

Tercer Workshop de Iberchip

Febrero de 1997.

POSTER:

Sistema de Medida de Respuesta en Frecuencia de Circuitos Analógicos.

Autores:

Bach. Marcelo Barú.
Bach. Gonzalo Picún.
Ing. Fernando Silveira.
Ing. Rafael Canetti.

Persona de Contacto:

Ing. Fernando Silveira.
Instituto de Ingeniería Eléctrica.
Facultad de Ingeniería.
Casilla de Correo 30.
Montevideo, Uruguay.

email: vlsi@iie.edu.uy

Sistema de Medida de Respuesta en Frecuencia de Circuitos Analógicos

M. Barú, G. Picún, F. Silveira, R. Canetti.
Instituto de Ingeniería Eléctrica,
Facultad de Ingeniería, Universidad de la República.
Montevideo, Uruguay
e-mail : vlsi@iie.edu.uy

RESUMEN

Este trabajo presenta el diseño y pruebas preliminares de un sistema de medida orientado a la caracterización de circuitos integrados analógicos. El objetivo del sistema es la automatización de la medida de la respuesta en frecuencia (amplitud y fase) de circuitos analógicos como amplificadores y filtros. El sistema está basado en un bus IEEE 488, siendo el dispositivo a medir excitado con una señal sinusoidal de frecuencia variable por un generador de señales programable y adquiriéndose parejas entrada - salida por medio de un osciloscopio digital. A los efectos de permitir la medida precisa de la alta ganancia en bucle abierto de un amplificador operacional, el sistema incluye también circuitos auxiliares que permiten la medida de éste parámetro con el amplificador operando en bucle cerrado y amplifican la señal de entrada a medir cuya amplitud es del orden de los microvolts. El resultado final se obtiene a partir del procesamiento de múltiples parejas entrada - salida medidas para cada frecuencia con algoritmos orientados a eliminar el ruido incorporado en la medida.

El sistema desarrollado ofrece una alternativa de bajo costo, basada en instrumentos de propósito general, para la caracterización de circuitos analógicos.

Este sistema forma parte de la cadena de medida empleada para la caracterización de los circuitos integrados analógicos desarrollados por el Grupo de Microelectrónica del Instituto de Ingeniería Eléctrica.

DESCRIPCION

En la configuración empleada (Fig. 1), se controla vía bus IEEE488, un generador programable (HP3245) para que éste excite al dispositivo bajo testeo (DUT) con una señal sinusoidal, adquiriendo, para cada frecuencia seleccionada, las formas de onda asociadas a la entrada y salida del DUT con un osciloscopio digital (TEK2232). Las formas de onda adquiridas son transferidas vía IEEE488 a la PC que oficia de controlador del bus IEEE488, para su posterior procesamiento.

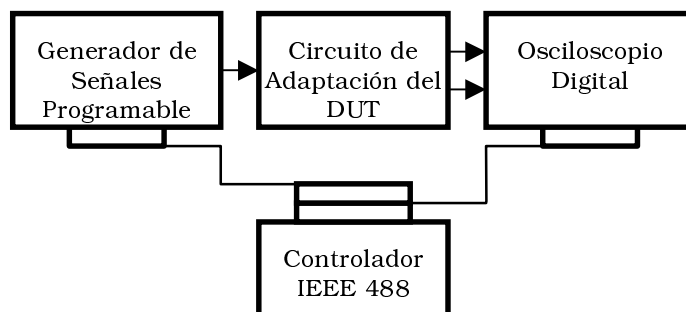


Fig. 1. Diagrama de bloques de la cadena de medida.

El bloque “Circuito de Adaptación del DUT”, incluye los circuitos auxiliares necesarios para la medida de la señal de entrada y salida del DUT. Estos circuitos cumplen dos funciones:

- 1) amplificar la señal de entrada del DUT que para el caso de tenerse una ganancia de 100dB (usual en un amplificador operacional), y una señal de 1Vpico a la salida tiene una amplitud de $10\mu\text{Vpico}$;
- 2) incluir un buffer de alta impedancia y baja capacidad de entrada a la salida del DUT, a los efectos de que la carga ofrecida por el osciloscopio no influya en la medida.

Esta cadena de medida fue diseñada para un rango de frecuencias comprendidas entre 1Hz y 1MHz. Las alternativas tenidas en cuenta para la implementación de dicho bloque son las indicadas en la Fig. 2 (alternativa 1) y Fig. 3 (alternativa 2).

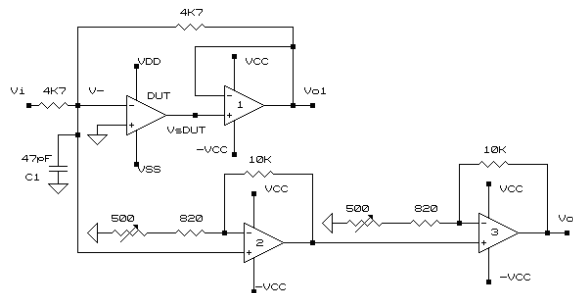


Fig. 2. Circuito correspondiente a la Alternativa 1.

Para medir la ganancia del DUT, en la alternativa 1, se amplifica el terminal inversor de entrada y se mide la salida del mismo a través de un seguidor que cumple las funciones antes mencionadas de presentar alta impedancia y baja capacidad de carga al DUT.

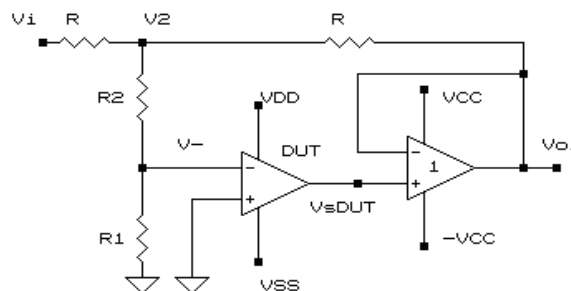


Fig. 3. Circuito correspondiente a la Alternativa 2.

En la alternativa 2, mediante el divisor resistivo R2-R1 se amplifica en forma pasiva el terminal inversor. Al igual que en la alternativa 1 también es necesario colocar un seguidor a la salida del DUT.

De un estudio más detallado de cada alternativa se observa que la expuesta en primer término es apropiada para trabajar en alta frecuencia, teniendo un comportamiento igualmente aceptable aún en baja frecuencia. La alternativa 2 presenta mejor desempeño en baja frecuencia debido a una mayor inmunidad al ruido derivado de amplificar la señal en el terminal inversor en el propio lazo de realimentación. Sin embargo, al aumentar la frecuencia y disminuir la ganancia, la señal de salida disminuye, en esta configuración, a niveles en que la relación señal ruido se degrada en exceso.

Por otro lado, el software del sistema está dividido en dos módulos. El primero está encargado de comandar el generador de funciones y el osciloscopio por medio de rutinas y funciones GPIB, y de escribir a archivo los datos resultantes. Una vez que el proceso de medida ha finalizado,

mediante algoritmos de optimización, se filtra el alto nivel de ruido presente en las mediciones obteniéndose para cada frecuencia información sobre amplitud y fase.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

En primer lugar se muestra el resultado para un amplificador operacional 741 con el circuito de adaptación de la alternativa 1. La dispersión en la ganancia, en baja frecuencia, es menor que 1dB.

Los resultados de amplitud y fase se grafican en la figura 5.

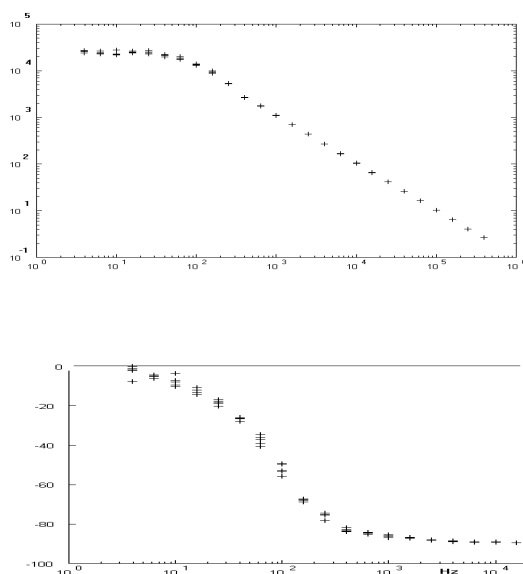


Fig 5. Respuesta en frecuencia de un 741

El segundo circuito ensayado fue un amplificador de transconductancia, diseñado en el IIE, utilizando la alternativa 2. La Fig. 6 muestra los resultados del mismo.

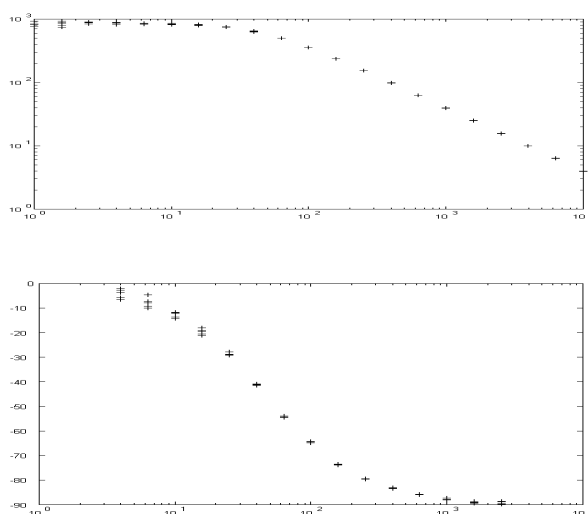


Fig. 6. Respuesta en frecuencia de un OTA.

CONCLUSIONES

El sistema presentado constituye una opción de bajo costo para la caracterización del comportamiento en frecuencia de circuitos analógicos. La configuración flexible del sistema y la disponibilidad de programación del mismo permite fácilmente su adaptación a la cadena de medida del Grupo de Microelectrónica del IIE y su extensión futura.

Se ensayaron dos alternativas de circuitos de medida, teniendo cada una de ellas mejor desempeño en cierto rango de frecuencias.

Las limitaciones debidas al ruido introducido en la medida fueron atenuadas con la aplicación de algoritmos de procesamiento de los datos.

En las pruebas preliminares se obtuvieron resultados muy satisfactorios, a pesar de las condiciones de alto nivel de ruido de las medidas.

Como mejoras futuras del sistema se prevé incorporar un filtrado por hardware variable con la frecuencia a los efectos de limitar el ruido incorporado al sistema y el aliasing del mismo.