

DISEÑO DE AMPLIFICADOR DE AISLAMIENTO ÓPTICO PARA CAPTURA DE SEÑALES ECG

Carol Fernández Rodríguez czfernandezr@correo.udistrital.edu.co, Katherin Castelblanco Romero lkcastelblancor@correo.udistrital.edu.co, Piltt Yojan Hernández pyhernandezr@correo.udistrital.edu.co

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Introducción

El amplificador de aislamiento, es un tipo de amplificador que proporciona un aislamiento eléctrico físico entre la fuente de la señal y los equipos energizados, logrando que las tierras de ambas etapas sean independientes [3]. Se utiliza como un medio de protección ante descargas, principalmente en la aplicación de circuitos biomédicos.

En el caso puntual de esta práctica, su aplicación está orientada a garantizar la protección del paciente, evitando que la alimentación del amplificador de biopotencial sea conducida accidentalmente hacia el paciente y de esta manera pueda adquirirse sin riesgo la señal bioeléctrica a capturar.

La señal bioeléctrica que se adquirió fue una señal Electrocardiográfica (ECG), a la cual se le realizó una previa etapa de amplificación y filtrado para adecuar su amplitud además de limitarla en banda. Entre mayor sea el valor de la frecuencia contenido dentro del filtro, la precisión de las mediciones de los componentes de la fase rápida de ascenso, la amplitud pico y las ondas de poca duración será mayor, por lo tanto, si se desea una buena precisión en la adquisición de la señal, se recomienda un un rango de frecuencias de 0.05Hz hasta por lo menos 150Hz, basados en las armónicas más bajas y más altas que se pueden generar dentro del rango de frecuencias cardíacas de los pacientes [1]. De igual forma, para determinar el factor de ganancia del amplificador, es necesario conocer que los rangos de amplitud de estas señales están entre los $100\mu V$ y $10mV$ [2].

El circuito implementó además un filtro pasa bajos y modulación por ancho de pulso, lo que permitió que, el aislamiento eléctrico se basara en un dispositivo optoacoplador. Para la parte de la recuperación se utilizó un disparador de Schmith que garantizara los valores de la señal modulada y un filtro pasa bajos Sallen Key de cuarto orden.

A lo largo de las siguientes secciones, se dará una descripción detallada del diseño de cada una de las etapas mencionadas, junto con las consideraciones que se hicieron, luego se presentarán los resultados obtenidos donde se demuestra el funcionamiento adecuado del amplificador, para pasar finalmente a las conclusiones y posibles alternativas de aplicación del amplificador de aislamiento óptico.

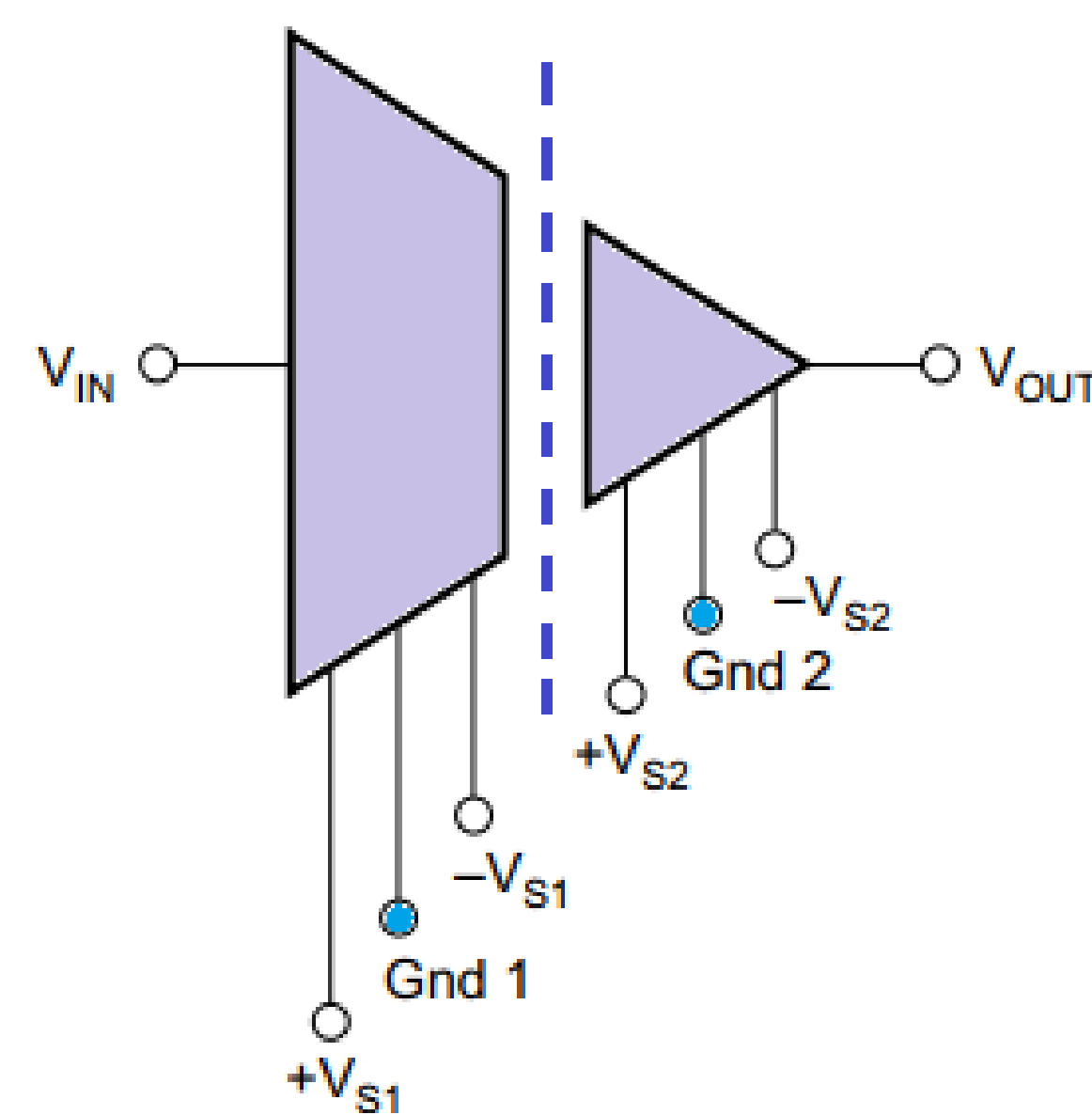


Fig. 1: Esquema del amplificador de aislamiento

Circuito Eléctrico

El circuito fue simulado mediante la herramienta Multisim. Se presenta a continuación, por bloques consecutivos:

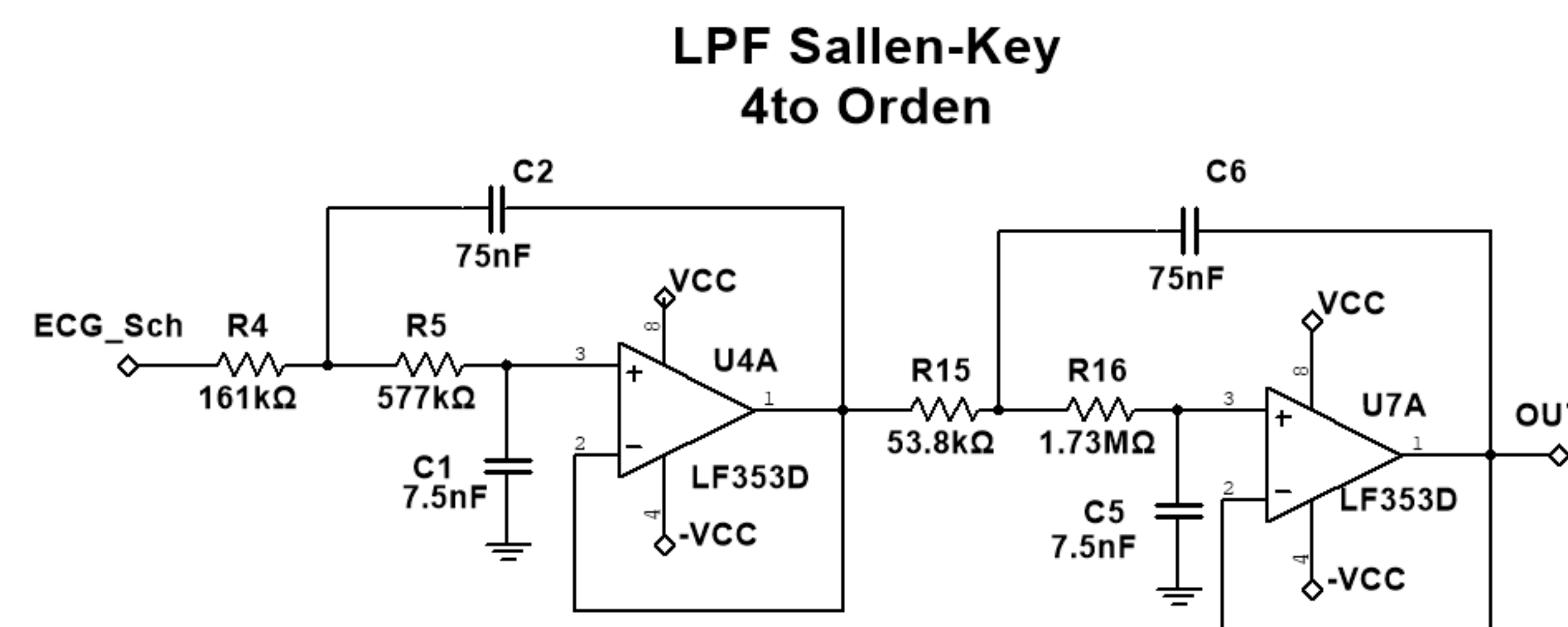
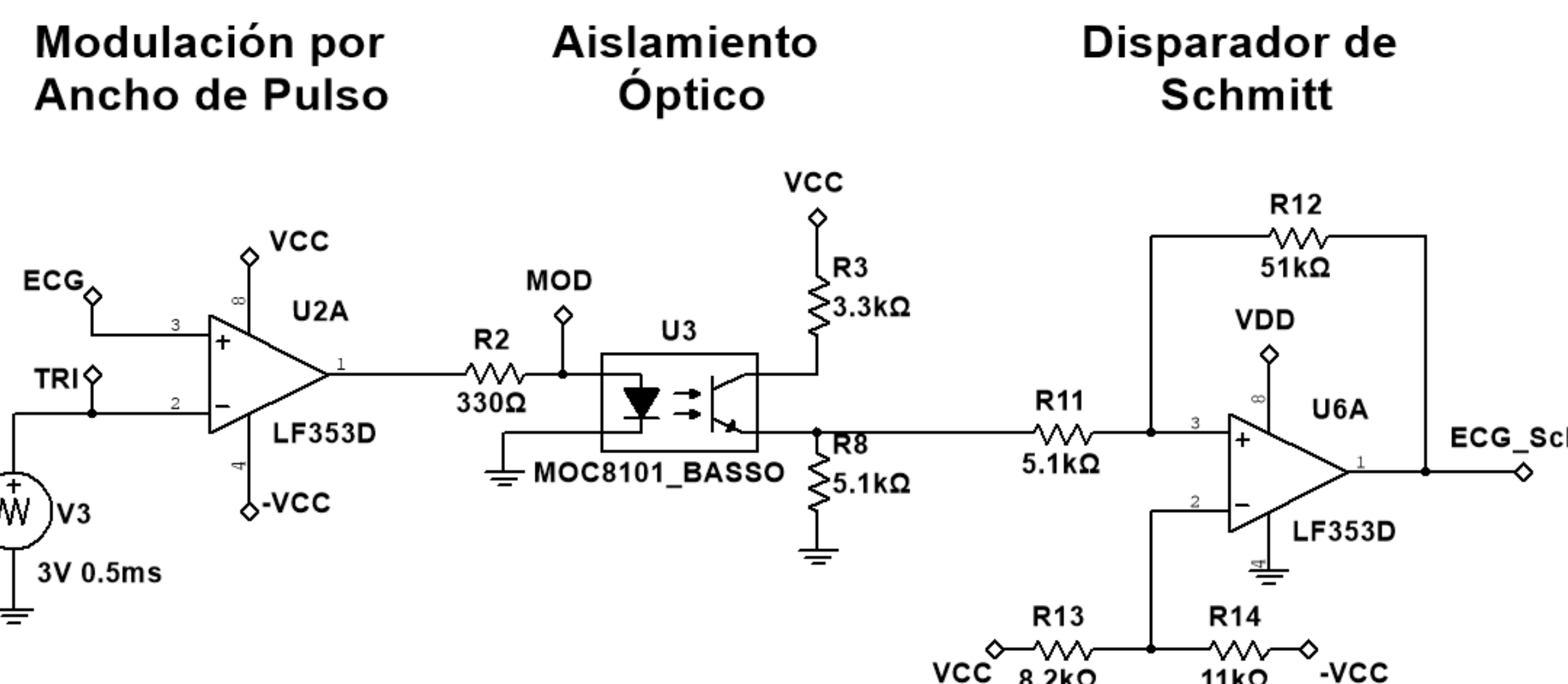
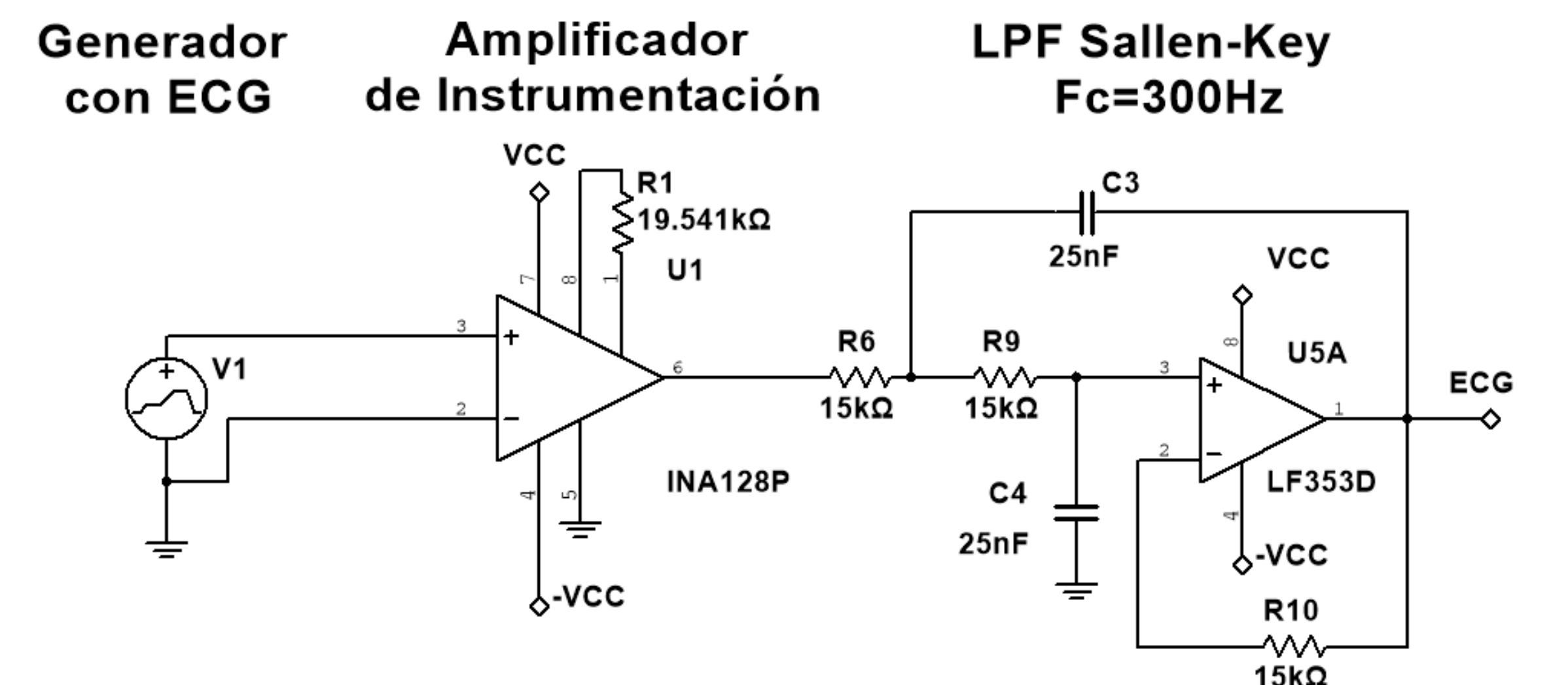


Fig. 2: Bloques del Circuito

Resultados de la simulación

Se presenta la señal con la modulación y el resultado de la señal recuperada:

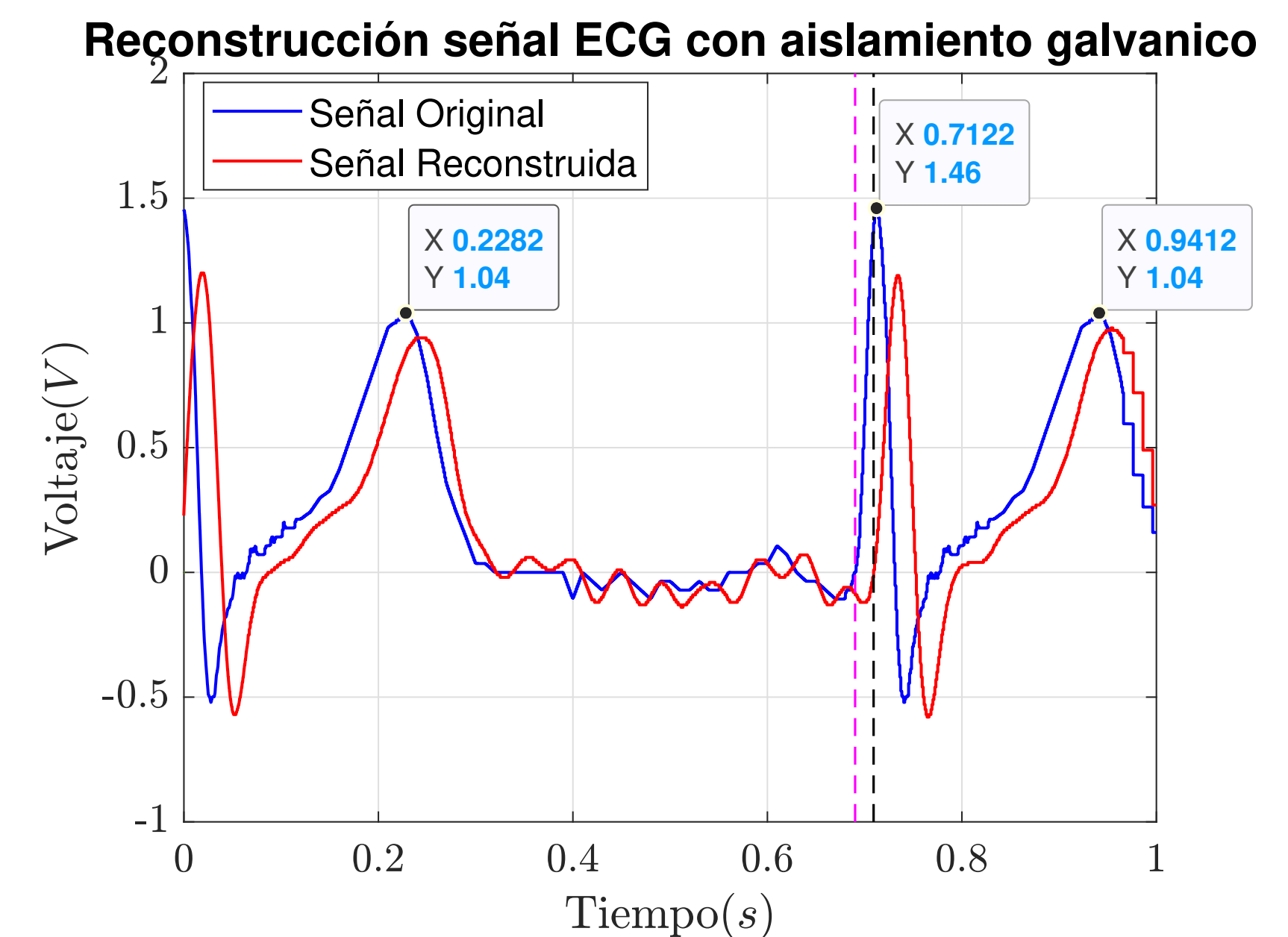


Fig. 3: Señal ECG original Vs Señal ECG reconstruida

Análisis de los resultados

El circuito logró amplificar y reconstruir de forma satisfactoria la señal ECG conservando sus principales características con un desfase de 20ms, sin embargo no es una copia exacta de la misma, ya que en el intervalo entre el complejo QRS y la onda T difieren un poco, tanto así que se hace algo difícil distinguir la onda P. Adicionalmente se confirmó mediante simulación que la máxima frecuencia de entrada para este circuito de aislamiento galvánico es de 22Hz, ya que a esta frecuencia el sistema reconstruye la señal y la atenuada en un 70% respecto a la original con un desfase de 180° aproximadamente, para frecuencias mayores a 22Hz la señal de salida se atenúa considerablemente respecto a la señal original.

Conclusiones

A partir de los rangos de operación del amplificador diseñado, especialmente en frecuencia, se concluye que puede funcionar para otras señales bioeléctricas como la Electroencefalográfica (EEG), ya que su rango en las armónicas se encuentra entre 1Hz y 30Hz aproximadamente y su frecuencia fundamental tiene un máximo de 30Hz para las ondas Beta, esta última sería la frecuencia más conflictiva dada la respuesta del amplificador a una señal superior a 22Hz. La señal Pletismográfica (PPG) tiene frecuencia fundamental entre 1Hz y 20Hz lo que indica que también puede funcionar adecuadamente. Cabe resaltar además que las diferencias de amplitud que puedan presentar las señales EEG Y PPG con respecto a la ECG, se puede solucionar variando el factor de amplificación de la etapa pre-amplificadora.

Referencias

- [1] G. Garza. "El electrocardiograma y su tecnología". In: *Revista de divulgación Médico Científica AVANCES* (2011), pp. 27–31.
- [2] J. Nagel. "Biopotential Amplifiers". In: *The Biomedical Engineering Handbook. Medical Devices and Systems, 3rd ed.*, J. Bronzino, Ed. CRC Taylor & Francis (2006), pp. 1–14.
- [3] L. A. Osorio. "Acondicionamiento de señales bioelectricas". In: *Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias de la Computación* (2007), pp. 17–19.