

Diseño y Construcción de un Fotedetector Balanceado

REYNA-Pablo†, GARRIDO-Javier, VAZQUEZ-Manuel & FLORES-Eladio

Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, Avenida Universidad Lote Grande Numero 1, sin Colonia C.P. 96360 Coatzacoalcos, Ver.

Recibido 27 de Enero, 2015; Aceptado 9 de Marzo, 2015

Resumen.

En este trabajo se presenta el diseño y construcción de un fotedetector balanceado el cual consiste de dos fotedetectores, dos amplificadores de trans-impedancia y un restador, considerando para su arreglo electrónico las características principales de los circuitos integrados como es su ganancia y ancho de banda, para corroborar esto se ha implementado una metodología para caracterizar cada componente para obtener su diagrama de Bode y su correspondiente ancho de banda.

Fotedetector, Caracterización, Trans-impedancia, ancho de banda

Abstract.

In this paper presents the design and construction of a balanced photodetector which consists of two photodetectors two trans-impedance amplifiers and a subtractor, considering for electronic settlement the main features of integrated circuits as is your gain and bandwidth to corroborate this has implemented a methodology to characterize each component for its Bode plot and corresponding bandwidth.

Photodetector, Transimpedance, Characterization, Bandwidth

Citación: REYNA-Pablo, GARRIDO-Javier, VAZQUEZ-Manuel & FLORES-Eladio. Diseño y Construcción de un Fotedetector Balanceado. Revista de Tecnología e Innovación 2015, 2-2:168-173

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Un fotodetector es un dispositivo que mide el flujo de fotones o potencia óptica mediante la conversión de la energía de los fotones absorbidos en una forma medible [1]. Los Fotodetectores Balanceados se utilizan ampliamente en espectroscopia [2], sistemas de comunicación por fibra óptica [3], estabilización de la frecuencia de diodos laser [4]. Sin embargo, estos equipos son costosos y están diseñados para determinados anchos de banda y ganancias. En este trabajo se presenta la metodología de diseño basada en la selección del fotodetector y circuitos integrados, cálculos para los efectos de ganancia y ancho de banda deseada, caracterización de cada uno de los dispositivos involucrados, diseño y construcción del circuito. Con esta metodología podemos diseñar fotodetectores balanceados económicos con un ancho de banda en el orden de MHz y ajuste de ganancia deseada.

Fotodetector Balanceado

Para que un Fotodetector Balanceado (FDB) tenga la velocidad de respuesta, es necesario considerar la relación ganancia producto ancho de banda (GBP) y las especificaciones técnicas del los circuitos integrados utilizados para su implementación.

A continuación se describe el arreglo electrónico y la caracterización del FDB el cual consiste de dos amplificadores de trans-impedancia y un restador.

Amplificador de trans-impedancia

La configuración básica de los amplificadores de trans-impedancia se muestra en la figura 1 [5]. El Fotodetector (FDS100) utilizado para el arreglo tiene un ancho de banda de 35 MHz con un tiempo de respuesta de 10 ns [6].

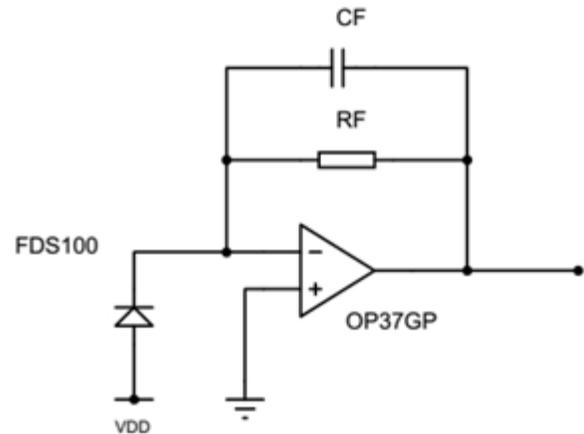


Figura 1 Amplificador de trans-impedancia en modo fotoconductor

Los circuitos integrados (CI) del amplificador de trans-impedancia, fueron seleccionados de acuerdo a su ganancia producto ancho de banda, nivel de ruido, disponibilidad comercial y costo (tabla 1).

CI	Descripción	GBP
OP37GP	Amplificador operacional de bajo ruido, precisión y alta	63 MHz
AD521J	Amplificador de instrumentación de precisión. Bajo ruido $0.5 \mu s V_p - p$ (0.1 Hz to 10 Hz)	40 MHz
FDS100	Fotodiodo de Si, tiempo de respuesta de 10 ns	35 MHz

Tabla 1 Características de los componentes seleccionados del FDB

Metodología

Caracterización del amplificador de trans-impedancia

Para el circuito amplificador de trans-impedancia se propuso una ganancia vs ancho de banda de 2 MHz, determinados directamente por la resistencia de ganancia como se muestra en la ecuación 1, y la figura 2.

Dónde:

GBP producto ganancia ancho de banda del amplificador.

Resistencia de ganancia. Capacitancia del fotodetector.

Capacitancia de entrada del amplificador. Capacitancia del circuito.

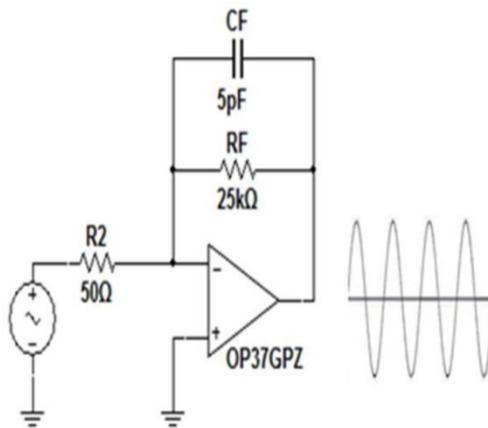


Figura 2 Arreglo experimental para obtener la respuesta en frecuencia del amplificador de trans-impedancia

El procedimiento de caracterización se realizó desconectando el FDS100 de la entrada del circuito amplificador y de acuerdo a la figura 2, se aplicó a la entrada inversora del OP37GPZ una señal sinusoidal con un voltaje de 10 mVpp cuya frecuencia f se ajustó de 100 Hz hasta 2MHz, observando la respuesta del amplificador en un osciloscopio al variar (este procedimiento se realizó de manera análoga a la otra etapa como se muestra en la figura 4, obteniendo resultados similares). En la figura3, se presenta la magnitud de la respuesta como función de .

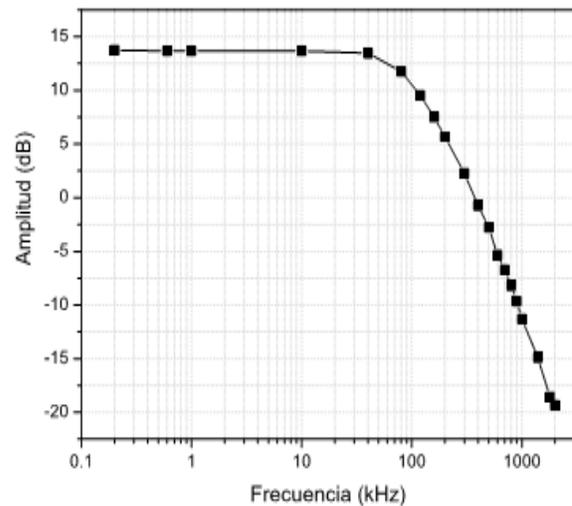


Figura 3 Diagrama de Bode del amplificador de trans-impedancia

A partir de la figura 3 usando el criterio de los -3 dB el amplificador de trans-impedancia tiene un ancho de banda de 97 kHz.

Caracterización del amplificador restador.

Para la implementación del circuito restador se utilizó un amplificador de instrumentación AD521J con ganancia unitaria, el cual recibe las señales de los amplificadores de trans-impedancia. La caracterización se realizó de acuerdo al arreglo del circuito de la figura 4.

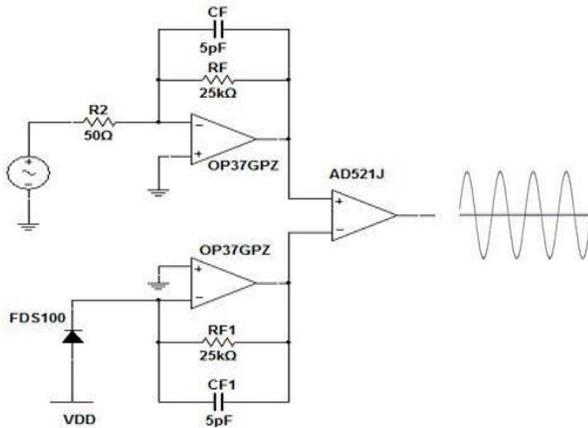


Figura 4 Arreglo experimental para obtener la respuesta en frecuencia del amplificador restador

En la figura 5 se presenta el diagrama de Bode del amplificador restador.

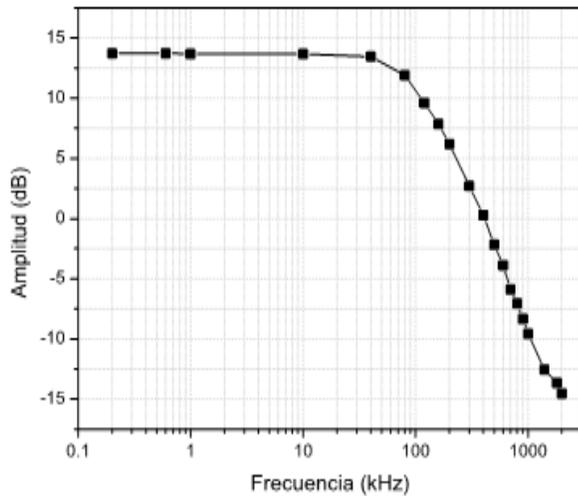


Figura 5 Diagrama de Bode del amplificador restador

El ancho de banda del amplificador restador de acuerdo al criterio de los -3dB es de 100 kHz.

A la salida del AD521J del amplificador restador se le adicionó una etapa amplificadora

con ganancia ajustable (figura 6). Con esta etapa queda terminado el FDB.

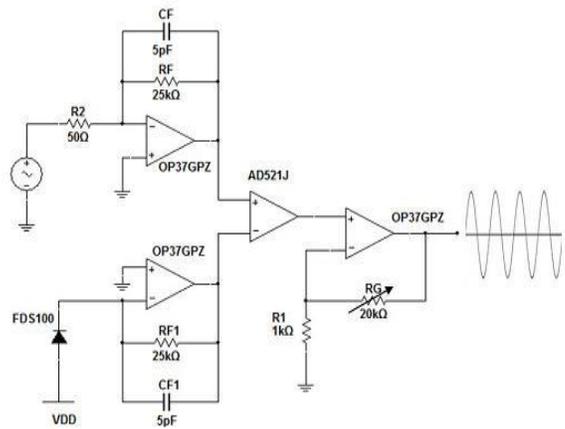


Figura 6 Arreglo experimental para obtener la respuesta en frecuencia del Fotodetector Balanceado

Resultados

Una vez hecha la caracterización de las etapas del FDB se procedió a diseñar su PCB (Diseño de Circuitos Impreso) y transferirla a la Placa fenólica para la conexión de los componentes de acuerdo a la figura 6. Con esta metodología logramos la implementación de un FDB económico, con un ancho de banda de acuerdo al ajuste de la ganancia, utilizando dispositivos electrónicos comerciales. En la figura 7, se muestra el FDB terminado para ser utilizado de acuerdo a la aplicación deseada.

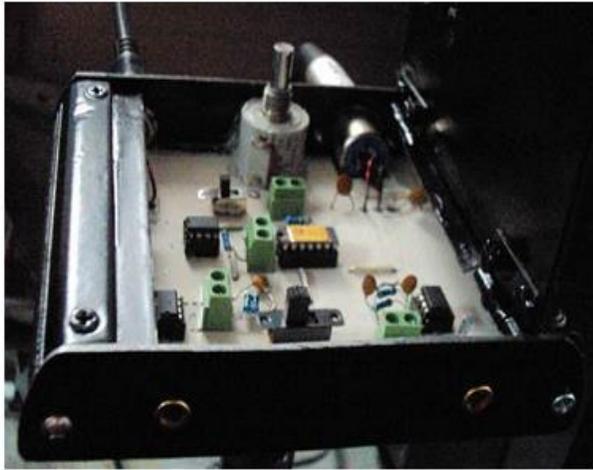


Figura 7 Version final del FDB

El FDB diseñado fué utilizado en un arreglo óptico (Figura 8) para obtener las transiciones atómicas del 85Rb (Figura 9) [8].



Figura 8 Fotodetector Balanceado instalado en arreglo óptico

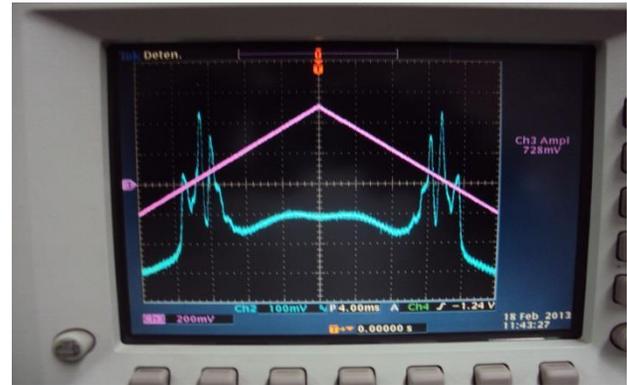


Figura 9 Transición atómica del atomo de 85Rb

El arreglo óptico y la obtención de las transiciones atómicas del Rb, son solo mencion de la aplicación que se le dio al FDB diseñado.

Conclusiones

Con la metodología empleada se logró el diseño y construcción de un FDB de bajo costo con características similares a los FDB comerciales (Auto-Balanced Photoreceivers Nirvana Model 20X7). Al trabajar con altas frecuencias la presencia de ruido y las limitaciones de ancho de banda hacen que los componentes activos del FDB jueguen un papel muy importante para su diseño y buen desempeño. Los diagramas de Bode fueron de gran utilidad para determinar el ancho de banda del FDB. Cabe mencionar que los datos técnicos referente a los anchos de bandas de los dispositivos activos hacen referencia a ganancia unitaria. Conociendo esta metodología y la importancia de la selección de los componentes activos, se puede mejorar el ancho de banda del FDB presentado.

Referencias

Bahaa, E. A. Saleh, Malvin Carl Teich (1991). "Fundamentals of Photonics", J.W Goodman.

Petelski, R. T., Fattori, M., Lamporesi, G., Stuhler J., and Tino, G. M., (2002). "Doppler-free spectroscopy using magnetically induced dichroism of atomic vapor: a new scheme for laser frequency" Eur. Phys. J. D.

Okoshi, T., and Kikuchi, K. (1988). "Coherent optical fiber communications", Kluwer Academic Publishers and KTK scientific Publishers Tokio, Japan.

Sowka, K., Weel, M., Cauchi, S., Cockins, L., and Kumarakrishnan, A. (2005). "A home-built lock-in amplifier for laser frequency stabilization", Can. J. Phys, VOL 83.

Franco Sergio (2002), "Design with operational amplifiers and analog integrated circuits", Third edition, McGrawHill.

Thorlabs, Fotodiode FDS100, datasheet.

Photodiode characteristics, UDT Sensors Inc. <http://www.udt.com>.

Reyna Guerra Pablo, (2013). "Desarrollo de un sistema de control electrónico para estabilizar la frecuencia óptica de un diodo láser en el esquema DAVLL", Tesis de Maestría no publicada, BUAP, Puebla Pue., México.