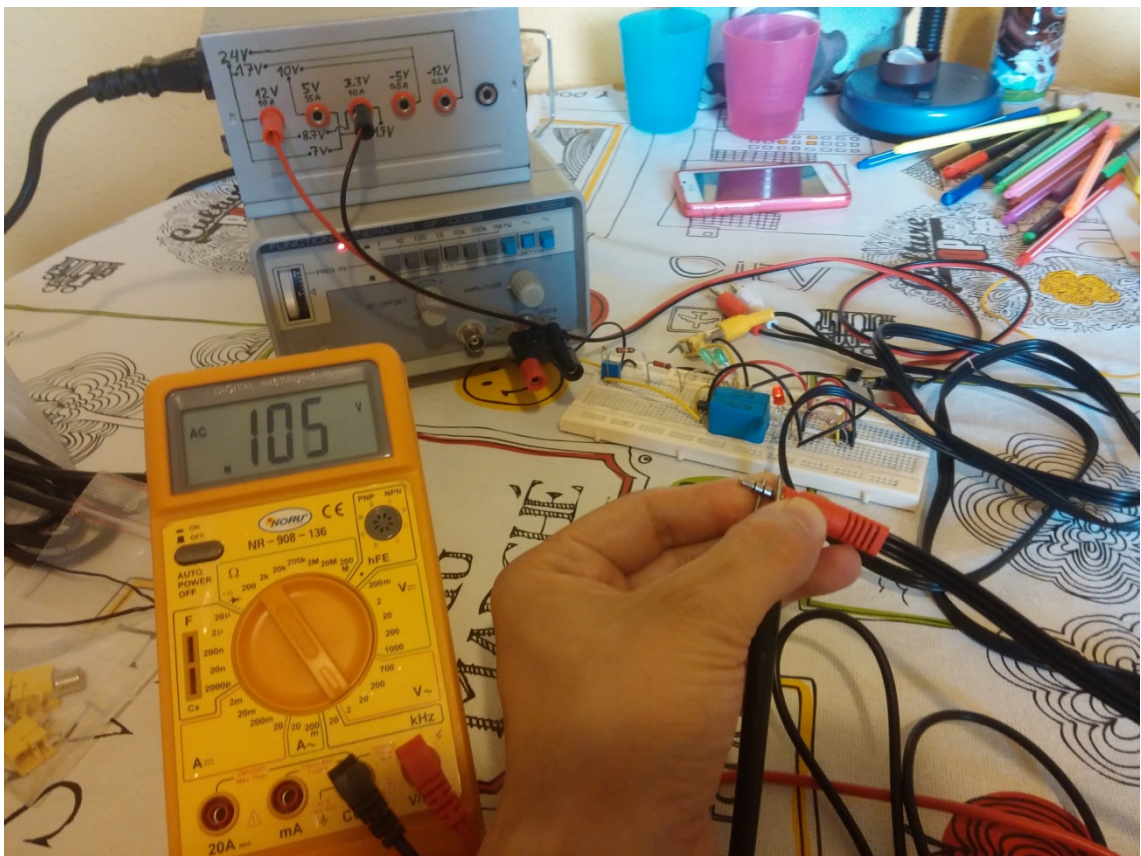


Figura 2.28 Medición amplitud señal de salida

Es ahora cuando podemos realizar el ajuste fino de la resistencia variable que colocamos para obtener la atenuación deseada, en este caso concreto de la sonda que el autor de este trabajo fin de máster construyó podemos ver que la señal de entrada tenía una amplitud de 1.2Vrms y la salida 0.105Vrms, siguiendo la fórmula:

$$V_{entrada} / V_{salida} = \text{atenuación}$$

Obtenemos una atenuación de 11.5, podemos ajustar la resistencia para conseguir una atenuación de por ejemplo 10, que aumentaría a 100 poniendo el conmutador del ajuste de escala a 1:10. La atenuación total será:

$$\text{Atenuación total} = \text{atenuación intrínseca sonda} * \text{atenuación escala (1 o 10)}$$

2.4 Ejemplos de uso

En la figura 2.29 podemos ver la sonda en funcionamiento. A la izquierda de la imagen observamos la fuente de alimentación conectada a sendos cables con punta de cocodrilo que están alimentando los dos amplificadores operacionales (cables rojo y negro). También a la izquierda tenemos el generador de funciones conectado a la entrada del circuito (cable amarillo para señal y negro para masa). La señal se propaga por los bloques de la sonda a través de cables amarillos y finalmente vemos el conector RCA de salida conectado al cable que ya llega al micrófono del móvil en el que se muestra la señal.

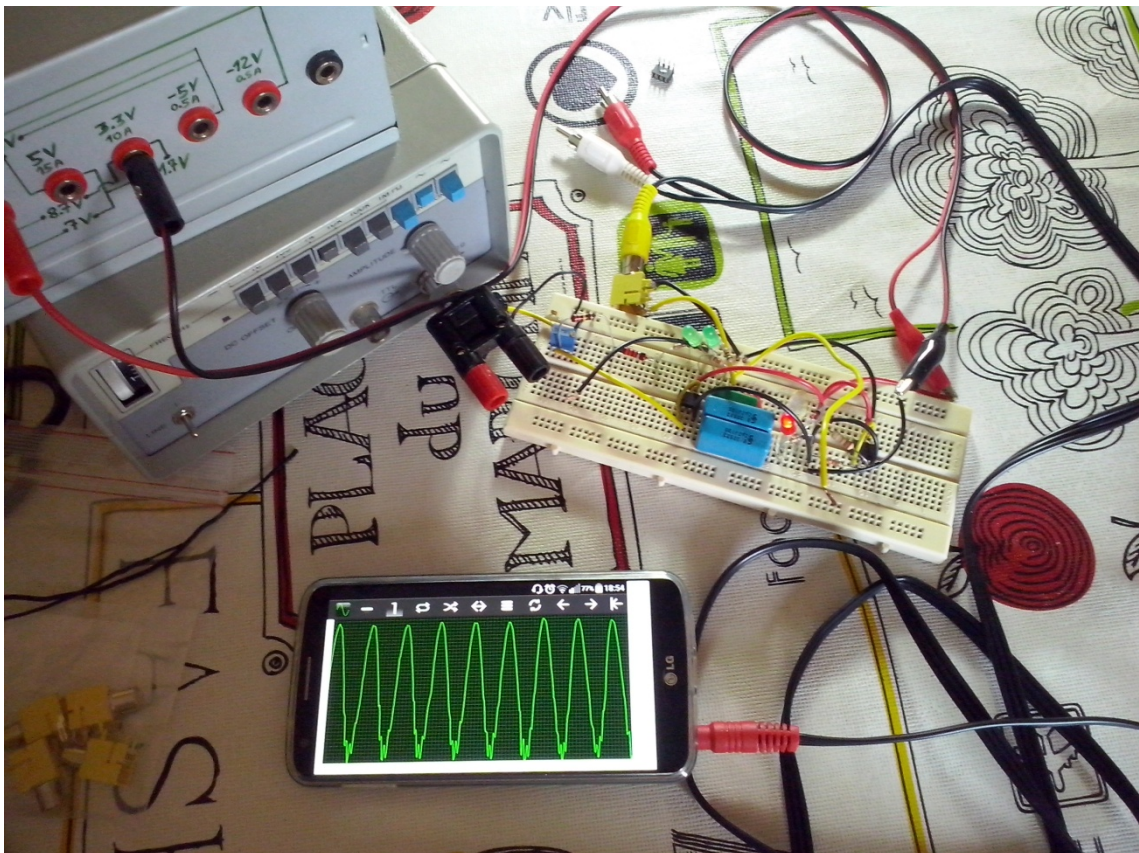


Figura 2.29 Sonda funcionando

2.4.1 Señal senoidal

En la figura 2.30 podemos ver el móvil mostrando una señal senoidal proveniente de la sonda:

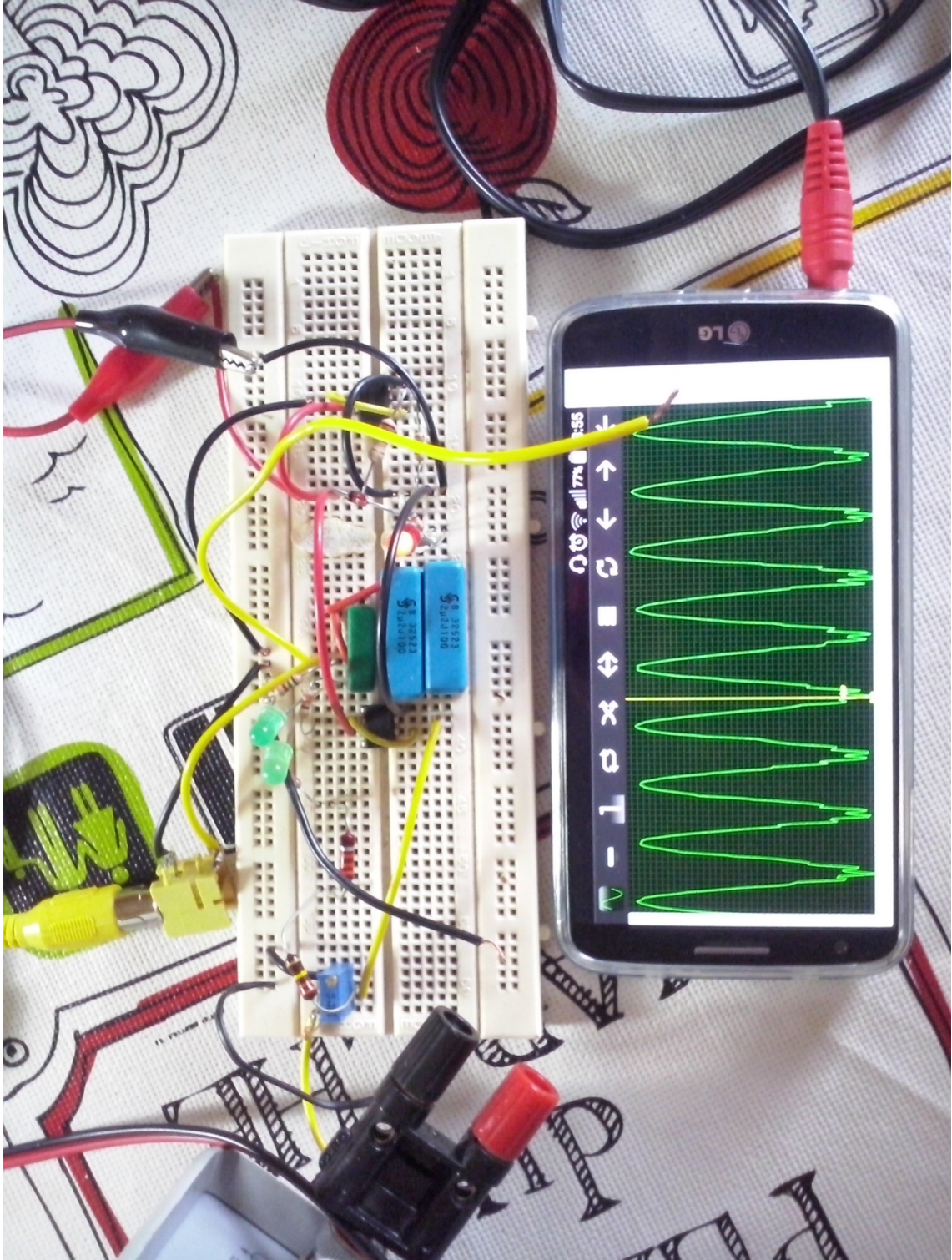


Figura 2.30 Señal senoidal

2.4.2 Señal cuadrada

En la figura 2.31 podemos ver el móvil mostrando una señal cuadrada proveniente de la sonda (se aprecia deformación en la señal cuadrada):

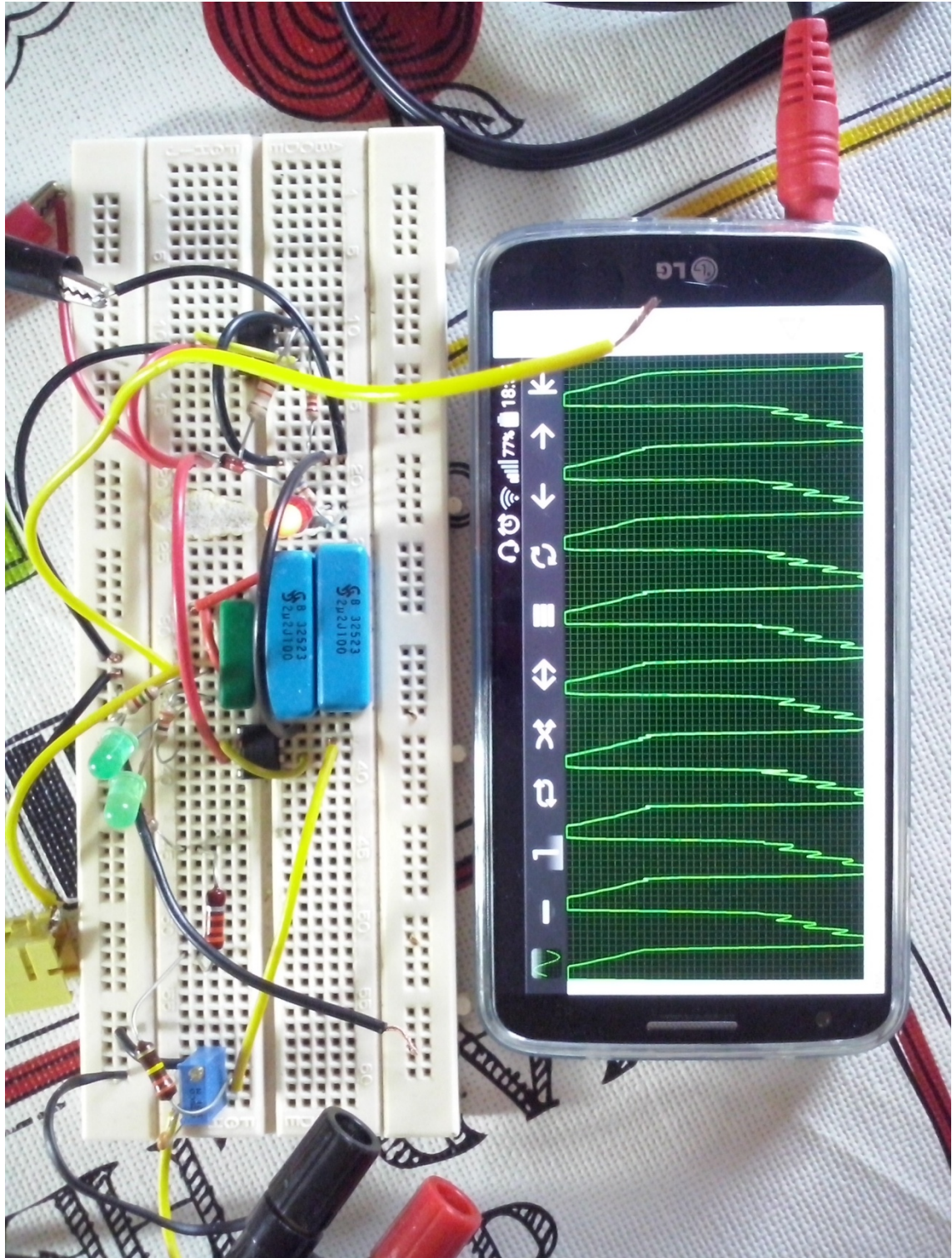


Figura 2.31 Señal cuadrada

2.4.3 Señal triangular

En la figura 2.32 podemos ver el móvil mostrando una señal triangular proveniente de la sonda:

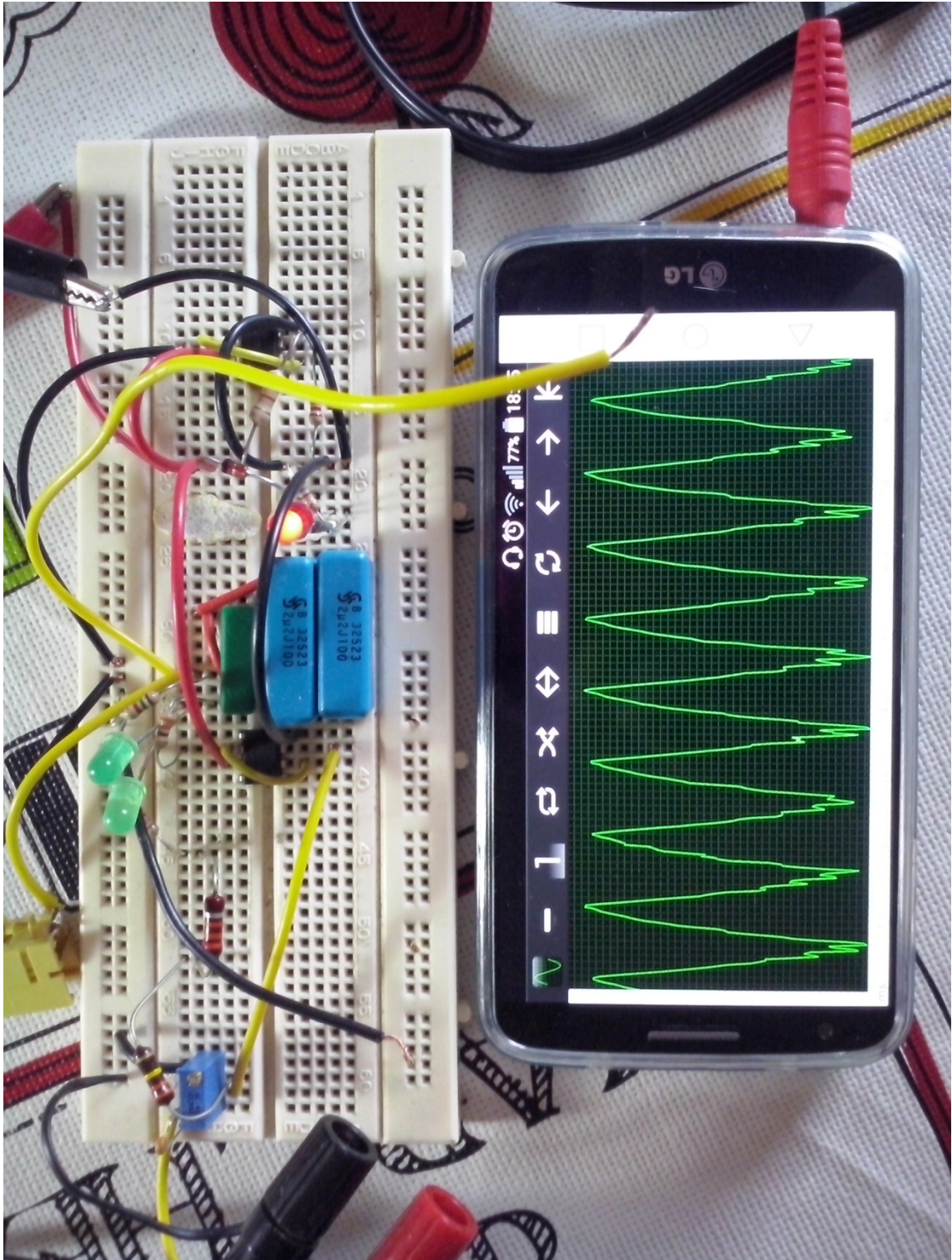


Figura 2.32 Señal triangular

3.Práctica: construcción de la sonda

La primera práctica que propongo es por supuesto la construcción de la sonda por parte de los alumnos. Una vez que el profesor ya la ha construido siguiendo el apartado 2, conoce los pasos necesarios, el nivel que exigen y las dificultades que se presentarán.

3.1 Currículo

Esta práctica o partes de ella, podrían usarse en:

- Bachillerato
 - Electrotecnia.
 - Orden EDU/1061/2008(6)
 - Fundamentos de electrónica.
 - Orden ESD/1729/2008(7)
- Formación profesional básico en Electricidad y Electrónica
 - Módulo profesional: Equipos eléctricos y electrónicos.
 - Orden EDU/509/2014(8)
- Formación profesional medio en Equipos Electrónicos de Consumo
 - Módulo profesional: Electrónica general.
 - REAL DECRETO 195/1996 (9)
- Formación profesional medio en Instalaciones de Telecomunicaciones
 - Módulo profesional: Electrónica.
 - DECRETO 70/2009, de 24 de septiembre(10)
- Formación profesional superior en Mantenimiento Electrónico.
 - Módulo profesional: Técnicas y procesos de montaje y mantenimiento de equipos electrónicos.
 - DECRETO 48/2013(11)
- Formación profesional superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos
 - Módulo profesional: Elementos de sistemas de telecomunicaciones
 - DECRETO 45/2013, de 31 de julio(12)
- Formación profesional superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados
 - Módulo profesional: Sistemas y circuitos eléctricos
 - DECRETO 50/2011, de 1 de septiembre(13)

3.2 Metodología

Para esta práctica se propone la metodología basada en proyectos, se considera que es una práctica con la envergadura suficiente.

3.3 Objetivos

- Aplicar leyes, teoremas y fórmulas para calcular parámetros de circuitos electrónicos analógicos.
- Plantear los esquemas de los circuitos eléctricos analógicos que implementen los bloques deseados.
- Interpretar esquemas electrónicos, identificando sus bloques funcionales.
- Determinar la funcionalidad de cada componente electrónico dentro del circuito y su interacción con la estructura de un sistema electrónico.
- Construir la sonda con dispositivos electrónicos discretos.
- Desarrollar la creatividad y el espíritu de innovación para responder a los retos que se presentan en el proyecto.

3.4 Contenidos

Los contenidos de esta práctica son bastante amplios, incluye todo lo que se ha visto en el apartado 2.

3.4.1 Análisis

Esta parte se puede plantear como un consenso para que al menos partan de una base común, *se puede hacer un brainstorming con los alumnos pidiéndoles los requisitos que debería cumplir la sonda*, se puede guiar a los alumnos para llegar a los que hemos definido en el apartado 2.1 y se pueden incluir algunos otros que seguramente sugerirán cómo la introducción de interruptores para encendido/apagado o conmutadores para escalas; su adición es trivial.

Considero que esta parte es importante porque les hace tomar conciencia de lo que hace y para qué sirve la sonda que van a construir.

Finalmente llegaremos a los objetivos enumerados en el apartado 2.1:

- Filtrar la señal para eliminar continua y frecuencias indeseadas (a las que no llega el transductor del dispositivo).
 - Para el filtrado se utilizará un filtro de entrada dirigido sobre todo a filtrar continua y un filtro de salida para adecuar la señal a nuestro rango porque los transductores de los micrófonos están diseñados para voz humana y admiten aproximadamente de 20Hz a 20KHz.
- Proteger al dispositivo móvil de excesos de tensión: la entrada de micrófono de los dispositivos móviles es sensible pero acepta un voltaje limitado.
 - Las entradas de micrófono de los dispositivos móviles aceptan aproximadamente hasta 2 voltios con seguridad.
- Examinar la señal sin interferir en ella: no deseamos que la conexión de la sonda produzca un debilitamiento de la señal.

- Esto se conoce como “alta impedancia de entrada”, las señales pueden ser muy débiles y un uso inadecuado de ellas puede anularlas.

La parte que hace referencia a la necesidad de alta impedancia se explicará con palabras sencillas a bachillerato, alumnos de grados de formación profesional de la rama de electrónica conocen el uso del buffer para examinar la señal sin debilitarla.

3.4.2 Diseño

Una vez fijados los objetivos y funciones de la sonda se diseña el circuito electrónico que cumpla con los requisitos.

El estudio para el diseño de la sonda no es trivial, hay apartados que exceden el nivel de bachillerato y serían más aptos para grados de formación profesional, por tanto el docente decidirá los que entran en temario. Esta parte es susceptible de irse dando en clases de problemas tras la teoría.

- Filtro de entrada: dirigido a filtrar cualquier señal continua presente.
Se pide al alumno diseñar un filtro paso-alto de unos 16Hz.
En el apartado 2.2.1 están los cálculos y en la figura 2.1 el esquema.
- Resistencia variable o potenciómetro: para ajuste fino.
Se puede ver en la figura 2.1.
- Ajuste de escala 1:10. Esto no es necesario para una sonda elemental, pero las sondas de los osciloscopios comerciales suelen tenerla. Nos permite utilizar valores de entrada 10 veces mayores.
Se pide al alumno que calculen el dispositivo atenuador con resistencias disponibles en el laboratorio.
En el apartado 2.2.3 están los cálculos y en la figura 2.2 el esquema.
- Buffer: para leer la señal sin debilitarla, se construye con un amplificador operacional configurado en modo de amplificador de ganancia unitaria.
Se pide al alumno diseñar un buffer a partir de un amplificador operacional.
En el apartado 2.2.4 están los cálculos y en la figura 2.3 el esquema.
- Divisor de tensión: debido a que el buffer que hemos colocado necesita alimentación dual debemos crear un divisor de tensión.
Se pide al alumno crear un divisor de tensión que a partir de una batería ofrezca cada mitad de su tensión.
En el apartado 2.2.5 están los cálculos y en la figura 2.4 el esquema.
- Protección contra sobrevoltajes: para no dañar el dispositivo, que hemos mencionado que admite tensión máxima en torno a 2V.

Se pide al alumno diseñar un limitador de tensión de salida para la sonda de aproximadamente 2V.

En el apartado 2.2.6 están los cálculos y en la figura 2.5 el esquema.

- Filtro de salida: que filtra la señal al rango de interés.

Se pide al alumno diseñar un filtro paso-alto de unos 22Hz.

En el apartado 2.2.7 están los cálculos y en la figura 2.6 el esquema.

- Indicador de encendido.

Se pide al alumno diseñar un indicador de encendido mediante un diodo Zener.

En el apartado 2.2.8 están los cálculos y en la figura 2.7 el esquema.

Tras diseñar todos los bloques se llegará al circuito completo que será el de la figura 2.8.

3.4.3 Construcción

Tras recoger los requisitos que debe cumplir la sonda y plantear el circuito que los cumpla los alumnos comienzan el montaje.

La construcción con dispositivos discretos en una placa tipo “protoboard” (placa donde los alumnos insertan los dispositivos y que no requiere de soldadura) es apta incluso para secundaria.

La construcción sigue el guión planteado para el profesor en el apartado 2.3 atendiendo a alguna cuestión de seguridad como el uso de soldador.

3.5 Dedicación horaria

Problemas: 6h.

Actividades experimentales: 15h.

Evaluación: 4h.

TOTAL: 25h.

3.6 Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación

La evaluación de este proyecto se realizará asignando puntos a los diferentes hitos.

Resultados de aprendizaje

- Propone soluciones con circuitos electrónicos analógicos, elaborando esquemas y seleccionando componentes.

Criterios de evaluación:

- 2 puntos en total (notemos que hay 7 bloques): Se ha relacionado la función que hay que conseguir con el tipo de circuito o componente.
- 2 puntos en total (notemos que hay 7 bloques): Se han elaborado esquemas de las soluciones.
- 1 punto en total (notemos que hay 7 bloques): Se han obtenido las especificaciones de los componentes.
- 0,5 puntos en total (notemos que hay 7 bloques): Se han seleccionado componentes de catálogos que cumplan las especificaciones.

- Construye la sonda con dispositivos discretos, interpretando los esquemas.

Criterios de evaluación:

- 2 puntos: Monta correctamente los dispositivos y las conexiones.
- 0,5 puntos: Dispone los elementos con orden.

- Verifica el funcionamiento de circuitos electrónicos, interpretando esquemas y aplicando técnicas de medida/visualización de señales.

Criterios de evaluación:

- 0,5 puntos: Se han identificado las características de funcionamiento del circuito.
- 0,5 puntos: Se han determinado las comprobaciones que hay que realizar para verificar el funcionamiento del circuito.
- 0,5 puntos: Se han medido/visualizado los parámetros/señales del circuito o sus bloques constitutivos.
- 0,5 puntos: Se han comparado las medidas/visualizaciones prácticas con las teóricas o de funcionamiento correctas.

4.Práctica con la sonda: representación de señales típicas

La primera práctica una vez que tenemos la sonda resulta obvia, utilizarla para visualizar señales.

4.1 Currículo

Esta práctica o partes de ella, podrían usarse en:

- Formación profesional superior en Automatización y Robótica Industrial
 - Módulo profesional: Sistemas de potencia.
 - DECRETO 49/2013, de 31 de julio(14)
- Formación profesional superior en Mantenimiento Electrónico.
 - Módulo profesional: Circuitos electrónicos analógicos.
 - DECRETO 48/2013, de 31 de julio(11)
- Formación profesional superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos
 - Módulo profesional: Elementos de sistemas de telecomunicaciones
 - DECRETO 45/2013, de 31 de julio(12)

4.2 Metodología

Se plantea como actividad experimental en laboratorio.

4.3 Objetivos

- Visualizar señales utilizando la sonda.
- Medir parámetros de señales utilizando la sonda.

4.4 Contenidos

Esta práctica comienza pidiendo al alumno *representar y anotar las características principales de una señal senoidal, una cuadrada y una triangular en el dominio del tiempo y el de la frecuencia.*

Mediante un generador de funciones se introduce la señal deseada a la sonda, en la salida de micrófono de la sonda conectamos el dispositivo móvil con una aplicación que permita visualizar las señales en el dominio del tiempo y en el de la frecuencia.

4.4.1 Señal senoidal en tiempo y frecuencia

En la figura 4.1 podemos ver el PC mostrando una señal senoidal de 1kHz proveniente de la sonda en el dominio del tiempo y en el de la frecuencia:

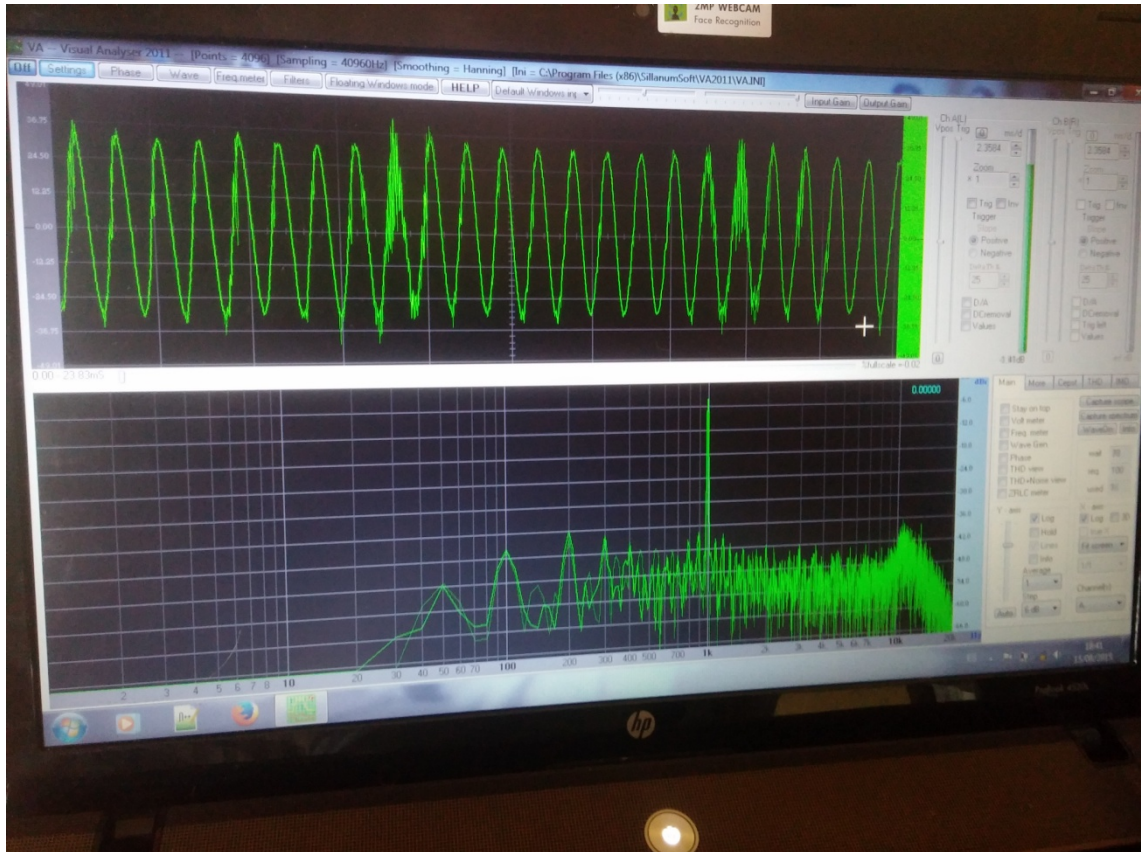


Figura 4.1 Señal senoidal representada en dominio de tiempo y frecuencia

Se puede observar en tiempo la señal senoidal de 1kHz. En frecuencia (transformada de Fourier) podemos observar el contenido espectral de la onda senoidal, que corresponde a un solo armónico a la frecuencia de la señal, en nuestro ejemplo 1kHz.

4.4.2 Señal cuadrada en tiempo y frecuencia

En la figura 4.2 podemos ver el PC mostrando una señal cuadrada de 1kHz proveniente de la sonda en tiempo y frecuencia:

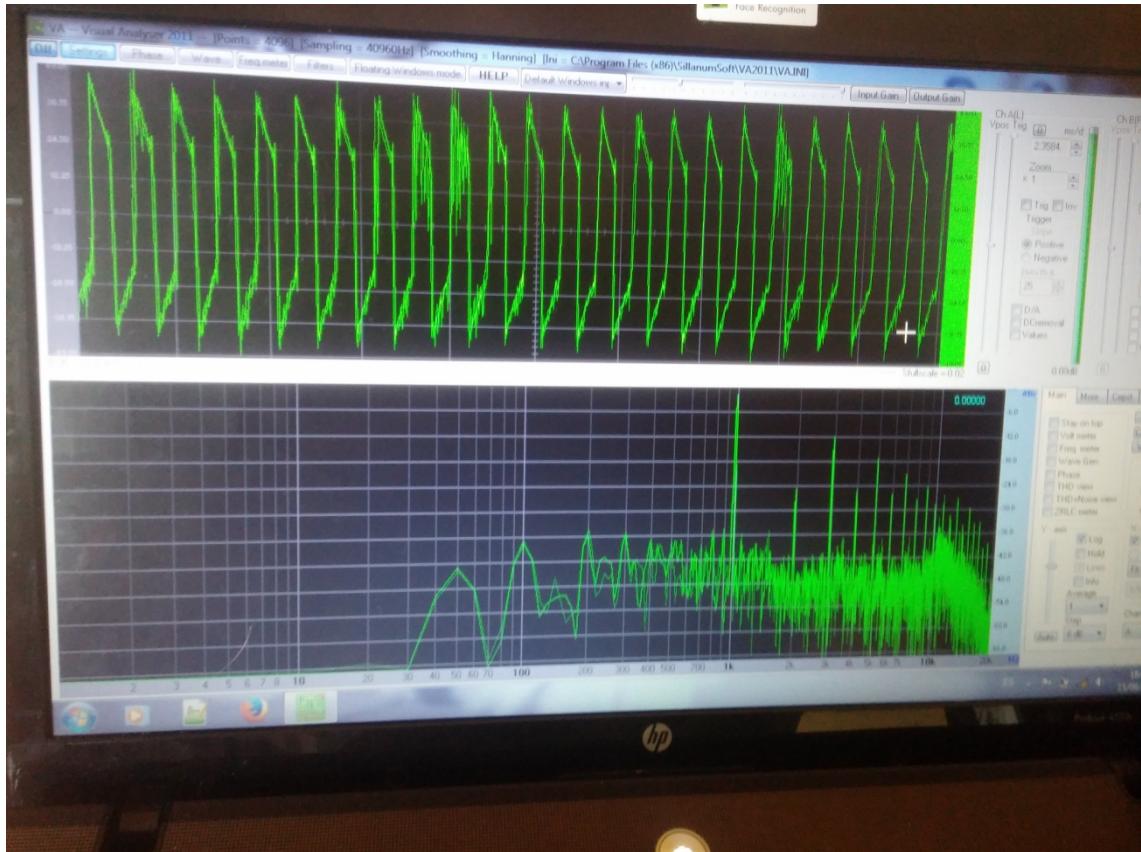


Figura 4.2 Señal cuadrada representada en dominio de tiempo y frecuencia

Se puede observar en tiempo la señal cuadrada de 1kHz. En frecuencia (transformada de Fourier) podemos observar el contenido espectral de la onda cuadrada, que se compone de armónicos impares (en nuestro ejemplo 1kHz, 3kHz, 5kHz...) amortiguados a medida que aumenta la frecuencia. Los armónicos pares que se observan están amortiguados respecto a los pares (notar que la escala es logarítmica) y suceden por la deformación que se observa en la señal en el dominio temporal, que no es perfectamente cuadrada.

4.4.3 Señal triangular en frecuencia

En la figura 4.3 podemos ver el PC mostrando una señal triangular de 1kHz proveniente de la sonda en tiempo y frecuencia:

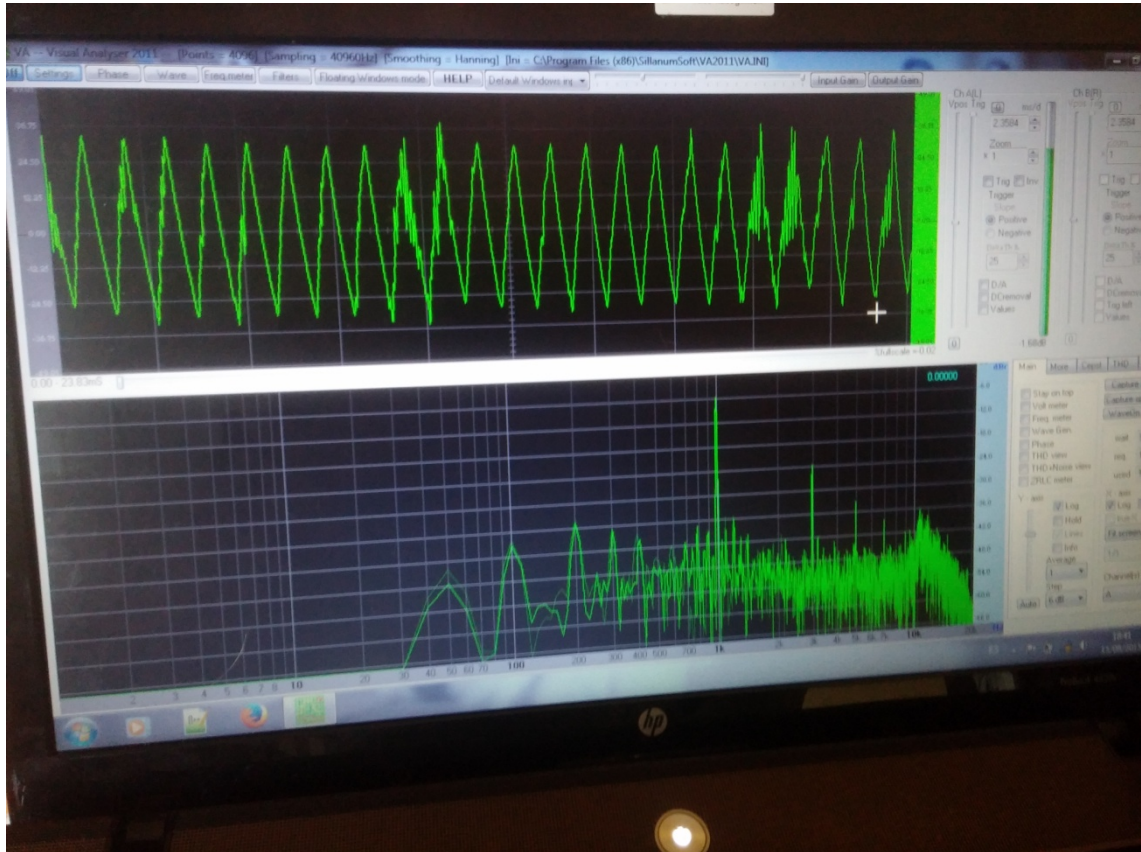


Figura 4.3 Señal triangular representada en dominio de tiempo y frecuencia

Se puede observar en tiempo la señal triangular de 1kHz. En frecuencia (transformada de Fourier) podemos observar el contenido espectral de la onda triangular, que se compone de armónicos impares (en nuestro ejemplo 1kHz, 3kHz, 5kHz...) amortiguados a medida que aumenta la frecuencia.

4.5 Dedicación horaria

Actividades experimentales: 1h.

Evaluación: 0.5h.

TOTAL: 1.5h.

4.6 Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación

La evaluación se realiza por parte del profesor comprobando los dibujos y notas del cuaderno de los alumnos.

Resultados de aprendizaje:

- Aplica técnicas de medida y visualización de señales eléctricas analógicas.

Criterios de evaluación:

- 2 puntos: Se han representado las señales eléctricas y sus parámetros fundamentales.
- 1 punto: Se han medido parámetros de las magnitudes eléctricas básicas.
- 1 punto: Se han manejado generadores de señales.
- 3 puntos: Se han visualizado señales eléctricas con diferentes formas de onda: senoidal, triangular y cuadrada.
- 3 puntos: Se han obtenido gráficamente los armónicos principales de las señales visualizadas.

5.Práctica con la sonda: estudio de un filtro

La práctica es el diseño y caracterización de un filtro paso-bajo. La he elegido porque se ha usado teoría de filtros en la construcción de la sonda si bien han sido todos paso-alto. Además el estudio del filtro permite el uso de la transformada de Fourier para el análisis en frecuencia.

5.1 Currículo

Esta práctica o partes de ella, podrían usarse en:

La parte de diseño del circuito:

- Bachillerato
 - Electrotecnia.
 - Orden EDU/1061/2008(6)
 - Fundamentos de electrónica.
 - Orden ESD/1729/2008(7)
- Formación profesional básico en Electricidad y Electrónica
 - Módulo profesional: Equipos eléctricos y electrónicos.
 - Orden EDU/509/2014(8)
- Formación profesional medio en Equipos Electrónicos de Consumo
 - Módulo profesional: Electrónica general.
 - REAL DECRETO 195/1996 (9)
- Formación profesional medio en Instalaciones de Telecomunicaciones
 - Módulo profesional: Electrónica.
 - DECRETO 70/2009, de 24 de septiembre(10)
- Formación profesional superior en Mantenimiento Electrónico.
 - Módulo profesional: Técnicas y procesos de montaje y mantenimiento de equipos electrónicos.
 - DECRETO 48/2013(11)
- Formación profesional superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos
 - Módulo profesional: Elementos de sistemas de telecomunicaciones
 - DECRETO 45/2013, de 31 de julio(12)
- Formación profesional superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados
 - Módulo profesional: Sistemas y circuitos eléctricos
 - DECRETO 50/2011, de 1 de septiembre(13)

La parte de medida con el osciloscopio:

- Formación profesional superior en Automatización y Robótica Industrial
 - Módulo profesional: Sistemas de potencia.
 - DECRETO 49/2013, de 31 de julio(14)
- Formación profesional superior en Mantenimiento Electrónico.
 - Módulo profesional: Circuitos electrónicos analógicos.
 - DECRETO 48/2013, de 31 de julio(11)

- Formación profesional superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos
 - Módulo profesional: Elementos de sistemas de telecomunicaciones
 - DECRETO 45/2013, de 31 de julio(12)

5.2 Metodología

Esta práctica tiene dos partes, una es clase de problemas y otra clase de actividades experimentales.

5.3 Objetivos

- Aplicar leyes, teoremas y fórmulas para calcular parámetros de un circuito electrónico analógico.
- Plantear el esquema del circuito eléctrico analógico que implemente el filtro deseado.
- Visualizar señales utilizando la sonda.
- Medir parámetros de señales utilizando la sonda.

5.4 Contenidos

La práctica comienza pidiendo al alumno el diseño y construcción de un filtro paso-bajo de por ejemplo 1 kHz.

El primer paso será el cálculo. Voy a diseñar un filtro paso-bajo pasivo analógico de primer orden por ser el más sencillo, en concreto elegiré el diseño con condensador y resistencia. Se podría usar un filtro con las características añadidas que el docente considere: diseño, orden, ganancia (para filtro activo), etc.

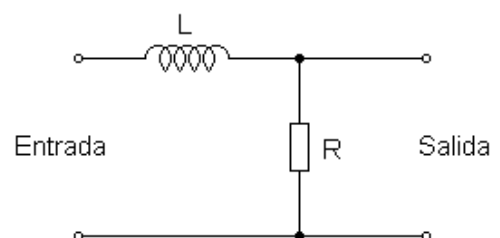
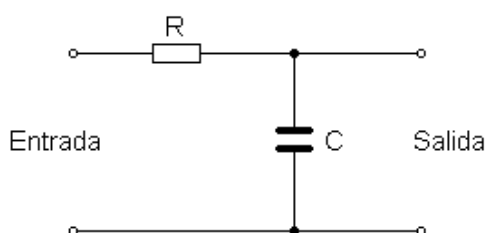
Sabiendo:

$$f_c = 1 / (2 * \pi * R * C)$$

Calculamos:

condensador: 47uF y resistencia:3.3Ω

El circuito para un filtro paso-bajo pasivo analógico de primer orden será:



Una vez montado el circuito (de nuevo recomendamos protoboard, aunque un circuito tan simple podría hacerse conectando directamente los componentes) se conecta el generador de funciones a la entrada y la sonda de nuestro osciloscopio a la salida.

Las medidas a realizar serán:

a) *Calcular la frecuencia de corte del filtro con la regla de 3dB*

El alumno va aumentando la frecuencia del generador de funciones y va midiendo la amplitud de la señal filtrada hasta ver dónde cae 3dB la amplitud respecto a la ganancia máxima, esa será la frecuencia de corte.

b) *Calcular la frecuencia de corte con la transformada de Fourier*

Aprovechando que tenemos la señal en un dispositivo electrónico resulta sencillo conseguir una aplicación que calcule su transformada de Fourier (típicamente será la FFT: Fast Fourier Transform, en castellano: transformada rápida de Fourier). Así podremos ver la señal en el dominio de la frecuencia y de nuevo calcular donde cae 3dB la ganancia, obteniendo la frecuencia de corte.

5.5 Dedicación horaria

Problemas: 1h.

Actividades experimentales: 1h.

Evaluación: 0.5h.

TOTAL: 2.5h.

5.6 Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación

La evaluación se realiza por parte del profesor comprobando el diseño, el montaje y las notas de los alumnos.

Resultados de aprendizaje:

- Propone la solución con un circuito electrónico analógico, elaborando el esquema y seleccionando componentes.

Criterios de evaluación:

- 1 punto: Se ha relacionado la función que hay que conseguir con el tipo de circuito o componente.
- 1,5 puntos: Se han elaborado esquemas de las soluciones.
- 1 punto: Se han obtenido las especificaciones de los componentes.
- 0,5 puntos: Se han seleccionado componentes de catálogos que cumplan las especificaciones.
- Aplica técnicas de medida y visualización de señales eléctricas analógicas.

Criterios de evaluación:

- 1 punto: Se ha visualizado la señal de salida del filtro.
- 2,5 puntos: Se ha obtenido gráficamente la frecuencia de corte del filtro a través de la señal visualizada en tiempo.
- 2,5 puntos: Se ha obtenido gráficamente la frecuencia de corte del filtro a través de la señal visualizada en frecuencia.

6. Conclusiones

Finalizado el trabajo se han cumplido los tres objetivos que se habían marcado:

- Se ha construido con éxito una sonda para transformar el dispositivo móvil en un osciloscopio.
 - Se ha comprobado que la sonda es operativa y que el coste es barato, lo que nos lleva a que la idea es **realizable**.
- Se ha documentado dicha construcción de manera que sea utilizable por el docente interesado en realizar esta práctica.
 - Se dota de documentación para que el docente pueda crear él mismo la sonda y un guión para la realización de la práctica por los alumnos, esto enlaza con la pauta de “**aprender haciendo**”.
- Se dota de dos guiones adicionales de prácticas a realizar con el dispositivo construido.
 - Aparte de la propia creación, el docente puede utilizar estos dos guiones de prácticas adicionales, lo que se espera fomente el uso de la sonda al mostrar ejemplos de uso, esto enlaza con la pauta de “**trae tu propio dispositivo**”.

Con estos tres hitos se consigue el objetivo principal:

- Se facilita el trabajo práctico al profesor de áreas de tecnología en formación profesional o bachillerato mediante ideas para tres prácticas que siguen las líneas de “**aprender haciendo**” y “**trae tu propio dispositivo**”.

6.1 Líneas de trabajo futuro

Se plantean ciertas mejoras o propuestas de trabajo futuro:

- Construcción del circuito en una placa de circuito impreso o PCB (del inglés Printed Circuit Board) de manera que todo el circuito quede integrado en una placa, con unas dimensiones óptimas y bien ensamblado.
- Construcción de una caja contenedora, de manera que al exterior sólo tengamos:
 - la toma de alimentación
 - la entrada de señal
 - la salida de micrófono
 - el interruptor de encendido
 - el interruptor de escala
 - se podría añadir un interruptor para adecuar la impedancia
- Finalmente se podrían recoger más guiones de prácticas a realizar con el osciloscopio, sería especialmente interesante alguna fuera de laboratorio.

Referencias

1. Johnson L, Adams Becker S, Estrada V, Freeman A. NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition. New Media Consortium, The EDUCASE Learning Initiative, EDUCASE Program; 2015.
2. Bell P, Lewenstein B, Shouse AW, Feder MA. Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits. Washington D.C.: Committee on Learning Science in Informal Environments, National Research Council; 2009. 352 p.
3. Fenichel M, Schweingruber HA. Surrounded by Science: Learning Science in Informal Environments. Washington D.C.: National Research Council; 2010. 240 p.
4. Cañedo Sota JC. AUDIA: ESTUDIO DE ONDAS SONORAS Y AUDIOMETRÍAS EN ENTORNO ANDROID. Valladolid; 2014.
5. chipstein. A Preamplicator for Smartphone Oscilloscopes [Internet]. instructables. [cited 2015 Aug 13]. Available from: www.instructables.com/id/A-Preamplicator-for-Smartphone-Oscilloscopes/
6. Orden EDU/1061/2008, de 19 de junio, por la que se regula la implantación y el desarrollo del bachillerato en la comunidad de castilla y león. BOCyL; 2008.
7. Orden ESD/1729/2008, de 11 de junio, por la que se regula la ordenación y se establece el currículo del bachillerato. BOE; 2008.
8. Orden EDU/509/2014, de 18 de junio, por la que se establece el currículo correspondiente al título profesional básico en Electricidad y Electrónica, en la Comunidad de Castilla y León. BOCyL; 2014.
9. REAL DECRETO 195/1996. de 9 de febrero. por el que se establece el curr[culo del ciclo formativo de grado medio correspondiente al t[tulo de Técnico en Equipos Electrónicos de Consumo. BOE; 1996.
10. DECRETO 70/2009, de 24 de septiembre, por el que se establece el Currículo correspondiente al Título de Técnico en Instalaciones Eléctricas y Automáticas en la Comunidad de Castilla y León. BOCyL; 2009.
11. DECRETO 48/2013, de 31 de julio, por el que se establece el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico en la Comunidad de Castilla y León. BOCyL; 2013.
12. DECRETO 45/2013, de 31 de julio, por el que se establece el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos en la Comunidad de Castilla y León. BOCyL; 2013.
13. DECRETO 50/2011, de 1 de septiembre, por el que se establece el currículo correspondiente al Título de Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados en la Comunidad de Castilla y León. BOCyL; 2011.

14. DECRETO 49/2013, de 31 de julio, por el que se establece el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial en la Comunidad de Castilla y León. BOCyL; 2013.

Anexo I: Componentes de la sonda

Los componentes que se han utilizado en el montaje de este proyecto son los de las dos tablas siguientes. Se ponen los códigos de los productos en las páginas de pedidos de componentes electrónicos <http://es.rs-online.com/web/> y <http://www.mouser.es/>.

Circuito mínimo: 10€-14€ (asumiendo que tenemos las herramientas: soldador, polímetro, destornillador)			
COMPONENTE	NOTA	RS	MOUSER
Placa protoboard			510-EXP-350E
Cableado			
Conector RCA para salida			
Cables de cocodrilo (2)	SÓLO si se usa fuente de alimentación		
Pila 9V	SÓLO si se usa batería		
9V battery clip (otra opción es soldar los cables directamente a los bornes)	SÓLO si se usa batería		
Resistencia 1/4 W: 1.5 K Ω	Marrón-Verde-Rojo	135-358	
Resistencia 1/4 W: 22 K Ω (2)	Rojo-Rojo-Naranja	135-257	
Resistencia variable 1 M Ω		691-6822	652 -3352P -1-105LF
Condensador 4.7 uF		862-3187	810-FK18X5R1A475K
Amplificador operacional TLC271CP (2) o amplificador operacional TLC272		661-1671	595-TLC272IP
Cable audio jack 3.5 mm (TRRR) a tres RCA			171-7435-EX
Soldador			
Polímetro			
Destornillador plano			

Circuito completo: aproximadamente 4€ más			
COMPONENTE	NOTA	RS	MOUSER
Interruptor SPST "on-off" (se puede usar también un conmutador SPDT usando dos patas)	Para encender y apagar el circuito		
Condensador 0.1 uF 100V		862-3392	594-A104K15X7RH5TAAV
Diodo LED bipolar verde(2)		451-6543	604-WP57YYD
Diodo LED bipolar rojo		262-2977	696-SSL-

			LX5093BSRD
Resistencia 1/4 W: 560 Ω	Verde-Azul-Marrón	707-8855	
Resistencia 1/4 W: 330 Ω	Naranja-Naranja-Marrón	707-7622	
Resistencia 1/4 W: 3.3 K Ω	Naranja-Naranja-Rojo	131-867	
Resistencia 1/4 W: 33 K Ω	Naranja-Naranja-Naranja	132-854	
Resistencia 1/4 W: 330 K Ω	Naranja-Naranja-Amarillo	739-7196	
Diodo Zener -6.0 V 1/2 W		485-3937	512-1N5233BTR
Conmutador SPDT	Para seleccionar la escala		

Anexo II: Estándares conexión auriculares

Hay dos estándares para el cableado de los auriculares con micrófono en dispositivos de 3.5mm. La diferencia es que el conector del micrófono y la masa están intercambiados en el conector jack de 3.5mm, por lo que al conectar unos auriculares con micrófono que no se ajustan al estándar que usa nuestro dispositivo sucede que observamos que sólo funcionan los auriculares pero no el micrófono. Caso aparte es Apple, que usa un protocolo distinto a los dos estándares existentes, por lo que no se podrá controlar el dispositivo aunque usemos el mismo conector (subir volumen, cambiar canción, etc.). Los dos estándares existentes son:

- Estándar OMTP

La conexión en el jack de 3.5mm es: auricular izquierdo, auricular derecho, micrófono y masa.

Es usado por: Samsung, Sony Ericsson antiguos y Nokia antiguos.

- Estándar AHJ (American Headset Jack standard)

La conexión en el jack de 3.5mm es: auricular izquierdo, auricular derecho, masa y micrófono.

Es usado en los dispositivos HTC y algunos recientes Sony y Nokia. Apple usa una conexión similar que es lo que necesitamos para la sonda (pero como comentamos antes las señalizaciones de micrófono y control no se ajustan al estándar AHJ).

Anexo III: Estándares impedancia auriculares

Los dispositivos móviles detectan cuando se conecta un micrófono a su entrada Jack de 3.5mm en función de la impedancia que observan, en la experiencia del autor de este trabajo hay dos clases:

- 600Ω
- $1.5k\Omega$

Por ello en función del dispositivo en el que vayamos a usar la sonda puede que necesitemos adecuar la impedancia de salida de la sonda, si dicho dispositivo no la reconoce. Esto dependerá de la tolerancia del dispositivo, si nos sucede que conectando auriculares con micrófono de otras marcas que usen el mismo estándar de conexión (ver anexo II) aun así no nos reconoce el micrófono, seguramente nos tocará modificar la impedancia de salida de la sonda.

Esto es sencillo y consistirá en cambiar la resistencia de salida que hemos usado de $1.5k\Omega$ por la adecuada, no estaría de más recalcularse el filtro si bien no habrá mucha diferencia y en la práctica no suele ser necesario.