



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Departamento de Electrónica

66.10 Circuitos Electrónicos II

Proyecto: Etapa de Potencia Mono Clase G

Chaure Fernando	90389
Combier Natasha	Intercambio
Marchi Pablo	90603
Müller Miguel	86130
Zurita Francisco	89722

22 de junio de 2012

Cuatrimestre / Año	1.º cuatrimestre 2012
Profesores:	Ing. Alberto Bertuccio

Fecha de entrega	Firma

Nota	Fecha de aprobación			Firma

Obsevaciones: _____

Índice

1. Introducción	1
2. Objetivos	2
3. Desarrollo	3
3.1. Cálculos del Amplificador de Audio	3
3.1.1. Etapa de Entrada	3
3.1.2. Compensación y Slew Rate	3
3.1.3. Protección Contra Cortocircuitos	3
3.2. Cálculos de las Fuentes de Alimentación	3
3.3. Simulaciones	3
3.3.1. Polarización	3
3.3.2. Respuesta en Frecuencia	3
3.3.3. Distorsión Armónica Total	4
3.4. Realización del Circuito Impreso	4
3.4.1. Criterios de Diseño	4
3.4.2. Disipadores	5
3.4.3. Circuito Implementado	5
3.4.4. Fuente Lineal	5
3.5. Mediciones	6
3.5.1. Respuesta en Frecuencia	6
3.6. Comparativa Mediciones-Simulaciones	6
3.7. Errores y Modificaciones al Diseño Original	6
3.7.1. Protecciones contra cortocircuitos	6
4. Conclusiones	7
5. Anexos	8

1. Introducción

El presente informe detalla el diseño e implementación de un amplificador de audio clase G. En la realización de este proyecto han sido volcados los conocimientos de la materia *Circuitos Electronicos II*.

El desarrollo del trabajo fue encarado como un caso real de la vida profesional, en el cual se nos han dado las especificaciones y basamos en ellas nuestro diseño, tratando de ser lo mas eficientes al menor costo posible y con los productos que se pudieron encontrar en el mercado.

Durante el desarrollo del trabajo hemos ido encontrando inconvenientes, ya sea errores humanos o diferencias entre las simulaciones y la implementación material. Se detallaron dichos problemas ya que consideramos que contribuyen al proceso de aprendizaje del diseño real.

2. Objetivos

El proyecto consiste en el diseño e implementación de un amplificador de audio que cumpla con las siguientes especificaciones.

Especificaciones iniciales (típicas) de diseño:

- Potencia de Salida: desde 25 W a 100 W RMS @ 8 Ω
- Salida Clase G
- Distorsión armónica total(THD): $< 0.002\%$ a 1 kHz , $< 0.01\%$ a 10 kHz: 20W (Baja tensión)
- Distorsión armónica total(THD): $<0.003\%$ a 1 kHz , $< 0.02\%$ a 10 kHz: 50W (Alta tensión)
- Respuesta en frecuencia: ± 0.1 dB, 10 Hz – 30 kHz
- SNR: < -85 dB (20 Hz – 20 kHz)
- Offset DC: $< \pm 25$ mV
- Impedancia de entrada: 10 kohm
- Sensibilidad: 1V RMS
- Protección por cortocircuito y sobrecarga a la salida
- Alimentación: 220 VAC $\pm 10/-20\%$, 50 Hz
 - Alta tensión: $\sim \pm 35$ V a ± 50 V (Fuente conmutada)
 - Baja tensión: $\sim \pm 20$ V a ± 25 V (Fuente lineal)
- Eficiencia: $> 70\%$

Características opcionales:

- Control de volumen VCA
- Boost $+10$ dB @ 30 Hz
- Ecualizador gráfico 5 bandas: ± 12 dB @ 64Hz, 250Hz, 1kHz, 4kHz, 12kHz
- Modulador / Demodulador FM para Public Address

3. Desarrollo

3.1. Cálculos del Amplificador de Audio

3.1.1. Etapa de Entrada

Debido a que se piensa utilizar realimentación para mejorar las características del circuito, se implementa una entrada diferencial, cuya implementación más simple es un par diferencial. En parte porque se puede mejorar fácilmente utilizando:

- Fuente de corriente para su polarización, aumentando su relación de rechazo en modo común
- Realimentaciones locales para disminuir distorsiones debido a alinealidades.
- Un par de transistores en paralelo para mejorar la relación señal-ruido.
- Una fuente de corriente espejo como carga para aumentar la ganancia de corriente a la salida de esta etapa y cancelar el 2^{da} armónica.

3.1.2. Compensación y Slew Rate

El principal inconveniente al compensar el circuito por polo dominantes es que al agregar un capacitor, este modifica el ancho de banda de potencia. Esto se debe al tiempo que le toma a la etapa anterior cargar el capacitor. Debido a esto la elección del valor de este capacitor debe tener en cuenta ambos efectos y buscar una relación de compromiso entre ambos.

3.1.3. Protección Contra Cortocircuitos

3.2. Cálculos de las Fuentes de Alimentación

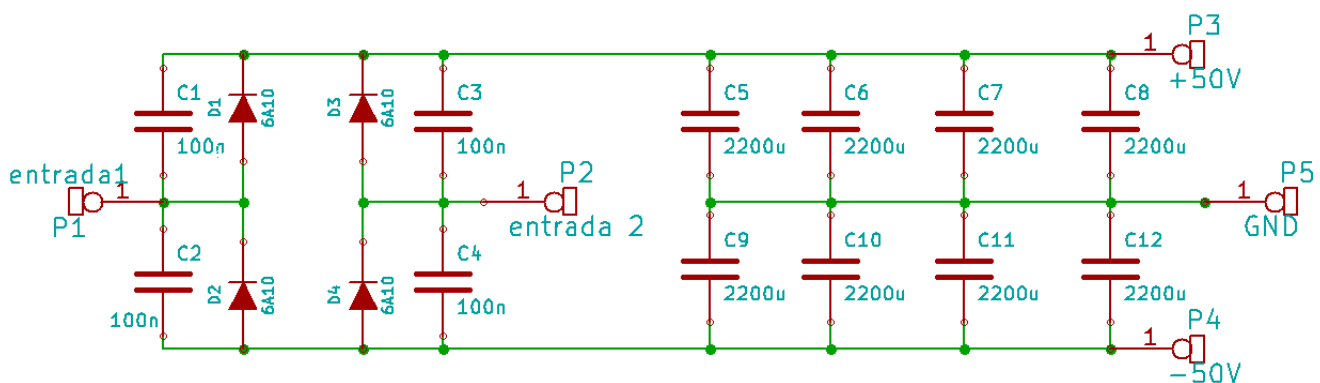


Figura 1: Esquema de la fuente lineal

3.3. Simulaciones

3.3.1. Polarización

3.3.2. Respuesta en Frecuencia

Se realizó un barrido en frecuencias de la ganancia del circuito a lazo cerrado para poder observar el ancho de banda del mismo. Como resultado se obtuvo una ganancia de 27.21db y

un ancho de banda que va desde los 770mHz hasta los 612kHz. Como se puede observar en la Figura 2 el ancho de banda supera los requerimientos básicos pedidos.

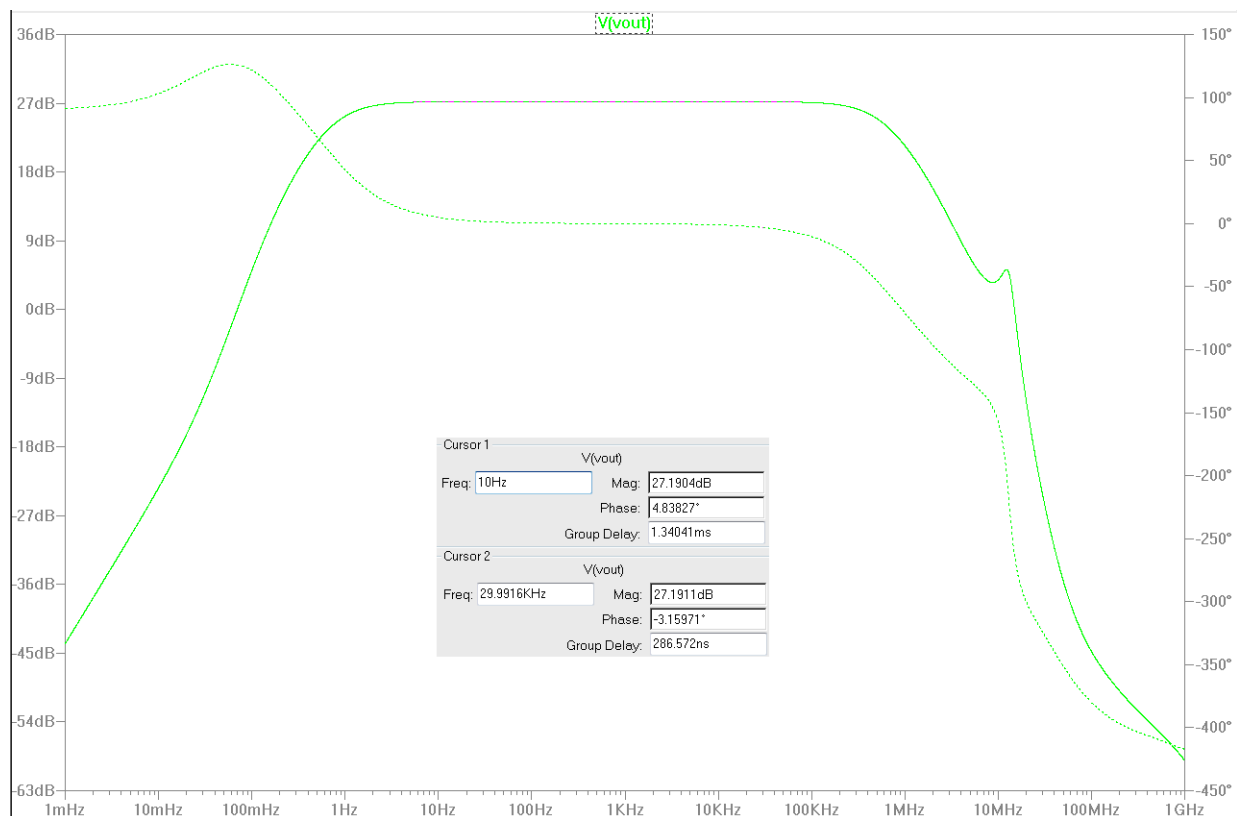


Figura 2: Respuesta en frecuencia

3.3.3. Distorsión Armónica Total

3.4. Realización del Circuito Impreso

3.4.1. Criterios de Diseño

- Caminos de los conductores de alimentación suficientemente anchos y dispuestos uno próximo al otro, con el objetivo de disminuir el área efectiva y por lo tanto la impedancia.
- Capacitores de desacople del valor adecuado, de modo que funcionen a la frecuencia correspondiente.
- Líneas de señal generando la menor área compatible con la distribución de los elementos con su camino de retorno. Especialmente los caminos de alta corriente y/o velocidad como para líneas de gran sensibilidad.
- Área efectiva del circuito lo más pequeña posible.
- Conexiones de masas y alimentación sin bucles.
- Capacidades parásitas entre masa y las líneas de señal minimizadas al alejar pistas.
- Masas de entrada y salida unidas a un solo punto en común.
- Disipadores en el borde de la placa para facilitar instalación y optimizar su disipación.

3.4.2. Disipadores

Para el calculo de los disipadores se utilizo la ley experimental:

$$\theta_{ja} = \frac{T_{jm} - T_a}{P_D}$$

$$\theta_{ja} = \theta_{jc} + \theta_{cs} + \theta_{sa}$$

En la cual θ_{ja} es la resistencia térmica juntura-ambiente. Para cada transistor que maneje altas corrientes se calcula el valor del disipador requerido teniendo en cuenta la potencia disipada y su resistencia térmica. En el caso del transistor del multiplicador Vbe, que requiere estar a la misma temperatura que los de la salida clase B, se ubicará en el mismo disipador para disminuir la diferencia de temperaturas entre ellos.

3.4.3. Circuito Implementado

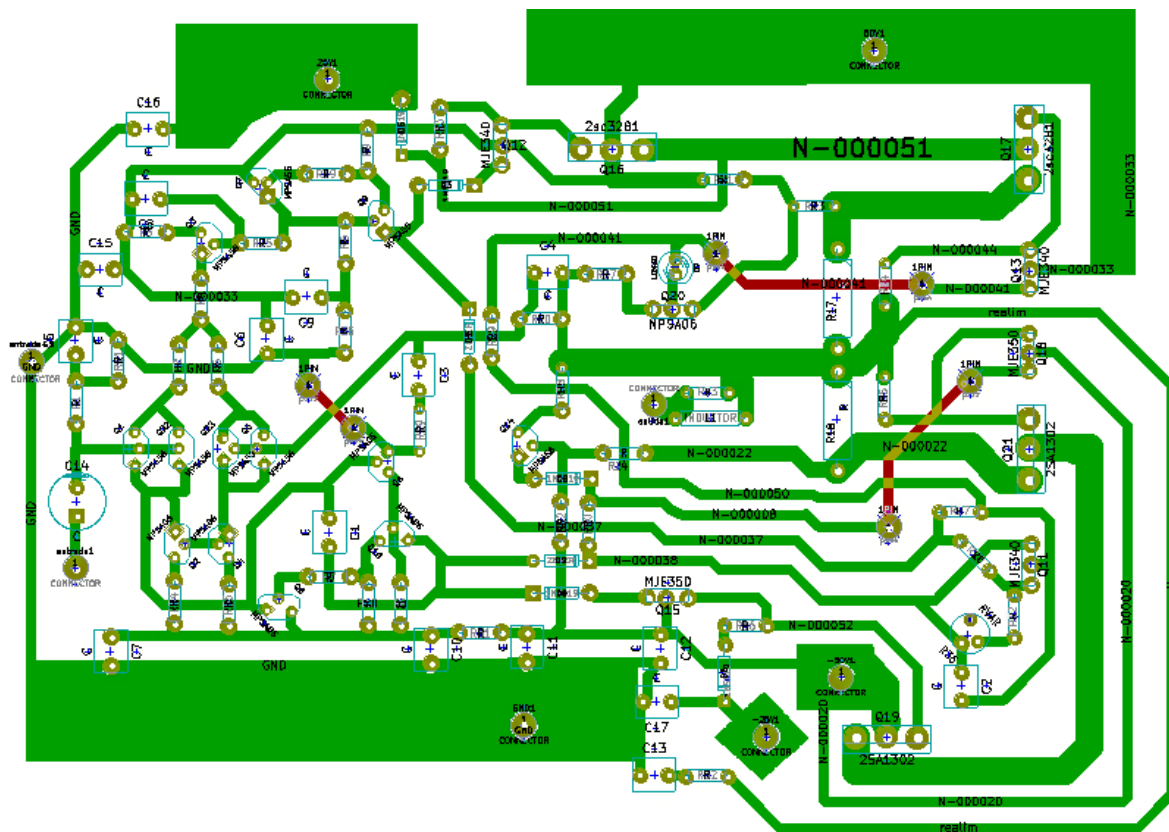


Figura 3: Circuito impreso del amplificador

3.4.4. Fuente Lineal

Para este circuito se utilizaron pistas de 4mm de ancho. Los diodos utilizados en el puente son 6A10 los cuales pueden soportar las corrientes requeridas por el amplificador, ya que soportan hasta 6A; y poseen una caída de tensión en directa menor a 1V. En la Figura 4 se muestra el circuito impreso implementado.

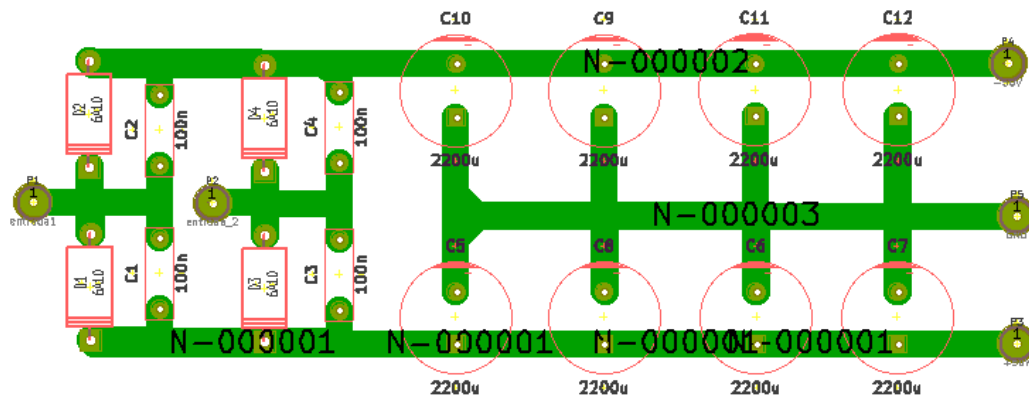


Figura 4: Circuito impreso de la fuente lineal

3.5. Mediciones

3.5.1. Respuesta en Frecuencia

Estas mediciones se realizaron con una carga de $7,4 \Omega$.

- Frecuencia de corte inferior: 7,7Hz
- Frecuencia de corte superior: 530KHz

3.6. Comparativa Mediciones-Simulaciones

3.7. Errores y Modificaciones al Diseño Original

3.7.1. Protecciones contra cortocircuitos

Como se puede ver en la sección 3.1.3 se diseñaron las protecciones utilizando una resistencia en el emisor de los transistores para definir la corriente a la cual estos conducirían. Pero esto es una falla ya que con este diseño los límites de corriente empezarian a depender de la corriente de emisor de las protecciones, disminuyendo la eficiencia de las mismas.

4. Conclusiones

5. Anexos