



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE INGENIERÍA

# Diseño de un amplificador de audio de 10W

Formulación de Proyecto

**Asignatura:**  
Proyecto Integrador

**Integrantes:**  
Andrés Del Negro  
Santiago Garay

Comisión 8

6 de noviembre de 2025

## Resumen

El proyecto implica la creación de un circuito amplificador de audio que amplifique señales de valor de línea y sea capaz de proporcionar una salida de  $10W$  para un altavoz de  $8\Omega$ . El circuito será utilizado como la etapa final de una cadena de adecuación de señal construida por los alumnos de la materia "Proyecto Final por Promoción".

El objetivo principal es amplificar señales de audio utilizando una topología de amplificador clase D, buscando aprovechar su alta eficiencia. El proyecto se divide en cuatro etapas: búsqueda bibliográfica, diseño del circuito, implementación y validación experimental. Durante la búsqueda bibliográfica, se realizará un análisis comparativo de los distintos circuitos disponibles. En la etapa de diseño del circuito, se verificará el funcionamiento mediante software de simulación. La etapa de implementación implicará la construcción de un primer prototipo, mientras que en la etapa de validación experimental se realizarán ensayos para verificar si el dispositivo cumple con las especificaciones. El resultado del proyecto será un amplificador de audio clase D capaz de amplificar señales de entrada de  $\pm 1V$  en un ancho de banda de  $0 - 20kHz$ , con una eficiencia superior a la de un amplificador clase AB y manteniendo una calidad de sonido óptima.

## 1 Introducción

Un amplificador de audio es el dispositivo encargado de aumentar la amplitud de una señal eléctrica hasta un nivel adecuado para su reproducción en un altavoz, proporcionando, además, la potencia necesaria para moverlo. Los primeros amplificadores de audio tienen su origen en 1912, cuando Lee de Forest desarrolló el triodo. Sin embargo, fue recién a finales de la década de 1960 que los amplificadores basados en transistores se convirtieron en una solución práctica y ampliamente utilizada [1].

A lo largo de los años, las topologías de amplificadores han evolucionado con el objetivo de mejorar simultáneamente la calidad del sonido y la eficiencia energética. Los amplificadores de clase A ofrecen una calidad de audio sobresaliente, aunque con una eficiencia limitada, cercana al 50 %. La clase B, formada por un par complementario de transistores, mejora la eficiencia, pero introduce distorsión de cruce. Para mitigar este problema, la clase AB combina ambas configuraciones, logrando una buena calidad de sonido con una eficiencia moderada. Aun así, estas arquitecturas lineales siguen presentando limitaciones de eficiencia, lo que ha impulsado el desarrollo de alternativas como las clases G y H, que mejoran el rendimiento mediante la modulación de la tensión en la etapa de salida.

En este contexto, los amplificadores de clase D han ganado popularidad gracias a los avances en la tecnología de semiconductores. Estos amplificadores utilizan dispositivos de conmutación que operan a frecuencias muy elevadas en modo on/off, minimizando la potencia disipada en los transistores y alcanzando eficiencias superiores al 90 % [2]. Si bien esta técnica introduce componentes de alta frecuencia en la señal de salida, un filtrado adecuado permite obtener una calidad de audio satisfactoria. El proyecto se encuentra inspirado en el diseño propuesto por [3] y toma como referencia la arquitectura planteada en [4], con el objetivo de analizar, implementar y evaluar un amplificador de clase D discreto de alto rendimiento.

## 1.1 Motivación

La motivación principal radica en la necesidad de desarrollar una etapa de amplificación eficiente que pueda integrarse adecuadamente con las etapas previas diseñadas en la asignatura. Esta etapa resulta especialmente relevante, ya que constituye la fase final del sistema y es la responsable de la reproducción del sonido.

El proyecto también brinda la posibilidad de desarrollar un tipo de amplificador no trabajado anteriormente, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en las asignaturas de la carrera.

## 2 Objetivos

**Objetivo general:** Diseñar e implementar un amplificador de audio Clase D de alta eficiencia y baja distorsión, capaz de entregar más de 10 W de potencia, integrable con las etapas previas del sistema.

### Objetivos específicos:

- Diferenciar las arquitecturas existentes de amplificadores Clase D, destacando sus ventajas y desventajas.
- Seleccionar la topología optima para este proyecto.
- Diseñar el circuito del amplificador caracterizando sus parámetros principales.
- Verificar su funcionalidad mediante simulación.
- Implementar y probar un prototipo funcional.

## 3 Actividades y Metodología

El Proyecto se desarrollará en cuatro etapas: Búsqueda bibliográfica, Diseño del circuito, Implementación y Validación experimental. A continuación, se desarrollan las actividades a realizar.

### 3.1 Actividad 1: Búsqueda bibliográfica

A modo de identificar las técnicas empleadas para la construcción de este tipo de amplificadores, se propone revisar la literatura, poniendo énfasis en las notas de aplicación y los datasheets relacionados con amplificadores Clase D y elementos relacionados.

**Producto esperado:** cuadro comparativo de topologías y técnicas de control utilizadas en amplificadores clase D.

### 3.2 Actividad 2: Diseño del circuito

Se identificarán todas las alternativas posibles para cada una de las etapas del amplificador; se elaborarán cuadros comparativos con el fin de seleccionar la topología más adecuada para cada situación. Se realizará un estudio sobre los parámetros del sistema, identificando como los valores de cada uno de los componentes afectan las características del amplificador, que pueden ser la frecuencia de conmutación, los valores

de tensión y filtros, agregando a su vez medidas de seguridad. De esta manera, se logrará el dimensionamiento de la etapa de potencia.

Se validará mediante simulaciones el circuito a implementar, en primer lugar considerando un diseño por etapas y luego en su conjunto. Se hará foco en simular los modelos específicos de cada componente de manera de lograr resultados similares a los de la práctica. Se incluirá también análisis de respuesta en frecuencia y distorsión armónica, para comparar los resultados obtenidos con los objetivos planteados.

**Producto esperado:** un diseño esquemático validado mediante simulaciones que caractericen la respuesta en frecuencia, distorsión y eficiencia del amplificador.

### 3.3 Actividad 3: Implementación

Esta actividad abarca la implementación del circuito completo en una protoboard y, posteriormente, su implementación en pcb experimental. Una vez verificado el funcionamiento del circuito, se procederá al diseño de la pcb final, teniendo en cuenta todos los factores que pueden distorsionar la calidad del amplificador.

**Producto esperado:** prototipo final ensamblado en pcb.

### 3.4 Actividad 4: Validación experimental

Finalmente, una vez ensamblado el amplificador, se llevará a cabo la validación experimental de su desempeño. Se realizarán mediciones de eficiencia, potencia de salida y distorsión armónica total (THD), con el objetivo de verificar el cumplimiento de los indicadores de éxito establecidos.

Además, el diseño contemplará ciertas opciones de ajuste final que permitirán optimizar el comportamiento del circuito y alcanzar los objetivos definidos en las etapas iniciales.

**Producto esperado:** un conjunto de mediciones experimentales (eficiencia, THD y potencia) que verifiquen el cumplimiento de los indicadores de éxito definidos.

## 4 Resultados esperados e Indicadores de éxito

Los principales indicadores de desempeño que se consideran para evaluar el éxito del proyecto son los siguientes:

- **Eficiencia:** superior al 70 %, verificable mediante mediciones de potencia de entrada y salida.
- **Distorsión armónica total (THD):** inferior al 5 %, evaluada a través de simulaciones y mediciones experimentales.
- **Potencia de salida:** mayor a 10 W, medida sobre una carga resistiva equivalente al altavoz.

Como resultado intermedio, se prevé la presentación de un prototipo funcional implementado en protoboard, capaz de reproducir audio de forma estable. En la etapa final, se espera obtener una versión optimizada del circuito, con mejoras en el filtrado y la calidad de señal.

## 5 Factibilidad y Recursos

La construcción del prototipo y los ensayos se realizarán utilizando las facilidades y el equipamiento del Área Técnica de Electrónica e Instrumental (ATEI) del Departamento de Electrotecnia de la Facultad de Ingeniería de la UNLP. Los componentes serán provistos por la cátedra de Proyecto Final.

## 6 Cronograma

El Proyecto se realizará en 10 semanas. En la Tabla 1 se presentan las actividades planificadas para el desarrollo del proyecto, junto con las fechas de los distintos entregables:

- **Entregable 1 (5/11):** Presentación de un informe de avances, acompañado de un prototipo funcional en protoboard.
- **Entregable final (10/12):** Entrega del prototipo completo y en funcionamiento, junto al informe final que incluirá el procedimiento de diseño, los resultados de las pruebas y conclusiones.

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Búsqueda bibliográfica										
Diseño del circuito										
Implementación										
<b>Primer entregable</b>										
Validación experimental										
<b>Entregable final</b>										

Cuadro 1: Cronograma de actividades junto a entregables.

## Referencias

- [1] B. Cordell, *Designing Audio Power Amplifiers*. New York: McGraw Hill Professional, 2011.
- [2] A. I. Colli-Menchi, M. A. Rojas-Gonzalez, and E. Sánchez-Sinencio, *Design Techniques for Integrated CMOS Class-D Audio Amplifiers*. World Scientific Publishing Company, 2016, vol. 16.
- [3] Sine Lab. (2024) Discrete class d amplifier. Accessed on 2025-09-29. [Online]. Available: <https://sinelab.net/post/discrete-class-d-amplifier/>
- [4] G. Pillonnet, R. Cellier, N. Abouchi, and M. Chiollaz, “A high performance switching audio amplifier using sliding mode control,” in *Proc. IEEE NEWCAS-TAISA*, 2008, pp. 305–309.