



INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA I

PROYECTO DE DISEÑO

Profesor: Pablo Zumel

Miguel Álvarez Berjón
Jaime de Santiago González

ÍNDICE

1. Estado de la técnica
2. Descripción general a nivel de bloques de la solución adoptada
3. Descripción detallada del diseño propuesto que posibilite su reproducción.
4. Caracterización del funcionamiento
5. Presupuesto
6. Valoración crítica
7. Referencias bibliográficas utilizadas

1. ESTADO DE LA TÉCNICA

Los afinadores acústicos son ampliamente utilizados mayoritariamente en el campo de la música para saber con exactitud la nota que se está tocando y así poder afinar un instrumento. Desde un punto de vista más técnico, la mayoría de los afinadores indican mediante una señal visual la diferencia del sonido interpretado con el valor de la frecuencia exacta de la nota deseada.

Funcionaría de la siguiente manera: el micrófono captaría un sonido de determinada frecuencia que mediante una serie de circuitos integrados se transformaría en un voltaje determinado.

Este voltaje se compararía con el voltaje de referencia (que corresponde con la nota deseada y posteriormente se mostraría de manera visual o auditivamente para corregir la diferencia de valores.

Puesto que el montaje de dicho circuito se encuentra fuera de nuestras capacidades, el esquemático del proyecto se simplificará de manera significativa.

El micrófono se omitirá de manera que introduciremos la señal de frecuencia sinusoidal al circuito directamente utilizando un generador de funciones.

Dicha señal tendrá un voltaje determinado dado por una curva de calibración que mediante una serie de LEDS indicará qué nota está se recibiendo, según la correspondiente franja de voltaje en donde se encuentre.

Se han seguido las especificaciones dadas, utilizando únicamente los componentes recomendados y sin emplear microcontroladores ni sensores con salida digital.

Esta es una de las posibles soluciones al problema planteado, pero hay un gran número de ellas implementando distintos circuitos integrados cableado



2. Descripción general a nivel de bloques de la solución adoptada

BLOQUE 1: FILTRO PASO BANDA

El TL082 se encuentra en el bloque de acondicionamiento de la señal al principio de circuito y funciona como un filtro paso banda que deja pasar unos niveles de frecuencia con una ganancia determinada por los componentes utilizados en el montaje y así garantizar el correcto funcionamiento del circuito, además de atenuar frecuencias no deseadas; Consta de dos resistencias y 2 condensadores y recibe la señal del generador de funciones en su pata inversora, mientras que la pata no inversora está conectada a tierra.

BLOQUE 2: COMPARADOR

El LM311 se encuentra a la salida del TL082 para transformar la forma de onda de la frecuencia de senoidal a cuadrada y poder utilizar las puertas lógicas seguidamente; puesto que funciona como comparador y está conectado a un voltaje de $\pm 5V$ se garantiza que la amplitud de la nueva onda tendrá 5V de valor máximo y 0 V de valor mínimo.

cuando $V_+ > V_-$, el valor de la salida $V_0 = +5V$, mientras que cuando $V_- < V_+$, el valor de $V_0 = 0V$

BLOQUE 3: CONFORMADOR DE PULSOS

El conformador de pulsos se encarga de generar una señal de disparo del 555 continua mediante la implementación de puertas lógicas, además de haber un filtro paso bajo que mediante las funciones lógicas (en este caso únicamente se utilizan puertas NAND) nos da la forma de onda adecuada para el 555.

BLOQUE 4: 555 MONOESTABLE

Produce un pulso de anchura T_w constante que no varía. Recibe un valor de $V_{trigger}$ en la pata 2 de pulsos constantes del conformador. En la pata 5 de control de voltaje hemos puesto un condensador de 10nF para eliminar ruido. Puesto que el 555 funciona en modo monoestable, la pata 6 y 7, voltaje umbral y de descarga respectivamente, están conectados entre sí. Se encuentran en paralelo a la resistencia y el condensador del bloque.

BLOQUE 5: FILTRO PASO BAJO

Obtiene una señal continua de los pulsos del 555 adecuada para el circuito de ajuste, está conformado por varias resistencias en serie con un condensador conectado a tierra. Garantiza la atenuación de los valores superiores a la frecuencia de cortes establecida por los valores de los componentes de diseño.

BLOQUE 6: CIRCUITO DE AJUSTE

Sirve como proceso de transformación de la señal a la entrada de los TL082 a una señal pequeña y negativa.

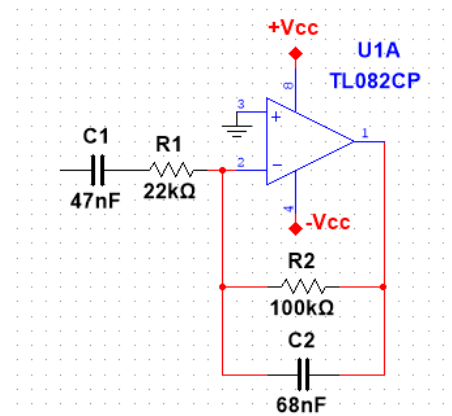
BLOQUE 7: VISUALIZACIÓN

Sirve para, una vez recibe una señal de entrada V_{in} (entre 0-1,25V), según la frecuencia recibida el LM3914, envía corriente a uno de los leds colocados para, de esta manera, visualizar a simple vista la frecuencia recibida sin ser necesaria ninguna medición con aparatos externos.

3. Descripción detallada del diseño propuesto

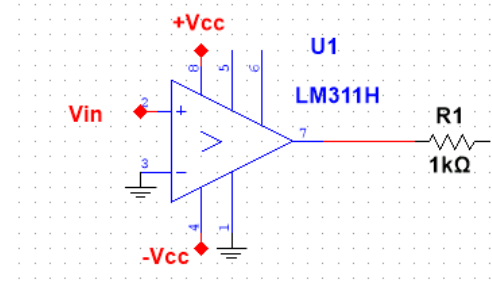
BLOQUE 1:

- TL082
- Resistencia 22K
- Resistencia 100K
- Condensador 47nF
- Condensador 68nF



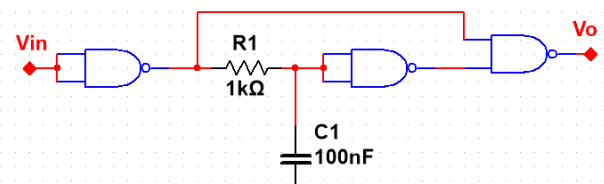
BLOQUE 2:

- LM311P
- Resistencia 1K



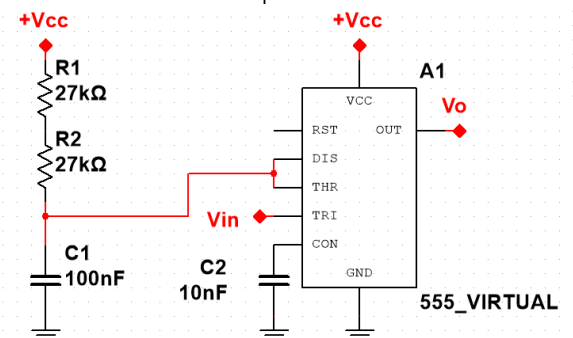
BLOQUE 3:

- SN74HC132N
- Resistencia 1K
- Condensador 10nF



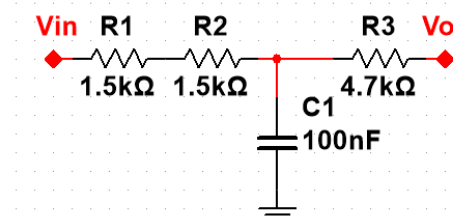
BLOQUE 4:

- NE555P
- Resistencias
- Resistencias
- Resistencias
- Condensador
- Condensador



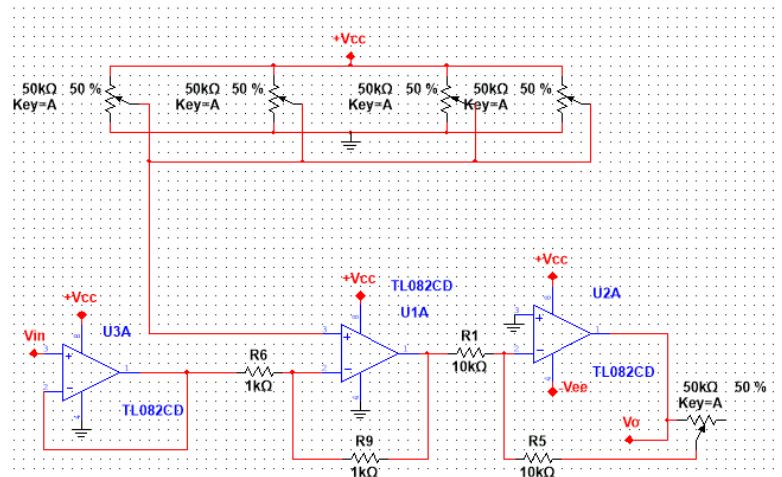
BLOQUE 5:

- Resistencia 4.7K
- Resistencia 1.5K
- Condensador 100nF



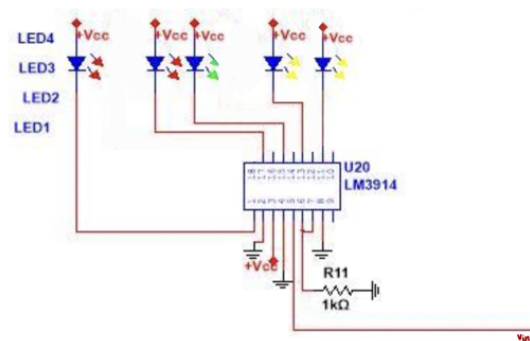
BLOQUE 6:

- TL082
- Resistencia 1K
- Resistencia 10K
- Resistencia 1K
- Potenciómetro 50K



BLOQUE 7:

- Leds
- LM3914N-1
- Resistencia 1K



4. Caracterización del funcionamiento

BLOQUE 1: FILTRO PASO BANDA

$$Z_2 = \frac{R_2 \times \frac{1}{sC_2}}{R_2 + \frac{1}{sC_2}} = \frac{R_2}{1 + sC_2R_2}$$

$$Z_1 = R_1 + \frac{1}{sC_1} = \frac{1 + sC_1R_1}{sC_1}$$

$$\frac{V_{02}}{V_{01}} = \frac{-Z_2}{Z_1} = - \frac{sR_2C_1}{(1 + sR_1C_1)(1 + sR_2C_2)}$$

Polos:

$$1 + sR_1C_1 = 0 \rightarrow s = - \frac{1}{R_1C_1}$$

$$f_{p1} = \frac{1}{2\pi R_1C_1}$$

$$1 + sR_2C_2 = 0 \rightarrow s = - \frac{1}{R_2C_2}$$

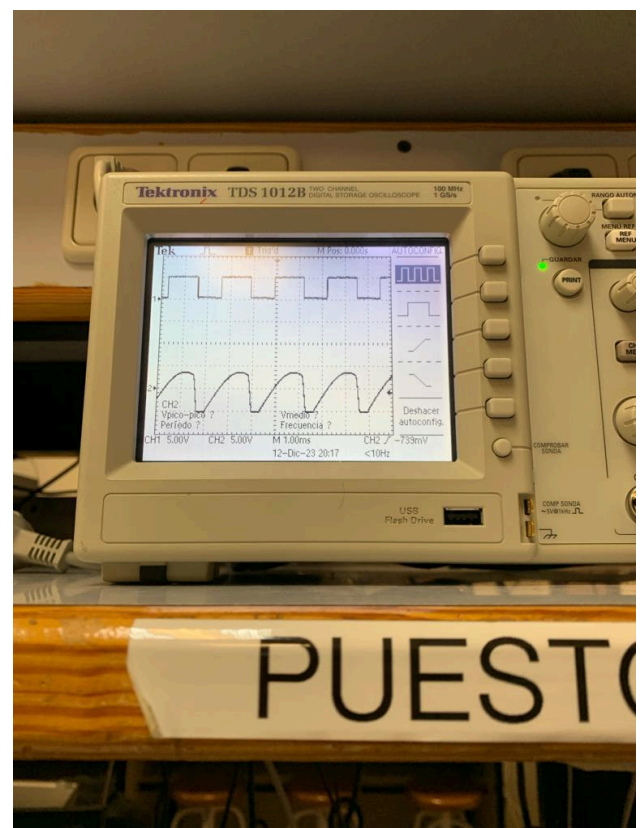
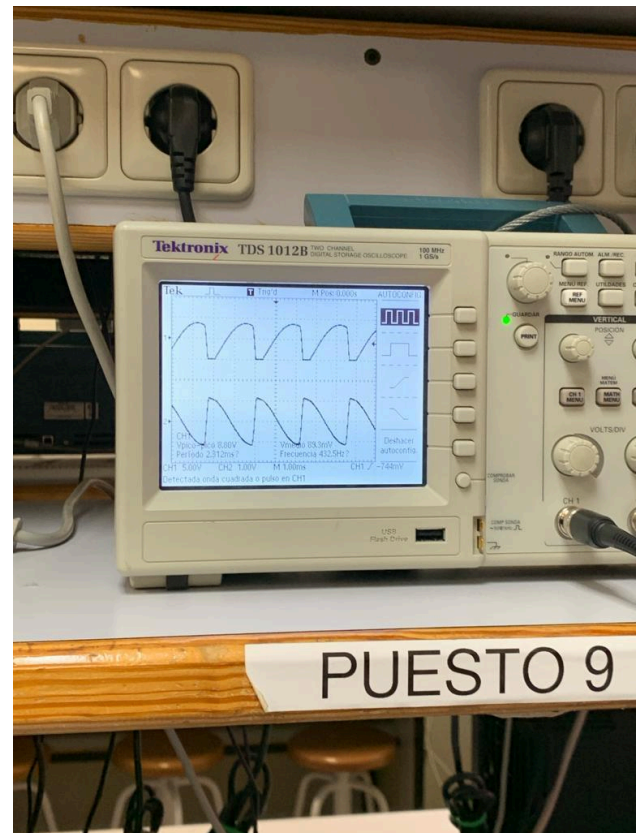
$$f_{p2} = \frac{1}{2\pi R_2C_2}$$

Frecuencia Media:

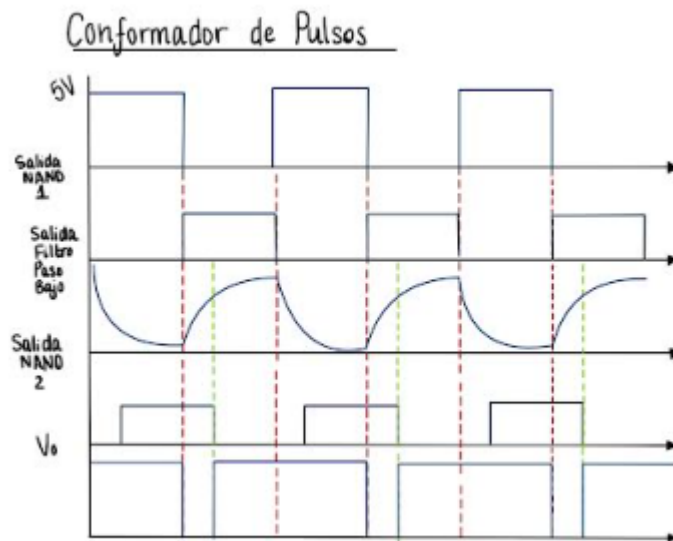
$$\frac{V_{02}}{V_{01}} = - \frac{R_2}{R_1}$$

BLOQUE 2: COMPARADOR

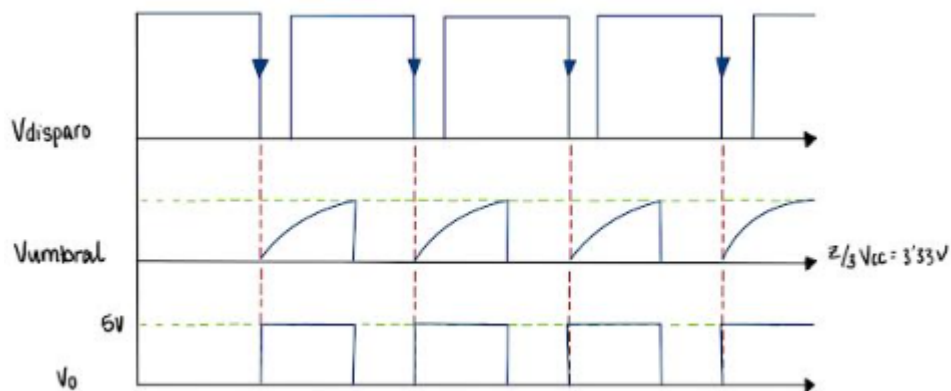
- $V_+ > V_-$ entonces $V_0 = +5V$
- $V_- < V_+$ entonces $V_0 = 0V$



BLOQUE 3: COMPARADOR DE PULSOS



BLOQUE 4: 555 MODO MONOESTABLE



El valor de T_w lo obtenemos aplicando teoría;

$V_{C1} (t = t_w) = V_A = V_{cc} \times (1 - e^{\frac{-t_w}{R1 \times C1}})$ que resolviendo nos da el valor:

$$T_w = 1,1 * R_A * C_A \leq T_{min} = \frac{1}{f_{maz}}$$

BLOQUE 5: FILTRO PASO BAJO

$$V_o = \frac{\frac{1}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} \cdot V_{oin} \rightarrow \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{1}{1 + sRC} \rightarrow 1^{er} Orden$$

$$1 + sRC = 0 \rightarrow s = -\frac{1}{RC}$$

$$f_p = \frac{1}{2\pi RC} \leq \frac{f_{in\ min}}{100}$$

En ambos filtros:

$$V_o = V_{in\ med} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{in} dt = \frac{1}{T} \cdot V_{cc} \cdot T_w$$

$$V_o = V_{cc} \cdot T_w \cdot f$$

BLOQUE 6: CIRCUITO DE AJUSTE

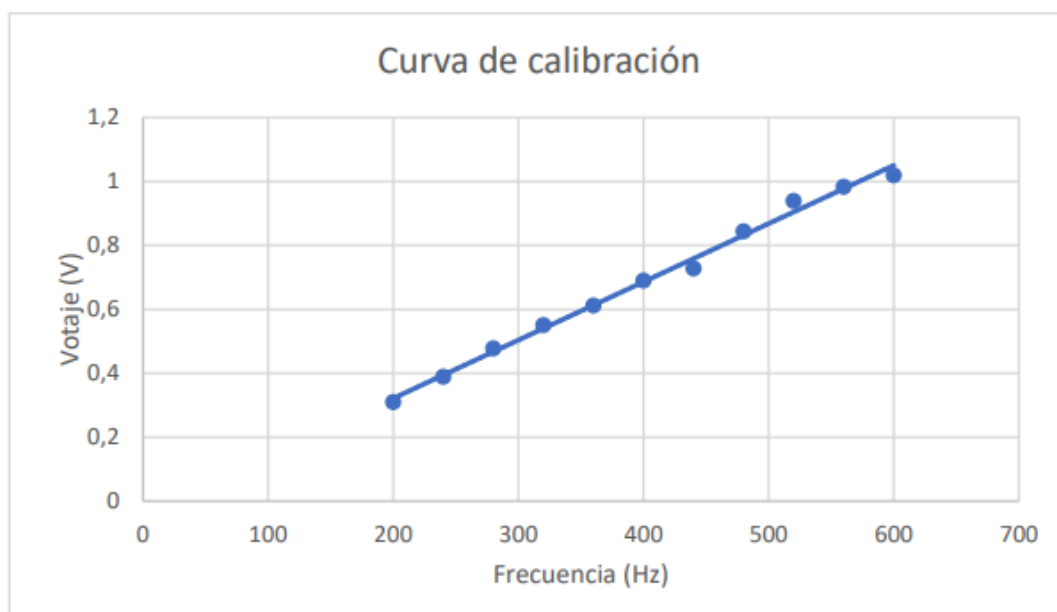
$$V_{07} = V_{07}|_{V_{of}=0} + V_{07}|_{V_x=0} = -\frac{R_7}{R_6} V_x + (1 + \frac{R_7}{R_6}) V_{of} = -V_{06} + 2V_{of}$$

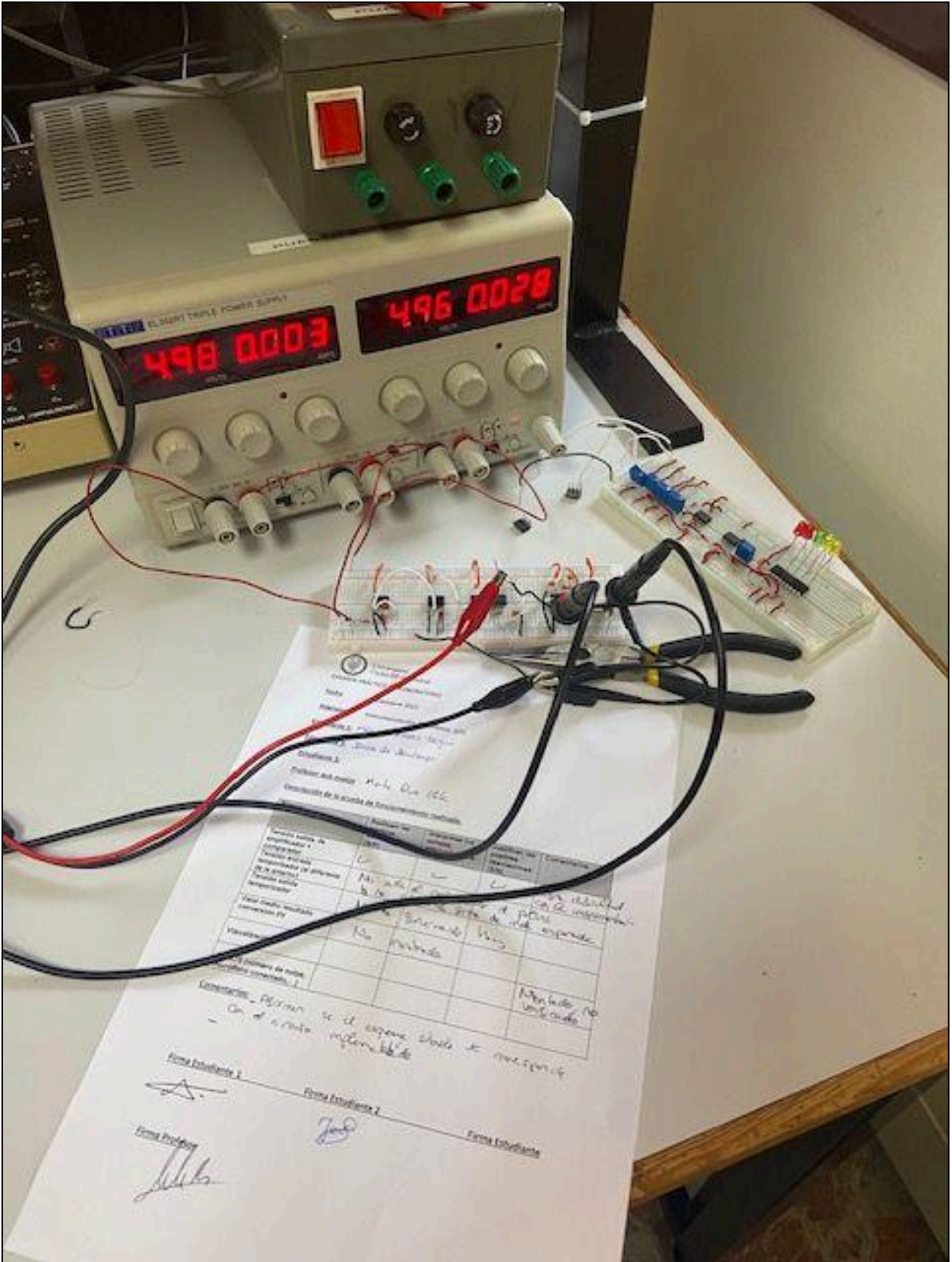
$V_{07} = -V_{06} + 2\alpha s \rightarrow$ En este punto, en el proceso de calibración debe haber tensión pequeña y negativa

$$V_{08} = -\frac{\alpha R_p + R_9}{R_8} V_{07}$$

$$V_{08} = -\frac{\alpha R_p + R_9}{R_8} \cdot [-V_{06} + 10\alpha] = \frac{\alpha R_p + R_9}{R_8} \cdot [T_w \cdot V_{cc} \cdot f - 10\alpha]$$

BLOQUE 7: VISUALIZACIÓN











5. Presupuesto

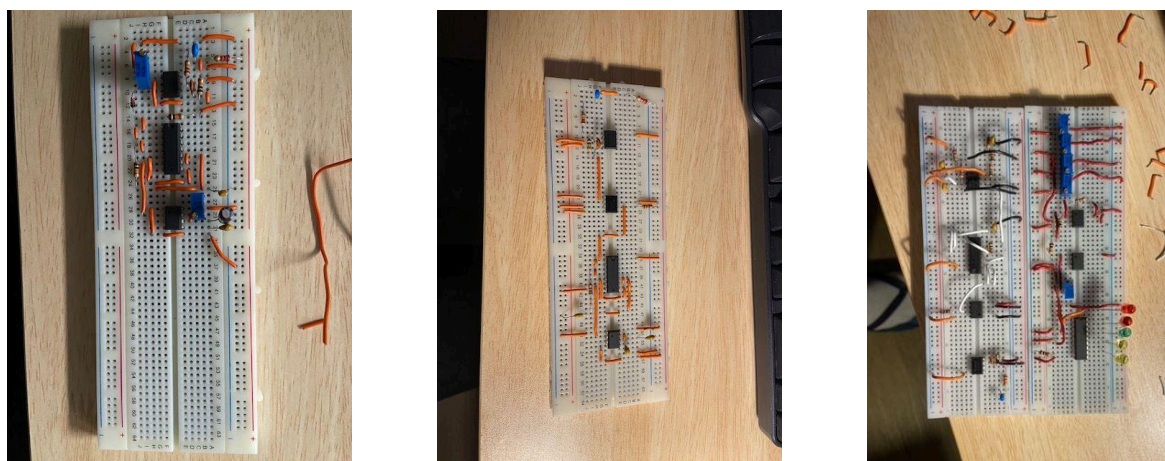
PIEZAS	COSTE (€)
Protoboard x3	18
Cableado 1m x3	3
Resistencia 22K	1
Resistencia 100K	1
Resistencia 1.5K	1
Resistencia 4.7K	1
Resistencia 27K	1
Resistencia 10K	1
Potenciómetro 50K x5	3
Condensador 10nF x2	0.4
Condensador 100nF x2	0.4
Condensador 68nF	0.2
Condensador 47nF	0.2
TL082 x3	3.6
LM311P	5.5
SN74CH132N	0.8
NE555P	0.6
LM3914N-1	1
TOTAL	42.7

Como ya se explicará en el siguiente apartado, el presupuesto obtenido es más orientativo que fiel a la realidad debido a las numerosas compras de componentes que hicimos.

 ELECTRO.JUPI SERV.T\LEGANES\ES2311091303 9 nov 2023, 13:03 -8,10 €	 ELECTRO.JUPI SERV.T\LEGANES\ES2311281243 28 nov 2023, 12:43 -2,30 €	 ELECTRO.JUPI SERV.T\LEGANES\ES2312041751 4 dic 2023, 17:51 -2,65 €
 ELECTRO.JUPI SERV.T\LEGANES\ES2311211153 21 nov 2023, 11:53 -10,50 €	 ELECTRO.JUPI SERV.T\LEGANES\ES2311301119 30 nov 2023, 11:19 -5,30 €	 ELECTRO.JUPI SERV.T\LEGANES\ES2312111248 11 dic 2023, 12:48 -2,40 €
 ELECTRO.JUPI SERV.T\LEGANES\ES2311231104 23 nov 2023, 11:04 -1 €	 ELECTRO.JUPI SERV.T\LEGANES\ES2312041751 4 dic 2023, 17:51 -2,65 €	 ELECTRO.JUPI SERV.T\LEGANES\ES2312111945 11 dic 2023, 19:46 -7 €

6. Valoración crítica

El montaje nos ha resultado complicado en general, ya sea por falta de experiencia en el montaje de circuito y los constantes cambios de diseño en la primera parte (hasta el 555). Estas son algunas de las primeras pruebas junto con el diseño final que hicimos. Lo repetimos numerosas veces debido a las formas de onda inconclusas que nos daban.



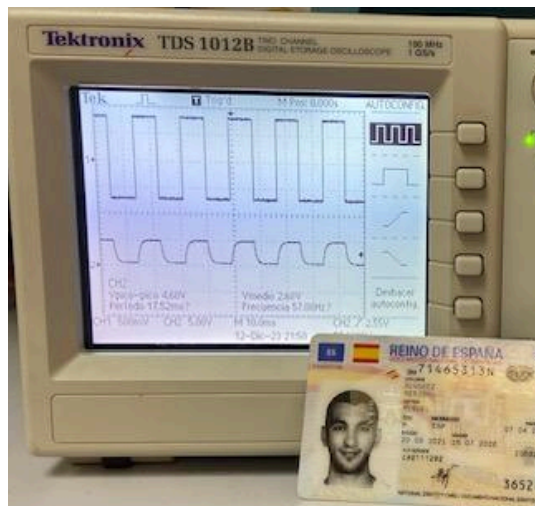
Compramos varias veces los mismos componentes por miedo de haberlos quemado durante las prácticas y no fue hasta los 2 días previos al examen donde se nos ocurrió cambiar la protoboard por una nueva, que resultó ser la causa de los reiterados fallos en las mediciones. Esto fue la dificultad principal del proyecto puesto que no sabíamos si estábamos montando el circuito de manera adecuada, lo que nos llevó a dudar en el examen debido a la sorpresa de que nos funcionara algo.

Otras complicaciones de diseño fue la elección del montaje de los LED, ya que el esquemático de aula global nos resultaba dificultoso, por lo que decidimos conectar los LEDs al LM3914 siguiendo las recomendaciones de varios compañeros de clase que habían tenido el mismo problema. De nuevo, al no poder haber probado esta parte del circuito por los problemas mencionados de la primera parte del circuito, no hemos podido comprobar su funcionamiento. Aun así, hemos revisando el montaje y todos los componentes están acorde al montaje, por lo que suponemos que a no ser de la falla de algún circuito integrado o cable, debería de habernos funcionado correctamente.

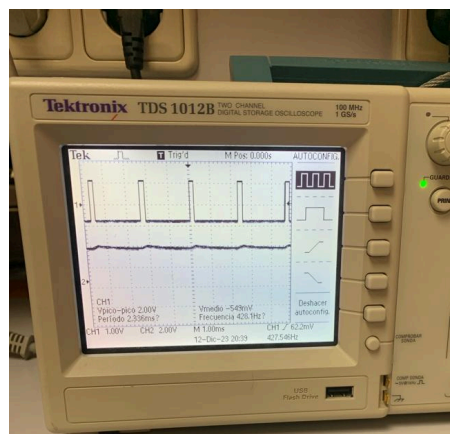
La elección de los valores de las resistencias en el paso banda del circuito de acondicionamiento y el filtro paso bajo también resultaron complicadas debido a los numerosos cálculos que acarreaban.

Algunos de los puntos débiles/fallos observados durante el examen de proyecto son los siguientes:

- El 555 no funciona de la manera correcta puesto que no recibíamos una frecuencia continua sino con forma cuadrada, lo que indica que el filtro paso bajo no estaba bien conectado



- El conformador de pulsos nos daba una señal inversa, desconocemos la razón de porqué puesto que al poner otro SN74HC132N, la forma de onda daba de manera correcta sin cambiar ningún ni los componentes ni el cableado.
- Esta forma de onda es la más parecida a la deseada que obtuvimos del 555 durante el examen, ya que es casi continua, pero la entrada está invertida debido al anterior fallo comentado del conformador de señales. Posteriormente solucionamos el problema de la inversión, pero debimos de cambiar la posición de algún componente para que ya no nos diera continua (ver imagen anterior).



7. Referencias bibliográficas utilizadas (se incluirán los DATASHEET de los componentes utilizados)

Webgrafía:

https://es.wikipedia.org/wiki/Afinador_electr%C3%B3nico
<https://hetpro-store.com/TUTORIALES/compuertas-logicas/>
<https://unicrom.com/lm311-comparador-de-voltaje/>
https://www.youtube.com/watch?v=3o2ypdA_RS4&ab_channel=ioeCastanedaSV

Listado datasheets utilizados:

DATASHEET TL082 (TEXAS INSTRUMENT)  TL080.PDF

DATASHEET LM311P (TEXAS INSTRUMENT)  LM111.PDF

DATASHEET SN74CH132N (TEXAS INSTRUMENT)  sn74hc132.pdf

DATASHEET NE555P (TEXAS INSTRUMENT)  NE555.PDF

DATASHEET LM3914N-1 (NATIONAL SEMICONDUCTOR)  LM3914.PDF