

Sistema de conmutación para amplificadores clase G basado en detectores de ventana

Alejandro Martínez, José Ortiz, Aguilera Hernández, Mario Santos, Nicolás Cruz y Juan Guzmán

A. Martínez, J. Ortiz, M. Aguilera, M. Santos, N. Cruz y J. Guzmán
Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo, Reforma Sur 2007 Col Fundadores Nuevo Laredo Tam. CP 88000
Alex-marnan@mail.com

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

The design of class G amplifiers is based on voltage source switching. The main method for doing this is the so called rail switching system which may be difficult to understand to those not familiarized with electronic circuits and amplifiers. In this article we present a new source switching system of easy implementation based on window detectors. Material and methods: we used window detectors based on operational amplifiers to detect the input signal and depending on its magnitude connect a voltage level to the amplifier circuit. Results: the window detectors besides being easy in to make and to adapt to a class G amplifier, allowed the switch the power supplies connecting them to the amplifier circuit. . Conclusions: the switching system based on window detectors proved to be of easy implementation, reducing the amount of calculations and analysis and opening the possibility of the inclusion of more voltage levels in class G amplifiers in a simple manner.

15 Introducción

Los amplificadores son dispositivos de una o varias etapas cuya función es la de recibir una señal de entrada pequeña y entregar una versión amplificada de la misma a un dispositivo de salida o a otra etapa de amplificación. En los amplificadores de potencia la señal es amplificada lo suficiente para alimentar una carga de salida como un altavoz [1]. Una de las principales aplicaciones para este tipo de amplificadores es para sistemas de audio.

En la actualidad los amplificadores de potencia siguen utilizando en sus circuitos de salida las clases que se vienen usando durante años. Estas clases son la A, B, C y D [2]. Estas topologías se caracterizan por tener buena calidad de sonido en sus salidas pero a un costo elevado de consumo de potencia por lo que su eficiencia no es tan buena y por ese motivo surgen clases derivadas como la AB o la B complementaria o pushpull que utiliza dos amplificadores clase B, esto con el fin de lograr una mayor eficiencia pero a cambio de la reducción de la calidad del sonido.

La clase D utiliza pulsos digitales y técnicas de muestreo y retención de datos; tienen buena eficiencia pero su rango de señales se reduce a 10KHz. Por otro lado están los dispositivos de clase E, F, G, H y S los cuales son combinaciones de otras clases añadiendo una etapa de conmutación para incrementar la eficiencia [3, 4,5].

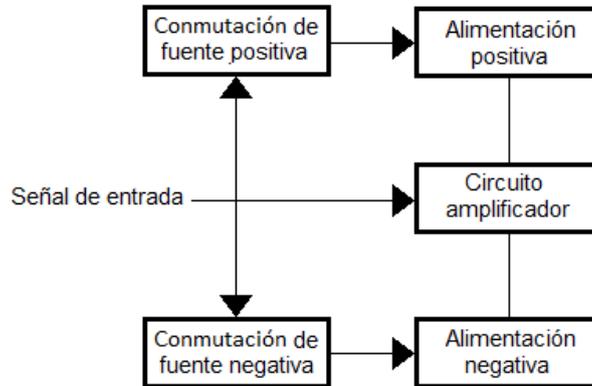
En los diagramas de los amplificadores clase G [6] la mayoría utiliza dos fuentes de alimentación (a pesar de poder usar más), una de bajo y otra de mayor voltaje para proporcionar la alimentación requerida por la etapa de potencia de acuerdo a la señal de entrada. La información disponible en cuanto a diseño de estos amplificadores es escasa además de tener poco análisis, lo que dificulta el que personas poco familiarizadas con el tema sean capaces de hacer un amplificador de este tipo.

En este trabajo presento un nuevo esquema de diseño para el sistema de conmutación de fuentes de alimentación.

15.1 Materiales y métodos

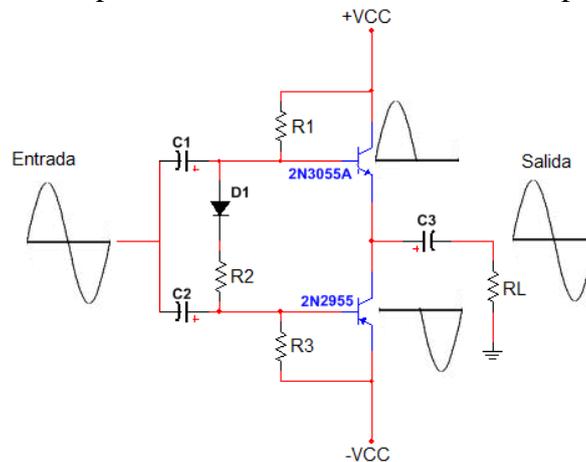
El amplificador clase G tiene la siguiente estructura.

Figura 15 Diagrama de bloques del amplificador tipo G.

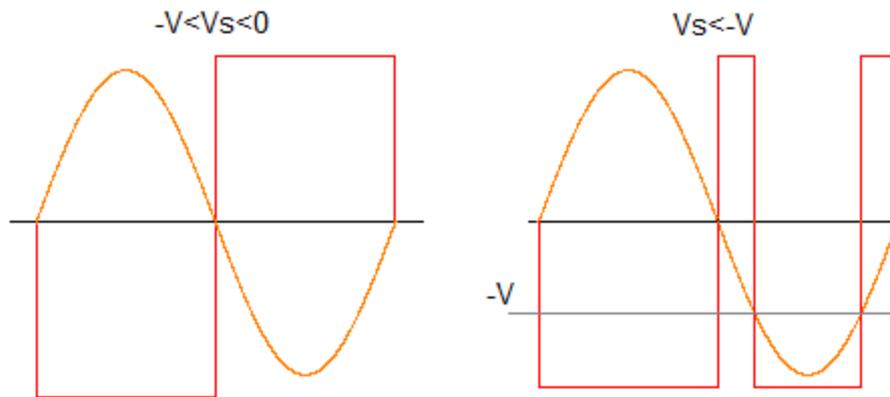


El circuito amplificador es un amplificador clase AB de simetría cuasi complementaria. El transistor NPN se activa con la parte positiva de la entrada y se apaga para la parte negativa; el transistor PNP hace lo opuesto al NPN. Al final ambas partes de la señal se unen y son dirigidas a la carga.

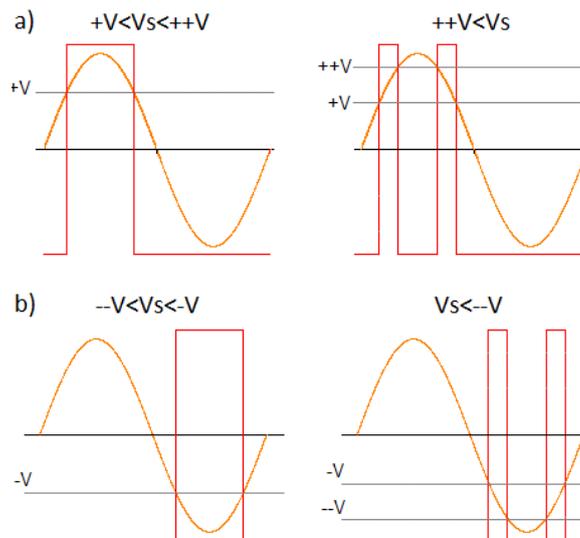
Figura 15.1 amplificador AB de simetría cuasi complementaria.



La conmutación de fuentes funciona a base de detectores de ventana [], circuitos hechos a partir de OpAmps que funcionan mientras la señal de entrada está dentro de un rango de voltaje que puede ser ajustado.

Figura 15.4 detector de ventana negativa de 0 a $-V$ 

Para los casos en que los límites van de un valor positivo a uno más positivo o de un negativo a uno más negativo, la ventana está en saturación negativa mientras alcanza el límite inferior para ventanas positivas y mientras se alcanza el límite superior para ventanas negativas.

Figura 15.5 a) detector positivo de $+V$ a $++V$ b) detector negativo de $-V$ a $--V$ 

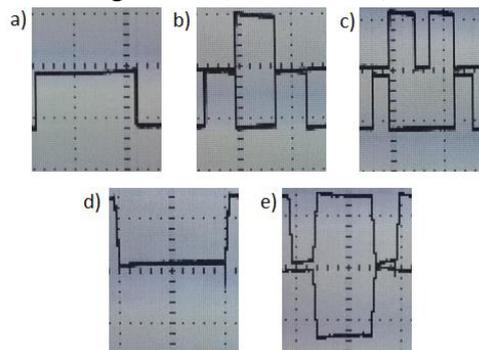
El objetivo de las ventanas es el de hacer la conmutación de fuentes; cuando la señal de entrada esté dentro su rango de operación, ésta enviará un pulso a un transistor para hacerlo entrar en saturación conectando así la fuente de alimentación requerida por el circuito de acuerdo a la magnitud de la señal.

Las ventanas positivas activan transistores NPN para fuentes de voltaje positivo mientras que las ventanas negativas activan transistores PNP para fuentes de voltaje negativo. En cuanto a los detectores de ventana negativos, éstos requieren de un inversor en su salida para obtener un pulso negativo y así activar los transistores PNP.

15.2 Resultados

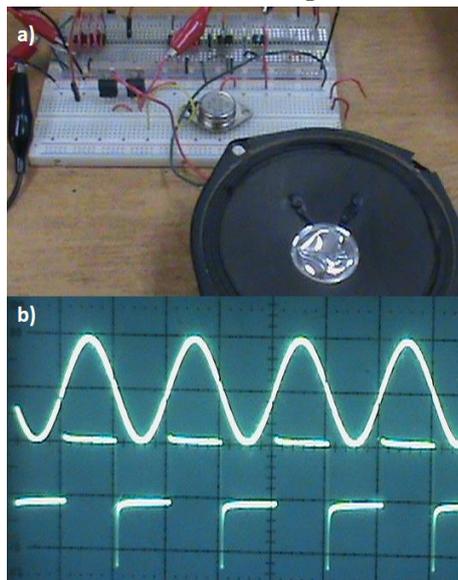
Los detectores de ventana responden enviando un pulso de saturación positiva cuando la señal de entrada está dentro de su rango de operación. Los detectores de ventana negativos necesitan de un inversor en su salida con tal de obtener la saturación negativa deseada para polarizar transistores PNP. Para más de una ventana éstas alternan su operación dependiendo del valor de la señal de entrada.

Figura 15.6 Ventanas positivas 5 a 10v a) $0 < V_s < 5v$ b) $5 < V_s < 10v$ c) $V_s > 10v$.
Ventanas negativas d) $-5 < V_s < 0$ e) $-12 < V_s < -5$



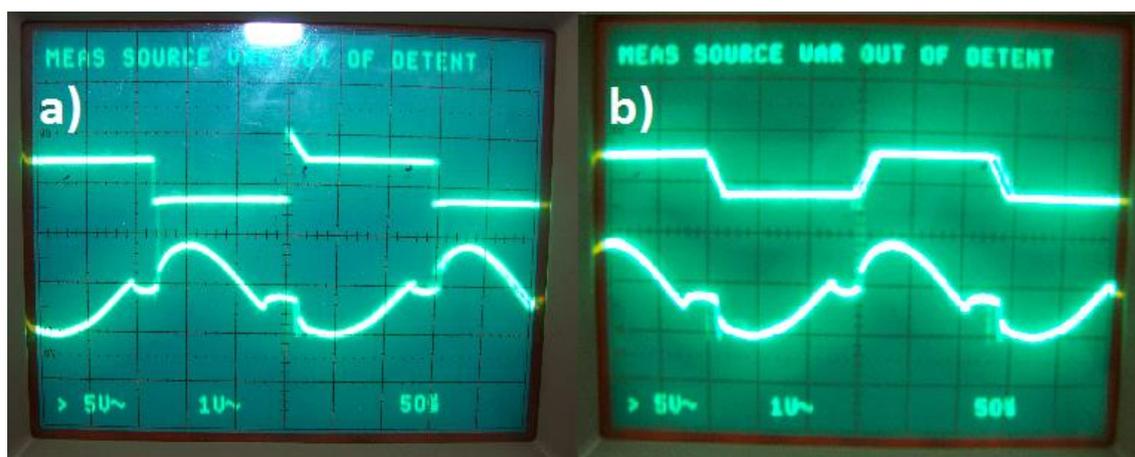
En Fig. a) se muestra un detector de ventana de 0 a 12v, construida con un LM339; su salida es usada para saturar un arreglo Darlington de dos transistores TIP41C para conectar 5v a la carga. Para una carga pasiva –un altavoz– la ventana satura el arreglo permitiendo que todo el voltaje se concentre en la carga.

Figura 15.7 a) Detector de ventana positivo de 0 a 12v
b) Señal de entrada 2vp, VL= 5V.



Sustituyendo la carga pasiva por el circuito amplificador e implementando dos ventanas, una positiva y una negativa para conectar +5v y -5v respectivamente al circuito amplificador la señal de salida sólo se ve afectada por el crossover generado por el arreglo Darlington de transistores TIP41C y TIP42C utilizados para realizar la conexión.

Figura 15.8 Activación de ventana y señal de salida con crossover
a) Ventana positiva b) Ventana negativa.



15.3 Discusión

El sistema de conmutación mediante detectores de ventana puede tener mayor costo debido a los componentes que se requieren en su construcción en comparación al sistema de rail switching además de utilizar una ventana individual por cada nivel de voltaje pero la capacidad de poder delimitar los rangos de operación de las ventanas hacen del diseño de éste sistema de conmutación muy sencillo de realizar dejando sólo pendiente la selección de los transistores y resistores para lograr la saturación de los mismos y conectar las fuentes de alimentación.

Otra ventaja que ofrece el sistema de conmutación basado en detectores de ventana y con lo que se puede justificar su construcción es la sencillez de detección de fallas pudiéndose revisar ventana por ventana con su respectivo transistor, eso aunado a la posibilidad de trabajar mediante módulos haría la tarea de reparar un amplificador de este tipo tan sencilla como reemplazar una ventana.

Un problema que se observó durante las pruebas fue la presencia del crossover, producto de los voltajes de polarización de los arreglos Darlington utilizados, pero éste puede eliminarse reemplazando el arreglo Darlington por transistores de potencia con mucha más ganancia.

La asignación de los voltajes límite de las ventanas tiene que estar dentro de los límites del voltaje de polarización de los dispositivos utilizados en su construcción, lo que limita los rangos de voltaje que éstas pueden alcanzar.

Una posible solución a este problema es utilizando voltajes escalados para los límites de las ventanas y alimentando una versión atenuada de la señal de entrada a las ventanas mientras que la señal original se alimenta directamente al circuito amplificador.

15.4 Conclusiones

El sistema de conmutación mediante detectores de ventana se presenta como una opción al sistema de conmutación por cambio de rieles y permite la implementación de múltiples niveles de voltaje con mucha facilidad además de la posibilidad de trabajar mediante módulos lo que permitiría una fácil detección y reparación de fallas.

Agradecimientos

Un agradecimiento al cuerpo académico de Robótica Aplicada del Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo por supervisar el desarrollo del proyecto así como al Ingeniero Jose Juan Rodriguez Loera por apoyar con la adquisición de material para su desarrollo.

Referencias

- [1] Boylestad L. Robert. Nashelsky Louis, “*Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*” décima edición, Pearson, México, 2009, P. 670.
- [2] Boylestad L. Robert. Nashelsky Louis, “*Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*” décima edición, Pearson, México, 2009, P. 671, 672, 673.
- [3] Becerra Carrillo Nelson Antonio. López Rincón Jaime Alberto, “*Amplificadores de alta eficiencia*” Universidad de Quindío, Colombia, 2005.
- [5] Quilter Patrick, “*Amplifier Anatomy*”, 1993, P. 6-8.
- [4] Pereira Hernández Miguel, “*Amplificadores de audio*”, Escuela Superior de Ingenieros Bilbao, P. 14- 18.
- [6] Douglas Self, “*Audio Power Amplifier Design Handbook*” tercera edición, Newnes, Gran Bretaña, 2002, P. 292, 297, 301
- [7] “*Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales*” quinta edición, Pearson Hall. P. 110.