



FACULTAD DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

CIRCUITOS ELECTRÓNICOS II - 66.10
DISEÑO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS - 86.10

Trabajo práctico final

Diseño y construcción de un amplificador clase G - mediciones

Alumnos:

LUNA Diego

diegorluna@gmail.com

NEUMARKT FERNÁNDEZ Leonardo

leoneu928@gmail.com

RIZZO Gonzalo Gabriel

gonzalorizzo95@gmail.com

Padrón N° 75451

Padrón N° 97471

Padrón N° 96772

Docentes:

Ing. BERTUCCIO José Alberto

Ing. MARCHI Edgardo

Ing. BULACIO Matías

Ing. D'ANGIOLO Federico

Ing. GAMEZ Pablo

12 de Diciembre de 2019

Índice

Índice	I
1. Consideraciones previas al diseño	1
1.1. Objetivo y requerimientos de usuario	1
1.2. Especificaciones	1
1.2.1. Acerca de la máxima potencia	1
1.2.2. Acerca de la máxima excursión	2
1.2.3. Acerca del slew-rate	2
2. Observaciones y conclusiones	3
3. Bibliografía	5
Apéndices	7
A. Hojas de datos	7
A.1. MPSA42/MMBTA42	7
A.2. MPSA92/MMBTA92	7
A.3. MJE340	7
A.4. MJE350	7
A.5. MMPQ6700	8
A.6. 2SC5200	8
A.7. 2SA1943	8
A.8. NE5532	8
A.9. Metal film resistor	8
A.10. Carbon film resistor	9
A.11. Ceramic capacitor	9
A.12. Electrolytic Aluminum capacitor	9

Índice de figuras

Índice de cuadros

1. Consideraciones previas al diseño

1.1. Objetivo y requerimientos de usuario

Nuestro objetivo es armar un circuito amplificador que amplifique una señal de audio que será reproducida en un Baffle (asumimos respuesta resistiva pura en todo el ancho de banda). Debe proveer al usuario con una buena calidad de sonido (algo subjetivo, no obstante acá solo se consideran medidas reales) con volumen alto, sin consumir mucha más energía de la necesaria, ni ser muy grande y pesado. Es decir, debe tener baja distorsión (THD), alta relación señal-ruido (SNR), eficiencia razonable y buena potencia máxima de salida.

1.2. Especificaciones

- Máxima Potencia de Salida: $\geq 60WRMS@8\Omega$
- Salida clase **G**
- THD: $< 0,01\% @ 1kHz$, $< 0,02\% @ 10kHz$, a $60WRMS@8\Omega$ y $1WRMS@8\Omega$
- Slew-Rate: $> 15 \frac{V}{\mu S}$
- Impedancia de entrada: $> 30k\Omega$
- Sensibilidad: $1,1V_{pico} @ 8\Omega$
- Ancho de banda: $10Hz \rightarrow 30kHz$
- Factor de amortiguamiento: > 200
- Ancho de banda de potencia: $> 30kHz$
- Alimentación:
 - Baja tensión: $\pm 15V$ nominal (desde transformador de $12V + 12V$), ripple máximo 10%
 - Alta tensión: $\pm 49V$ nominal (desde transformador de $36V + 36V$), ripple máximo 10%
- Máxima excursión: 31V

1.2.1. Acerca de la máxima potencia

Nuestro diseño es efectivamente el de un amplificador de $100W_{RMS}$, sin embargo no lo caracterizamos para esa potencia, ya que la fuente de alimentación diseñada no nos permite alcanzar esa potencia, sin embargo, sin modificar el circuito, con una fuente de alimentación adecuada, posiblemente switching (mejorando mucho la eficiencia global), se puede alcanzar esta potencia, seguramente sea necesario también agrandar el disipador de los transistores de potencia, el principal motivo de limitar la potencia es económico, ya que el precio de la fuente de alimentación termina dominando el precio total del diseño.

1.2.2. Acerca de la máxima excursión

Para una salida senoidal de 60W *RMS*, su potencia pico es $\frac{V_{max}^2}{R_L} = 120\text{W}$ que, con carga $R_L = 8\Omega$ da una tensión pico de $V_{max} \cong 31\text{V}$. A esta tensión se llega cuando la entrada es la sensibilidad especificada, 1,1V_{pico}@8Ω. Estos 31V serán la máxima excursión, la tensión máxima en la que el amplificador garantiza que no haya recortes bajo cualquier condición de alimentación, ya que al no ser regulada la fuente de alimentación, se consideró el peor caso, con la tensión de línea a 80% de su valor nominal, esto se detalla en la sección sobre la fuente de alimentación.

1.2.3. Acerca del slew-rate

El slew rate especificado $\left(15 \frac{\text{V}}{\mu\text{s}}\right)$ mas que duplica el valor mínimo para cumplir las otras especificaciones: el mayor ritmo de crecimiento para señales de ancho de banda 30kHz y máxima excursión 31V se da cuando la senoide cruza por cero, y su pendiente es $2\pi \times 30\text{kHz} \times 31\text{V} \cong 5,8 \frac{\text{V}}{\mu\text{s}}$.

2. Observaciones y conclusiones

3. Bibliografía

Referencias

- [1] *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits (3rd Edition)*
Author: Paul R. Gray
Author: Robert G. Meyer
Publisher: John Wiley & Sons, Inc.; 3rd Edition (January 15, 1993)
Copyright: © 1993, John Wiley & Sons, Inc.
ISBN 10: 0471574953
Website: [Analysis and Design of Analog Integrated Circuits \(3rd Edition\)](#)
- [2] *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits (4th Edition)*
Author: Paul R. Gray
Author: Paul J. Hurst
Author: Stephen H. Lewis
Author: Robert G. Meyer
Publisher: John Wiley & Sons, Inc.; 4th Edition (2001)
Copyright: © 2001, John Wiley & Sons, Inc.
ISBN 10: 0471321680
ISBN 13: 9780471321682
Website: [Analysis and Design of Analog Integrated Circuits \(4th Edition\)](#)
- [3] *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits (5th Edition)*
Author: Paul R. Gray
Author: Paul J. Hurst
Author: Stephen H. Lewis
Author: Robert G. Meyer
Publisher: John Wiley & Sons, Inc.; 5th Edition (2009)
Copyright: © 2001, John Wiley & Sons, Inc.
ISBN 10: 0470245999
ISBN 13: 9780470245996
Website: [Analysis and Design of Analog Integrated Circuits \(5th Edition\)](#)

- [4] *Circuitos microelectrónicos (4^{ta} Edición) español*

Author: Adel. S. Sedra

Author: Kenneth C. Smith

Publisher: Oxford, University press; 4^{ta} Edición (2001)

Copyright: © 1999, Oxford, University press México.

Original Copyright: © 1998, 1991, 1987, 1982, Oxford, University press Inc.

ISBN 10: 01951166310

Website: [Circuitos microelectrónicos \(4^{ta} Edición\) español](#)

- [5] *Microelectronic circuits (5th Edition)*

Author: Adel. S. Sedra

Author: Kenneth C. Smith

Publisher: Oxford, University press; 5th Edition (2004)

Copyright: © 2004, 1998, 1991, 1987, 1982, Oxford, University press Inc.

ISBN 10: 0195142527

Website: [Microelectronic circuits \(5th Edition\)](#)

- [6] *AUDIO POWER AMPLIFIER DESIGN HANDBOOK (5th Edition)*

Author: Douglas Self

Publisher: Elsevier Ltd; 5th Edition (2009)

Copyright: © 2009, Douglas Self. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

ISBN 13: 9780240521626

Website: [AUDIO POWER AMPLIFIER DESIGN HANDBOOK \(5th Edition\)](#)

Apéndices

A. Hojas de datos

A.1. MPSA42/MMBTA42

MPSA42

NPN Bipolar Small Signal Transistor

Manufacturer page: <https://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=MPSA42>

Manufacturer Datasheet: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MPSA42-D.PDF>

A.2. MPSA92/MMBTA92

MPSA92

PNP Bipolar Small Signal Transistor

Manufacturer page: <https://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=MPSA92>

Manufacturer Datasheet: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MPSA92-D.PDF>

A.3. MJE340

MJE340

Medium Power NPN Bipolar Power Transistor

Manufacturer page: <https://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=MJE340>

Manufacturer Datasheet: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MJE340-D.PDF>

A.4. MJE350

MJE350

Medium Power PNP Bipolar Power Transistor

Manufacturer page: <https://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=MJE350>

Manufacturer Datasheet: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MJE350-D.PDF>

A.5. MMPQ6700

TIP41

Quad Complementary Pair Transistor

Manufacturer page: <https://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=MMPQ6700>

Manufacturer Datasheet: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MMPQ6700-D.PDF>

A.6. 2SC5200

2SC5200

Power transistor for high-speed switching applications

Manufacturer page: [2SC5200](#)

Manufacturer Datasheet: [2SC5200](#)

A.7. 2SA1943

2SA1943

Power transistor for high-speed switching applications

Manufacturer page: [2SA1943](#)

Manufacturer Datasheet: [2SA1943](#)

A.8. NE5532

NE5532

Dual Low-Noise High-Speed Audio Operational Amplifier

Manufacturer page: [NE5532](#)

Manufacturer Datasheet: <http://www.ti.com/lit/gpn/NE5532>

A.9. Metal film resistor

Metal film resistor

Metal film resistor

Manufacturer page: <https://www.vishay.com/resistors-fixed/metal-film/tab/doclibrary/>

A.10. Carbon film resistor

Carbon film resistor

Carbon film resistor

Manufacturer page: <http://www.vishay.com/resistors-fixed/carbon-film/tab/doclibrary/>

A.11. Ceramic capacitor

Ceramic capacitor

Ceramic disk capacitor

Manufacturer page: <https://www.vishay.com/capacitors/ceramic/disc/>

A.12. Electrolytic Aluminum capacitor

Electrolytic capacitor

Electrolytic aluminum capacitor

Manufacturer page: <https://www.vishay.com/capacitors/aluminum/>