

**TRABAJO PRACTICO N° 6*****MEDICIONES EN AMPLIFICADORES DE AUDIO*****1- INTRODUCCION TEORICA:*****2- Práctica de Laboratorio***

**Objetivo:** Determinar las principales características de un amplificador (Impedancia de entrada y salida; Ganancia de tensión y de potencia; Ancho de banda, Distorsión, Respuesta a un escalón), haciendo uso de instrumental individual a fin de familiarizarse con el uso de los mismos y las precauciones a tener en cuenta en cada tipo de medición. También ensayarán distintas ópticas para indicar los niveles de distorsión presentado por un amplificador.

**Elementos a utilizar:**

- Fuente de Alimentación:
 

Marca:	Número de serie:	Rango de Tensión entrada:
Rango de tensión y corriente de salida:		Especificaciones:
- Amplificador transistorizado con fuente de alimentación.
- OSCILOSCOPIO:
 

Marca:	Número de serie:	Rango de trabajo:
--------	------------------	-------------------
- Voltímetro Electrónico:
 

Marca:	Rango:	Tipo de Lectura: Eficaz
--------	--------	-------------------------
- Voltímetro Analógico con escala en dB:
 

Marca:	Rango:	Tipo de Lectura: Eficaz, medio.
--------	--------	---------------------------------
- Generador de Señales de Audio con indicación de salida en dBm:
 

Marca:	Número de serie:	Rango de trabajo:
--------	------------------	-------------------
- Generador de Barrido:
 

Marca:	Número de serie:	Rango de trabajo:
--------	------------------	-------------------
- Analizador de Espectro de Audio:
 

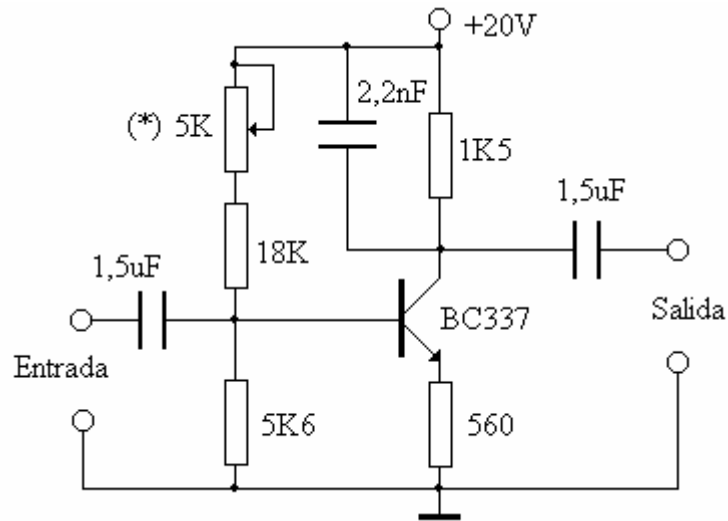
Características:
- Resistencia de Carga:
- Componentes: Potenciómetros y reóstatos de bajo valor óhmico y alta potencia.
- Circuitos usados: Diagrama y valores de los componentes (capacitores y resistencias).

**Procedimiento:**

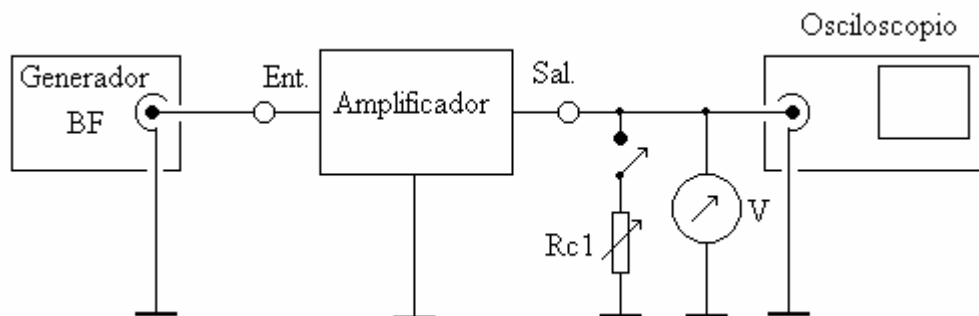
Armar el amplificador cuyo circuito sugerido a continuación, o utilizar cualquier otro amplificador que el alumno desee ensayar y alimentarlo con la fuente de alimentación.

En caso de utilizar un amplificador con transistores diseñado por el alumno, deberá verificar su correcta polarización en el punto de trabajo a fin de evitar distorsiones excesivas por recorte.

En el amplificador sugerido, puede verificar su correcto funcionamiento midiendo la tensión de polarización entre colector y masa, la cual debe ser aproximadamente 10V. (El resistor variable (\*) 5K permite variar ligeramente este valor).

**2-1: Determinación de la impedancia de salida del amplificador**

Conectar los instrumentos en la forma que se indica a continuación para realizar esta determinación.



Tenga en cuenta lo siguiente:

El amplificador a ensayar se considera como un cuadripolo, y desde el punto de vista de la definición de Impedancia de salida de un cuadripolo, sería necesario cortocircuitar la entrada del mismo para su determinación. En la práctica, esta condición se considera satisfactoriamente cumplida si la impedancia de salida del generador usado para excitar al amplificador es suficientemente baja respecto de la impedancia de entrada del mismo.

La frecuencia de la señal de entrada a usar debe estar dentro del ancho de banda del amplificador, o sea en la zona plana, de modo que debería determinarse primero el ancho de banda. Para seguir el proceso, se considerará a priori señal senoidal de 1KHz, el cual es un valor que se fija a priori en función de las características del amplificador que se va a ensayar.

El nivel de la señal de entrada se ajustara a fin de obtener la máxima señal de salida sin distorsión por recorte y simétrica. Si el amplificador tiene potenciómetro de volumen, ajustar al máximo para realizar esta medición previo a inyectar la señal de entrada.

A continuación, con la resistencia variable de carga ( $R_{c1}$ ) desconectada (es decir en vacío), ajustar los mandos de los instrumentos para obtener un nivel de señal de salida tal que posibilite su lectura cómoda con el voltímetro sin que se produzca distorsión en la forma de onda observada con el osciloscopio.

En el circuito sugerido, puede reducirse la distorsión y buscar máxima excursión simétrica, retocando el resistor variable (\*) 5K.

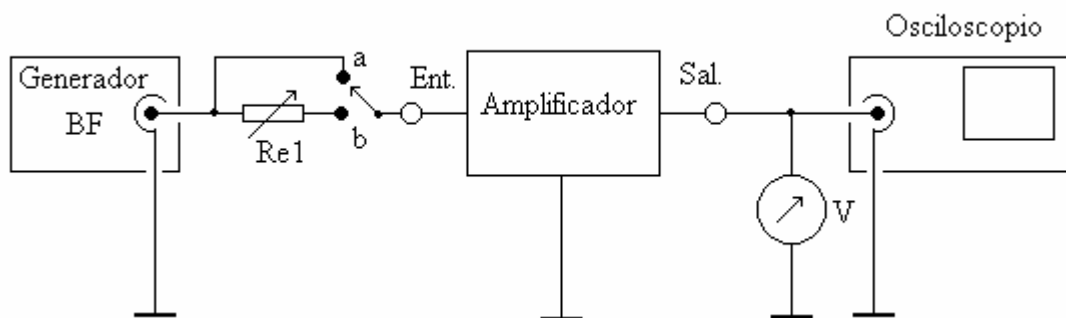
Seguidamente se procederá a conectar el resistor de carga variable cuidando de comenzar con el valor máximo del mismo para luego ajustarlo hasta que la lectura de la tensión de salida efectuada con el voltímetro se reduzca a la mitad que la obtenida en vacío al principio.

En esta situación el valor de la impedancia de salida del amplificador es numéricamente igual a la resistencia de carga (por el tipo de amplificador y la frecuencia en que se hace el ensayo, se puede considerar sin mucho margen de error que la impedancia de salida no tiene parte reactiva considerable), de acuerdo al teorema de la máxima transferencia de energía, y su valor puede determinarse en forma indirecta midiendo el valor de la resistencia de carga ( $R_{c1}$ ) con un óhmetro.

F1 Frecuencia del generador	Vs Máxima excursión simétrica y Rc1 desconectada	Rc1 = Zsal. Para Vs' = Vs/2
1KHz		

## 2-2: Determinación de la impedancia de entrada del amplificador

Armar el montaje que se muestra a continuación.



Inicialmente se debe repetir el primer paso de la experiencia anterior y tomar nota del valor de la tensión de salida. Luego se conecta en serie entre el generador y la entrada del amplificador, una resistencia variable ( $R_{e1}$ ) cuidando de comenzar con su mínimo valor. Se ajusta a continuación el

valor de la misma hasta que la lectura de la tensión de salida cae a la mitad de la magnitud inicial. En esta situación el valor numérico de  $Re1$  es igual a la impedancia de entrada del amplificador. (Son válidas las mismas consideraciones que se efectuaron en el experimento anterior).

F1 Frecuencia del generador	Vs Máxima excursión simétrica y Re1 desconectada	Re1 = $Z_{\text{entrada}}$ Para $Vs' = Vs/2$
1KHz		

### 2- 3: Medición de la ganancia de tensión del amplificador.

Antes de proceder a medir la ganancia de un amplificador cualquiera, se debe establecer primero cual es la función del amplificador, y cual la naturaleza de la ganancia que se pretende medir. Si el dispositivo se va a emplear como un amplificador de tensión normalmente se lo hace trabajar con la salida en condiciones de carga próximas al circuito abierto, entonces para determinar la ganancia de voltaje del amplificador, bastará con medir la misma sin carga conectada a la salida.

En cambio si se pretende medir la ganancia como amplificador de potencia, es necesario conectar una carga igual a la que habitualmente se va a emplear en condiciones normales de funcionamiento, (que eventualmente puede ser igual a la resistencia de salida cuando se busca máxima transferencia de potencia). En ambos casos se debe dar junto con la especificación de ganancia el valor de la impedancia de salida del dispositivo para que los datos suministrados sean de utilidad). En esta parte del trabajo práctico se determinara la ganancia de tensión del amplificador.

Una de las formas más comunes de expresar el valor de la ganancia de un amplificador es en decibeles, y la forma más fácil de determinarla es mediante el empleo de instrumentos que posean escalas calibradas en dB, como puede ser un multímetro para medir la salida y un generador de audio con indicación de salida en dB para la determinación de los dB de entrada..

La escala para medir en dB del multímetro esta trazada sobre uno de los rangos de voltímetro de CA según la siguiente expresión:

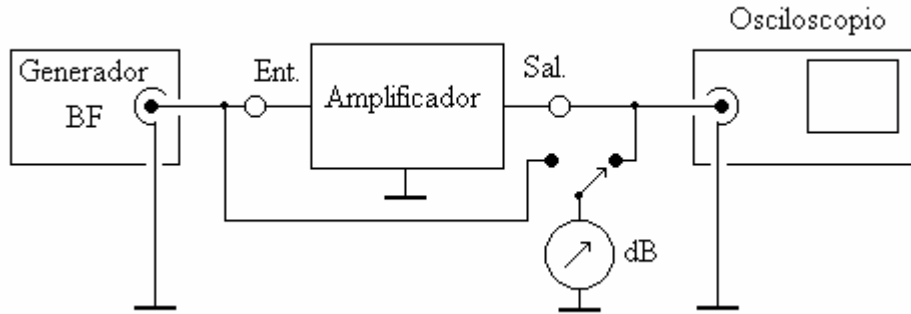
$$dBu = 20 \cdot \log \frac{V_x}{0,775V} \quad (1)$$

Que pueden ser convertidos en dBm si se conoce el valor de la resistencia del circuito sobre el que se mide ( $R_x$ ) empleando la siguiente ecuación:

$$dBm = dBu + 10 \cdot \log \frac{600\Omega}{R_x} \quad (2)$$

Nótese que al medir sobre circuitos cuya resistencia es de  $600\Omega$ , la lectura en dBu es equivalente a dBm, de lo contrario debe efectuarse el cálculo y la corrección correspondiente. Esto es útil y debe tenerse en cuenta para el caso de que se pretenda hacer una medición absoluta. En el problema que nos ocupa, la ganancia de tensión en dB, será directamente la diferencia entre las lecturas en dBu a la salida y a la entrada del amplificador.

Disponer los instrumentos como se muestra a continuación y repetir el primer paso de las experiencias anteriores, es decir ajustar la amplitud de salida del generador para que la salida proporcione máxima excursión, sin distorsión.



Medir los valores de salida y de entrada en dBu, cuidando, en lo posible, de emplear en ambos casos el mismo rango y escala del instrumento. Tomar nota de los valores y calcular la ganancia del amplificador.

F1 Frecuencia del generador	dBu (Salida)	dBu (Entrada)	Ganancia de tensión en dB dBu <sub>(Sal)</sub> - Dbu <sub>(Ent)</sub>
1KHz			

**2-4: Medición de la potencia de salida del amplificador**

La potencia de salida del amplificador se medirá para la condición de resistencia de carga igual a la impedancia de salida del mismo, y para máxima excursión simétrica de la tensión de salida, (es decir sin recorte), para lo cual deberá disponer los instrumentos de la misma forma que en la experiencia 1.

Esta ganancia de potencia se medi directamente con la escala en decibeles del multímetro aplicando la corrección correspondiente a la lectura del mismo. Recuerde que dicha corrección consiste en sumar al valor leído lo obtenido de la siguiente expresión:

$$dBm = \text{Lectura} + 10 \cdot \log \frac{600\Omega}{R_x} + 20 \cdot \log \frac{\text{Rango} \cdot \text{usado}}{\text{Rango} \cdot \text{de} \cdot \text{referencia}} \quad (3)$$

La expresión del valor de potencia en dB en el punto medido contempla el valor leído en la escala, el valor de corrección por usar un rango distinto al de referencia y el valor de corrección por diferencia de impedancia con la de referencia (600 ohms).

El factor de corrección por cambio de rango, normalmente esta indicado en una tabla sobre la escala de lectura, de modo que en muchos casos no es necesario hacer el cálculo, solo leer el valor en la tabla para la escala en uso.

Donde Rx es el valor de resistencia del nodo en el cual se efectúa la medición. Tenga en cuenta también que:

$$dBm = 10 \cdot \log \frac{P_x}{1mW} \quad \therefore \quad P_x = 1mW \cdot 10^{\frac{dBm}{10}} \quad (4)$$

Mida el valor de la potencia de salida y el de entrada y haga las correcciones correspondiente para cada lectura, y exprese el resultado en dBm y en W.

Lectura (entrada)	P ent (dBm)	P ent (W)	Lectura (salida)	P sal (dBm)	P ent (W)

$$\text{Ganancia/Atenuación dBm} = \text{Psal (dBm)} - \text{Pent (dBm)} \quad (5)$$

$$\text{Ganancia/Atenuación dBm} =$$

**2-5: Ensayo de la respuesta en frecuencia (ancho de banda) del amplificador**

En su forma más elemental y simple, la respuesta en frecuencia de un amplificador cualquiera se determina efectuando un barrido de frecuencia, manteniendo constante el nivel de la señal aplicada a la entrada, que debe tener un valor suficiente para obtener la máxima tensión de salida sin distorsión. El ancho de banda viene dado por los límites de frecuencia entre los cuales el nivel de salida no cae mas de 3dB respecto del valor para una frecuencia media.

De acuerdo con la definición anterior el procedimiento a seguir es el siguiente:

- Ajustar el Generador de barrido para una frecuencia de 1 KHz y ajustar el nivel de salida del generador hasta obtener la máxima (sin distorsión) salida del amplificador.
- Ajustar luego el Generador para que barra un rango de frecuencias a ese nivel de amplitud determinado en el paso anterior, desde 50 Hz a 50 KHz.
- Determinar las frecuencias cuadrantales superior e inferior (0,707 de la amplitud de salida en la zona plana)

	Frec Central	Fci	Fcs
Frec. del generador			
Salida en dB			

$$\text{BW} = \text{Ancho de Banda} = \text{fcs} - \text{fci} \quad (6)$$

BW =
------

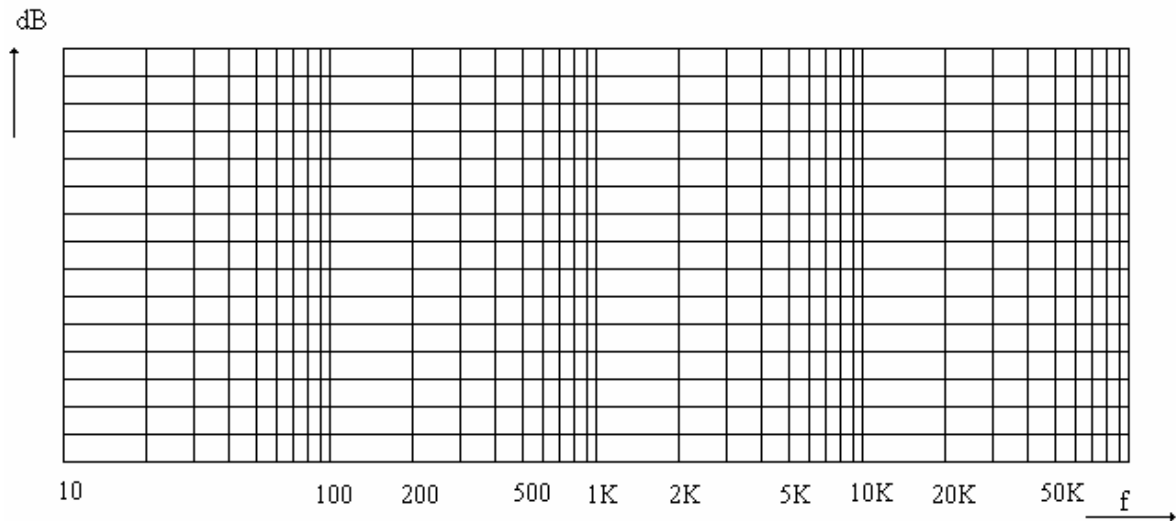
Ajustar el nivel y la frecuencia del generador para obtener un valor de referencia, (se sugiere efectuar la medición a 1KHz.)

Disminuir el valor de la frecuencia hasta obtener el valor de corte inferior.

Aumentar el valor de la frecuencia hasta obtener el valor de corte superior.

Tomar algunas lecturas intermedias entre los dos valores obtenidos.

Llevar los datos relevados a un grafico de amplitud Vs. Frecuencia, y marque sobre el mismo, el ancho de banda del amplificador.



**2- 6: Determinación de la respuesta en frecuencia del amplificador mediante el empleo de una onda cuadrada**

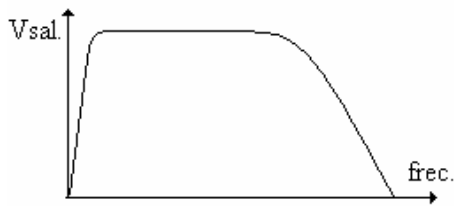
El análisis del comportamiento de un amplificador cuando se le aplica una señal de entrada cuadrada permite determinar en forma rápida y simple las características de respuesta en frecuencia del mismo. La principal desventaja es que los resultados que pueden obtenerse no son demasiado exactos dado que el método se funda en un modelo ideal que en la mayoría de los casos solo es una aproximación al circuito real.

Si la entrada de un amplificador se excita con una onda cuadrada cuya frecuencia este comprendida dentro de la banda pasante del mismo, puede establecerse el ancho de banda del mismo mediante la determinación del tiempo de crecimiento de la onda que se obtiene a la salida. Dicho tiempo de crecimiento puede medirse mediante un osciloscopio entre el 10% y el 90% de la pendiente observada. El ancho de banda se calcula a partir de las siguientes relaciones sencillas:

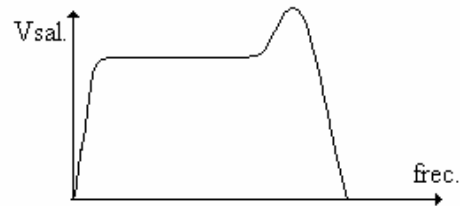
$$t_c = \frac{k}{AB} \quad \therefore \quad AB = \frac{k}{t_c} \quad (7)$$

donde AB en el Ancho de Banda,  $t_c$  es el tiempo de crecimiento de la onda cuadrada, y k una constante.

En estas ecuaciones, que son validas para amplificadores cuya frecuencia de corte inferior es cero o esta muy cerca de cero, el valor de la constante "k" depende de la forma de la caída de la curva de respuesta en frecuencia (Rolloff) en la zona de altas frecuencias.



Caida exponencia (k=0,35)



Caida con sobreimpulso (k=0,4)

Haciendo uso de un generador de barrido, se puede obtener la forma de la respuesta espectral para la determinación del k.

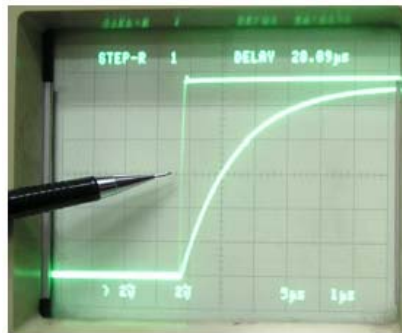
El procedimiento a seguir es el siguiente:

Emplear la misma disposición de instrumentos usada en la experiencia anterior. Ajustar la frecuencia del generador a 1KHz con señal senoidal y un nivel de salida tal que no se produzca distorsión en la forma de onda observada con el osciloscopio.

Sin tocar los demás controles, cambiar la forma de onda de senoidal a cuadrada.

Ajustar la base de tiempos y la pendiente de disparo de manera de obtener la visualización de un único flanco de subida en la pantalla del osciloscopio. Si es preciso, usar un osciloscopio con A demorado en B, o un osciloscopio de Memoria para poder determinar los tiempos de crecimiento.

Haga coincidir el máximo y el mínimo de la señal observada con los rútelos de la pantalla y mida el tiempo que hay entre el 10% y el 90% de la pendiente.



$t_c(\text{medido}) =$

Determinar el tiempo de crecimiento del osciloscopio, ya que el presentado en pantalla depende además del EBP (Equipo bajo prueba – DUT en inglés) y del osciloscopio.

Determine el  $t_{c_{osc}}$  ( $t_c$  del osciloscopio) con suponiendo una constante de 0,35 de acuerdo a la fórmula (7).

$$t_c(\text{osciloscopio}) = \frac{0,35}{AB(\text{osciloscopio})} =$$

Por lo tanto: 
$$t_c(\text{amplif.}) = \sqrt{[t_c(\text{medido})]^2 - [t_c(\text{osciloscopio})]^2} \quad (8)$$

En función del  $t_c$  obtenido, calcúlese el valor del ancho de banda del amplificador y compare con el obtenido en la experiencia anterior:

$$WB = AB \text{ (ancho de Banda) } =$$

Como extensión de la experiencia, varíe la frecuencia del generador de manera de acercarse a las correspondientes frecuencias de corte superior e inferior y observe las variaciones y/o deformaciones de la forma de la onda de salida del amplificador. Analice las probables causas que conducen a tales deformaciones.



## 2-7 Determinación de la distorsión por diversos métodos

La distorsión es un efecto por el cual una señal pura (de una única frecuencia) se modifica apareciendo componentes de frecuencias armónicas a la fundamental. En el dominio del tiempo, esto significa que la forma de onda se degenera de una onda senoidal pura a una deformada, y en el dominio de la frecuencia, la expresión matemática se transforma de una expresión senoidal en una onda de Fourier de varias componentes. Cuanto mayor es la distorsión, mayor será la cantidad de componentes de la onda de Fourier.

Hay dos formas de determinar si el Amplificador bajo estudio tiene un comportamiento alineal, o sea, produce distorsión de la señal que lo atraviesa. Un amplificador de buena calidad, debe tener entre otras cosas, una buena sensibilidad, un gran ancho de banda, alta ganancia y ser LINEAL. Para determinar las características de linealidad o alinealidad del amplificador, se puede ensayar con un solo tono (Ensayo Monotonal) o con dos tonos (Ensayo Bitonal).

El primero nos dará la distorsión que puede introducir el amplificador al entregar una señal de múltiples frecuencias, a partir de recibir una señal senoidal pura; pero este método es incompleto para analizar la distorsión; ya que un amplificador trabaja con señales de entrada complejas (múltiples frecuencias), las cuales no tienen que interferirse entre ellas en el interior del amplificador.

Un estudio más completo de la distorsión se hace con el ensayo Bitonal.

### Ensayo Monotonal

Una forma simple, pero no precisa, de determinar si hay distorsión de un señal al pasar a través de un circuito, es usando un osciloscopio de doble trazo. Se compara la señal de entrada al circuito con la señal de salida. Colocando los dos canales a igual deflexión sobre la pantalla (la atenuación de ambos canales puede que sean diferentes) y superponiendo las dos señales, se debe observar una señal de trazo fino. Si el trazo se hace grueso, hay distorsión entre las dos señales, siendo mayor cuanto mayor sea el trazo o la diferencia entre las dos señales.

Otra forma de verificar la distorsión es colocando el canal #B invertido y colocar el modo de las entradas en ADD. Esto restaría las dos señales, debiendo dar una línea recta si no existe distorsión. Si hay distorsión presente, la línea será curva siguiendo la diferencias entre las dos señales. Este método es cualitativo y no permite conocer las componentes armónicas ni el grado de distorsión que introduce el circuito en estudio.

El grado de distorsión se mide por la expresión:

$$\text{Distorsión armónica total (DAT \%)} = \frac{\text{Vef Armónicos}}{\text{Vef Señal total}} \times 100 \quad (9)$$

Una forma más precisa de determinar el grado de distorsión es mediante el uso de Analizadores de Espectro siendo la expresión usada para esa determinación:

$$DAT\% = \sqrt{\frac{(Af_2)^2 + (Af_3)^2 + \dots + (Af_n)^2}{Af_1^2}} \cdot 100$$

Donde  $Af_2, Af_3, \dots, Af_n$  son los valores eficaces de las componentes armónicas, siendo esta expresión una relación de valores; por lo cual, no necesariamente tenemos que leer el valor eficaz sino un valor representativo de ese valor eficaz. En consecuencia, leyendo mediante un Analizador de Espectro los valores en divisiones representativos de las componentes armónicas, se puede determinar la distorsión. Si los valores armónicos son muy pequeños, el modo LOG del Analizador debe ser usado para mejorar la resolución de los valores pequeños. En este caso, se tiene que los valores de  $Af_n/Af_1$  se calculará como:

$$\frac{Af_n}{Af_1} = \text{anti log} \frac{(Af_n - Af_1) | db}{20}$$

Haciendo uso de la posibilidad que ofrece el Analizador de Espectro, se tienen dos métodos de ensayar un amplificador de audio para determinar la distorsión introducida por él.

En un amplificador, un ensayo monotonal (una única frecuencia) no es representativo de la distorsión introducida por él debido a que en un amplificador, en condiciones normales de trabajo, intervienen muchas frecuencias simultáneas durante el procesamiento de la señal. La voz o la música no es una frecuencia pura, sino un serie de componentes armónicas.

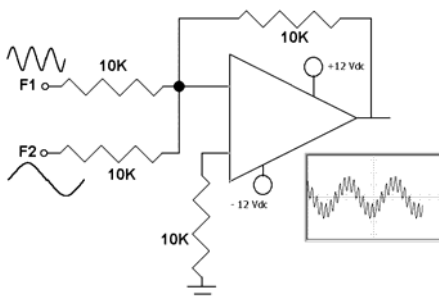
### Ensayo Bitonal

Por lo tanto un ensayo real implicaría usar múltiples frecuencias simultáneamente, pero esto es complicado de normalizar. Por eso, esta normalizado el uso de dos frecuencias simultáneas (ensayo bitonal) para el estudio de la distorsión en amplificadores.

Los amplificadores tienen componentes alineales que generan batido de las frecuencias inyectadas, con lo cual se generan tonos modulados por estas alinealidades produciendo distorsión en la señal de salida. Esta modulación de los tonos de entrada se denomina distorsión por intermodulación.

Dentro de los ensayos bitonales están normalizados los métodos **SMPTE**, **CCIF**.

El ensayo bitonal requiere la inyección simultánea de dos o más señales a la entrada del amplificador. Esto se hace mediante un sumador lineal que puede ser un transformador con punto medio o un amplificador sumador lineal en la banda en estudio.

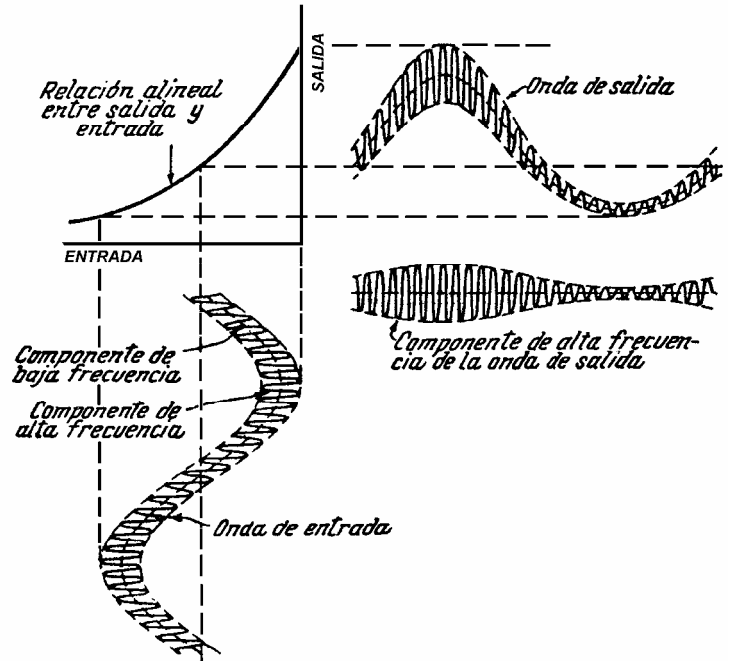


El uso de transformador requiere un transformador de salida de audio con primario con punto medio y secundario normal. La salida de los dos generadores se conectarán a cada una de las ramas primarias. La salida del transformador atacará a la entrada del amplificador en estudio, inyectándole la señal suma de las dos señales puras generadas por los generadores. O sea, se tendrá una señal compuesta por el tono bajo (grave) sobre el que va montado el tono alto (agudo).

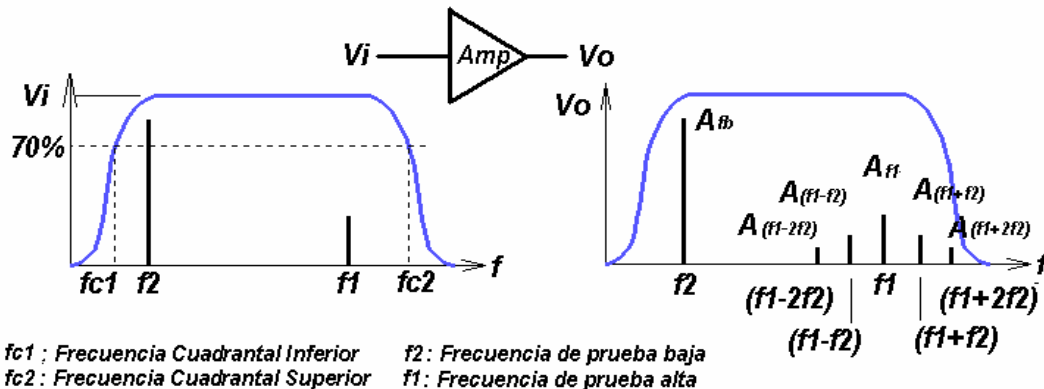
**Método SMPTE:** Este método ensaya al amplificador por medio de la inyección simultánea de dos tonos. Uno de ellos,  $f_2$ , un poco mayor a la frecuencia cuadrantal inferior y el otro,  $f_1$ , un poco menor a la frecuencia cuadrantal superior del amplificador.

La amplitud del tono agudo debe ser 4 veces menor a la amplitud del tono grave, pero suficientemente grande para ser distinguido del ruido. Además la amplitud del grave, no debe saturar al amplificador. Los dos tonos se suman mediante un mezclador lineal. La salida del amplificador ataca a un filtro pasa alto para bloquear las componentes de baja frecuencia a fin de tener limpio el espectro alrededor de  $f_1$  para poder identificar las componentes de la modulación.

Si el amplificador es alineal, la señal grave polarizará instantáneamente (ubicación del punto de trabajo) al dispositivo activo en distintas regiones de la curva de transferencia, o sea, de distinta pendiente, lo cual se traducirá en variación de la ganancia, y por lo tanto, el más afectado será el tono agudo, haciendo que la amplitud de él sea diferente en función del valor instantáneo del tono grave. Esto dará una señal de salida cuya envolvente esta modulada en amplitud. El grado de modulación va a depender del cambio de ganancia en el punto de trabajo instantáneo.



La salida se observa con un Analizador de Espectro sintonizado en la banda de audio. Si el amplificador es lineal dentro de la banda de audio especificada, la salida será igual a la de entrada (con la amplificación correspondiente), o sea sin distorsión.



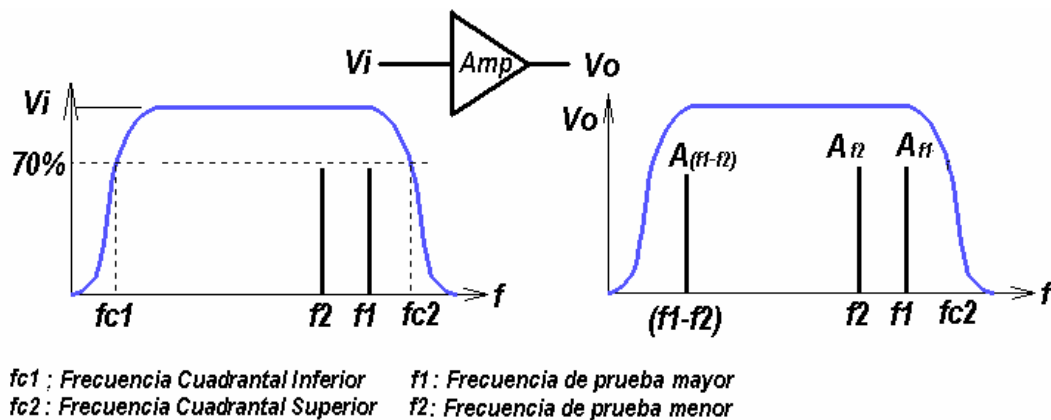
La distorsión se calculará según la siguiente expresión:

Distorsión Armónica por Intermodulación  $SMPTE\% = \sqrt{\left[\frac{A_{(f1-f2)} + A_{(f1+f2)}}{A_{f1}}\right]^2 + \left[\frac{A_{(f1-2f2)} + A_{(f1+2f2)}}{A_{f1}}\right]^2 + \dots} \times 100$

El circuito usado para este ensayo es el indicado en la sección operativa.

**Método CCIF:** Este método ensaya al amplificador por medio de la inyección simultánea de dos tonos de igual amplitud, pero ambos deben ser próximos entre sí y levemente menor a la frecuencia cuadrantal superior, de modo que el tono diferencia de ambos sea mayor a la frecuencia cuadrantal inferior, o sea caiga dentro de la banda útil, pero que sea distinto de la frecuencia de línea y de sus armónicas (50 Hz, 100 Hz, 150 Hz, etc.).

En un amplificador que distorsiona, al aplicarle un doble tono en esas condiciones, se obtienen a la salida las frecuencias originales  $f1$  y  $f2$ , las componentes armónicas de ellas  $nf1$  y  $nf2$  (dónde  $n = 1,2,3,\dots$ ) si el amplificador es capaz de reproducirlos, y además los productos de intermodulación  $f1-f2$ ,  $f1+f2$ ,  $nf1 + nf2$ , la frecuencia de línea y las frecuencias de intermodulación entre la frecuencia de línea y las frecuencias de entrada. Cuanto mayor sea la amplitud de la señal diferencia  $f1-f2$ , esto indica que el amplificador es de mala calidad y será peor cuanto mayor nivel tenga esa señal diferencia. El resto de las armónicas serán de baja amplitud porque estarán fuera del ancho de banda del amplificador.



La expresión para calcular la distorsión por efecto del batido de ambas frecuencias esta dada por:

$$CCIF\% = \frac{A_{(f1-f2)}}{A_{f1} + A_{f2}} \times 100$$

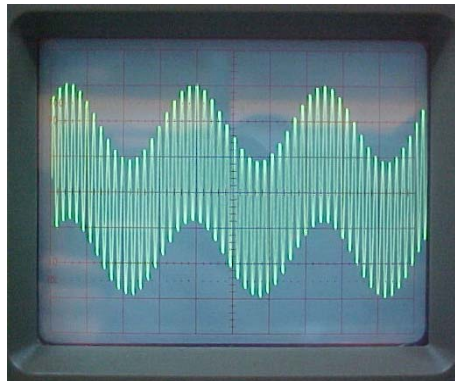
El circuito utilizado para realizar este ensayo es el circuito indicado en la sección operativa en el cual se retira el filtro pasa alto por no ser usado en este ensayo.

Analizador de Espectro modular asociado a una Laptop a ser utilizado para este análisis.



**Procedimiento:**

- 1- Seleccionar las frecuencias F1 y F2 a usar durante las pruebas de acuerdo a las frecuencias cuadrantales inferior y superior del amplificador.  
Ejemplo: para CCIF (10 KHz y 10,4 KHz) y para el SMPTE (Baja frecuencia entre 40 Hz y 250 Hz y mayor a la frecuencia cuadrantal inferior y de amplitud 4 veces mayor a la del tono de Alta frecuencia, y el tono de Alta frecuencia entre 6 y 20 KHz y menor a la frecuencia cuadrantal superior).
- 2- Verificar la linealidad de las señales elegidas y entregadas por cada uno de los dos generadores conectándolos al Analizador de Espectro y verificando la ausencia de armónicas de la señal inyectada.
- 3- Inyectar una señal monotonal al amplificador y observar las componentes de frecuencia de salida del amplificador con el Analizador de Espectro. Conectar un osciloscopio con un canal observando la entrada al Amplificador, el otro canal conectarlo a la salida. Comparar la forma de onda de salida respecto a la entrada en configuración ADD y segundo canal invertido, para observar diferencias si hay distorsión.

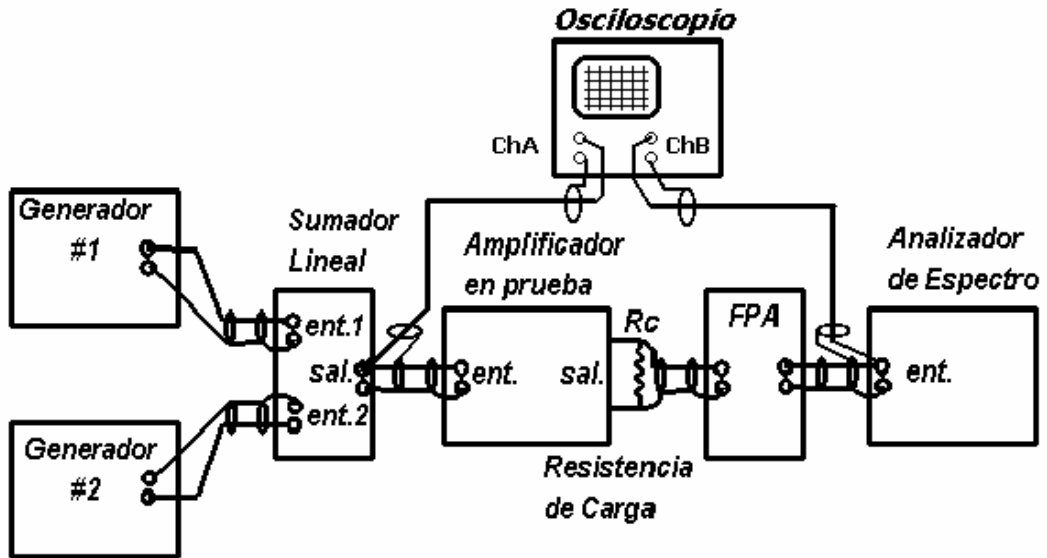


- 4- Repetir para distintos tonos dentro del ancho de banda del pasante del Amplificador. Tomar los valores de frecuencia y amplitud de entrada y los valores de las frecuencias y amplitudes correspondientes de salida. Calcular la distorsión por este método y hacer el diagrama en dominio de la frecuencia.

Frecuencia	
Amplitud	

Frecuencia	Amplitud
F1	
2f1	
3f1	
4f1	
5f1	

- 5- Realizar la interconexión de instrumentos y amplificador siguiendo el siguiente circuito.



- 6- Inyectar las señales F1 y F2 de los generadores al amplificador a través del sumador lineal (amplificador lineal o transformador con punto medio en el primario) y leer las componentes principales y sus armónicas de acuerdo al método usado. Para el método CCIF, retirar el FPA del sistema.

7- Tomar los valores de frecuencias y amplitudes de entrada y los valores de frecuencias y amplitudes de salida correspondiente.

**SMPTE**  
**Valores de entrada**

	F1	F2
Frecuencia		
Amplitud		

**CCIF**  
**Valores de entrada**

	F1	F2
Frecuencia		
Amplitud		

**Valores de Salida**

	Frecuencia	Amplitud
f1		
f2		
f1 - f2		
f1 + f2		
f1 - 2f2		
f1 + 2f2		

**Valores de Salida**

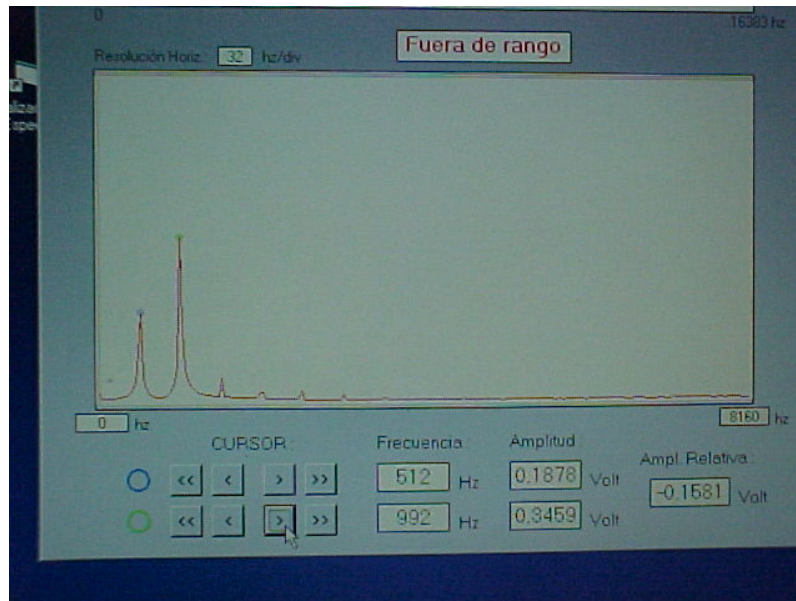
	Frecuencia	Amplitud
f1		
f2		
f1-f2		

DA %
------

DA %
------

Hacer los cálculos para determinar la distorsión según la ecuación aplicable en cada método y hacer los diagramas en dominio de la frecuencia.

8- Hacer el informe con las conclusiones correspondientes, circuitos y valores usados.



**Conclusiones:**

Elabore conclusiones respecto de los experimentos que acaba de hacer.