

SELECCIÓN DE DETECTOR DE RADIOFRECUENCIA PARA MONITOREO DE RADIACIONES NO IONIZANTES

Sergio F. Felissia*⁽¹⁾, Jorge A. Bossio, Emmanuel M. Dovis, Santiago Mercante

⁽¹⁾ Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco
Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba
*sergiofelissia@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La gran proliferación de las tecnologías de comunicación inalámbrica en las últimas décadas ha devenido en la instalación de todo tipo de antenas transmisoras, como así también, en el control de éstas por parte del estado (Diario El Puntal, 2018). La finalidad del monitoreo constante es asegurar tanto la correcta prestación del servicio como así también los niveles de radiación a los que se expone la población.

El objetivo del proyecto de investigación y desarrollo donde se enmarca el presente trabajo es la creación de una plataforma de bajo costo para el monitoreo de las radiaciones no ionizantes (RNI). Su elemento central es el medidor de valor eficaz (RMS) de potencia de radiofrecuencia (RF), capaz de operar en un ancho de banda de 3 GHz y con diversas modulaciones.

MÉTODOS

La porción del espectro radioeléctrico a medir comprende desde 9 kHz a 3 GHz. Dentro de este rango se encuentran servicios inalámbricos de diferente índole (ENACOM, 2019), algunos de modulación analógica, tales como las radiodifusoras comerciales, mientras que otros de modulación digital, como los servicios de telefonía móvil y enlaces punto a punto. Esta situación obliga la implementación de un medidor cuya salida sea independiente de la forma de onda a su entrada, es decir, que sólo responda al valor eficaz de la señal cuantificada. Por otro lado, dado el gran rango de potencia manejada por los transmisores, desde microWatts hasta kiloWatts, se torna necesario la aplicación de un dispositivo capaz de manejar dicho rango dinámico manteniendo invariable su función de transferencia.

En el mercado electrónico existen circuitos integrados capaces de realizar la acción requerida, denominados detectores de radiofrecuencia (Kouwenhoven, M. and Bruce, H., 2019). Se clasifican en tres grupos: detectores RMS, amplificadores logarítmicos demoduladores y detectores Schottky. Si bien todos tienen en común la capacidad de transformar una señal de RF presente en su

entrada a una señal de tensión continua proporcional a la potencia de aquella, se diferencian por el rango dinámico y la sensibilidad de su entrada, y por la exactitud de la conversión, entre otros. La Tabla 1 compara las tres categorías.

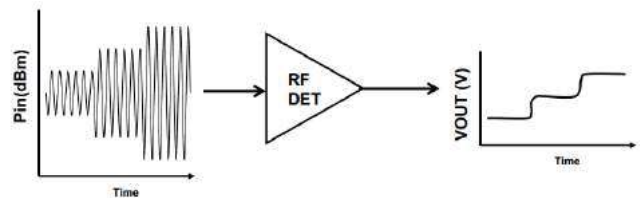


Fig. 1. Diagrama simplificado de la entrada y salida de un detector de radiofrecuencia (Kouwenhoven, M. and Bruce, H., 2019)

Tabla 1. Comparación de los distintos detectores de RF.

| Tipo de detector | Detector RMS | Detector logarítmico | Detector Schottky |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Función de transferencia | Lineal en dB, lineal en Volts | Lineal en dB, lineal en Volts | Diodo, lineal en Volts |
| Sensibilidad de entrada | -65 dBm | -78 dBm | -25 dBm |
| Rango dinámico | 70 dB | 100 dB | 45 dB |
| Sensibilidad a la modulación | Muy insensible | Muy sensible | Moderadamente sensible |
| Tiempo de respuesta | > 1 μ S | 10 nS ~ 100 nS | < 10 nS |

Si bien los detectores basados en amplificadores logarítmicos son los que poseen mayor rango dinámico y mejor sensibilidad en su entrada, la dependencia de su función de transferencia respecto del tipo de modulación los descalifica para nuestra aplicación. En cambio, los detectores de valor eficaz resultan la solución de compromiso adecuada, amén de la pérdida de sensibilidad y la reducción de su rango dinámico.

La búsqueda del dispositivo correcto concluyó con el circuito integrado HMC1020LP4E de la firma Hittite Microwave Corporation. Diseñado para medición de potencia de RF y aplicaciones de control de transmisores, posee un ancho de banda de 3,9 GHz, puerto de entrada de terminación en modo común (single-ended input) y un rango dinámico de 72 dB (de -65 dBm a +7 dBm), entre sus características más notables.

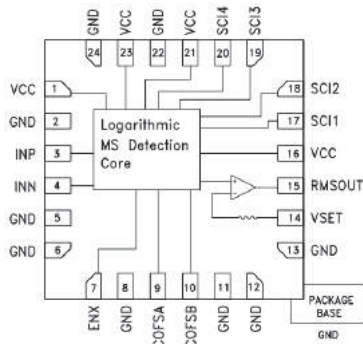


Fig. 2. Diagrama funcional del Hittite HMC1020LP4E

El HMC1020LP4E logra su cometido gracias a su núcleo de detección logarítmica. En simples palabras, consiste en un rectificador de onda completa, un circuito logarítmico/antilogarítmico y un integrador. La relación entre su entrada y su salida se describe en (1).

$$V_{OUT(RMS)} = \frac{1}{k} \ln \left(\beta k G^2 \int V_{IN}^2 dt \right) \quad (1)$$

donde V_{OUT} es la tensión de salida proporcional a la potencia RMS de la señal de RF a la entrada; V_{IN} , la caída de tensión provocada por la señal de RF sobre una carga de 50 Ω ; β , k y G , constantes propias del detector HMC1020LP4E. Sin embargo, es de nuestro interés conocer la potencia de la señal analizada, por lo que la ecuación que la vincula con la V_{OUT} es (2):

$$P_{IN} = \frac{V_{OUT(RMS)}}{\log - slope} + \log - intercept \quad (2)$$

donde $\log - slope$ es la pendiente logarítmica del detector (35,2 mV/dB @ 900 MHz), y $\log - intercept$ (-67,9 dBm @ 900 MHz), su ordenada a cero.

Por último, cabe mencionar que el HMC1020LP4E tiene capacidad de ajuste del intervalo de integración, permitiendo establecer la respuesta de la salida a los transitorios presentes en toda señal modulada. Mediante cuatro pines específicos denominados SCI, el usuario tiene la posibilidad de aumentar el tiempo de integración, resultando en un ancho de banda del integrador más acotado. Esto otorga una señal de salida más filtrada y un valor medido de potencia más exacto, a cambio de una respuesta a transitorios más lenta. Un ejemplo de esto puede apreciarse en la Fig. 3, donde para una señal WiMAX de modulación digital a 900 MHz se configura el intervalo de integración al mínimo (SCI = 0000) y, luego, a uno mayor (SCI = 0110).

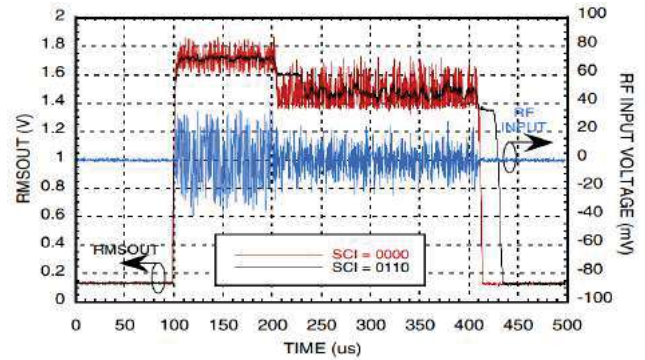


Fig. 3. Tensión de salida para distintos intervalos de integración (Analog Devices).

CONCLUSIONES

Durante el transcurso del escrito se presentó el detector de radiofrecuencia y su funcionamiento, como así también sus clases. Se resumieron sus características principales y se las compararon para determinar qué categoría aplica mejor al objetivo buscado en el proyecto I+D llevado a cabo por el grupo de investigación. Este resultado implicó descartar los amplificadores logarítmicos demoduladores, a pesar de su gran sensibilidad y rango dinámico, en virtud de los detectores de valor eficaz. Esto se justificó por el hecho de su insensibilidad a los distintos tipos de señales moduladas presentes en el ancho de banda a medir. Finalmente, se resolvió la utilización del circuito integrado Hittite HMC1020LP4E que cumple con los requerimientos establecidos oportunamente, y ofrece ventajas sobre sus competidores al contar con un intervalo de integración ajustable, dejando al usuario la determinación de la relación entre exactitud y velocidad de respuesta.

REFERENCIAS

- Diario El Puntal. (29 de mayo de 2018). La UNRC realizará la inspección técnica de las antenas de celular en todo el sur provincial. Recuperado de: <http://www.puntal.com.ar/riocuarto/La-UNRCrealizara-la-inspeccion-tecnica-de-las-antenas-de-celular-en-todo-el-sur-provincial-20180529-0010.html>
- Ente Nacional de Comunicaciones. (27 de agosto de 2018). Cuadro de atribución de bandas de frecuencias de la República Argentina (CABFRA). Recuperado de: https://www.enacom.gob.ar/cuadro-de-atribucion-de-bandas-de-frecuencias-de-la-republica-argentina-cabfra_p694
- Kouwenhoven, M. and Bruce, H. *RF Detectors help solve System Design Challenges*. Analog Devices (2019). Recuperado de: www.analog.com.
- Analog Devices. Hittite Microwave Corporation HMC1020LP4ELP4E datasheet. Recuperado de: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/HMC1020LP4E.pdf>