

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR DE RADIOFRECUENCIA EN LA BANDA COMPRENDIDA ENTRE LOS 400 Y 500 MHz

Enric Gasch i Juvanteny, Jordi Solé i Casals, Domènec Iborra i Archs
Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions. Universitat de Vic
C/ Sagrada Família nº7, 08500 Vic
e-mail: jordi.sole@uvic.es

RESUMEN

Para el correcto funcionamiento de cualquier sistema de comunicación por radiofrecuencia es necesaria una referencia de potencia y frecuencia absolutamente estables; a veces, es imprescindible que ambos parámetros sean variables. En el presente artículo presentaremos un sistema generador de radiofrecuencia con potencia y frecuencia de salida variables dentro de unos márgenes preestablecidos.

1. INTRODUCCIÓN

Hemos diseñado y construido un sistema generador de radiofrecuencia en la banda comprendida entre los 400 y 500 MHz, partiendo de un oscilador sintetizado con bucle PLL. Este trabajo ha sido desarrollado como proyecto de fin de carrera de Ingeniería Técnica de Telecomunicación en la Universitat de Vic, con la intención de usarlo posteriormente como herramienta de aprendizaje para estudiantes de ingeniería.

2. PRESTACIONES DEL SISTEMA

Las principales características del sistema son:

- Nivel de potencia de salida variable entre los 6.8dBm y los -36.4dBm, con incrementos programables de 1 y 10 dB.
- Frecuencia de salida variable en la banda comprendida entre los 400 y los 500MHz, con saltos de 3.203125 MHz.
- Control a distancia mediante un interfase serie.
- Posibilidad de guardar la última configuración usada antes de ser desconectado.

3. ESTRUCTURA

El sistema se compone de 3 bloques:

- Un oscilador sintetizado con bucle PLL que entrega una referencia de frecuencia estable pero con una potencia de salida que disminuye conforme se aumenta la frecuencia de salida.
- Un atenuador variable controlado por tensión, que es el encargado de introducir las variaciones de potencia necesarias para conseguir la potencia de salida programada por el usuario.
- Una unidad de control basada en un microcontrolador de ocho bits. El usuario sólo tiene que imponer una potencia de salida y una frecuencia determinadas, y el microcontrolador se encarga de calcular la tensión de control y la palabra binaria que se debe suministrar al

atenuador y al PLL para variar la frecuencia y la potencia de salida respectivamente.

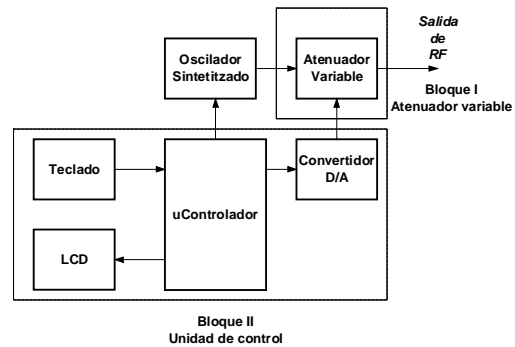


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema.

4. ATENUADOR VARIABLE

Entre los dispositivos discretos más utilizados para implementar atenuadores variables, los diodos *pin* son los que necesitan una red de polarización más sencilla y a la vez fácil de controlar. Se comportan como una resistencia que puede variar desde casi un cortocircuito hasta valores próximos a los 10k Ω en función de la corriente de polarización que los atraviesa. Es necesario mencionar que esta relación no es lineal. El dispositivo escogido es el HSMP-3814 de Hewlett-Packard, que contiene dos diodos *pin* montados en cátodo común y ha sido expresamente diseñado para realizar funciones de atenuación.

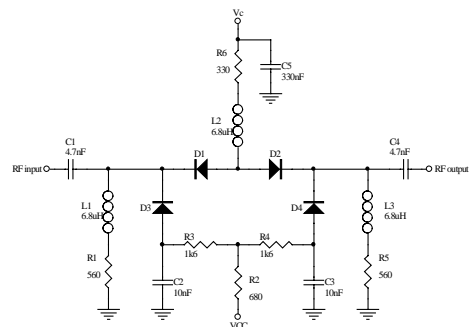


Figura 2. Esquema del atenuador variable.

El objetivo del diseño es conseguir que cuatro diodos *pin* montados en π se comporten como un atenuador resistivo en π , verificándose en todo momento las condiciones de reciprocidad y adaptación simultánea. La variación de la atenuación introducida se consigue variando la corriente de polarización de los diodos.

Los resultados obtenidos muy interesantes: el atenuador proporciona un rango de atenuaciones entre los 3dB y los 50dB, manteniendo en todo momento las condiciones de reciprocidad y adaptación simultánea. La tensión de control es variable entre 0 y 10V.

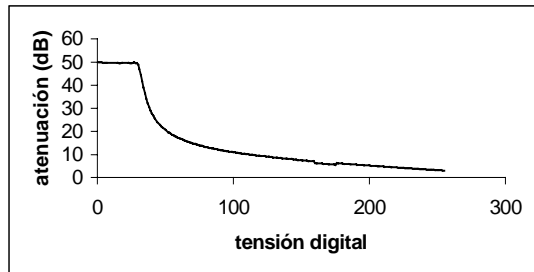


Figura 3. Atenuación vs tensión de control.

5. CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE CONTROL

Este es con toda seguridad el punto más crítico de este trabajo, ya que determina el grado de calidad del sistema. Se han propuesto y realizado dos métodos:

- Aproximación mediante una red neuronal. La red neuronal se comporta como un filtro adaptativo que, después de un proceso de entrenamiento supervisado, es capaz de aproximar el comportamiento de una función.
- Aproximación mediante cálculo de rectas. Consiste en calcular la recta que pasa por dos puntos equiespaciados de la curva de atenuación y entonces cualquier punto entre ellos se calcula con la fórmula lineal simple $y=ax+b$. Aunque a priori este método parece bastante inexacto, si se toman suficientes puntos puede llegar a aproximarse con bastante exactitud.

6. UNIDAD DE CONTROL

La unidad de control se ha basado en el microcontrolador DS5000; además de ser plenamente compatible con el 8051, posee 32 kB de NVRAM, la cual cosa hace que se puedan guardar los valores de las variables de configuración en ausencia de alimentación. Se ha diseñado partiendo de la premisa que el hardware debía ser sencillo y a la vez debía dejarse abierto a futuras ampliaciones, principalmente en el campo de la comunicación.

Este bloque realiza dos funciones:

- La variación de la frecuencia de salida se consigue actuando directamente sobre el prescaler del bucle PLL.
- La variación de la potencia de salida se consigue variando la tensión de control del atenuador variable. El microcontrolador proporciona una palabra binaria de 8 bits, que se transforma en un nivel de tensión continua mediante un subsistema convertidor digital-analógico.

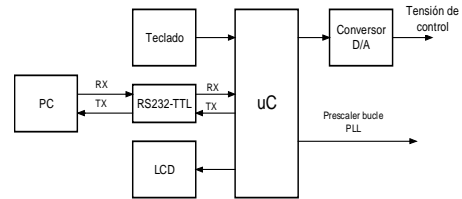


Figura 4. Unidad de control, diagrama de bloques.

El interfase con el usuario se realiza mediante un teclado decimal de membrana, mediante un PC, o los dos a la vez. En el caso en que no se disponga de un PC es interesante ofrecer una presentación de calidad del estado del sistema, por lo cual se ha incorporado un display LCD de 2 líneas por 16 caracteres.

7. SOFTWARE DE APLICACIÓN

El software de aplicación se ha implementado en lenguaje C por la necesidad de realizar cálculos con números de coma flotante y la facilidad de implementar funciones que en lenguaje ensamblador resultarían muy complejas.

Como complemento para el desarrollo de la comunicación, se ha implementado un emulador de terminal VT100, que reside en la memoria de programa del microcontrolador. Para la comunicación solamente es necesario, además de un PC y un cable serie, un programa terminal capaz de reconocer y tratar comandos VT100: se ha escogido el programa Hyperterminal, que está integrado en los sistemas operativos Windows.

8. CONCLUSIONES

Se ha diseñado y construido un sistema generador de radiofrecuencia que, en los dos casos planteados, ofrece un rango de potencias de salida entre los 6.8 y los -37.2 dBm. Para medir la exactitud del sistema, se ha calculado el error cuadrático medio del nivel de potencia obtenido en función del nivel deseado, obteniéndose un valor de 0.504, pudiendo comprobar así que el resultado es muy parecido al objetivo teórico planteado en el punto 2.

9. REFERENCIAS

- Hewlett-Packard. *A Low-Cost Surface Mount PIN Diode π Attenuator*. Application note 1048.
- Enric Gasch. *Desenvolupament d'un generador de RF en la banda de 400 a 500 MHz*. Universitat de Vic, 2000.
- Haykin, Simon. *Neural networks. A comprehensive foundation*. Prentice-Hall International, 1994.