



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN



INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES, SISTEMAS Y ELECTRÓNICA  
Diseño: Sistema de Control de Grabación de Audio Semestre 2022-2

Nombre del profesor:	Marcelo Bastida Tapia			
Asignatura:	Sistemas de Audio y Video		Fecha:	06 - 06 - 22
Ejercicios de Diseño				
Nombre de los alumnos:	Alonso Llanes Frank Kevin Armenta Peralta Aaron Garardo Escudero Rejorano Gerson Yaser Gonzalo Martinez Juan Ernesto Rodilla Fernandez Jové Luis	Morales Hernández Garardo Maximiliano Sánchez Nicolas Eduardo	Grupo:	2809

PARÁMETROS A EVALUAR					TOTAL
Parámetro	Puntuación				
INTRODUCCIÓN 10 pts.	Concerniente al tema, una cuartilla 10 puntos	Concerniente al tema, no cuartilla 5 puntos	No es el Tema 0 puntos	No tiene introducción 0 puntos	
DISEÑO 30 pts.	<del>Completo Explicado detalladamente 30 puntos</del>	Completo sin explicación 20 puntos	Incompleto 10 puntos	Sin diseño 0 puntos	
SIMULACIÓN 20 pts.	<del>Círculo simulado correctamente (Entregar en una carpeta todo el proyecto de simulación con el nombre de la práctica) 20 puntos</del>	Círculo simulado resultados incorrectos (Entregar en una carpeta todo el proyecto de simulación con el nombre de la práctica) 5 puntos	Sin simulación o sin carpeta de archivos 0 puntos	Sin diseño 0 puntos	
DESARROLLO 30 pts.	Explicación detallada con fotografías, cálculos, graficas y/o tablas 30 puntos	Explicación sin detalle 20 puntos	Sin explicación, circuito funcionando 10 puntos	Sin explicación, circuito no funciona o sin diseño 0 puntos	
CONCLUSIONES X ALUMNO 5 pts.	Comprendió el tema, buena redacción 5 puntos	Comprendió el tema, mala redacción 2 puntos	No comprendió el tema 0 puntos		
BIBLIOGRAFIA 5 pts. (D)	Utiliza más de 3 referencias bibliográficas de las recomendadas e incluye otras. 5 puntos	Utiliza tres referencias bibliográficas. 4 puntos	Utiliza 1 o 2 referencias bibliográficas. 2 puntos	Utiliza referencias bibliográficas de internet no permitidas, o no tiene bibliografía 0 puntos	

Puntuación Total

NOTAS:

- El reporte para considerar el 100% de la puntuación debe incluir:

- Portada
- Objetivos
- Introducción
- Material
- Equipo
- Desarrollo experimental
- Conclusiones
- Bibliografía

Por cada inciso que falte, se restaran 5 puntos a la puntuación total.

- El diseño debe incluir los cálculos de cada uno de los circuitos del sistema, haciendo referencia a las notas en las cuales se basaron para el diseño.
- El desarrollo debe estar bien explicado, con texto indicando cada uno de los pasos realizados para el seguimiento del diseño.

**Universidad Nacional Autónoma de  
México**

**Facultad de Estudios Superiores  
Cuautitlán**

**Ing. en Telecomunicaciones, Sistemas y  
Electrónica**

*Sistema de Grabación/Reproducción de Audio  
(Diseño sistema de control)*

***Asignatura: Sistemas de Audio y Video.***

***Grupo: 2809***

***Profesor: Ing. Marcelo Bastida Tapia.***

***Fecha de realización: 06/Junio/2022***

***Semestre: 2022-2***

***Alumnos:***

- *Alonso Llanes Frank Kevin.*
- *Armenta Peralta Aarón Gerardo.*
- *Escudero Bejarano Gerson Yaser.*
- *Lozano Martínez Juan Ernesto.*
- *Muñoz Hernández Gerardo Maximiliano.*
- *Padilla Fernández José Luis.*
- *Sánchez Nicolás Eduardo.*

## **Objetivos:**

- Realizar la conversión analógica a digital de señales de audio.
- Implementar un sistema de muestreo y conversión para señales de audio.
- Implementar un sistema de grabación, reproducción y manipulación de señales de audio.
- Realizar la grabación y reproducción de señales de voz.
- Implementar un sistema que mediante señales controle la grabación y reproducción del sistema de grabación

## **Introducción:**

Las señales analógicas son funciones de variables continuas y se denominan así porque sus evoluciones temporales imitan las señales originales.

La representación gráfica de un sonido grabado analógicamente tendrá la misma forma que el sonido original, pero la curva indicará variaciones de voltaje, en lugar de variaciones de presión de aire. Estas nuevas señales analógicas se obtienen por medio de transductores.

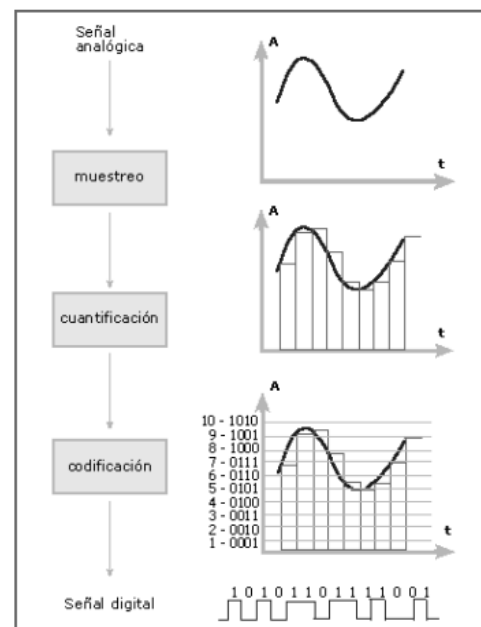
### **Grabación analógica del sonido:**

El micrófono convierte la variación de la presión de aire ejercida sobre su membrana en una señal de voltaje variable en el tiempo, la variación de este voltaje se puede grabar analógicamente utilizando diferentes tecnologías.

Al contrario de lo que opina la mayoría, una grabación analógica no tiene porqué sonar peor que una grabación digital (en condiciones óptimas suena, de hecho, mejor). Sus inconvenientes radican en que:

- La señal analógica se degrada mucho más rápidamente (las cintas magnéticas se desmagnetizan, y tanto las agujas como los surcos en el vinilo se desgastan).
- En cada nueva generación se produce una pequeña pero inevitable pérdida, de forma que, a cada nueva copia, la señal se parece cada vez menos a la original.

Por estas razones, el sonido digital ha tomado definitivamente el relevo del analógico.



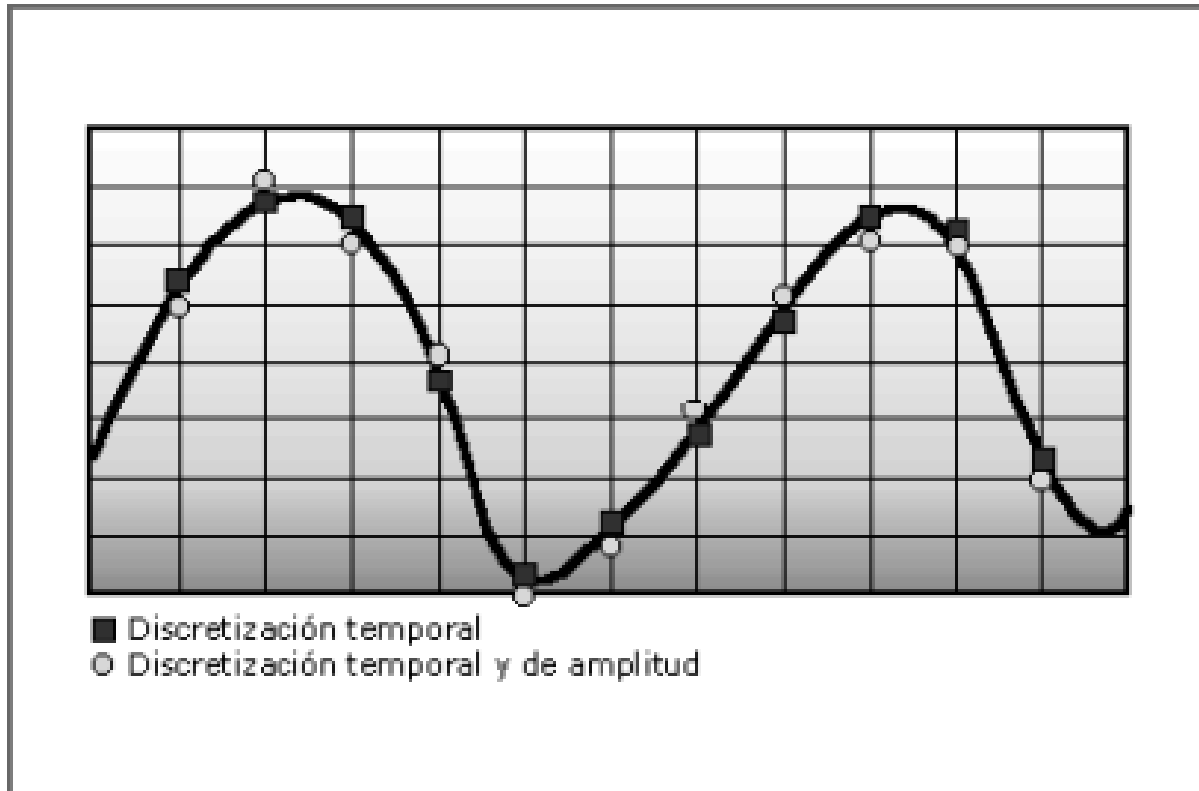
**Figura p5.1**

### **Sonido Digital:**

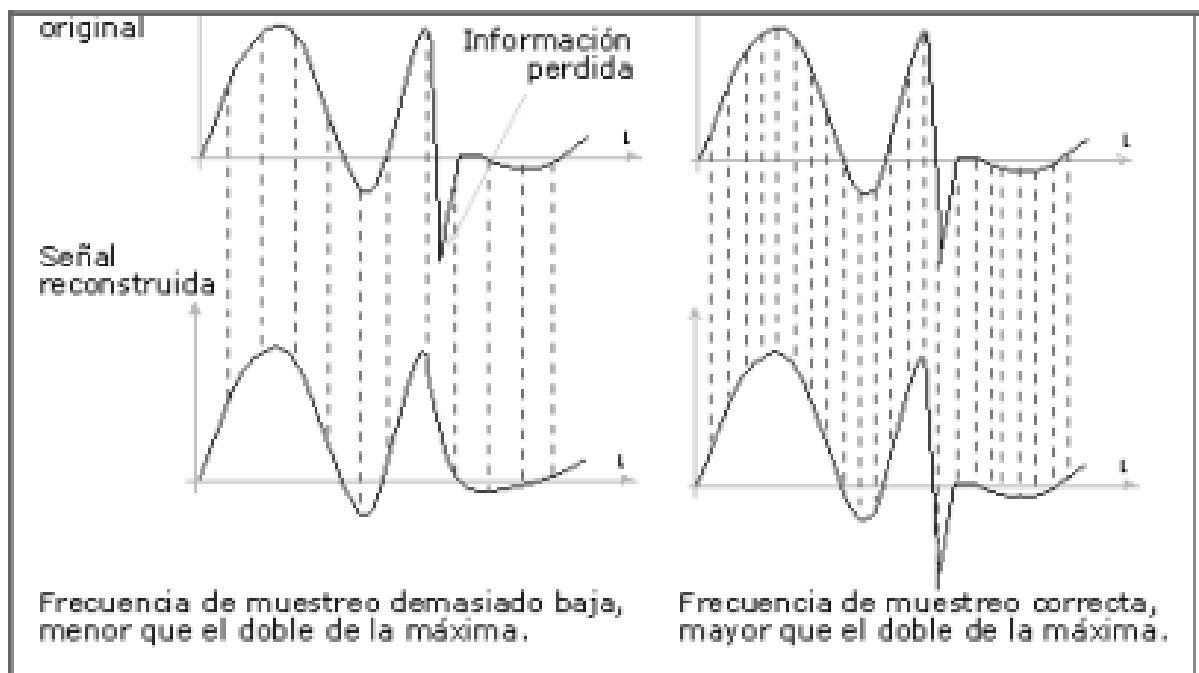
El principio fundamental del audio digital consiste en discretizar las señales sonoras continuas para convertirlas en secuencias de números.

La discretización de estas señales se lleva a cabo en dos escalas diferentes:

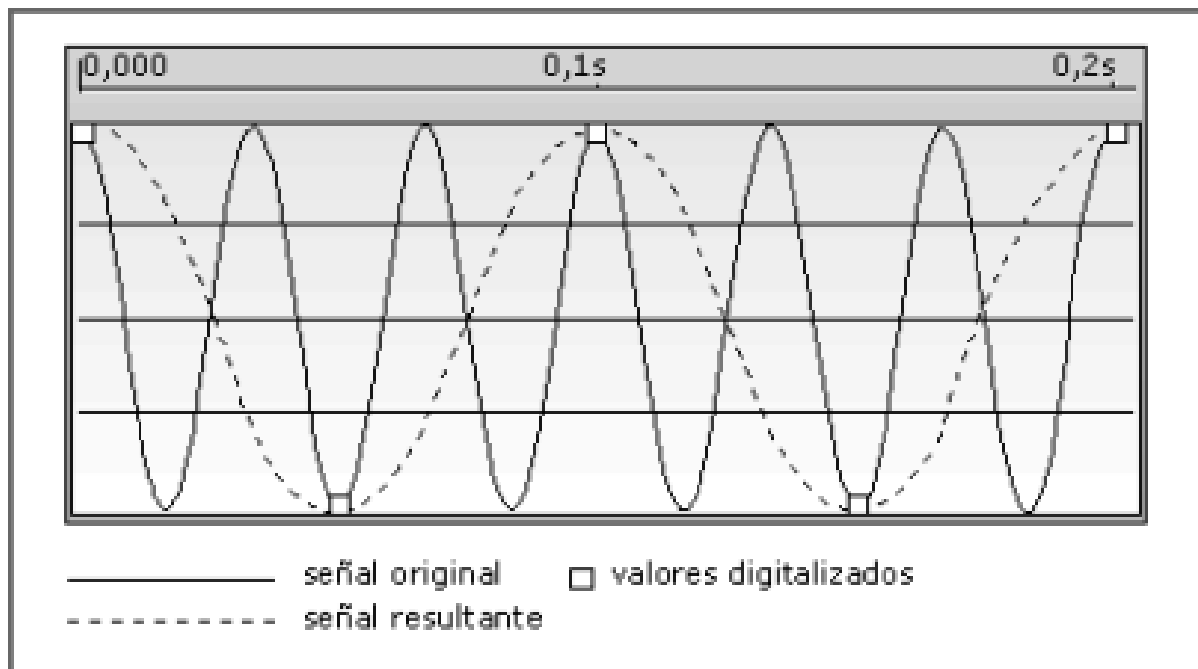
- Temporal
- Amplitud.



*Figura p5.2*



*Figura p5.3*



**Figura p5.4**

El término resolución de un sonido digital indica el número de bits que se han utilizado para almacenar cada muestra; determina el número de posibles valores diferentes, o rango, que cada muestra de sonido puede tomar.

Para muestrear correctamente una señal periódica de cualquier frecuencia, se requiere como mínimo una frecuencia de muestreo doble. Cualquier señal digitalizada sólo puede representar correctamente frecuencias inferiores a la mitad de la frecuencia de muestreo. Esta media frecuencia se denomina frecuencia de Nyquist.

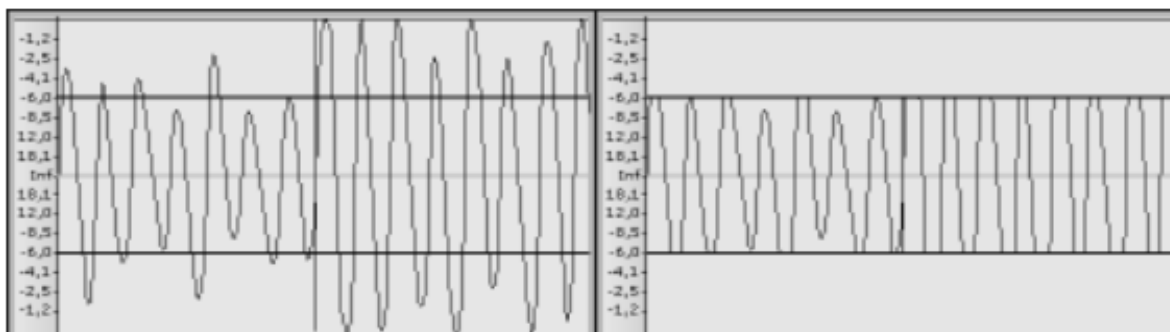
En aplicaciones no estrictamente musicales en las que la calidad ya no es lo primordial, es frecuente almacenar los sonidos con frecuencias inferiores, para ahorrar espacio en la memoria; Para las aplicaciones que no precisen la máxima fidelidad, esto es más que suficiente; el sonido resultante será un poco menos brillante, pero se parecerá todavía bastante al original.

El rango dinámico de un sistema de sonido (dB), depende del cociente de la máxima y la mínima amplitud que el sistema puede producir. Una forma aproximada y rápida de calcular el rango dinámico de un sistema digital es mediante la fórmula:

$$n \text{ bits} \times 6$$

En un aparato electrónico, la relación señal/ruido indica la diferencia entre el nivel máximo que el dispositivo puede emitir, y el nivel de ruido existente cuando la señal es silencio (ruido de fondo). Cuanto mayor sea esta diferencia, más limpio será el sonido del dispositivo.

La resolución en bits de un sonido digital incide directamente en el rango dinámico y en el ruido de fondo. Cuantos más bits utilicemos, más nítido y con menos ruido se percibirá el Sonido.

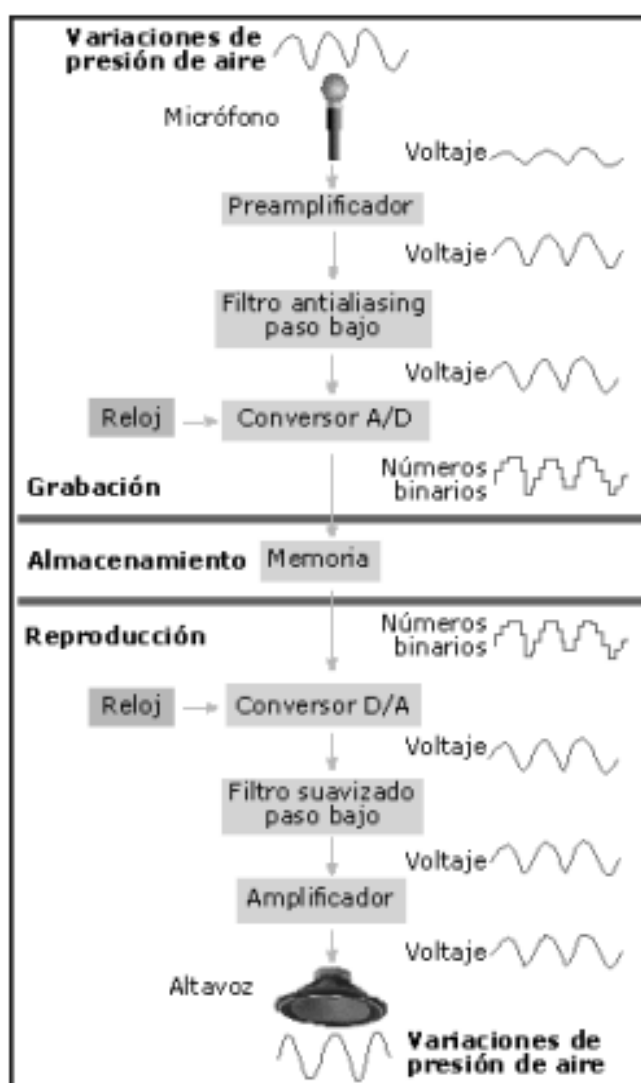


**Figura p5.5. Distorsión Digital**

**Figura p5.6. Grabación Digital**

Al igual que ocurre con la imagen, existen técnicas sin pérdida y técnicas con pérdida. Un factor importante en los sistemas de compresión de audio es que interesa que sean capaces de comprimir y descomprimir en tiempo.

En ésta práctica implementaremos un sistema de grabación, reproducción y manipulación de señales de audio utilizando la conversión A/D de señales de audio y un sistema de muestreo y conversión.



**Figura p5.7**

### **Material:**

- Tabletas de conexiones.
- Alambres y cables para conexiones.
- 1 Resistencia de  $100\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  Watt
- 7 Resistencias de  $1k\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  Watt
- 1 Resistencia de  $2.2k\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  Watt
- 8 Resistencia de  $0.33k\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  Watt
- 6 Resistencia de  $10k\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  Watt
- 2 Potenciómetros de  $5k\Omega$
- 3 Potenciómetros de  $10k\Omega$
- 1 Potenciómetro de  $50k\Omega$
- 1 Capacitor de  $1nF$
- 2 Capacitores de  $100nF$
- 1 Capacitor de  $1\mu F$
- 2 Capacitores de  $2200\mu F$
- 1 CI ADC0820
- 1 CI LM833
- 2 CI's 74LS245
- 1 CI LM/NE555
- 1 CI MC1408/DAC0800
- 1 CI HM62256
- 2 CI's 74HC393
- 1 CI 74LS04
- 1 Micrófono tipo electret.
- 7 Interruptores push-button.
- 1 Conector jack (hembra) de 3.5mm con cables.
- 1 Juego de bocinas para PC.
- 1 Reproductor de audio con entrada de audífonos.
- Microcontrolador

### **Equipo:**

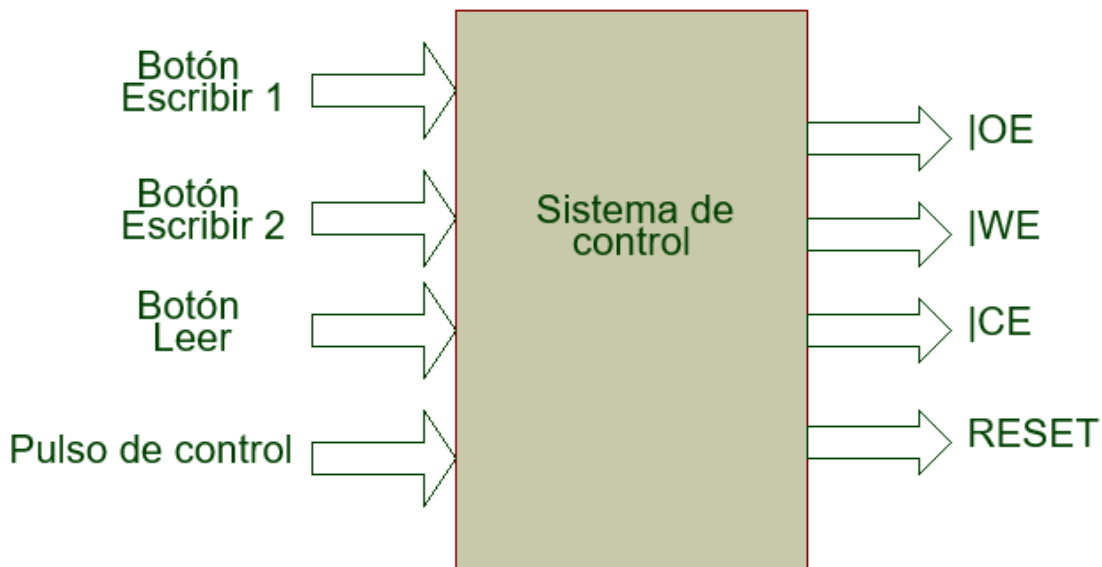
- 1 Fuente bipolar de +/- 12V y +5V.
- 1 Generador de funciones.
- 1 Osciloscopio.
- 1 PC con PIC C Compiler instalado
- 

### **Procedimiento experimental:**

Se propuso actualizar el circuito de la práctica 7 “Grabación de audio” del manual de prácticas de laboratorio de Sistemas de Audio y Video “M\_Sistemas\_Audio\_Video\_2021-1” añadiendo las siguientes características/funciones:

- Tener un indicador de encendido.
- Grabar en toda la memoria al presionar un botón.
- Leer toda la memoria al presionar un botón.
- Grabar la memoria mientras se oprime un botón.
- Incrementar la velocidad de reproducción.
- Reducir la velocidad de reproducción.

1- Para la elaboración del sistema de control nos basamos en el siguiente diagrama de bloque



**Figura p5.8. Diagrama de bloques sistema de control. Elaborado en Proteus Profesional 8**

*Con el diagrama de bloques de la figura p5.8 planteamos el siguiente diagrama de flujo. Figura p5.9.*

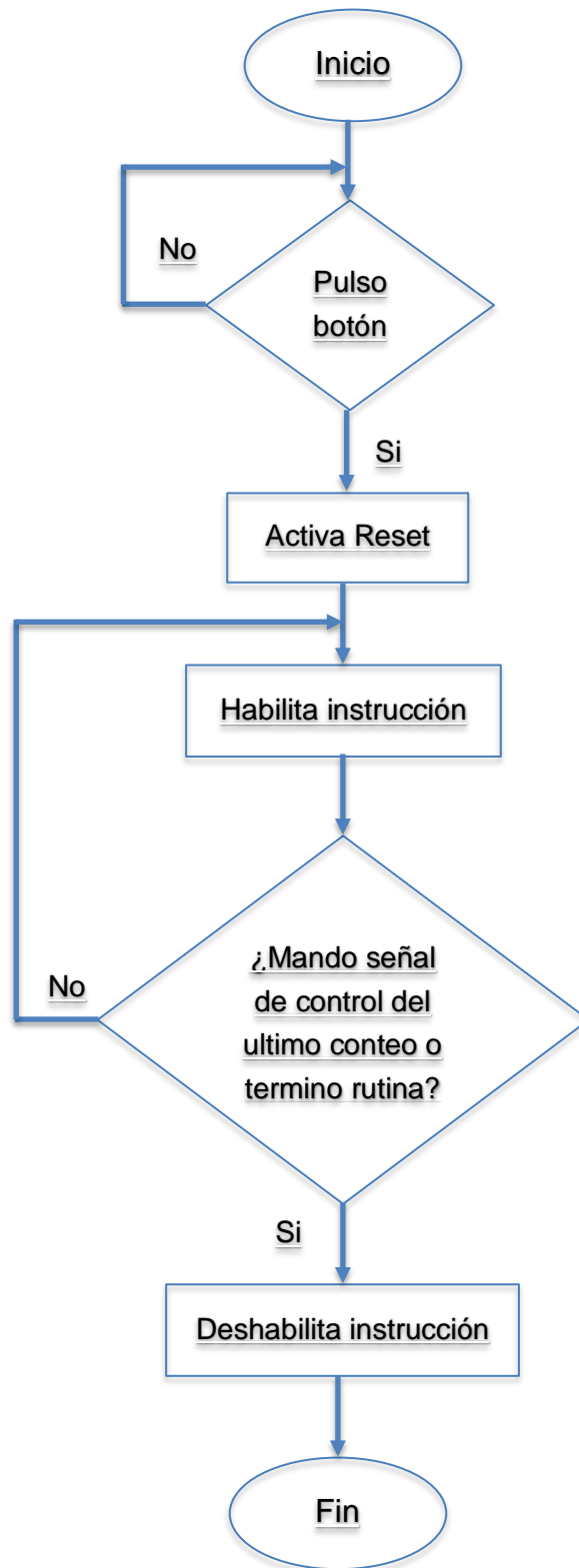
*Para cada instrucción que realiza, nuestro sistema de control se adecua el diagrama de flujo de la figura p5.9, tomando en cuenta los recursos y alcances que puede llegar a tener el microcontrolador a utilizar.*

2- Por cuestiones de facilidad decidimos utilizar el PIC16F887, debido a que microcontrolador ya contábamos con el por qué se ocupó para distintas prácticas de la materia de microcontroladores.

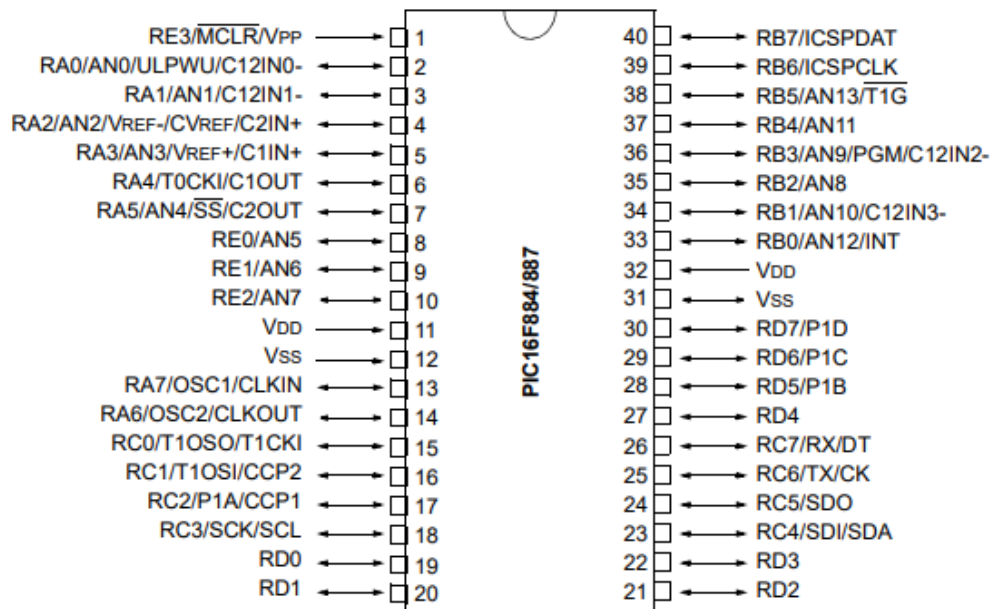
*El PIC16F887 es un microcontrolador con recursos muy sobrados (figura 5.10), ya indicamos en el inicio de este punto por que decidimos aplicarlo en este sistema de control, aunque investigando un poco más a fondo vimos que bien*



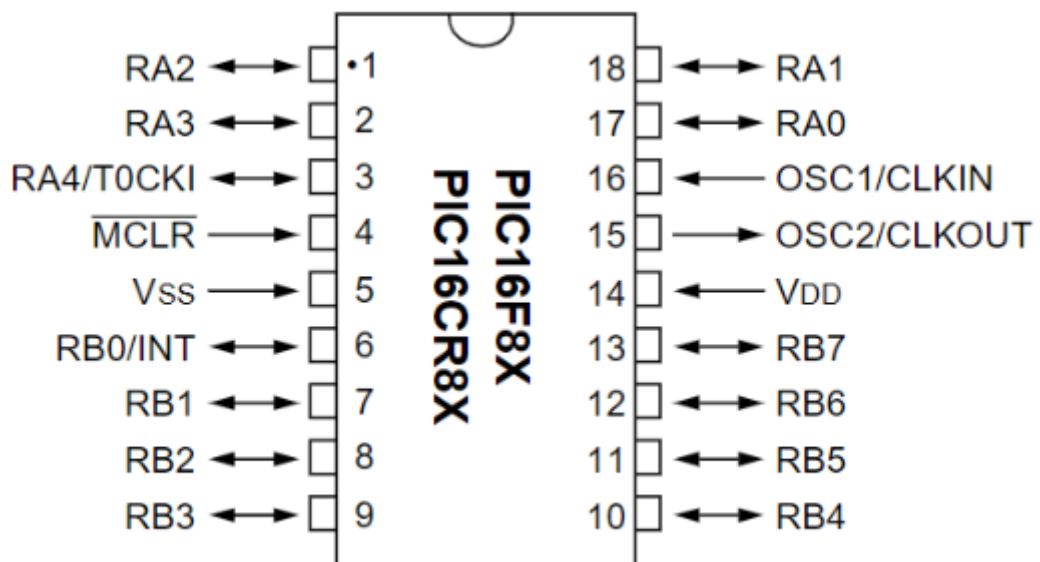
*podimos haber ocupado el PIC16F84 (figura 5.11) que tiene mucho menor número de puertos y se adecua más a nuestro sistema de control.*



**Figura p5.9. Diagrama de flujo sistema de control. Elaborado Word**



**Figura p5.10. PIC16F887. Data sheet Microchip**



**Figura p5.11. PIC16F84. Data sheet Microchip**

Revisando en la página de AG electrónica, (<https://www.agelectronica.com/detalle.php?p=PIC16F84A-04/P>) observamos que cuentan con existencias en tienda y en sucursal con un precio de \$133.62 MXN, figura p5.12.



**Figura p5.11. PIC16F84. Tienda AG Electrónica**

*Aunque en algunas tiendas de la CDMX encontramos precios más económicos de este Microcontrolador*

- 3- Habiendo definido el Microcontrolador a utilizar se realizó la programación en C en el compilador “CCS C Compiler”, se muestra el código a continuación:

```
#include <16F887.h>           //Librería del microcontrolador.
#fuses INTRC_IO,FCMEN,NOIESO //Fuses del oscilador.
#fuses NOWDT,NOBROWNOUT,PUT,NODEBUG,NOLVP //Fuses de reset.
#fuses NOPROTECT,NOCPD,NOWRT //Fuses de seguridad de los códigos.
```

```
//Directivas de control
#use fast_io(A)
#use fast_io(C)
#use delay(clock=8M)
```

```
//Programa principal
void main()
{
    set_tris_a(0xFF); //puerto A como entrada
    set_tris_c(0x00); //puerto C como salida

    while (true)
    {
        output_c(0x1E);
    }
}
```

*//Grabar al presionar un botón*

```
if (input(pin_a0)== 0)
{
```

*//Reset*

```
output_low(PIN_C4);
delay_ms(500);
output_high(PIN_C4);
delay_ms(500);
output_low(PIN_C4);
delay_ms(500);
```

*//-----*

*//Subrutina de Grabar al presionar un botón*

```
while(input(pin_a5)==0)
{
output_high(PIN_C0);
delay_us(83);
output_low(PIN_C0);
delay_us(83);
output_c(0x04);
}
```

*//-----*

```
}
```

*//-----*

*//Reproducir al presionar un botón*

```
if (input(pin_a1)== 0)
{
```

*//Reset*

```
output_low(PIN_C4);
delay_ms(500);
output_high(PIN_C4);
delay_ms(500);
output_low(PIN_C4);
delay_ms(500);
```

*//-----*

*//Subrutina de Reproducir al presionar un botón*

```
while(input(pin_a5)==0)
{
output_high(PIN_C0);
delay_us(83);
```

```

        output_low(PIN_C0);
        delay_us(83);
        output_c(0x02);
    }
    //-----
}
//-----

```

*//Grabar al mientras presiono un botón*

```

if (input(pin_a2)== 0)
{

```

*//Reset*

```

output_low(PIN_C4);
delay_ms(500);
output_high(PIN_C4);
delay_ms(500);
output_low(PIN_C4);
//-----

```

*//Subrutina de Grabar al mientras presiono un botón*

```

while(input(pin_a2)==0)
{
    output_high(PIN_C0);
    delay_us(83);
    output_low(PIN_C0);
    delay_us(83);
    output_c(0x04);
}
//-----
}
//-----

```

*//Reproducir lento al presionar un botón*

```

if (input(pin_a3)== 0)
{

```

*//Reset*

```

output_low(PIN_C4);
delay_ms(500);
output_high(PIN_C4);
delay_ms(500);
output_low(PIN_C4);
delay_ms(500);

```

```

//-----

//Subrutina de Reproducir lento al presionar un botón
while(input(pin_a5)==0)
{
    output_high(PIN_C0);
    delay_us(125);
    output_low(PIN_C0);
    delay_us(125);
    output_c(0x02);
}
//-----
}
//-----

//Reproducir rápido al presionar un botón
if (input(pin_a4)== 0)
{

    //Reset
    output_low(PIN_C4);
    delay_ms(500);
    output_high(PIN_C4);
    delay_ms(500);
    output_low(PIN_C4);
    delay_ms(500);
    //-----

    //Subrutina de Reproducir rápido al presionar un botón
    while(input(pin_a5)==0)
    {
        output_high(PIN_C0);
        delay_us(50);
        output_low(PIN_C0);
        delay_us(50);
        output_c(0x02);
    }
    //-----
}
//-----
}
}

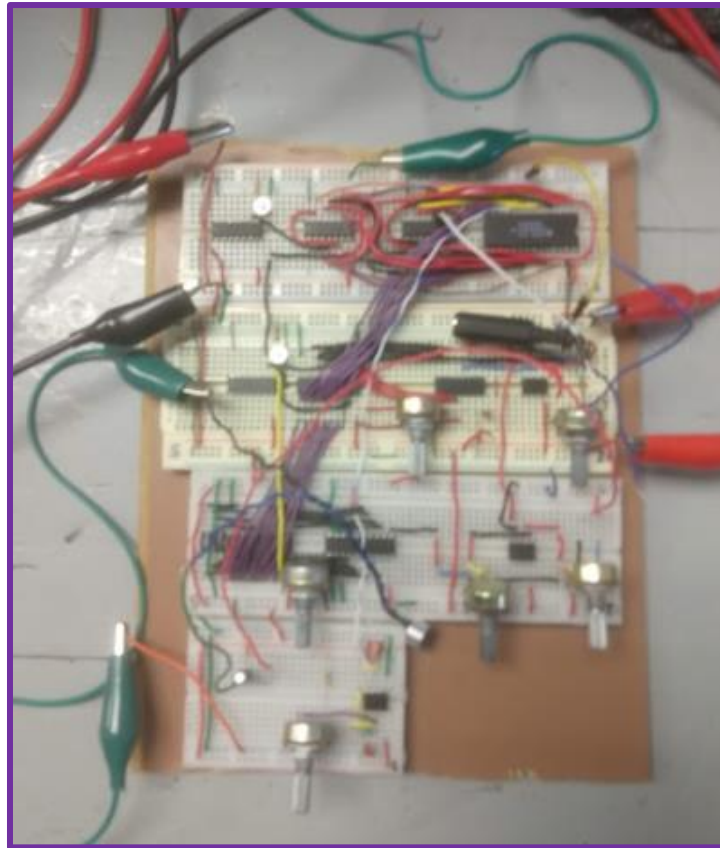
```

- X



- | $\overline{OE}$ | $\overline{WE}$ | $\overline{CE}$ |              |
|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| 0               | 1               | 0               | Leer         |
| 1               | 0               | 0               | Escribir     |
| x               | x               | x               | Deshabilitar |
- Tabla p5.1*

- Lo primero que se realizo fue la calibración del sistema de grabación, donde primeramente lo probamos que funcionara correctamente la señal de reloj del sistema elaborado con un 555 en su forma astable a una frecuencia aproximada de 6kHz, figura p5.14*



**Figura p5.13. Sistema de grabación. Elaboración práctica.**

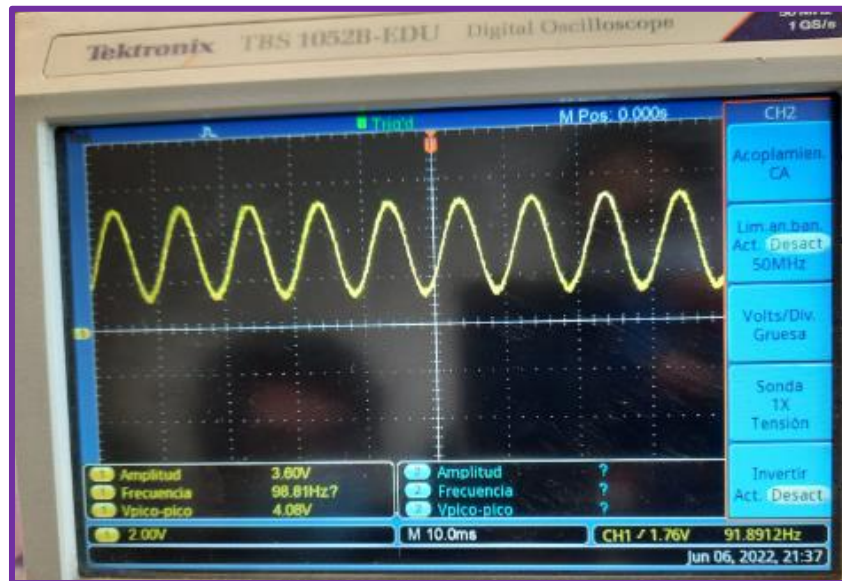


**Figura p5.14. Señal de reloj de 6kHz 555. Elaboración práctica.**

Ajustada la señal de reloj se generó una señal senoidal de 200mVpp con a 1kHz para empezar a calibrar los potenciómetros del sistema, esta señal al

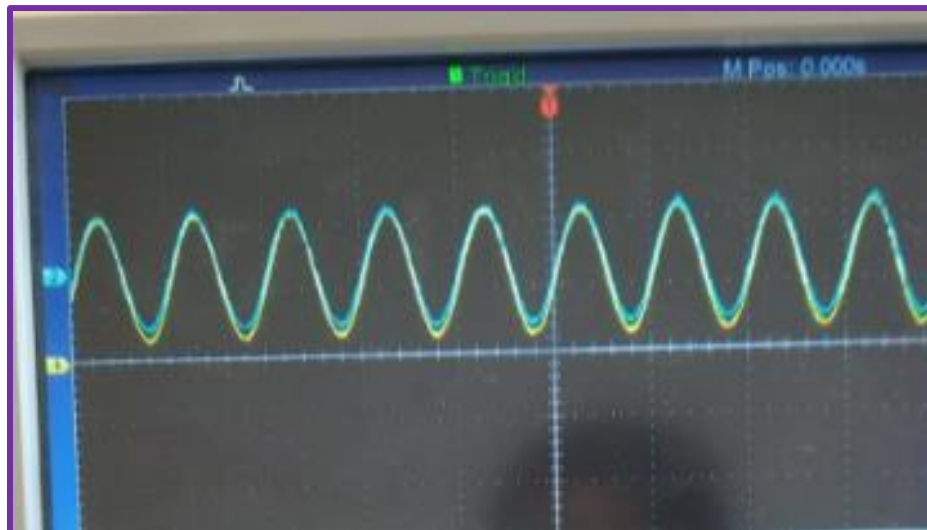


inicio del grabador debe ser ajustada mediante un Amp. operacional en su configuración de sumador, para tener una amplitud de  $4V_{pp}$  y un offset de  $2.5V_{CD}$  como se muestra en la figura p5.15

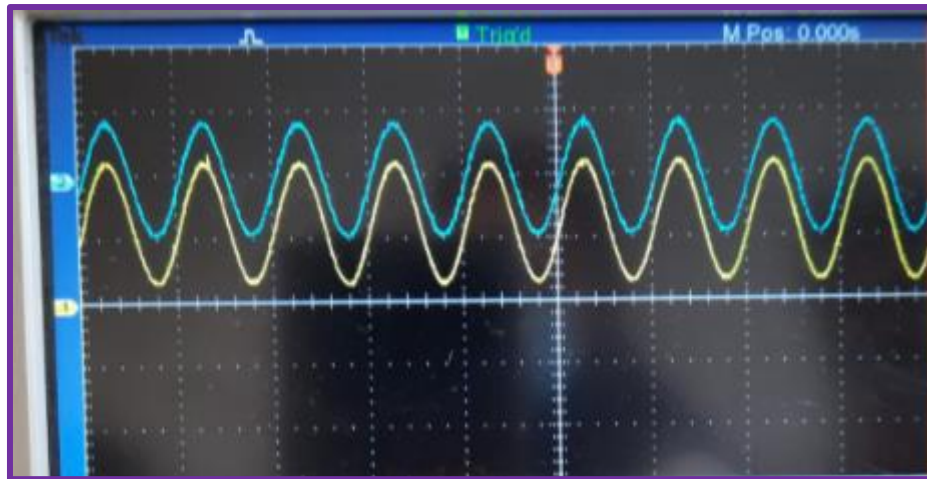


**Figura p5.15.** Señal senoidal de prueba. **Elaboración práctica.**

Desconectando la memoria RAM y mandando a tierra los pines 19 de los CI 75LS245, se ajustó con ayuda de los potenciómetros del sistema, la señal de salida, para que quedara muy similar a la señal de entrada figura p5.16. y p5.17



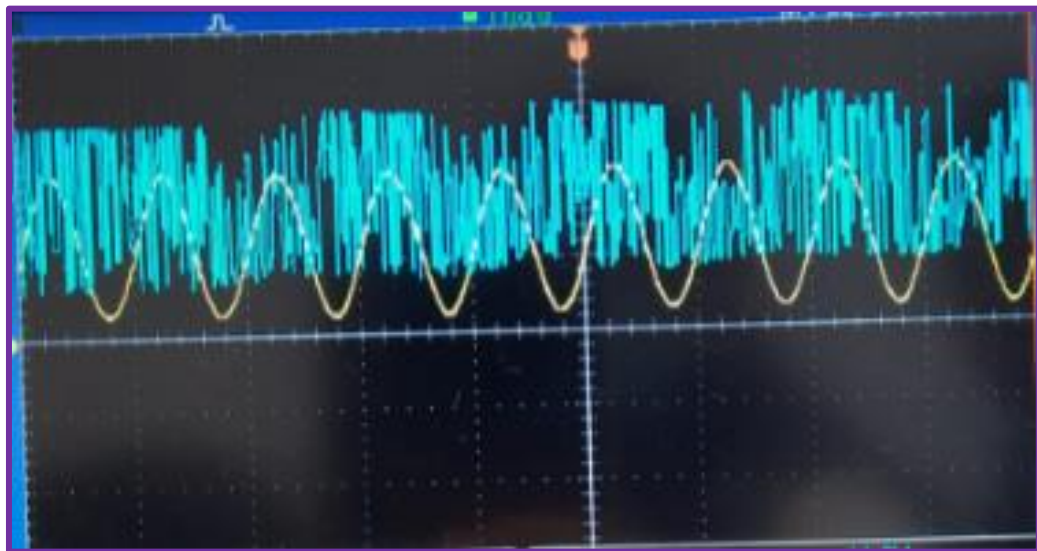
**Figura p5.16.** Señal senoidal de prueba de entrada y salida. **Elaboración práctica.**



**Figura p5.17.** Señal senoidal de prueba de entrada y salida. **Elaboración práctica.**

Para este punto se agregaron capacitores de arriba de  $300\mu F$  para la rectificación del ruido que producen las fuentes de directa

Se reconecto la memoria RAM y se desconectó de tierra los pines 19 de los 75LS245, con esto ahora probamos el uso y funcionamiento correcto de la memoria RAM, primeramente, se observa a la salida que la señal RAM contiene basura almacenada, figura p5.18.



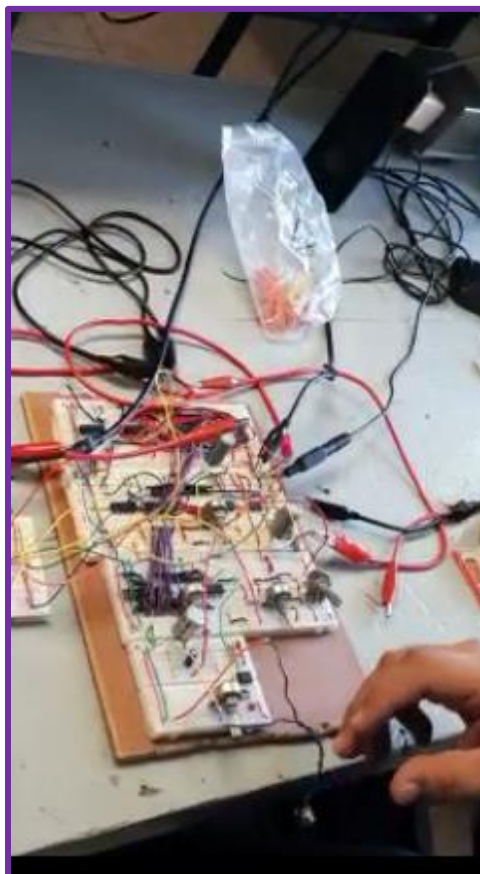
**Figura p5.18.** Señal senoidal de entrada y señal de basura de la memoria RAM. **Elaboración práctica.**

A empezar a grabar y hacer pruebas notamos que graba correctamente, nos damos cuenta ya que al cambiar de forma la señal de entrada, mantiene la señal grabada con anterioridad, figura p5.19.



**Figura p5.19.** Señal senoidal de entrada y señal grabada. **Elaboración práctica.**

Ya con esto podemos hacer la prueba directa con la voz humana, agregando el micrófono a la entrada y la bocinas a la salida figura p5.20.

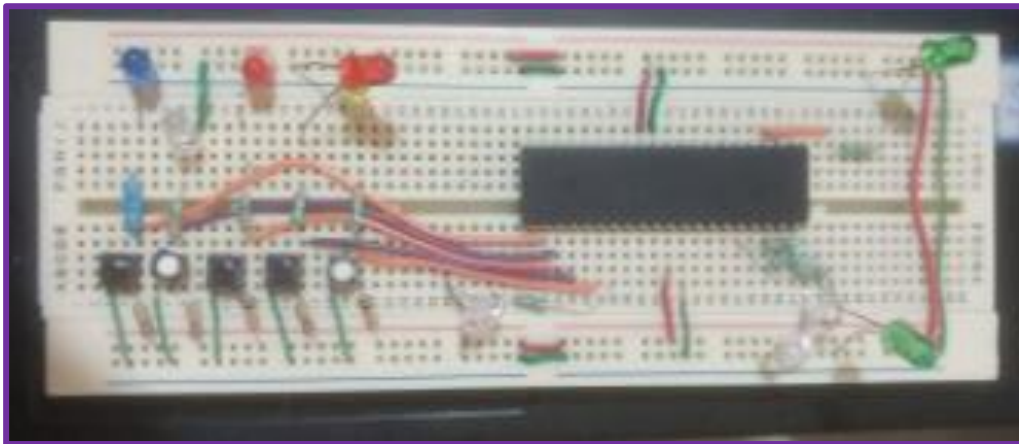


**Figura p5.20.** Grabación de voz. **Elaboración práctica.**

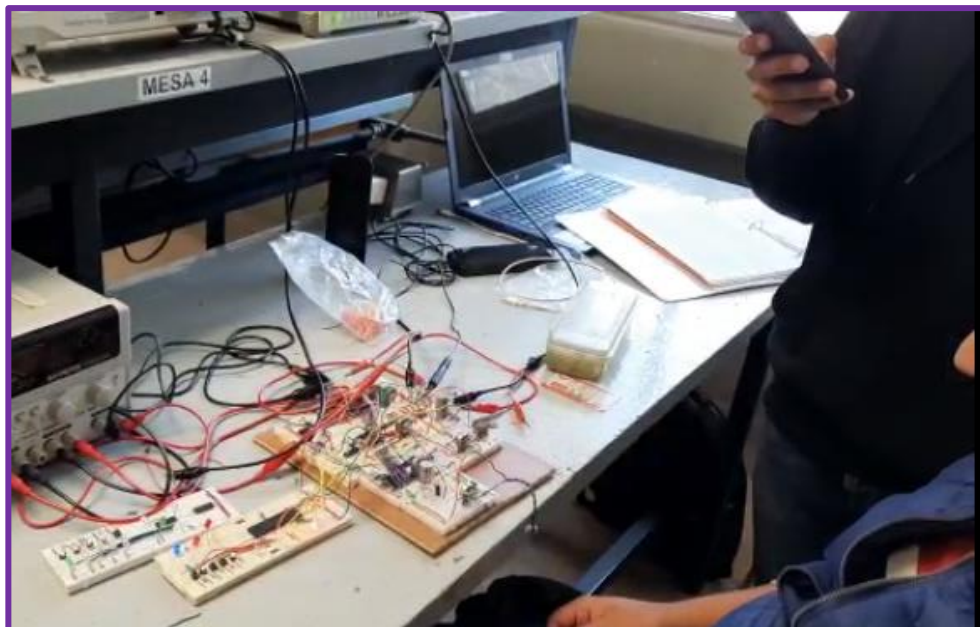
Con estas pruebas podemos llegar a la conclusión que hasta este punto nuestro sistema de grabación está trabajando de manera correcta.



- 7- Sabiendo que el sistema de grabación trabaja correctamente pasamos a adjuntar el sistema de control (figura p5.21 y p5.22) de manera física al grabador.



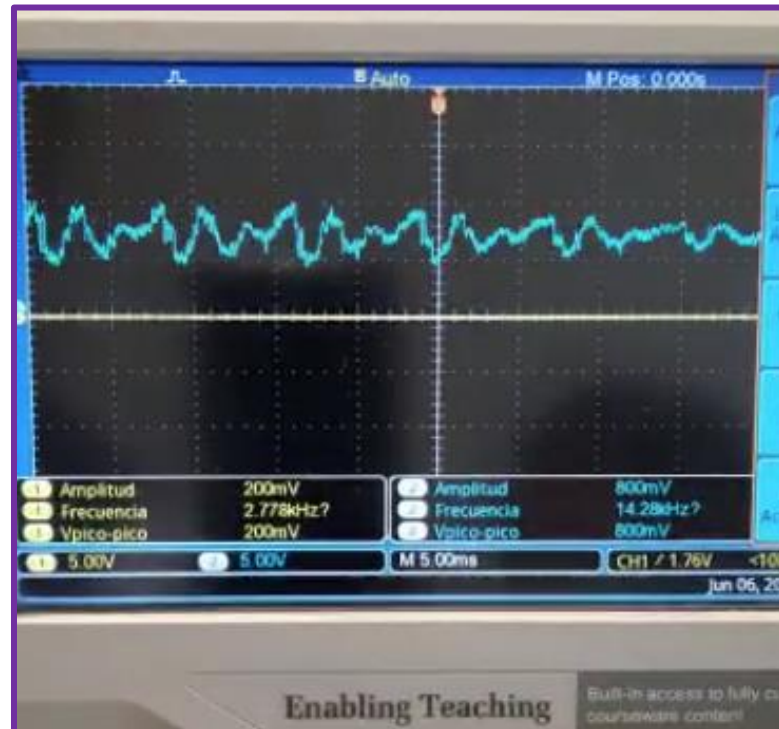
**Figura p5.21. Sistema de control. Elaboración práctica.**



**Figura p5.22. Sistema de control incluido en sistema de grabación. Elaboración práctica.**

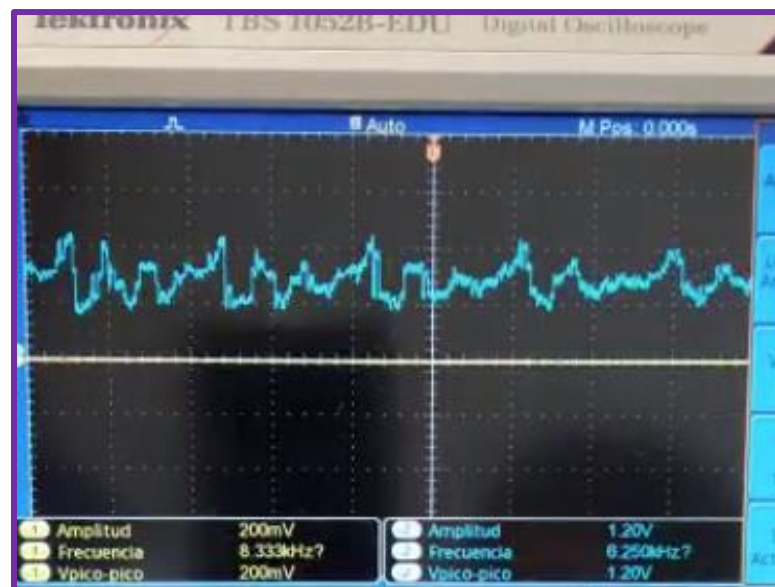
*Al agregarle el sistema de control al sistema, lo que se está haciendo es automatizar la grabación sustituyendo los push button, la señal de reloj y los circuitos inversores, se realizó la prueba para cada instrucción.*

Señal de reproducir al presionar un botón (6kHz), figura p5.23.



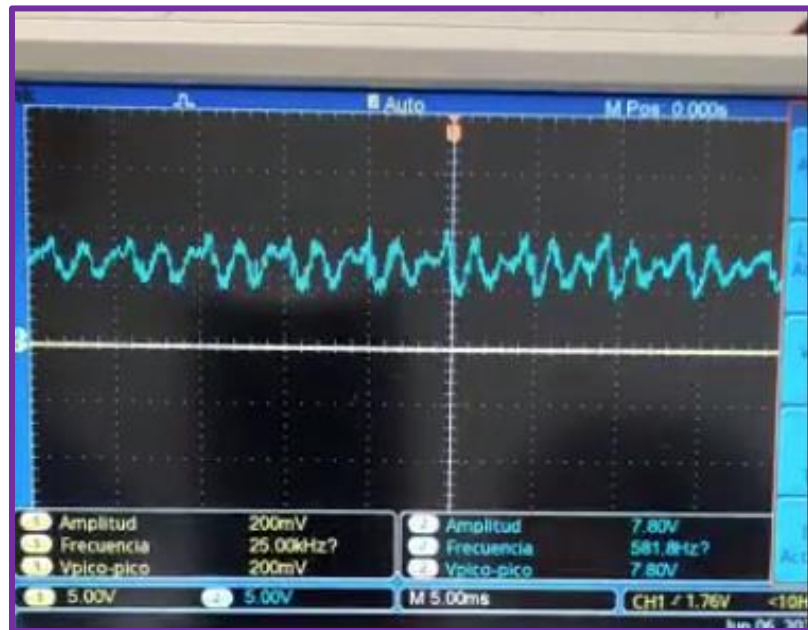
**Figura p5.23. Señal de voz a 6kHz. Elaboración práctica.**

Señal de reproducir lento al presionar un botón (4kHz), figura p5.24.



**Figura p5.24. Señal de voz a 4kHz. Elaboración práctica.**

*Señal de reproducir rápido al presionar un botón (8kHz), figura p5.25.*



**Figura p5.25. Señal de voz a 8kHz. Elaboración práctica.**

## **Conclusiones:**

### **Alonso Llanes Frank Kevin:**

al realizar la implementación del circuito se cumplió el objetivo de ejecutar una conversión analógica a digital para utilizar la señal de audio en el sistema de muestreo desarrollado para lograr la grabación y reproducción, cumpliendo así el objetivo inicial del proyecto, seguidamente de esto, gracias a la inclusión de un microcontrolador con una programación diseñada para cumplir objetivos específicos solicitados por el profesor también se cumplió que el circuito fuera capaz de grabar toda la memoria con la simple acción de presionar un botón, leer la memoria al presionar otro botón y también reproducir el audio grabado mientras se mantiene presionado un botón, igualmente se diseñó un control para la manipulación de estas señales permitiendo controlar la velocidad de reproducción de la información grabada, haciéndola mas rápida o más lenta al reproducirla y por último pero no menos importante, un pequeño indicador de encendido o apagado que se logró, agregando un led.

### **Armenta Peralta Aarón Gerardo:**

Se logró el objetivo de elaborar el circuito de grabación en el proceso de entrar una señal analógica y convertirla a una señal digital grabarla y después reproducirla

Como una extra utilización un micro controlador, unos botones y conocimientos de la materia de Datos muestreados obtuvimos una señal analógica y esta al pasar a digital y reproducir la pudimos controlar la velocidad de reproducciones la información almacenada en la memoria haciéndola más rápida o más lenta

**Escudero Bejarano Gerson Yaser:**

La elaboración de esta práctica aparte de reforzar lo teórico al aplicarlo prácticamente, me enseñó a realizar más una labor de campo, desde la búsqueda correcta y más económica de los componentes, así como su construcción, la detección y solución de errores que se fueron presentando al momento de armarla y ejecutarla.

Al implementar la parte de control fue lo que más me agrado pues combine los conocimientos de esta materia con lo aprendido en la materia de microcontroladores, combinándolos y viendo que se puede trabajar en sincronía entre los dos, siento en lo personal que es como estar en la industria, varios departamentos sincronizan su trabajo para la obtención final de un producto

**Lozano Martínez Juan Ernesto:**

Lo complicado de esta práctica fue hacer que funcionara el grabador de audio ya que al ser un circuito grande era común que ocurrieran errores al momento de estarlo ajustando. La elaboración del control no permitió hacer un mejor manejo del circuito ya que los circuitos como la memoria cuentan con una tabla de verdad de control que nos permiten acciones como desactivar las entradas y salidas, además del control de escritura y lectura de la memoria. Con la ayuda del microcontrolador nos es posible manejar el funcionamiento del circuito. Con la lectura de los niveles que generamos podemos agregar funciones de respuesta más accesibles para el usuario. En este caso el microcontrolador se programó para que el circuito grabara, incrementara la velocidad, redujera la velocidad y que leyera la memoria.

**Muñoz Hernández Gerardo Maximiliano:**

Se implementó un sistema de grabación, reproducción y manipulación de señales de audio para poder hacer la grabación y reproducción de señales de voz.

Se cumplieron los objetivos al final, se nos complicó la conexión del circuito y tomó algo de tiempo para poder hacer el controlador y hacer las modificaciones que se pedían al circuito.

A lo largo de la práctica utilizamos conocimientos de la materia y de datos muestreados, como lo son los convertidores A/D, aumento de ganancia y offset con potenciómetros, incrementar y disminuir velocidad, etc.

Esta fue una gran experiencia para armado de circuitos y de ver como es un sistema de grabación y reproducción de audio, el realizar esto nos ayudó para conocer el funcionamiento de varios componentes que nos puedan ayudar más adelante en la carrera.

**Padilla Fernández José Luis:**

La práctica llego a su objetivo observando como mediante se fueron realizando las distintas pruebas fuimos corrigiendo los errores y problemas que se iban presentando, así como si fuéramos un departamento de pruebas y calidad

**Sánchez Nicolás Eduardo:**

El sistema de grabación de audio es una práctica que no puede concluirse en poco tiempo, ya que el armado del mismo como la implementación requiere de los conocimientos previos de circuitos electrónicos. Posteriormente, la dificultad de poder encontrar errores resulta complicado ya que es un sistema complejo con todas las conexiones que existen en su diseño.

Para poder manipular los circuitos integrados, se tuvo que tener bastante cuidado ya que la presencia de energía estática en nuestro cuerpo hace que los CI se dañen internamente quedando inservibles para la práctica.

El controlador que se adicionó para que el sistema resultara mucho más práctico, se realizó en conjunto con los compañeros de equipo, para lo cual complementamos las clases teóricas de la asignatura de microcontroladores hacia un sistema de audio y video.

Este sistema resulto un tanto difícil pero con un resultado satisfactorio, lo cual nos demuestra lo desafiante que es realizar circuitos complejos que en nuestra vida diaria tienen internamente los aparatos electrónicos que tenemos en casa.



## Bibliografías:

- Bastida Tapia, M. (2020, agosto). *Manual de prácticas de Sistemas de Audio y Video*.

[http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria/electronica/prac/practicas/1/M\\_Sistemas\\_Audio\\_Video\\_2021-1.pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/electronica/prac/practicas/1/M_Sistemas_Audio_Video_2021-1.pdf)

- ONSEMI [ON Semiconductor]. (2013, enero). *LM555 pdf, LM555 Description, LM555 Datasheet, LM555 view. alldatasheet.com*.

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1068528/ONSEMI/LM555.html>

- ONSEMI [ON Semiconductor]. (2005, diciembre). *LM833 pdf, LM833 Description, LM833 Datasheet, LM833 view. alldatasheet.com*.

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/172046/ONSEMI/LM833.html>

- Fairchild Semiconductor. (2000, marzo). *74LS245 pdf, 74LS245 Description, 74LS245 Datasheet, 74LS245 view. alldatasheet.com*.

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/51057/FAIRCHILD/74LS245.html>

- Fairchild Semiconductor. (2000a, marzo). *74LS04 pdf, 74LS04 Description, 74LS04 Datasheet, 74LS04 view. alldatasheet.com*.

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/51022/FAIRCHILD/74LS04.html>

- ONSEMI [ON Semiconductor]. (2005a, febrero). *MC1408 pdf, MC1408 Description, MC1408 Datasheet, MC1408 view. alldatasheet.com*.

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/11941/ONSEMI/MC1408.html>

- PHILIPS [NXP Semiconductors]. (1994, 31 agosto). ADC0820 pdf, ADC0820 Description, ADC0820 Datasheet, ADC0820 view. alldatasheet.com.  
<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/15913/PHILIPS/ADC0820.html>
- Hitachi Semiconductor. (s. f.). HM62256 pdf, HM62256 Description, HM62256 Datasheet, HM62256 view. alldatasheet.com.  
<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/77314/HITACHI/HM62256.html>
- NXP Semiconductors. (2013, 16 mayo). 74HC393 pdf, 74HC393 Description, 74HC393 Datasheet, 74HC393 view. alldatasheet.com.  
<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/514628/NXP/74HC393.html>
- de Maurizi, J. (2021, 26 mayo). Sistemas de Grabación de Sonido. Scribd.  
<https://es.scribd.com/document/509471975/Sistemas-de-Grabacion-de-Sonido>