

# Afinador de Guitarra

## Segundo Parcial

### Microcontroladores

Alumnos:

Juan Gilberto Prado Matehuala 6100019

Jorge Eduardo Dávila García 6100016

Jonathan Brown Moreno 6100006

11/05/25

## Objetivo

Implementar un sistema electrónico basado en el microcontrolador MSP430 para afinar guitarras mediante el análisis de frecuencias de las cuerdas, con indicación visual de la nota detectada y su estado de afinación.

## Objetivos específicos

1. Diseñar un circuito de acondicionamiento de señal para la guitarra eléctrica
2. Programar el MSP430 para medición precisa de frecuencia
3. Implementar un sistema de visualización con LEDs para notas y estado de afinación

## Introducción

El proyecto surge de la necesidad de crear un afinador de guitarras donde se ponga en práctica los temas vistos en clase. Nuestra solución utiliza el microcontrolador MSP430 para procesar la señal de audio, identificar la frecuencia fundamental y compararla con los valores estándar de las cuerdas de guitarra (E2, A, D, G, B, E4).

## Marco teórico

### Teoría de funcionamiento

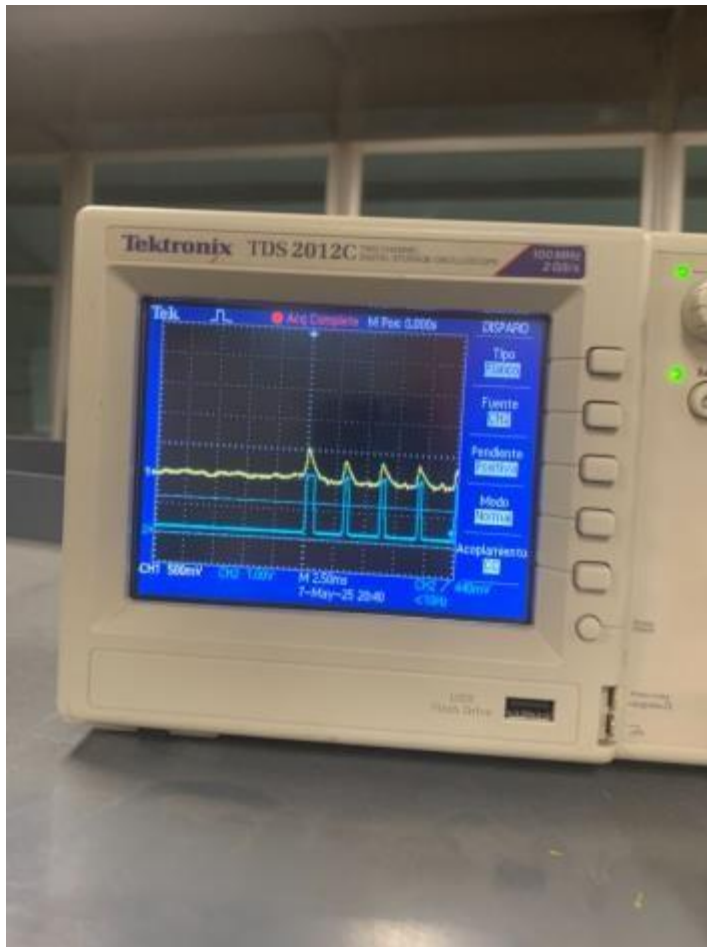
El dispositivo opera mediante:

1. Captura de señal: La guitarra se conecta a un jack de 1/4"
2. Acondicionamiento: Circuito con amplificador operacional (LM358) para amplificar y cuadrar la señal
3. Procesamiento: El MSP430 mide el periodo entre flancos de subida
4. Cálculo: Conversión de periodo a frecuencia y comparación con valores de referencia
5. Visualización: LEDs indican la nota detectada y estado de afinación

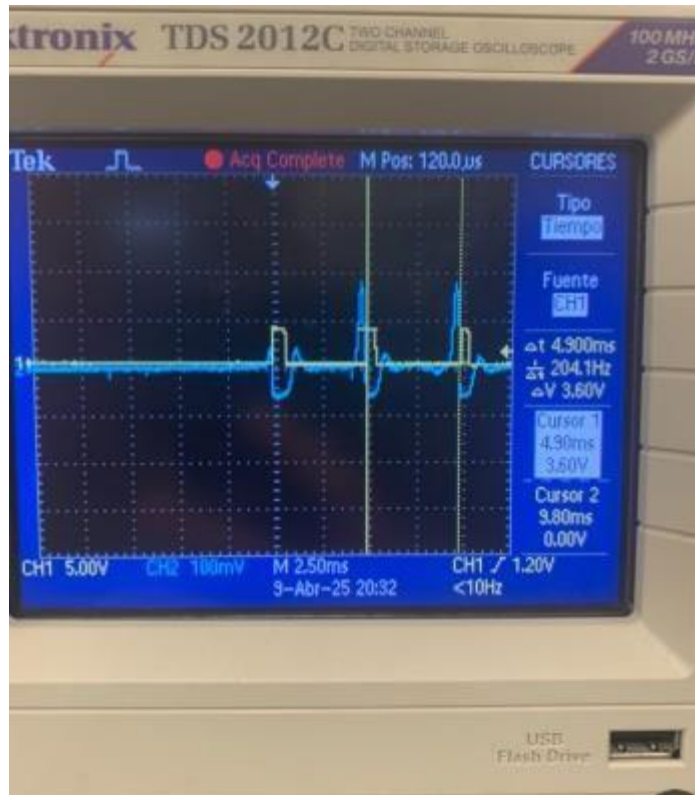
Definiciones técnicas Frecuencias de referencia:

- E2: 82.41 Hz
- A: 110.00 Hz
- D: 146.83 Hz
- G: 196.00 Hz
- B: 246.94 Hz
- E4: 329.63 Hz

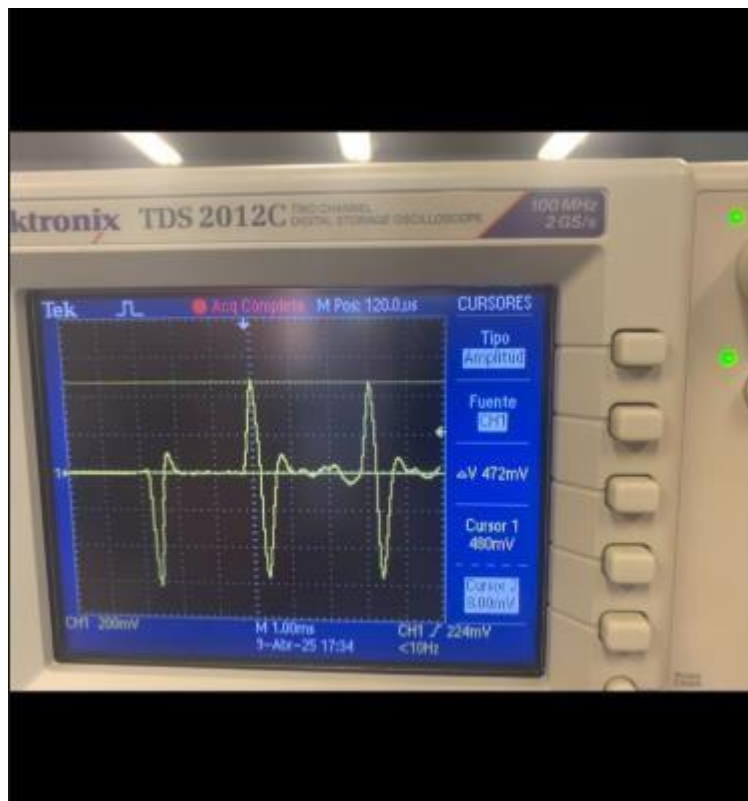
Señal cuadrática amplificada y cuadrática



Señal de una cuerda de Guitarra con OPAMP cuadrático



Señal guitarra de una cuerda de guitarra sin Opamp



## Materiales utilizados

1. Microcontrolador MSP430F5529
2. Amplificador operacional LM358
3. Resistencias, Capacitores, Potenciómetros
4. LEDs para visualización (5 unidades)
5. PCB personalizado
6. Cable Jack guitarra
7. Guitarra

## Desarrollo

### Proceso de implementación 1.

#### Fase inicial (Semanas 1-2):

- Investigación de señales de guitarra y circuitos comerciales
- Selección de componentes electrónicos
- Diseño conceptual del código

### 2. Prototipado (Semana 3):

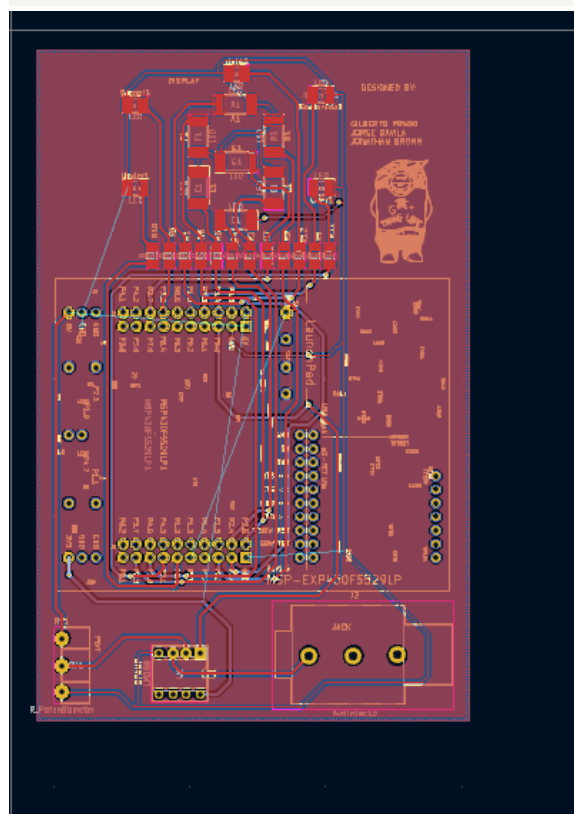
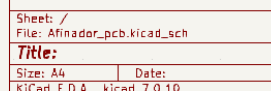
- Pruebas con osciloscopio de señales de guitarra
- Diseño de placa PCB enviado a fabricación
- Desarrollo de código base para medición de frecuencia

### 3. Implementación final (Semanas 4-5):

- Recepción y soldadura de PCB
- Implementación de circuito amplificador/cuadrático
- Pruebas del código

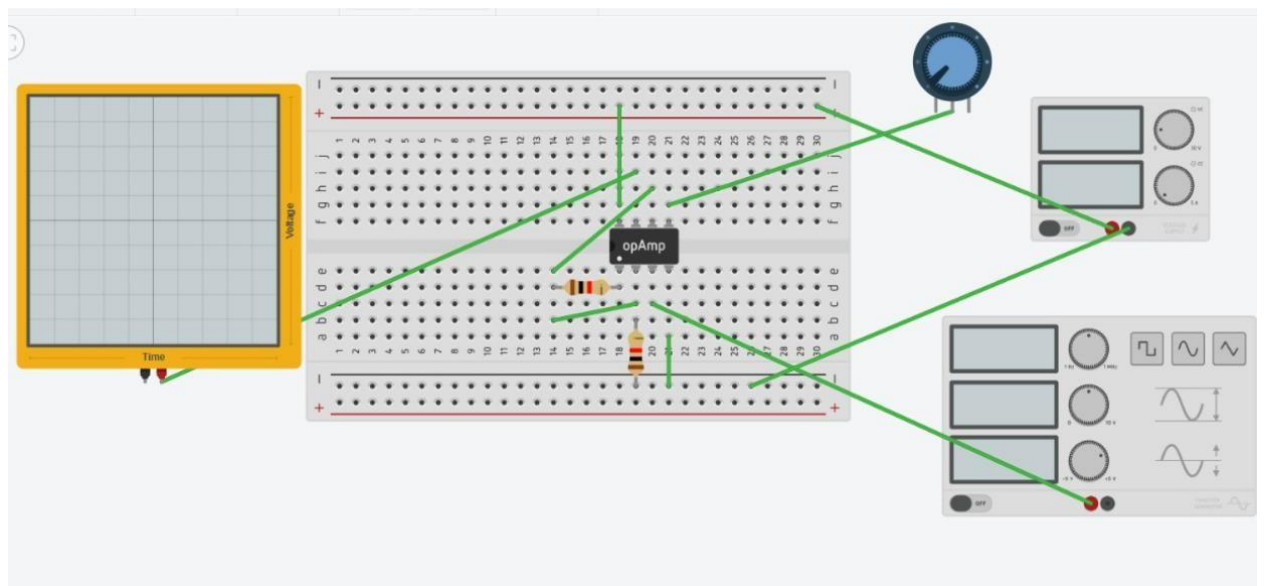
## Diagramas

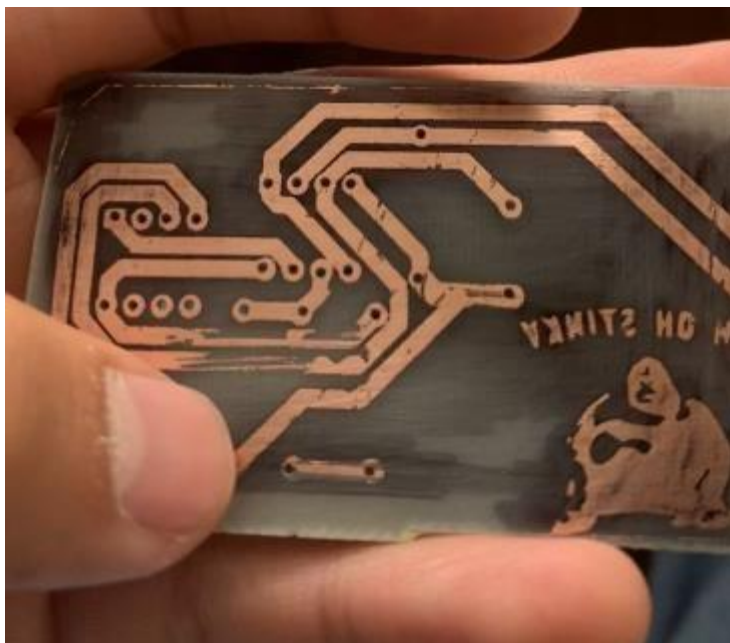
1. Esquemático electrónico completo





OPAMP Amplificador/Cuadrático





2. Fotos del prototipo final





## Resultados

### Logros obtenidos

- Circuito amplificador/condicionador funcional que transforma la señal senoidal en cuadrada
- Se logra visualizar con un osciloscopio la señal de la guitarra en la MSP
- Detección de algunas cuerdas como E2, A, B y E4
- Visualización en LEDs

### Desafíos técnicos

#### 1. Amplificación de señal:

Para garantizar un procesamiento adecuado, se implementó un circuito amplificador que mejoró significativamente la calidad de la señal de entrada. Este sistema, combinado con un amplificador operacional configurado como comparador, transformó la señal de la guitarra en una onda cuadrada precisa para obtener pulsos, facilitando su análisis por el microcontrolador.

## 2. Precisión en la afinación:

Durante las pruebas finales, el sistema demostró capacidad para identificar correctamente las notas E2, A, B y E4. Sin embargo, se presentaron inconsistencias en la detección del estado de afinación exacto. En una versión del código se logró afinar perfectamente la cuerda A, pero esto afectó la detección de otras notas. Se optó por mantener la versión anterior con menor precisión en la afinación, pero se obtenía un funcionamiento más estable sin tanta variación para todas las cuerdas.

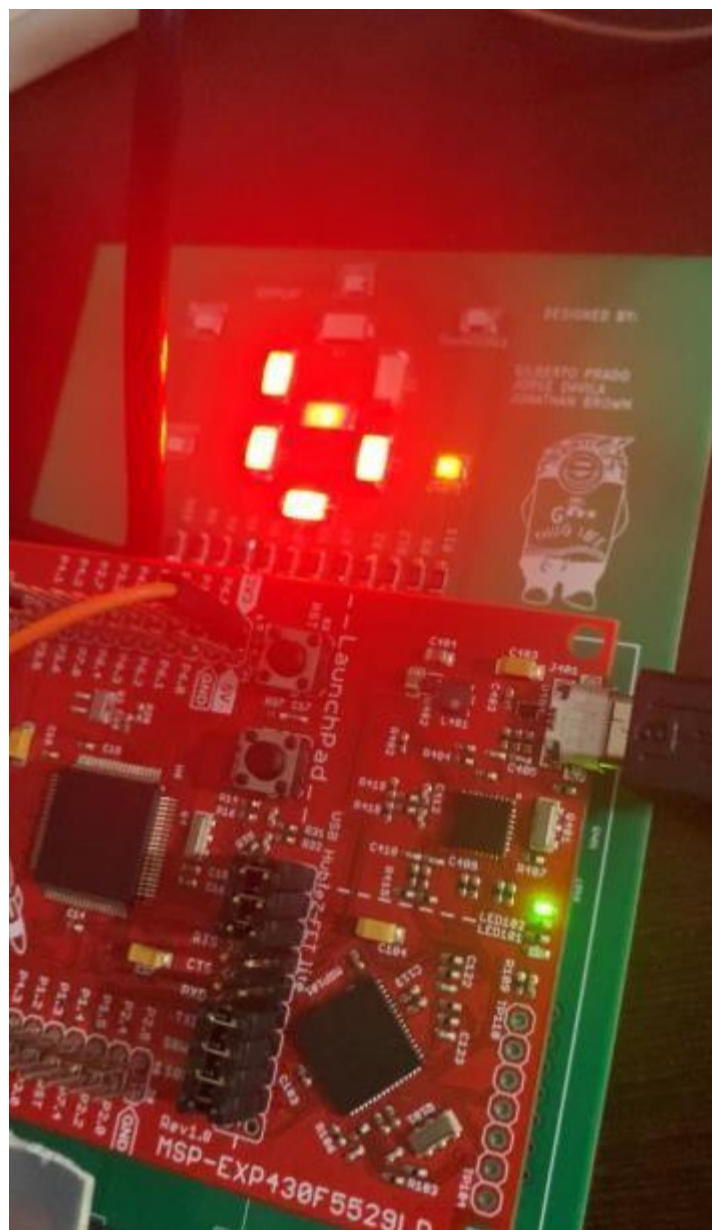
## 3. Problemas de hardware:

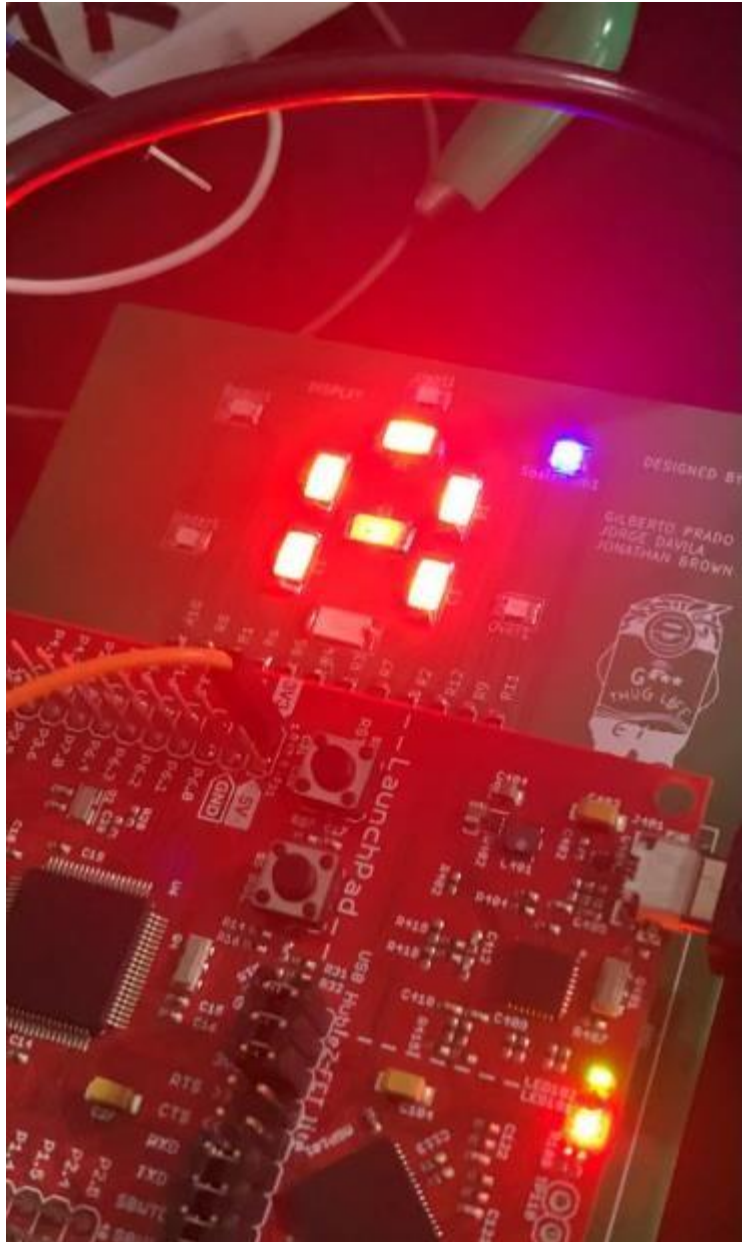
- Ruido eléctrico en las primeras pruebas
- Sensibilidad a variaciones de amplitud de la señal

## Posibles mejoras

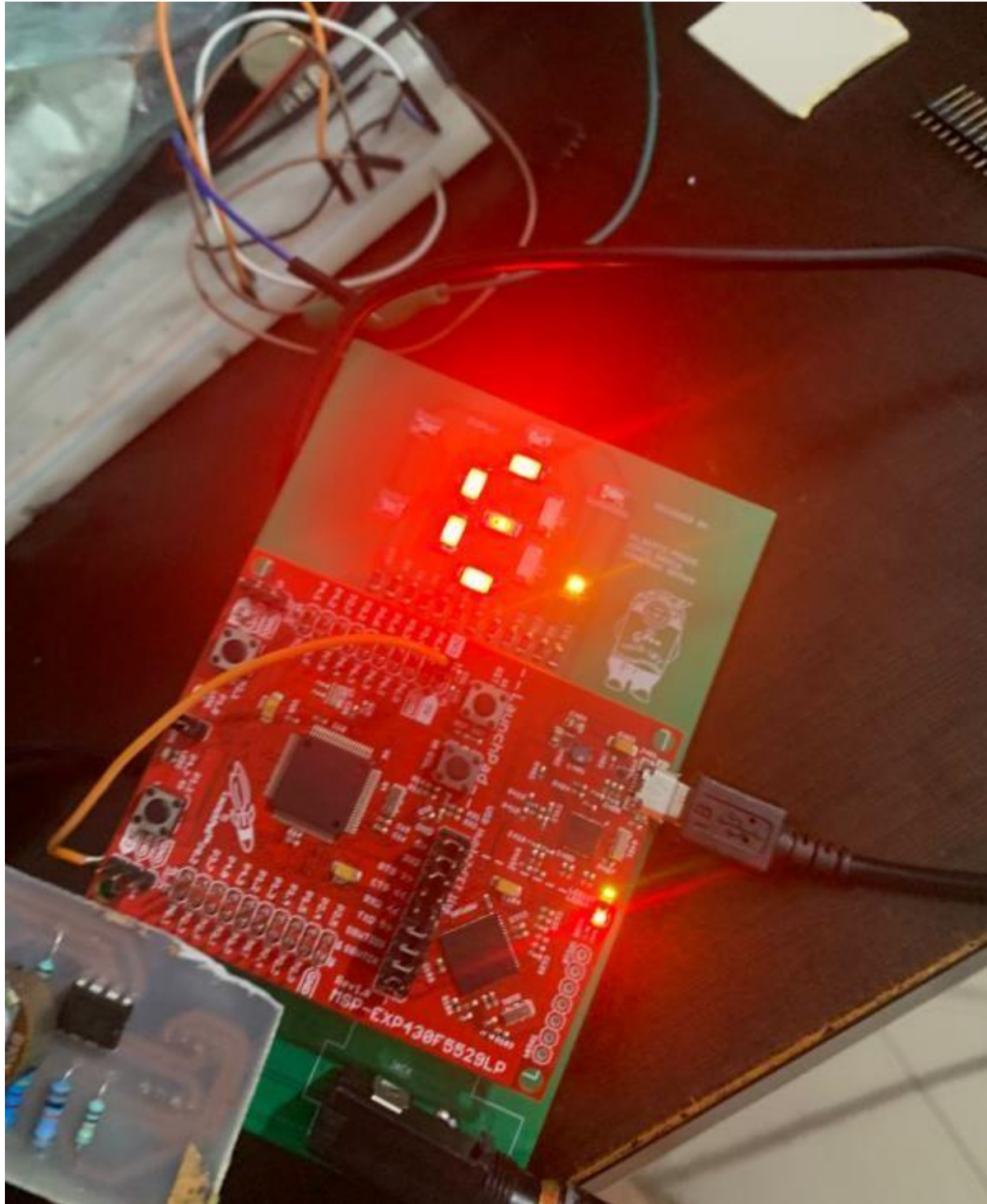
1. Implementar filtrado digital adicional en el código
2. Añadir calibración sin necesidad de un sesgo (potenciometro)
3. Mejorar el circuito de acondicionamiento para mayor inmunidad al ruido
4. Implementar circuito para alimentar a luz y conexión a otras pedaleras para un uso más práctico.

Fotos del resultado:









## Conclusión

Aprendizajes individuales

- Juan Gilberto: Se logró aplicar temas de diferentes materias para el circuito electrónico, además se puso la práctica el diseño de placa y programación.

- Jonathan: Desarrollé habilidades en programación de microcontroladores.
- Jorge Eduardo: Se comprendió mejor el uso de los OPAMPS, así como se busco de diferentes maneras lograr comparar la señal que se recibía y que la MSP la interpretara como una Nota definida.

### Conclusiones generales

El proyecto logró implementar varias alternativas y recursos de clases para crear un afinador de guitarra de bajo costo basado en el MSP430, aún que haya formas diferentes para realizarlo, se logró una funcionalidad muy básica, se identificaron áreas de mejora para versiones futuras, particularmente en la precisión de la detección de afinación y la tolerancia del sistema ante variaciones de señal que recibe. Por último, se logró identificar un error clave en la programación, el timer hacía cuentas muy largas por lo que tardaba demasiado y era muy lento para poder identificar las frecuencias. El modificar la configuración del timer para poder leer más ciclos logró que sea aún más sencillo programar y nos acercó a un resultado más acercado a lo esperado.