

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESPECIALIDAD ELECTRONICA Y ELÉCTRICA**



**PRACTICA N° 5**

**AMPLIFICADOR DE AUDIO CON CIRCUITO INTEGRADO.**

**NOMBRE:**

**LUIS FELIPE QUEVEDO ÁVILA**

**PROFESOR:**

**ING. RENÉ ÁVILA.**

**FECHA:**

**CUENCA, 23 DE NOVIEMBRE DEL 2011**

## PRACTICA # 5. AMPLIFICADOR DE AUDIO CON CIRCUITO INTEGRADO.

Felipe Quevedo Avila \_ lquevedo@est.ups.edu.ec

**Abstrac:** Ente documento tiene como fin comprobar el funcionamiento de un circuito amplificador de audio y mediante la ayuda básica del osciloscopio, verificar desde unas frecuencias antes que de la de corte hasta una frecuencia donde se empieza a saturar igualmente subiendo el volumen calcular diagramas de bode, espectros de audio

**Index Terms:** Amplificador de audio con circuito integrado.

### I. OBJETIVOS:

- Explicar el funcionamiento de un circuito integrado amplificador de audio.
- Verificar el funcionamiento de un amplificador de audio estéreo con circuito integrado.

### II. MARCO TEÓRICO FUNCIONAMIENTO

El LM386 es un amplificador de potencia, diseñado para el empleo en usos de consumo de voltaje bajos. La ganancia interna es puesta a 20 para mantener la parte externa en cuenta baja, pero la adición de una resistencia externa y un condensador entre los pines 1 y 8 aumentarán la ganancia a cualquier valor entre 20 y 200.

Las entradas son referidas a tierra, mientras la salida influye automáticamente a la mitad de tensión del suministro. El Drenador de potencia es de sólo 24 miliwatios aplicando un suministro de 6 voltios, esto hace ideal el LM386 para la operación en baterías.

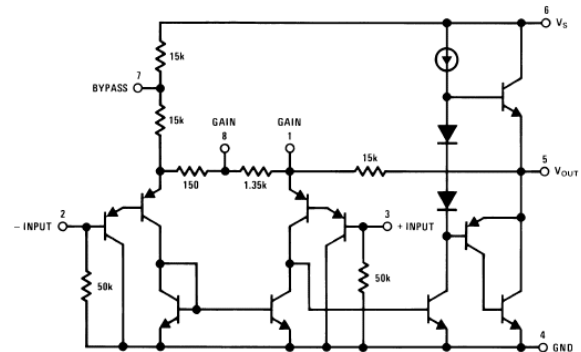


Figura 1 Internamente del LM386

El amplificador operacional, está constituido por un circuito de entrada diferencial, en el diagrama anterior se aprecian los dos transistores que forman el amplificador diferencial y también las entradas (pines 1-8) para el control de ganancia. El encapsulado DIL es de 8 pines y se muestra en la figura

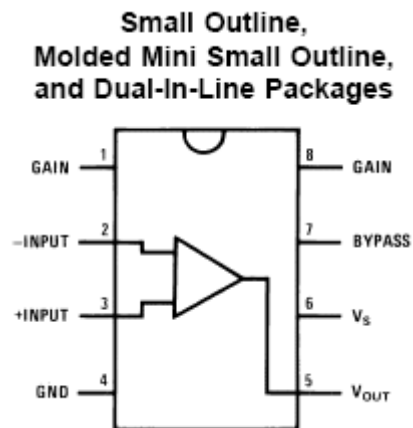


Figura 2 Encapsulado del LM386

Para hacer al LM386 que proporcione un amplificador más versátil, dispone de dos pines (1 y 8) para el control de ganancia. Con los pines 1 y 8 abiertos, una resistencia de 1.35 Kw pone la ganancia en 20 (26 dB). Si se pone un condensador del pin 1 al 8, como bypass

de la resistencia interna de  $1.35 \text{ k}\Omega$ , la ganancia se acercará a 200 (46 dB). Si colocamos una resistencia en serie con el condensador, la ganancia puede ser puesta a cualquier valor entre 20 y 200. El control de ganancia también se puede hacer capacitivamente acoplando una resistencia (o FET) del pin 1 a masa.

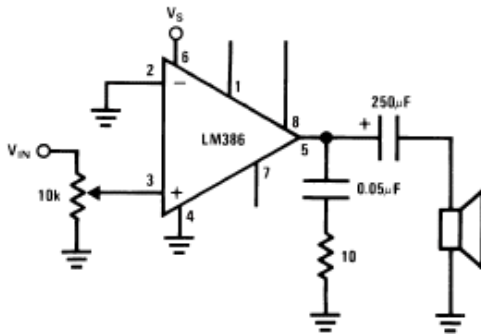


Figura 3 Amplificador de Ganancia 20

Con componentes adicionales externos, colocados en paralelo con las resistencias de regeneración internas, se puede adaptar la ganancia y la respuesta en frecuencia para usos concretos. Por ejemplo, podemos compensar la pobre respuesta de bajos del altavoz por frecuencia, mediante la realimentación. Esto se hace con una serie RC del pin 1 a 5 (resistencia en paralelo a la interna de  $15 \text{ k}\Omega$ ).

Para un estimulador de bajos (bass boost) de 6 dB eficaces:  $R \pm 15 \text{ k}\Omega$ , el valor más bajo para una buena operación estable es  $R = 10 \text{ k}\Omega$  si el pin 8 está al aire. Si los pines 1 y 8 se evitan, entonces la  $R$  usada puede ser tan baja como  $2 \text{ k}\Omega$ . Esta restricción es porque el amplificador sólo es compensado para ganancias en lazo cerrado mayor de 9.

El esquema muestra que ambas entradas (2-3), están puestas a masa con una resistencia de  $50 \text{ k}\Omega$ . La corriente de

base de los transistores de entrada es aproximadamente de  $250 \text{ nA}$ , entonces las entradas están en aproximadamente  $12.5 \text{ mV}$  cuando están abiertas.

Para resistencias de fuente dc menor de  $10 \text{ k}\Omega$ , podemos eliminar el exceso compensado, poniendo una resistencia de la entrada no usada a masa, igual al valor de la resistencia de la fuente dc. Desde luego todos los problemas de compensación son eliminados si es acoplada la entrada capacitivamente.

Usando el LM386 con ganancias más altas (evitando la resistencia de  $1.35 \text{ k}\Omega$  interna entre pines 1 y 8) es necesario evitar la entrada no usada, previniendo la degradación de ganancia e inestabilidades posibles. Esto se hace con un condensador de  $0.1 \mu\text{F}$  o un corto a masa según la resistencia de la fuente dc sobre la entrada manejada.

En el circuito amplificador de la figura anterior, la ganancia es de 20, que es el valor mínimo que se consigue al dejar libres los terminales 1 y 8. Sin embargo si lo que queremos es una ganancia  $A_v$  de 200, debemos conectar un condensador entre los mencionados terminales, como se aprecia en la siguiente figura.

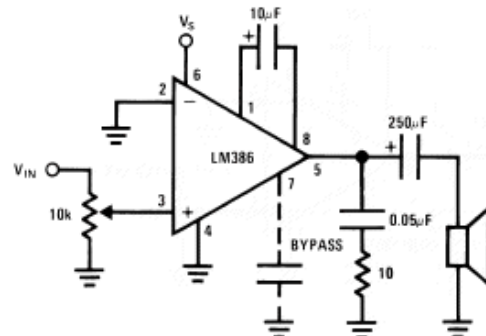


Figura 4 Amplificador de Ganancia 200

En caso de necesitar una  $A_v$  intermedia, por ejemplo 50, debemos conectar una resistencia en serie con el condensador, como se aprecia en la figura que sigue.

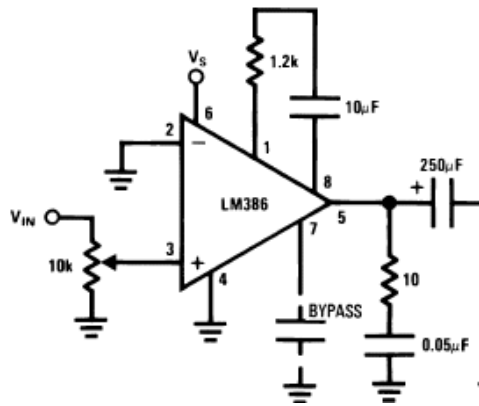


Figura 5 Amplificador de Ganancia 50

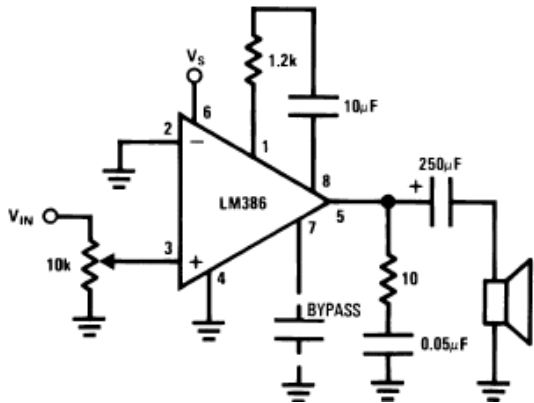
### III. LISTA DE MATERIALES

- Sondas
- Protoboard
- Parlante de 8  $\Omega$ .
- Cables de conexión
- Generador de funciones
- Circuito Integrado LM386
- Fuentes de alimentación  $V_{cc}$
- Resistencias de diverso valor óhmico.
- Condensador cerámico de diverso valor capacitivo.
- Condensador electrolítico de diverso valor capacitivo

IV. DESARROLLO

1. ESQUEMA

Amplificador Con circuito integrado de Ganancia 50



AMPLIFICADOR CON CIRCUITO INTEGRADO DE GANANCIA 50

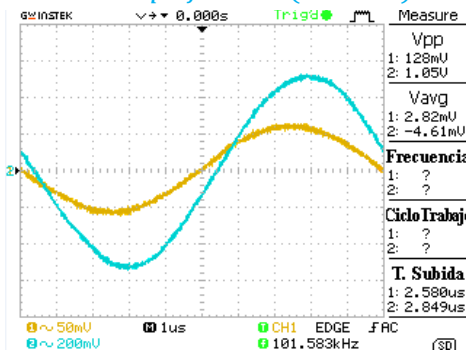
2. COMPROBACIÓN

2.1. MEDIANTE BARRIDO DE FRECUENCIAS

- $F = 100\text{Hz}$

Señal de Ingreso (Amarillo)

Señal Amplificada (Celeste)



$V_{in} = 128\text{mV}$

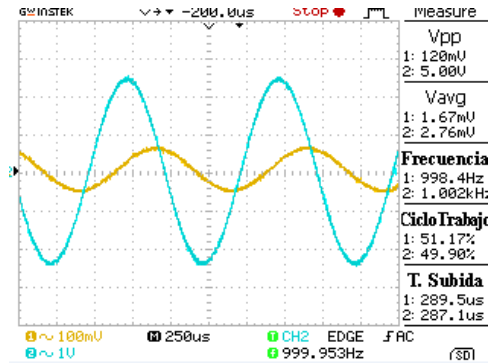
$V_o = 1.05\text{V}$

$dT = 2.2\text{ms}$

- $F = 5F = 1\text{kHz}$

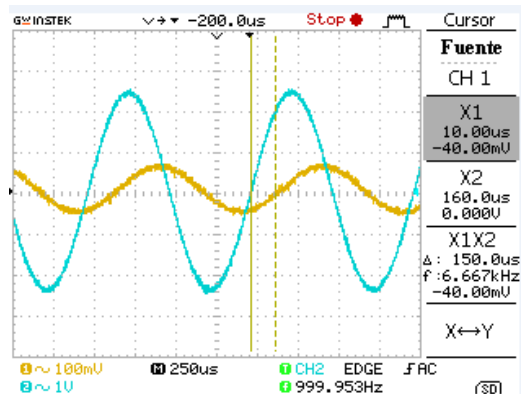
Señal de Ingreso (Amarillo)

Señal Amplificada (Celeste)



$V_{in} = 120\text{mV}$

$V_o = 5\text{V}$

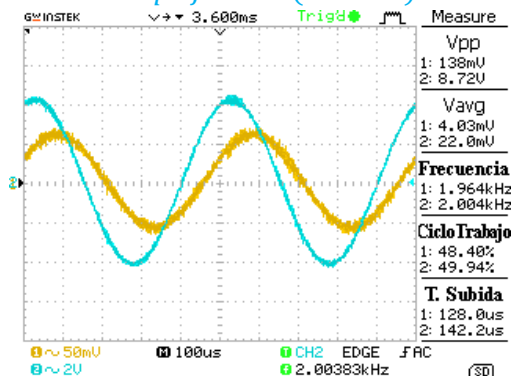


$dT = 150\mu\text{s}$

- $F = 2\text{kHz}$

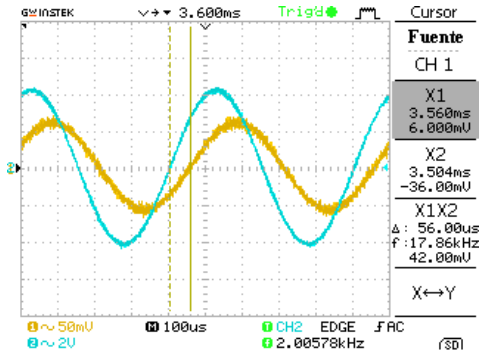
Señal de Ingreso (Amarillo)

Señal Amplificada (Celeste)



$V_{in} = 138\text{mV}$

$V_o = 8.7\text{V}$

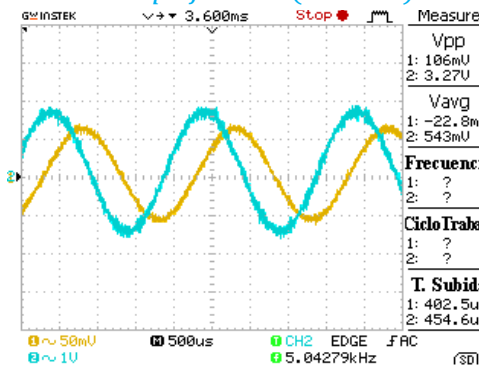


$dT = 56\mu s$

- $F = 5kHz$

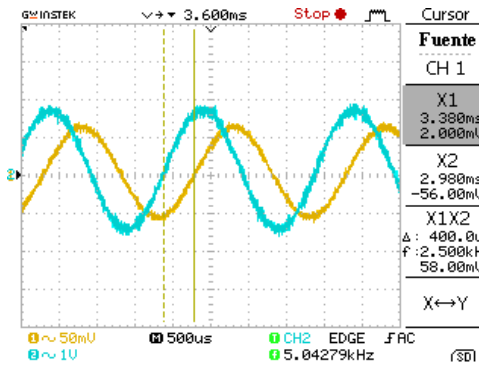
Señal de Ingreso (Amarillo)

Señal Amplificada (Celeste)



$V_{in} = 106mV$

$V_o = 3.27V$

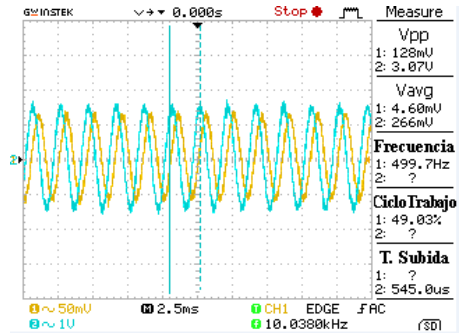


$dT = 400\mu s$

- $F = 10kHz$

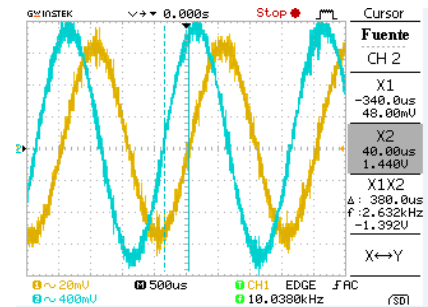
Señal de Ingreso (Amarillo)

Señal Amplificada (Celeste)



$V_{in} = 128mV$

$V_o = 3.07V$

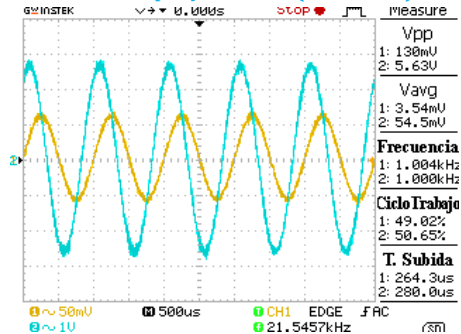


$dT = 40\mu s$

- $F = 20kHz$

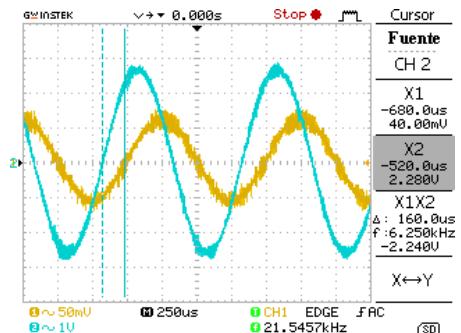
Señal de Ingreso (Amarillo)

Señal Amplificada (Celeste)



$V_{in} = 130mV$

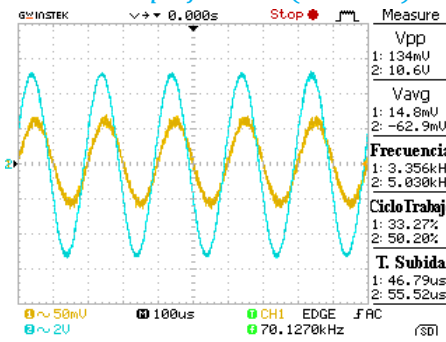
$V_o = 5.64V$



$dT = 520\mu s$

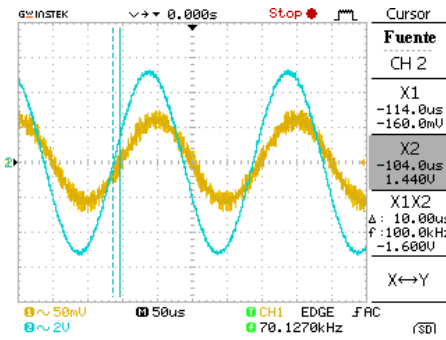
- $F = 70\text{kHz}$

Señal de Ingreso (Amarillo)  
Señal Amplificada (Celeste)



$V_{in} = 134\text{mV}$

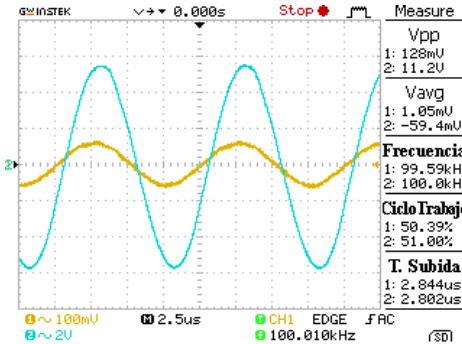
$V_o = 10.6\text{V}$



$dT = 10\mu\text{s}$

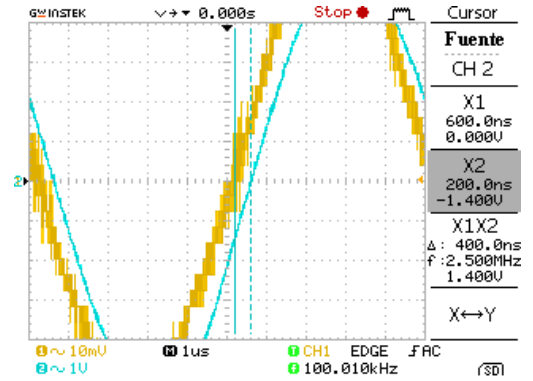
- $F = 100\text{kHz}$

Señal de Ingreso (Amarillo)  
Señal Amplificada (Celeste)



$V_{in} = 128\text{mV}$

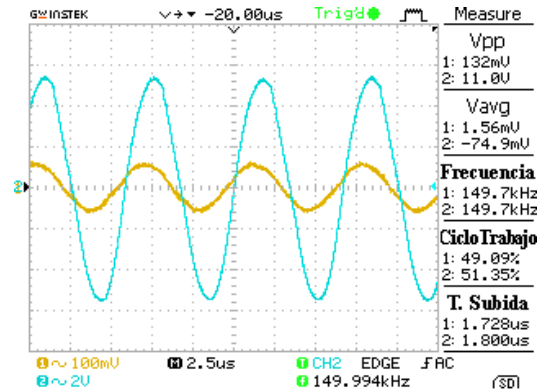
$V_o = 11.2\text{V}$



$dT = 400\text{ns}$

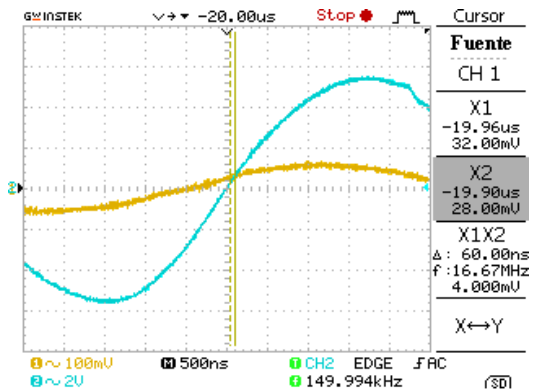
- $150\text{kHz}$

Señal de Ingreso (Amarillo)  
Señal Amplificada (Celeste)



$V_{in} = 132\text{mV}$

$V_o = 11\text{V}$

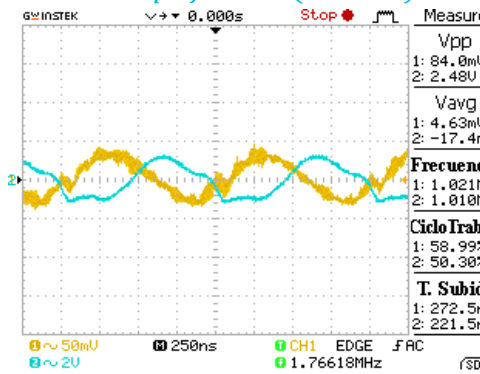


$dT = 60\text{ns}$

•  $F = 1\text{MHz}$

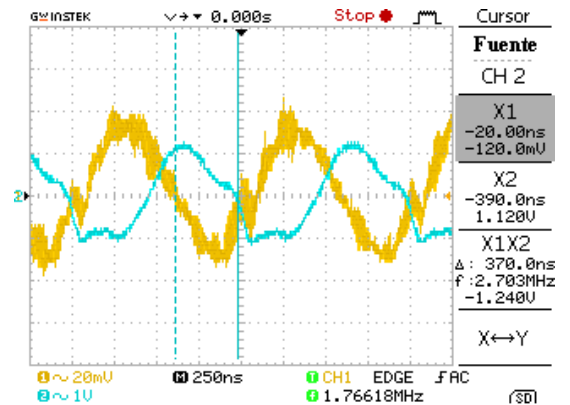
Señal de Ingreso (Amarillo)

Señal Amplificada (Celeste)



$V_{in} = 84\text{mV}$

$V_o = 2.48\text{V}$



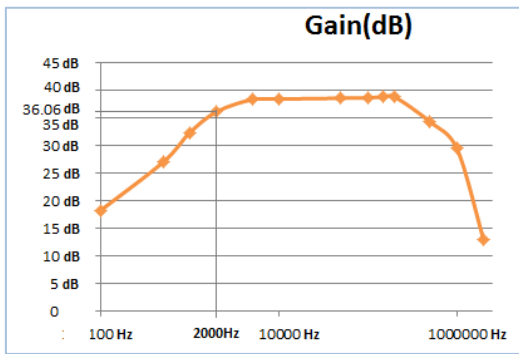
$dT = 370\text{ns}$

Tabla 1. Valores de Barrido de Frecuencias

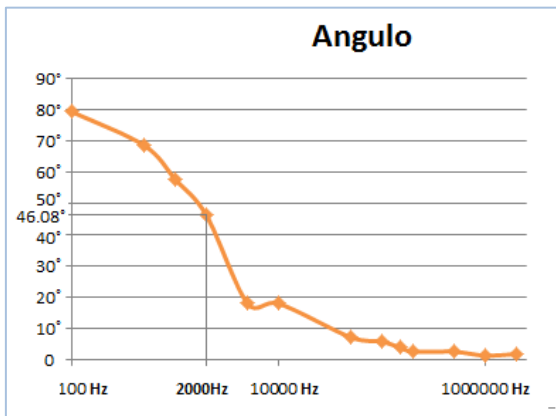
Frecuencia	$V_{in}$	$V_{out}$	$A_v$	$dT$	Gain(dB)	Angulo
100Hz	132mV	1.08V	8.18181818	2.2ms	18.25699649	79.2°
500 Hz	138mV	3.07V	22.2463768	380us	26.94518578	68.4°
1kHz	136mV	5.6V	41.1764706	160us	32.29298237	57.6°
2kHz	132mV	8.39V	63.5606061	64us	36.06376059	46.08°
5kHz	130mV	10.6V	81.5384615	10us	38.22725026	18°
10kHz	132mV	10.9V	82.5757576	5us	38.33705133	18°
50kHz	132mV	11.1V	84.0909091	400ns	38.49498095	7.2°
100kHz	132mV	11.2V	84.8484848	400ns	38.57288183	5.8°
150kHz	132mV	11.4V	86.3636364	400ns	38.7266184	3.9°
200kHz	132mV	11.4V	86.3636364	760ns	38.7266184	2.6°
500kHz	190mV	9.76V	51.3684211	500ns	34.21392433	2.6°
1MHz	84mV	2.48V	29.5238095	370ns	29.4034479	1.4°
2MHz	136mV	0.6V	4.41176471	236ns	12.89224684	1.9°



Grafica de Ganancia en dB:

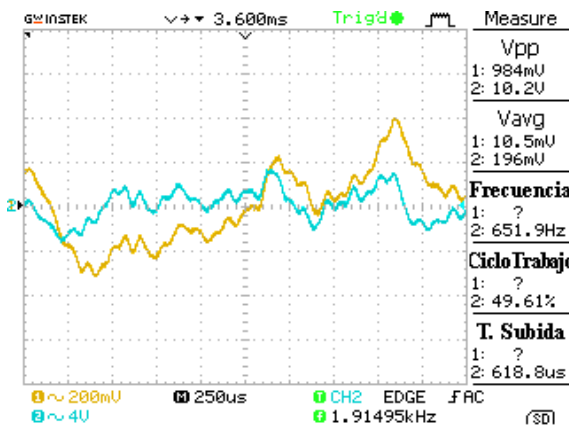


Grafica de Desfase en el Angulo:



## 2.2. MEDIANTE TRANSFORMADA DE FOURIER

- Señales de Audio de ingreso y salida:



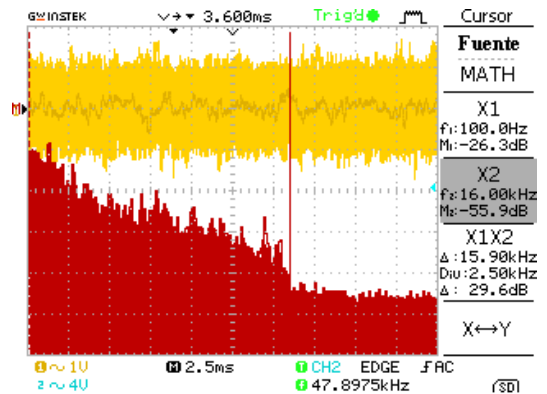
### La transformada de Fourier mediante la función MATH (FFT)

- Voltaje pico a pico de la señal de audio entrante



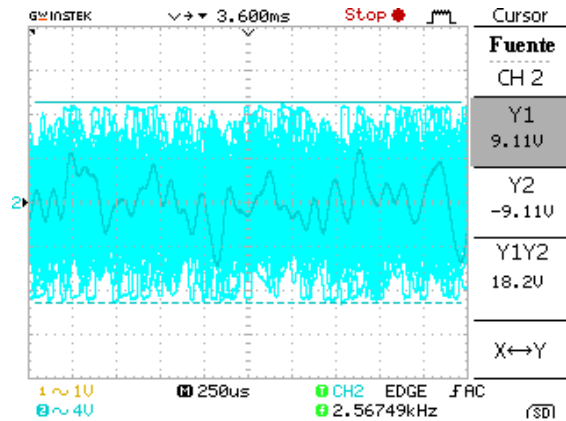
$$V_{pp} = 3.4V$$

- Transformada rápida de Fourier de la señal de audio entrante



Se Observa una señal de Energía que va de 100Hz a 16kHz el resto es Ruido

- Voltaje pico a pico de la señal de audio Amplificado



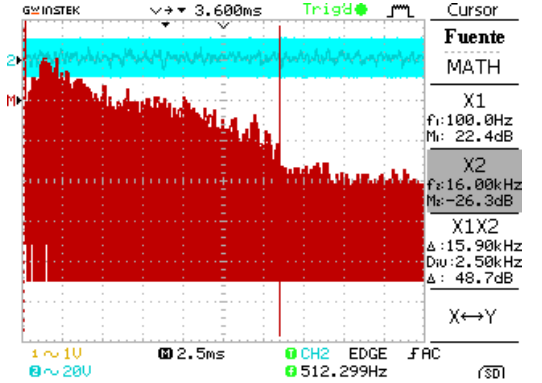
$$V_{pp} = 18.2V$$

Se debe de tener mucho en cuenta la señal de ingreso de que no sea demasiado alto ya que se empieza a distorsionar, existiendo saturaciones a la salida del circuito integrado.

$$Av(dB) = 20 \log \frac{V_{ppSalida}}{V_{ppEntrada}}$$

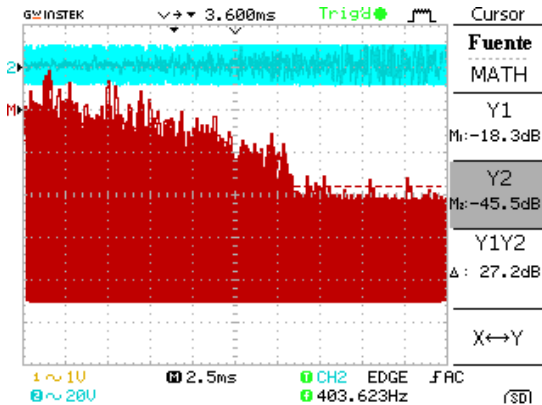
$$A_v(dB) = 20 \log \frac{18.2}{3.4} = 14.57dB$$

➤ **Transformada rápida de Fourier de la señal de audio Amplificado**

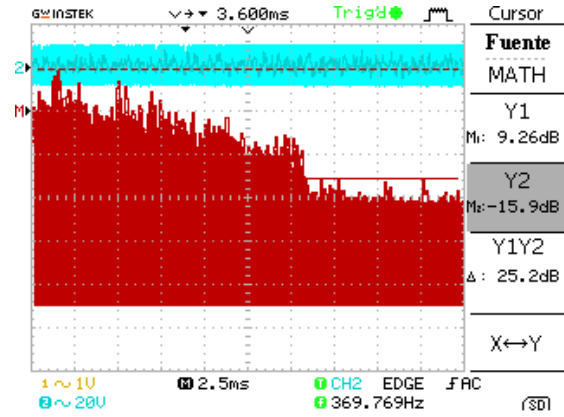


Se Observa una señal de Energía que va de 100Hz a 16kHz el resto es Ruido

➤ **Además de que se Amplificado las señales de audio entrantes se amplificado también el Ruido:**

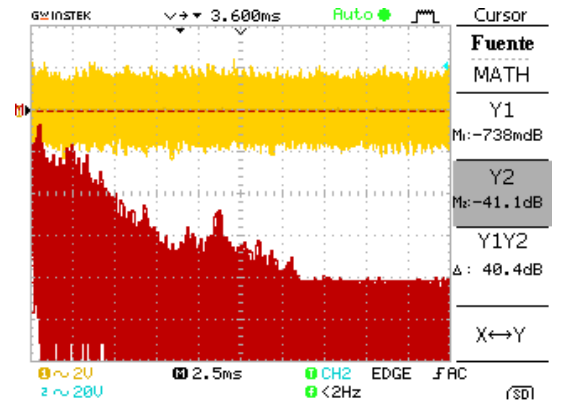


*Señal de Ruido: de - 45.5dB a - 18.3dB*

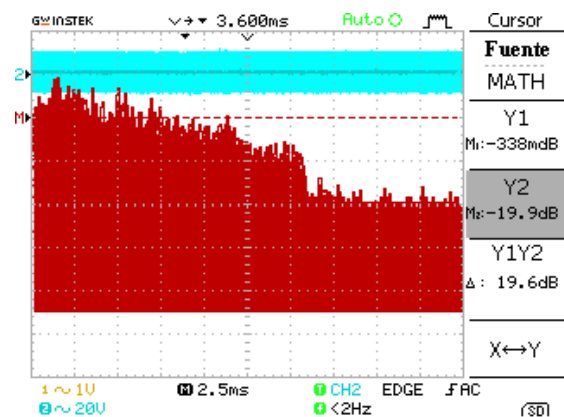


*Señal de Audio: de - 45.5dB a - 18.3dB*

➤ **Colocando el Cursor aproximadamente en 0dB**



*De - 41.1dB a 0dB*



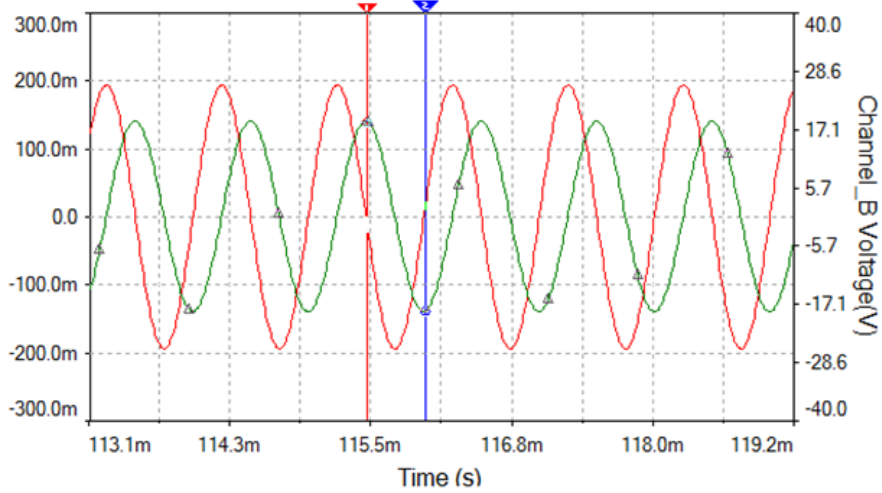
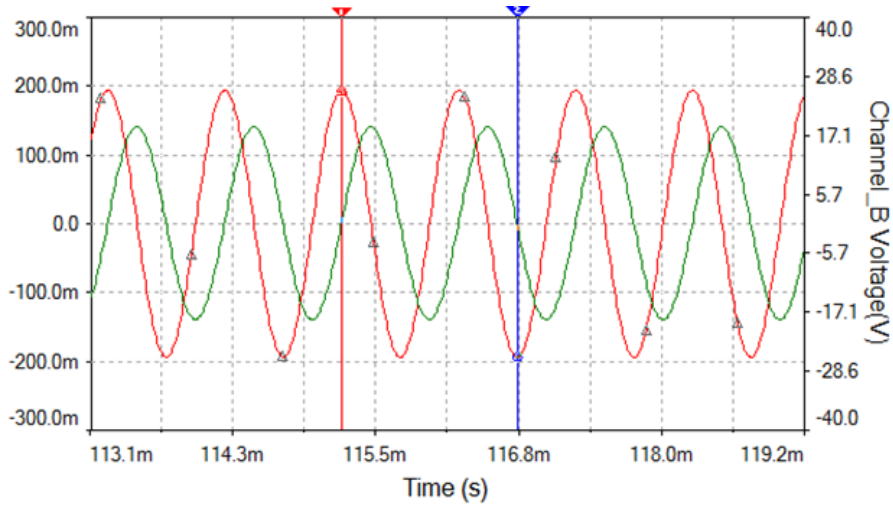
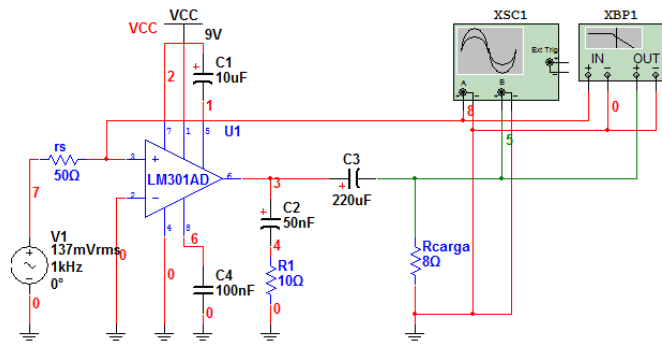
*De - 19.9dB a 0dB*

**3. SIMULACIÓN**

Cabe recalcar para realizar las simulaciones de este circuito fue necesario utilizar otro circuito integrado de audio, ya que el LM 386 no existía en el simulador, siendo el reemplazo de este el LM 301AD “Teniendo la misma configuración y valores de fábrica”

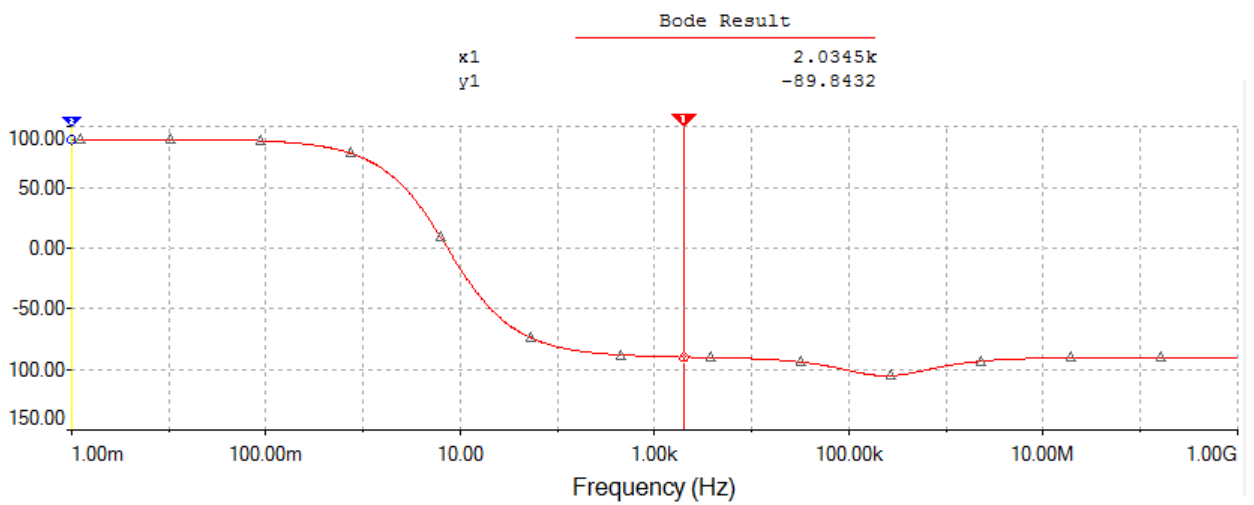
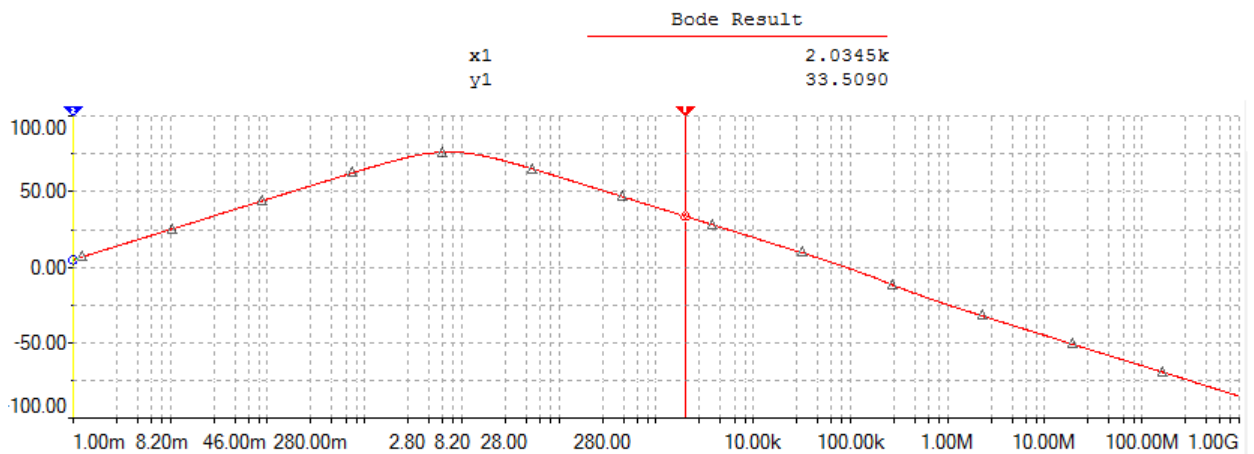
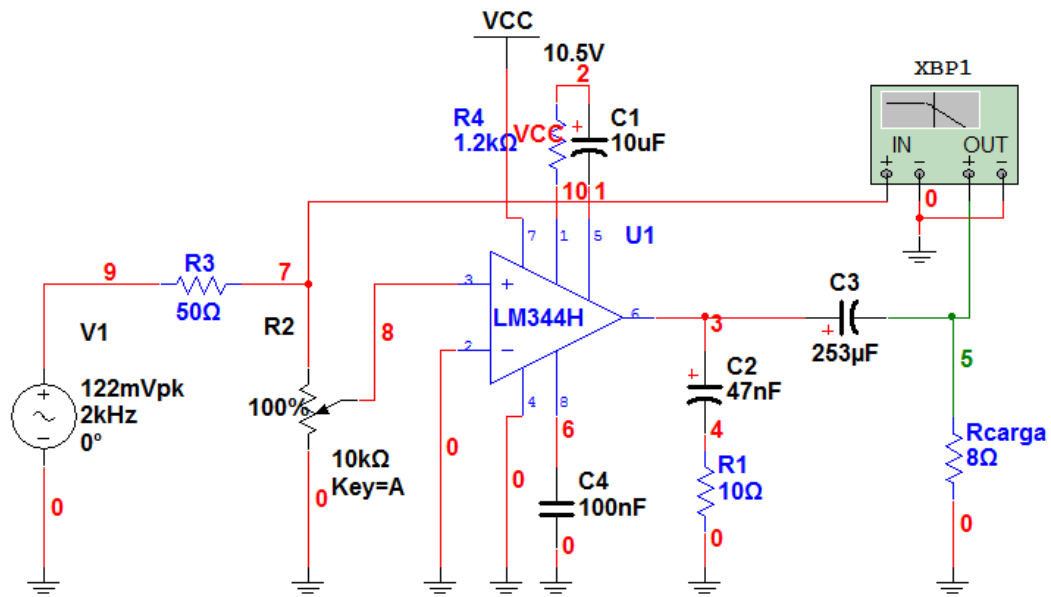


➤ VOLTAJE DE INGRESO VS VOLTAJE DE SALIDA



	Señal de Ingreso	Señal de Salida
x1	115.2514m	115.5107m
y1	193.6894m	18.7057
x2	116.7552m	116.0163m
y2	-193.5675m	-18.4163
dx	1.5038m	505.5871μ
dy	-387.2569m	-37.1220
dy/dx	-257.5193	-73.4235k
1/dx	664.9832	1.9779k

➤ DIAGRAMAS DE BODE



## V. ANÁLISIS ESPAÑOL-INGLÉS:

### RECOMENDACIONES

- Antes de iniciar la práctica se sugiere tener previamente instalados los elementos necesarios en el protoboard y los instrumentos de medida, agilizando de este modo el proceso de medición y desarrollo de la práctica.
- Se deben trabajar con los valores comerciales más cercanos a los calculados para que esto no interfiera con las mediciones en el laboratorio.
- Cuando seleccionamos el circuito integrado, tendremos que conocer el tipo de esquema de identificación de los terminales. También tendremos que conocer una serie de valores máximos de tensiones, corrientes y potencias que no debemos sobrepasar para no destruir el dispositivo ni que esta tienda a saturarse. Todos estos valores críticos los proporcionan los fabricantes en las hojas de características de los distintos dispositivos.
- La salida del amplificador debe tomarse mucho en cuenta para no tener problemas, la impedancia de salida con la de la entrada debe ser totalmente acoplada para obtener la máxima transferencia de energía.
- 

### RECOMMENDATIONS

- Before starting the practice suggests having previously installed the necessary elements in the breadboard and measuring instruments, thus smoother the

process of measurement and practice development.

- It should work with market values closer to those calculated for this to not interfere with laboratory measurements.
- When selecting the integrated circuit, we must know the type of identification scheme of the terminals. We will also have to know a number of peak values of voltages, currents and powers must not exceed to avoid destroying the device or that tends to saturate. All these critical values are provided by the manufacturers in the leaves of the features of different devices.

### CONCLUSIONES

- Este amplificador tiene la característica de obtener una ganancia constante en cualquier frecuencia y también no se desfasa, eso es una característica de los amplificadores de audio.
- Se debe de tener mucho en cuenta la señal de ingreso de que no sea demasiado alto ya que se empieza a distorsionar, existiendo saturaciones a la salida del circuito integrado.
- La señal de ingreso debe ser bien aislada para no tener ruido y obtener a la salida una señal pura libre de interferencias
- Se a podido observar que amplifica hasta unos 16kHz aproximadamente el resto es ruido
- Se a podido observar que la función Math en el osciloscopio no solo mide las señales de voltaje sino también las de potencia y la relación de un voltio que pasa por  $1\Omega$
- Se a observado que este amplificador además de amplificar señales de audio amplifica ruido se

pude observar en las graficas vistas anteriormente

### CONCLUSIONS

- This amplifier has the characteristic of constant gain at any frequency and no lags that is a characteristic of audio amplifiers.
- It should take little account of the input signal that is not too high as it begins to distort, to exist at the output saturation of the integrated circuit.  
The input signal must be well insulated to avoid noise and get a signal at the output interference-free pure.
- The output of the amplifier must be taken much into account to avoid problems; the output impedance of the input must be fully coupled for maximum energy transfer.

### REFERENCIAS

- [1].Prontuario de electricidad y electrónica; Autor G.Brechmann, Paraninfo.
- [2].Electrónica de Malvino, sexta edición, Person editorial.
- [3].Electrónica General, Tomo I, Tecnología Electrónica.
- [4].Boylestand Nashelsky. Electrónica teoría de circuitos. Prentice Hall.

### Internet

- [5].[http://www.ieec.uned.es/ieec/documentos/ffi-ieec/apl\\_html/capit\\_11/c1.htm](http://www.ieec.uned.es/ieec/documentos/ffi-ieec/apl_html/capit_11/c1.htm)
- [6].[www.unicrom.com/circuitos](http://www.unicrom.com/circuitos)
- [7].[http://www.gerenciaytecnologia.com/seminconductores/9\\_10.html](http://www.gerenciaytecnologia.com/seminconductores/9_10.html)