

Proyecto:

Amplificador de audio monofónico de 10W con IC TDA2003 y fuente de 12V/1A DC.

A modo de introducción:

El proyecto consta de dos etapas para su análisis:

- **Etapas de alimentación**
- **Etapas de amplificación**

Para la etapa de **alimentación** tomamos como objetivo construir una fuente de corriente continua que nos permita pasar de los 220V AC a 50Hz, de la red a los 12V DC aptos para alimentar nuestro circuito amplificador, el cual se vale del IC TDA2003, y que nos brinde una capacidad máxima de corriente de 1A con el mínimo porcentaje de ripple posible.

Hacemos hincapié en este último punto ya que para IC amplificadores como el este TDA es necesaria una corriente continua lo mejor filtrada posible para disminuir el ruido del amplificador.

Para nuestra etapa de **amplificación** debemos construir un circuito amplificador de audio monofónico que cuente con control de volumen con una potencia máxima de 10W que nos brinde la mayor fidelidad y posea el menor ruido en la señal de salida.

Para ello hacemos uso del IC TDA2003 en su encapsulado Pentawatt V que se adapta a nuestras necesidades.

En la salida de nuestro amplificador colocaremos un parlante OverTech, perteneciente al equipo SG-156, de una impedancia de 8 Ω y 10W de potencia, que nos permitirá reproducir nuestra señal una vez amplificada.

Ambas etapas estarán integradas en un único PCB, cuyo diseño es de mi autoría, soldado y presentado en su correspondiente gabinete. Además debe contar con borneras en la misma placa para realizar las conexiones pertinentes y minimizar la soldadura de cables directamente a la placa.

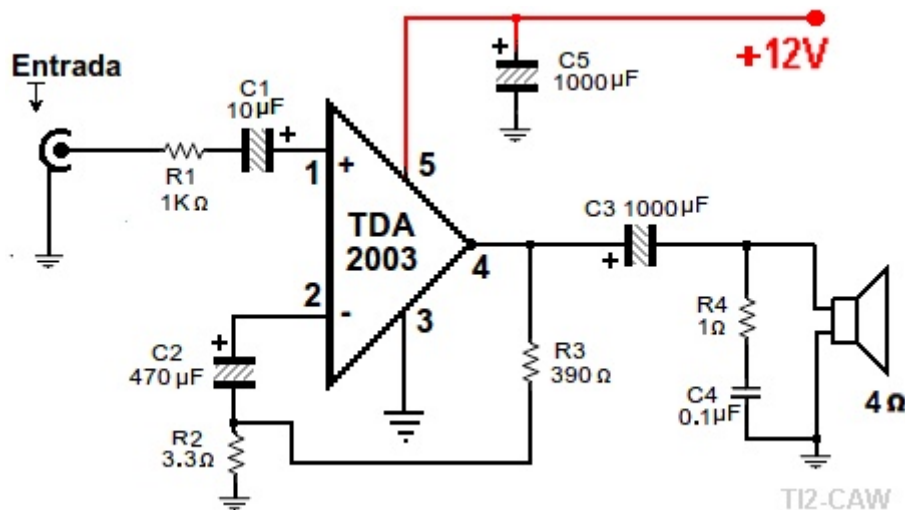
Cabe destacar que en nuestro diseño del PCB debemos asignar un lugar para colocar un disipador de calor a nuestro TDA, ya que a medida que exijamos una mayor potencia de salida nuestro integrado se recalentará y esto producirá ruido térmico o incluso podría dañarse nuestro amplificador.

Desarrollo: Etapa de Amplificación.

Comenzamos con la obtención de información para luego armar nuestro primer prototipo de la etapa de amplificación. Nos valemos de conceptos de ganancia, ruido, tipos de ruido, formas de disminuir el mismo, disipación de calor necesaria y características del correcto funcionamiento de un amplificador de audio.

Con todos estos datos buscamos el esquema eléctrico para un amplificador de audio monofónico con control de volumen y una potencia de 10W.

Nos valemos del siguiente diagrama:



Fuente: <http://www.proyectoelectronico.com>

Donde vemos que debemos contar con un IC TDA2003, por ello conseguimos su correspondiente hoja de datos. Con la misma vemos que dicho integrado puede ser alimentado con 8 a 18V máx. DC, también que demanda en promedio de 44 a 50 mA de corriente, también vemos que este integrado nos brinda unos 10W de potencia con un parlante de 2 Ω de impedancia, por tanto advertimos que con nuestro parlante obtendremos una potencia máxima menor.

Observamos que tiene una sensibilidad mínima de entrada de solo 14mV, mínimo necesario para que el circuito comience a amplificar, también trabaja con un rango de frecuencias que va desde los 40Hz hasta más de 20kHz. Además vemos que cuenta con una distorsión de 0.15% de la potencia final. Un dato muy importante es que el voltaje en la salida de nuestra circuito en reposo (sin señal de entrada), será $V_{cc}/2$. Como resumen vemos que dicho integrado tiene un 65% de eficiencia en amplificadores de audio.

Una vez informados ya, armamos el circuito en un protoboard, pero con algunas modificaciones menores por falta de algunos valores en los componentes.

En resumen C1 de desacople en la entrada lo reemplazamos por uno de 22μF, R2 por una de 1 Ω, con la tolerancia llegamos a 3 Ω. También cambiamos R3 por dos de 1kΩ en paralelo, así como C4 de 100nF (104) por uno de 200nf (204).

Una vez armado nuestro prototipo, y con las modificaciones pertinentes, procedemos a alimentarlo con una batería de 9V para chequear su funcionamiento, inmediatamente detectamos pequeñas fallas de conexión propias del protoboard. Luego de la resolución de dichas fallas hacemos funcionar nuestro circuito amplificador por primera vez.

En esta primera prueba advertimos un exceso de ruido y una baja ganancia de potencia, sin embargo ya tenemos funcionando nuestro circuito.

Optamos por rearmar el circuito y colocar el disipador correspondiente al TDA.

Luego de resolver otros inconvenientes de conexión propios del protoboard chequeamos una vez mas el funcionamiento de nuestro amplificador.

En esta ocasión advertimos una disminución considerable de ruido de tipo térmico, además de un aumento considerable en la ganancia de potencia, excesivo para nuestro parlante esta vez. Luego advertimos que esto se debe a que R_3 de $390\ \Omega$ nos setea la ganancia de nuestro circuito, y como aumentamos su valor a $500\ \Omega$ esta misma aumento excesivamente para el parlante que poseemos.

Ya tenemos la etapa de amplificación funcionando a 9V con mucho menos ruido y mayor ganancia.

Tras conseguir los componentes correspondientes y reemplazarlos en nuestro prototipo, empezamos a ocuparnos del prototipo de nuestra fuente para la etapa de alimentación.

Desarrollo: Etapa de Alimentación.

Para ello hacemos uso de un transformador de 220V/12V AC con una capacidad máxima de corriente en el secundario de 1A. Montamos sobre el protoboard un rectificador de onda completa en puente con una R de carga de $1K\Omega$ y un capacitor de $1000\mu F \times 16V$ electrolítico para el filtrado. Al chequear su funcionamiento medimos a su salida 12V en continua con pequeñas variaciones del orden de decimas de mV.

Ahora añadimos esta etapa de fuente al circuito y un potenciómetro de $10K\ \Omega$ Log a la salida de nuestro amplificador, para que actúe como divisor de tensión y obtengamos nuestro control de volumen.

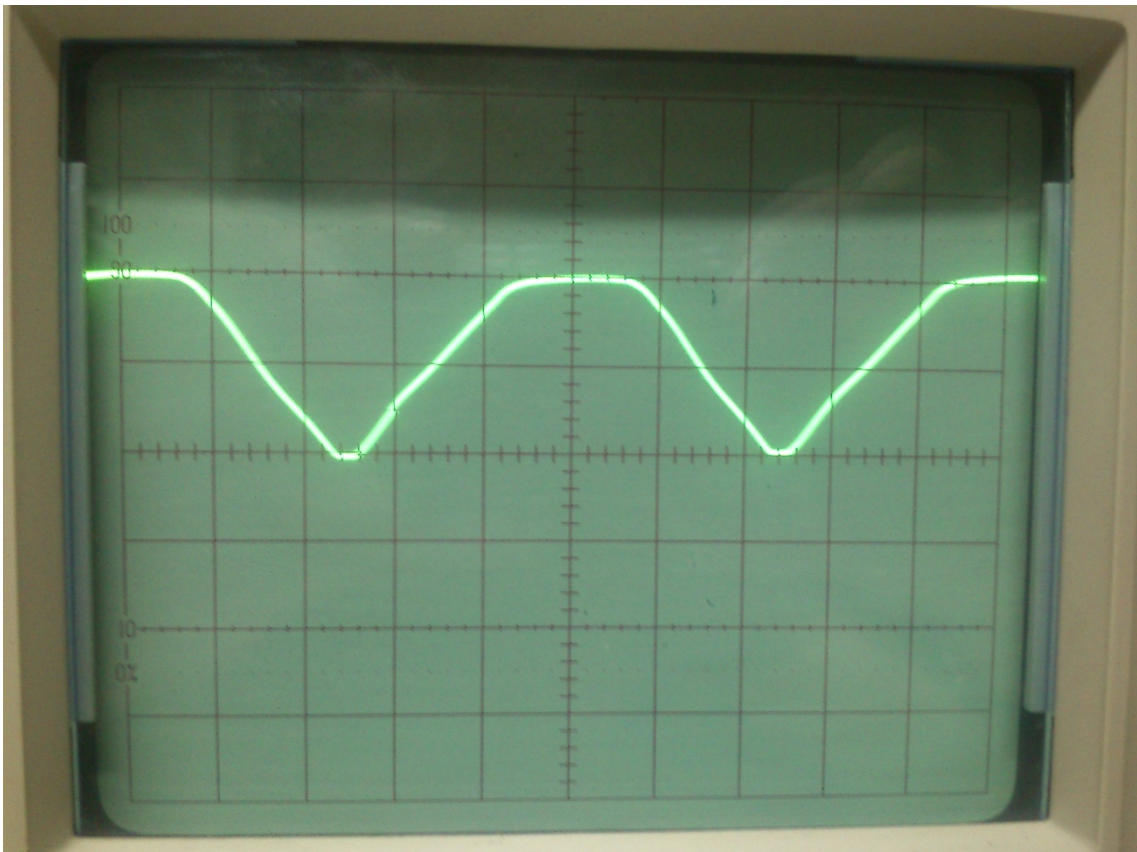
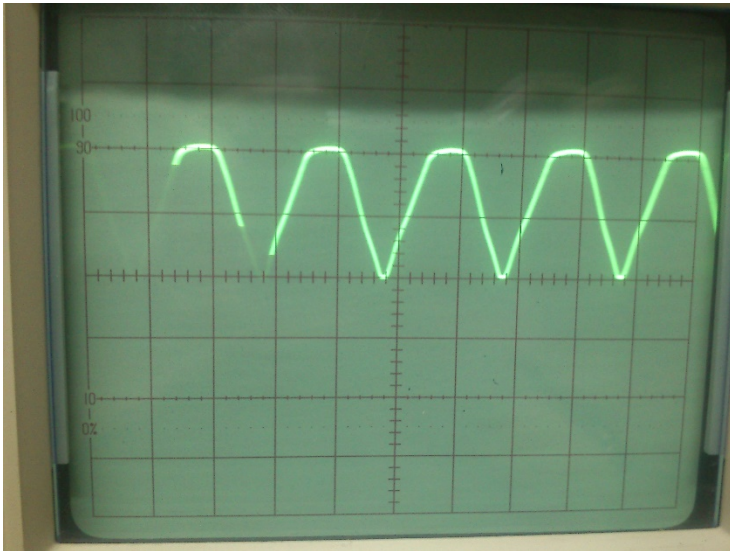
Esta vez notamos otro tipo de ruido dado por frecuencias de 50Hz propias de la red de 200V AC, por lo que advertimos que debemos disminuir el porcentaje de ripple a la salida de nuestra etapa de alimentación para un mejor funcionamiento, por lo que optamos por conectar 2 capacitores de $1000\mu F \times 16V$ c/u en paralelo.

En esta etapa realizamos mediciones para chequear el funcionamiento.

MEDICIONES: Fuente.

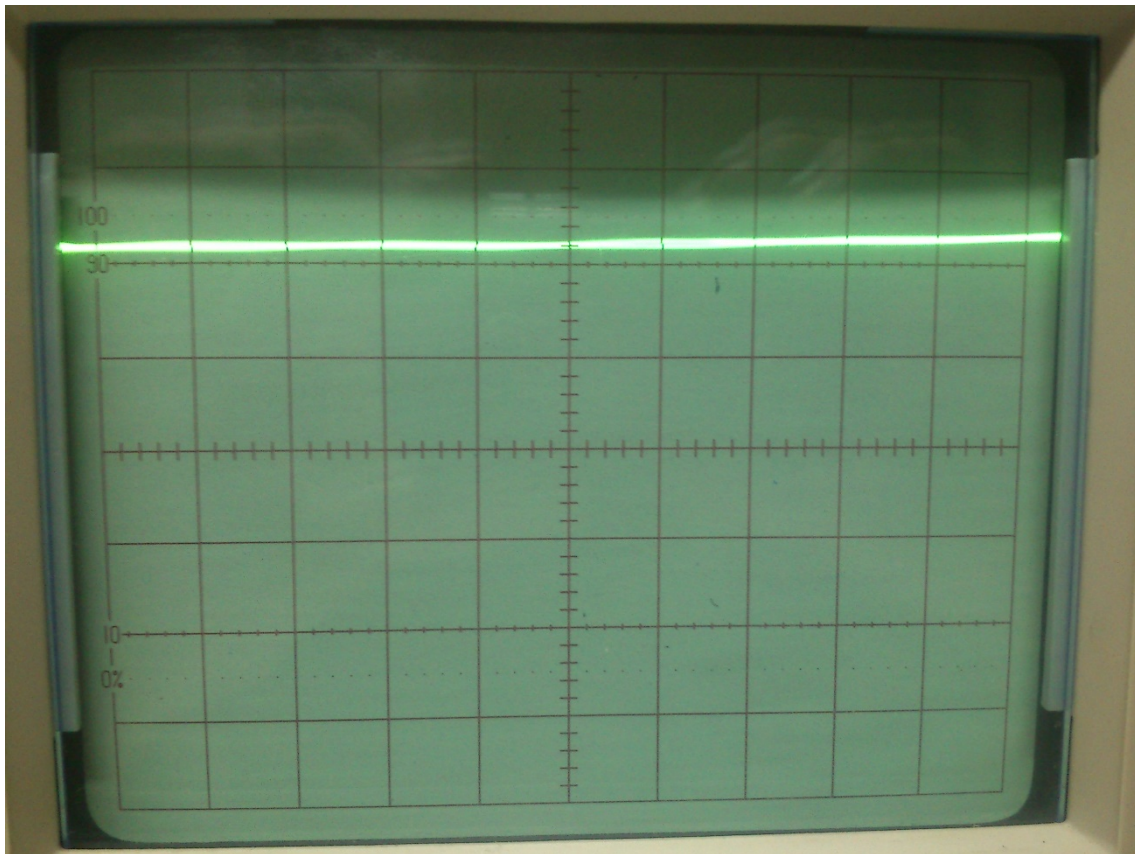
Al medir el **secundario del transformador** vemos que nos entrega 8.7V RMS AC, igual a 12.3Vp (Aprox a 12Vp AC) a una frecuencia de 50Hz.

A la **salida del puente rectificador** vemos la onda completa rectificada que varía de 0 a 10.6V:



[5V/Div a 5ms/Div]

Luego de la **fase de filtrado** medimos 10.2V DC +/- 2 décimas de mV:



También observamos cierto **% de ripple** en nuestra continua.

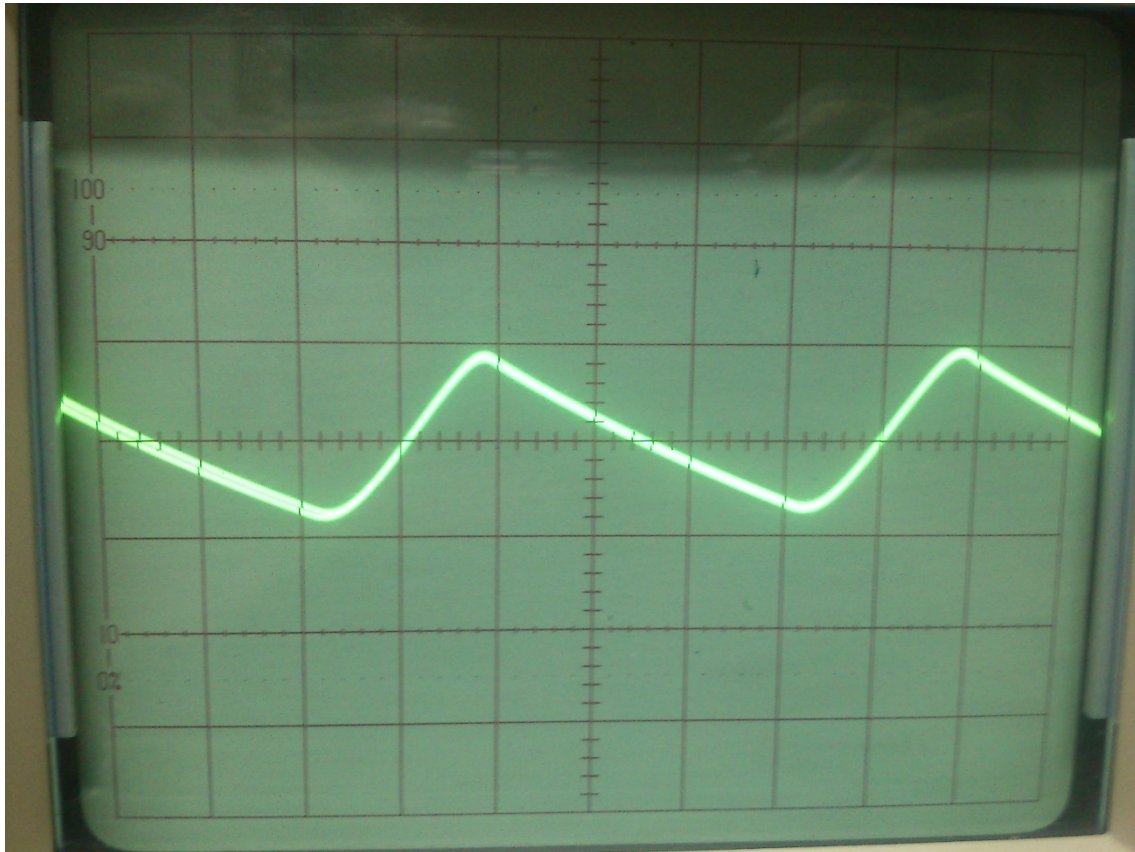
[En 50mV/Div y 2ms/Div]

Que corresponde a $(V_{rms(rp)}/V_{dc}) \times 100$:

$$V_{rms(rp)} = V_p(rp) / \sqrt{2} = 50mV / \sqrt{2} = 35mV_{rms}.$$

$$V_{dc} = 10V$$

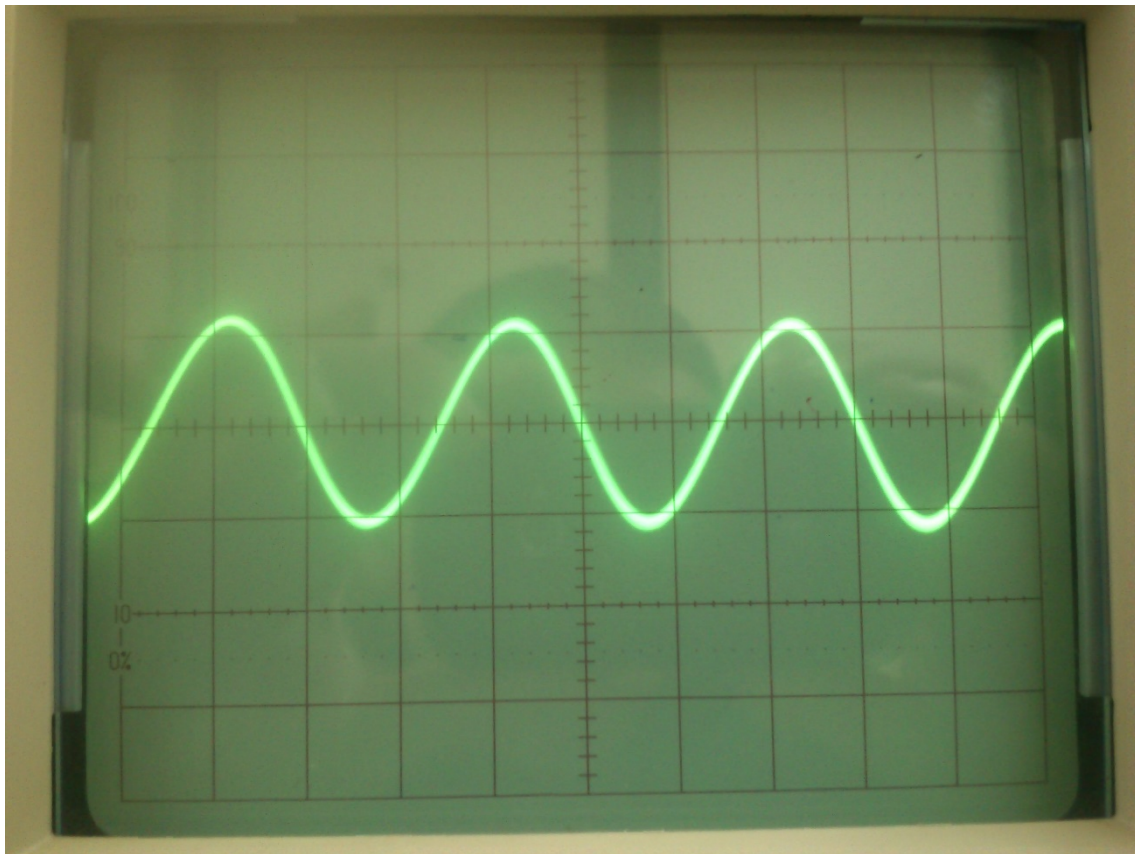
$$(35mV/10V) \times 100 = \text{Ripple } 0.35\%$$



Mediciones: Amplificador.

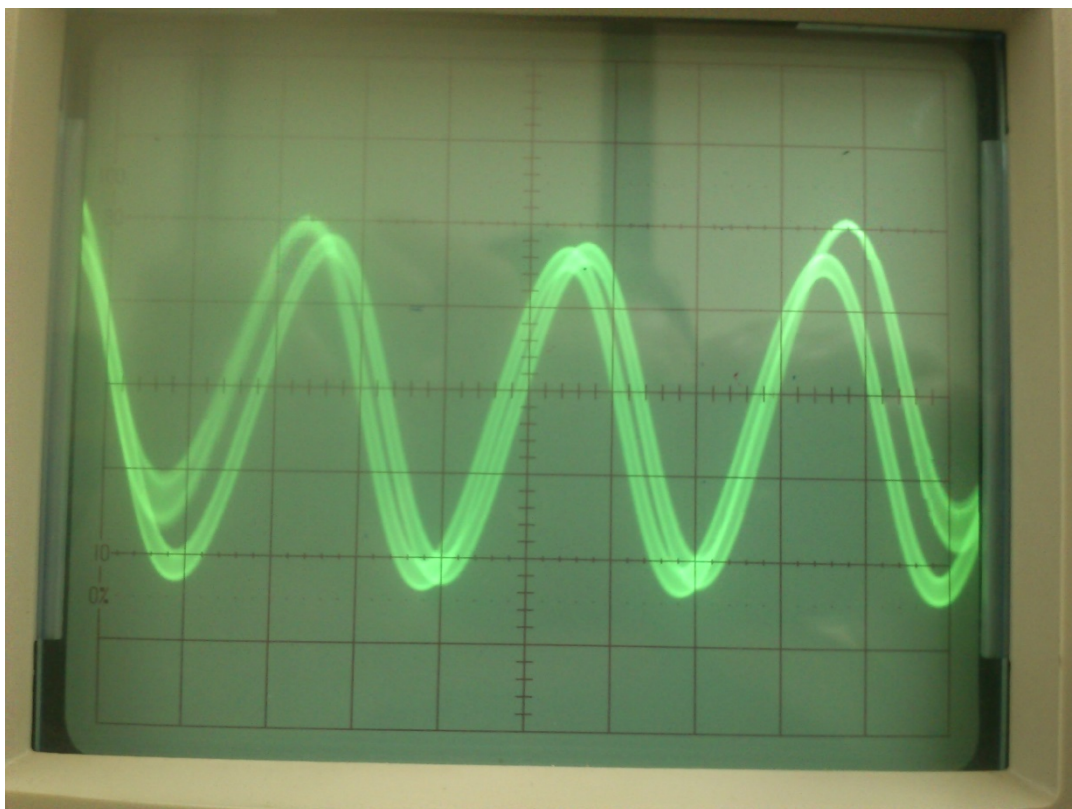
Sin señal de entrada **chequeamos las conexiones**, verificamos que en la salida tenemos 6V y que a nuestro integrado llegan los 12V necesarios.

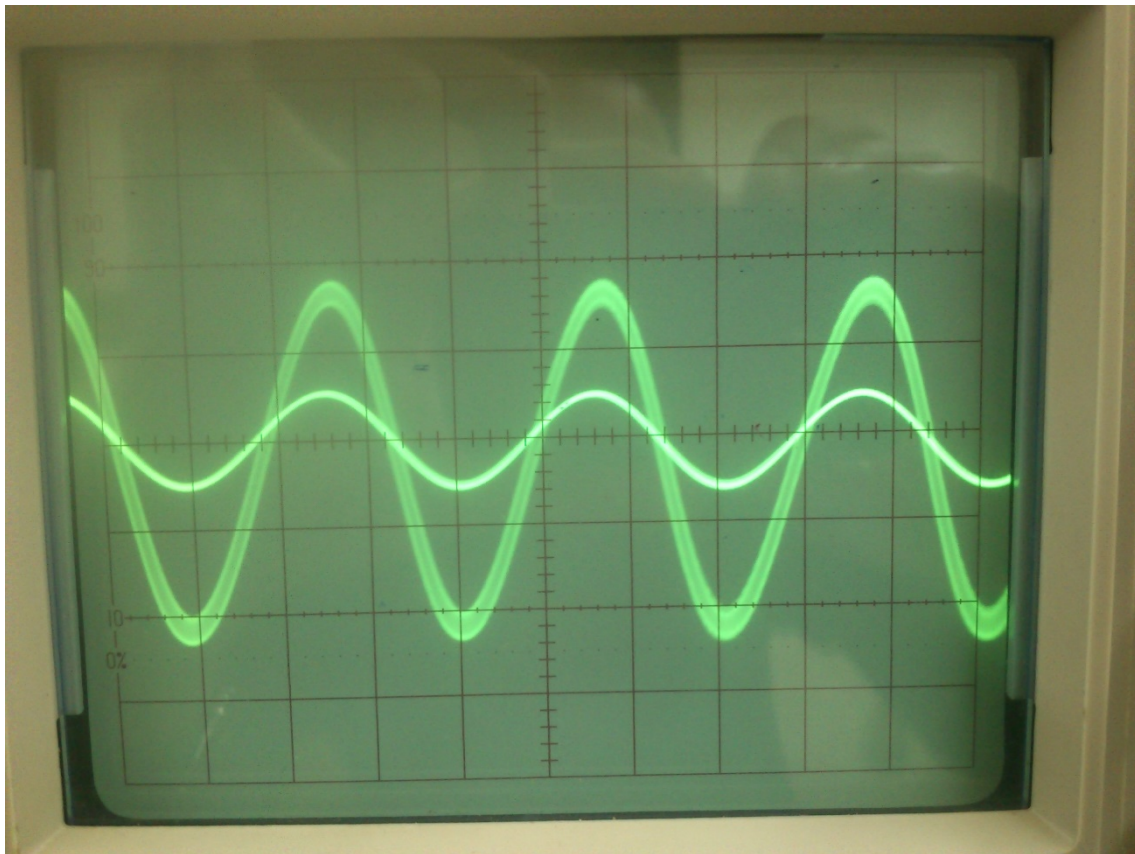
Luego con la ayuda de un generador de ondas y un osciloscopio chequeamos el comportamiento del amplificador empezando a brindarle de **entrada una señal sinusoidal de 100mVp a 1kHz.**



[A 100mV/Div a 200us/Div]

Vemos que en la **salida** obtenemos una senoide de casi 10Vp a 1kHz con un Angulo de desfasaje de 0°.

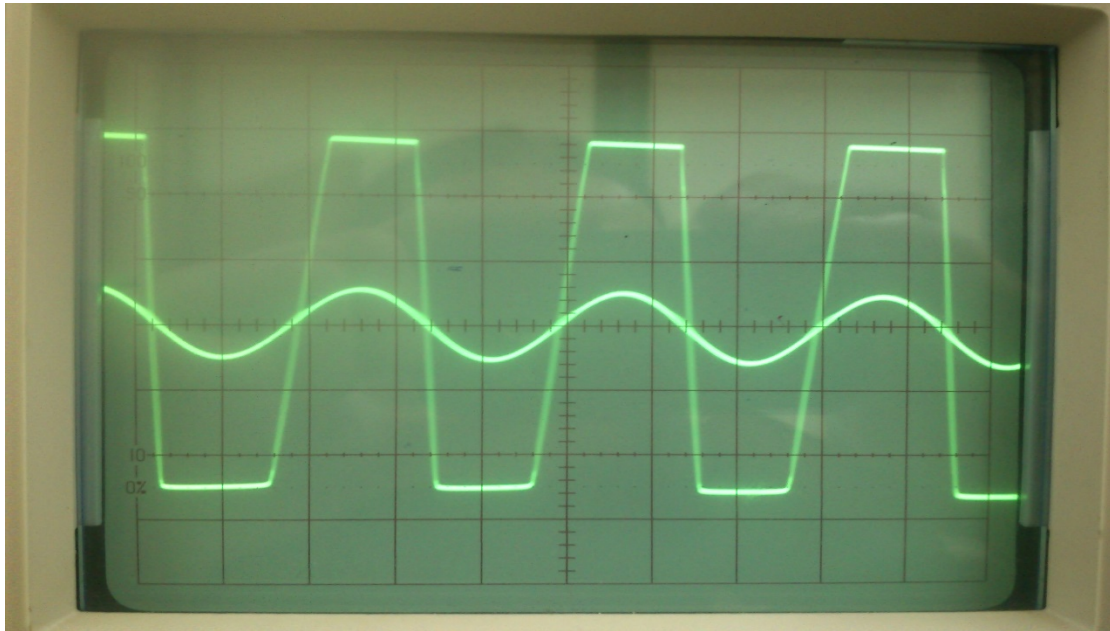




[Ch1=In A 50mV/Div; Ch2=Out a 2V/Div en 200us/Div]

Luego variamos la frecuencia de la señal de entrada en un rango desde los 100Hz hasta unos 20kHz, que es la frecuencia máxima audible por el ser humano. El amplificador se comporta igual para todos los casos, observamos que se producen cambios en la corriente consumida por el circuito conforme varían las frecuencias de entrada, dichos cambios varían desde 40mA hasta los 50mA en frecuencias altas.

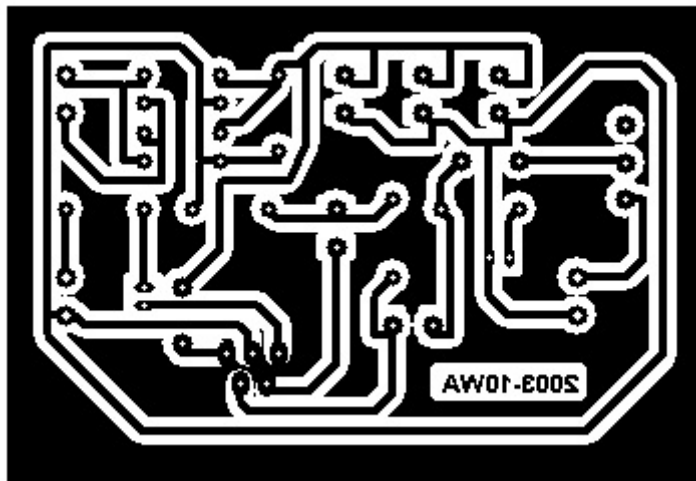
Más aun, aumentamos la frecuencia hasta los 25kHz para ver el comportamiento del circuito llegado a los límites, observamos distorsiones en la salida, además cuando el circuito quiere amplificar hasta un valor mayor a 12Vp tenemos esto:



El pico de la onda se “corta” puesto que nunca habrá a la salida más tensión que el voltaje de alimentación de nuestro integrado. Como el voltaje medio del TDA2003 es $V_{cc}/2 = 12v/2 = 6V$, tenemos que nuestra onda se corta a los 12V.

Desarrollo: Diseño - Armado de PCB

Dibujamos los componentes en un papel, para tener una idea de como posicionarlos, luego con el software PCBWizard comenzamos el diseño con componentes virtuales de las mismas medidas que los reales, dejamos conectores para poner borneras y un potenciómetro en la salida de nuestro amplificador. Agrupamos los componentes de manera que tanto la entrada de audio, la salida y la conexión al secundario del transformador, estén siempre alejadas unas de otras para evitar acoples e interferencias. Una vez listo routeamos las pistas y colocamos los puentes necesarios, luego mediante la técnica de traspaso de tinta tonner por calor y con ayuda de cloruro férrico obtenemos finalmente nuestra PCB de 9 x 6.5 cm, diseñada para contener ambas etapas del circuito.



Realizamos agujeros de 0.75 mm, posicionamos y soldamos todos los componentes.

En esta etapa decidimos cambiar de lugar el potenciómetro de 10kΩ Log, que actúa como divisor de tensión y conseguimos nuestro control de volumen, a la entrada de la señal. Cabe mencionar que el PCB estaba diseñado originalmente con el potenciómetro a la salida, esto fue un error en el diseño, ya que nos olvidamos el hecho de que por la salida tendremos señales de baja impedancia, por lo que circularían altas corrientes, corriendo el riesgo de quemar nuestro control de volumen. Es por esto que a últimas instancias decidimos cambiar de lugar el potenciómetro.

Procedemos a montar en el gabinete de una fuente de pc de 250W. En el contamos con los conectores de alimentación a la red, un control de volumen aislado, el interruptor de nuestro circuito, y nuestra masa común conectada a dicho gabinete.

Como conclusión:

Logramos armar las etapas de alimentación y amplificación, las hicimos funcionar satisfactoriamente y verificamos su comportamiento.

Sin embargo aún notamos un porcentaje de ruido dado por frecuencias de 50Hz propias de la red, lo que indica un porcentaje excesivo de ripple en nuestra fuente, por tanto deberíamos aumentar los valores de capacidad de los filtros, para obtener una mayor Cte. Tau y filtrar mejor nuestro valor de continua.

De todas maneras hemos reducido muchos ruidos térmicos y de montaje, ajustamos nuestra ganancia a valores deseados con una baja distorsión de la señal.

Este proyecto nos abre las puertas a la futura colocación de un control de tonos para ver su comportamiento en el circuito, además también puede sernos útil como etapa de pre-amplificación en un futuro amplificador de mayor potencia.