

Efecto de la Conformación de Señales en los Sistemas de Comunicaciones Ópticas no Guiadas Mediante DS-SS

José A. Rabadán Borges, Miguel A. Bacallado,
Francisco Delgado Rajó, Rafael Pérez Jimenez
Departamento de Señales y Comunicaciones
Universidad de Las Palmas de G. C.
jrabadan@dsc.ulpgc.es

RESUMEN

En este trabajo se analizan los efectos de la aplicación de técnicas de conformación de pulsos a sistemas ópticos no guiados que utilizan una modulación de espectro ensanchado por secuencia directa. Las técnicas de conformación propuestas se basan en esquemas digitales sencillos y robustos y con un coste muy inferior al de otras soluciones que utilizan dispositivos DSP para el procesado de la señal.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo analiza las ventajas y complicaciones que introduce el uso de técnicas de codificación en los sistemas de espectro ensanchado por secuencia directa. El estudio realizado se centra en los sistemas de comunicaciones ópticas de señales en banda base, es decir, sin utilizar una portadora eléctrica que desplace los datos de frecuencia o aumente la eficiencia espectral del sistema de comunicación. Podemos considerar la señal óptica como la portadora de la señal ensanchada que es la que modula dicha portadora óptica. Estos datos son directamente extrapolables a los sistemas de radiofrecuencia, pero sólo a aquellos que utilicen modulaciones como ASK o PSK, es decir aquellos en los que la portadora sólo desplaza en frecuencia la señal de datos. En el caso de otro tipo de modulaciones como QAM, QPSK o GMSK, ya existen estudios de cómo utilizar la conformación para obtener mejoras de sus prestaciones.

2. SISTEMAS DS-SS EN EL CANAL ÓPTICO IR

El canal óptico infrarrojo, utilizado por los sistemas ópticos no guiados en interiores, presenta unas pérdidas de transmisión mayores que los sistemas de radiofrecuencia. Por otra parte, el canal infrarrojo presenta fenómenos de multipropagación, ocasionados por las múltiples reflexiones que se producen en el recinto. Además se añade el problema de la presencia en el medio de radiación infrarroja de fondo, proveniente de la luz ambiente, tanto natural como artificial[1]

El uso de señales de espectro ensanchado presenta algunas ventajas que contribuyen a la mejora de las prestaciones de los enlaces ópticos no guiados. Así por ejemplo los sistemas de espectro ensanchado presentan un elevado rechazo a las interferencias de banda estrecha incorreladas con la señal

codificada (ensanchada). En el caso particular de enlaces ópticos no guiados, existen interferencias de este tipo en el canal y están ocasionadas por la iluminación (lámparas incandescentes o fluorescentes) o por otros sistemas de comunicación por infrarrojos como los controles remotos de distintos equipos (sonido, TV, aire acondicionado, etc).

Del mismo modo, mediante sistemas de espectro ensanchado es posible reducir el efecto de la propagación multicamino, lo cual supone una nueva mejora introducida respecto a los sistemas de comunicaciones ópticas convencionales. Además, introduce una nueva característica, propia de los sistemas de espectro ensanchado, como es la capacidad de acceso múltiple mediante división en código o CDMA, que permite que varios usuarios accedan y compartan el mismo canal al mismo tiempo y con las mismas frecuencias.

3. CONFORMACIÓN DE PULSOS EN SISTEMAS DS-SS ÓPTICOS

La modificación de la forma de una señal es equivalente a la realización de un filtrado de ésta. En el caso que nos ocupa, este filtrado persigue la reducción de la potencia en las altas frecuencias, reduciendo por tanto, el ancho de banda requerido para la transmisión de la señal de espectro ensanchado y lo que es más importante, el consumo de potencia del sistema. A la hora de conformar los pulsos se pueden hacer varias combinaciones:

datos	Códigos	Señal modulada
conformados	No conformados	No conformada
No conformados	Conformados	No conformada
No conformados	No conformados	conformada
conformados	Conformados	No conformada

Las conformaciones estudiadas en este artículo, se derivan de las utilizadas en otros tipos de sistemas de modulación, como las de la familia FQPSK [2].

Consiste en sustituir las transiciones entre pulsos a 1 y pulsos a 0 por curvas que siguen la ecuación de una senoide. La señal obtenida de esta manera es equivalente a la que se obtendría mediante un filtro de coseno alzado, pero sin la complicación de la implementación del filtro. La representación temporal es la figura 1a, el diagrama de ojo correspondiente a dicha señal se representa en la figura 1b y la DEP es la mostrada en la figura 1c.

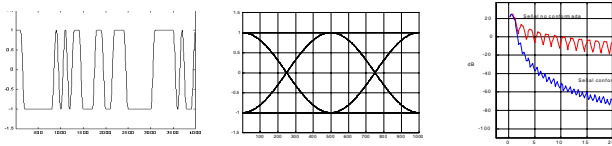


Figura 1. Señal conformada: a) En el tiempo; b) Diagrama de ojo; c) DEP de señal conformada y no conformada.

Como se puede, ver la señal conformada presenta unas componentes de alta frecuencia de un nivel muy inferior a los de la señal sin conformar.

la opción de conformación de la señal ensanchada es la que mejores prestaciones ofrece, tanto en su implementación como en la atenuación de las altas frecuencias, tal y como se ve en la figura 2, donde se comparan las DEP de las cuatro posibilidades.

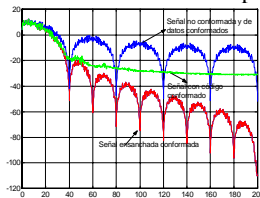


Figura 2. DEP de señales conformadas

3. SISTEMA DE CONFORMACIÓN

Para obtener las señales, resultantes de los procesos de conformación, se ha optado por una implementación digital de dichas formas de onda. Para ello es necesario la cuantificación y almacenamiento, en una memoria (*Look-up Table*), de la representación de las curvas a la salida de los diferentes filtros. Estas Tablas de memoria darán a su salida los valores de las diferentes muestras, que utilizadas como entradas en un conversor digital analógico, producirán la salida deseada.

La principal ventaja de la implementación digital de las conformaciones, es la versatilidad de estos circuitos para funcionar con el mismo esquema a cualquier frecuencia de la trama de entrada. Para conseguir esto, tan sólo es necesario modificar el reloj maestro del sistema, de forma que el contador de selección de muestras de las *look-up tables* sea el correspondiente a la nueva velocidad de bit. El esquema general del conformador digital es el de la figura 3.

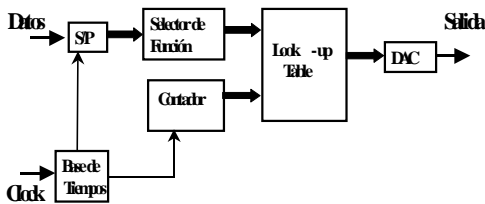


Figura 3. Esquema del conformador digital

4. RECEPCIÓN DE SEÑALES DS-SS CONFORMADAS

En los sistemas convencionales de DS-SS la recepción de la señal transmitida se basa en la correlación de la señal que llega

con una replica exacta de la señal de ensanche utilizada en transmisión [3]. En el caso de señales conformadas, la señal que entra en el correlador, presenta de forma clara los efectos de la conformación. No obstante si se analiza la función de correlación de una señal conformada con otra no conformada, se puede comprobar que presenta las mismas características que la función de autocorrelación de dos códigos sin conformar, salvo que el máximo se da con un cierto retraso respecto a la autocorrelación de señales cuadradas y es de menor nivel. Esto se puede apreciar en la figura 4.

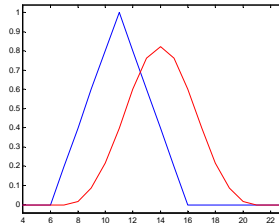


Figura 4. Autocorrelación de señales cuadradas y conformada con cuadrada

Lo importante de este estudio es que se pone de manifiesto que es posible encontrar un máximo de correlación y por tanto, demodular los datos correctamente, sin necesidad de tener que conformar la señal de código generada en el receptor antes de pasar al correlador. En virtud de todo lo anterior se puede concluir que es posible utilizar la conformación de las señales de DS-SS en transmisión, sin tener que modificar los sistemas de recepción

8. CONCLUSIONES

El uso de técnicas de conformación de señales en los sistemas de DS-SS, permite introducir algunas ventajas a estos sistemas, como el menor ancho de banda utilizado y el menor consumo de potencia. Como contrapartida, se precisa de una mayor complejidad del sistema, aunque sólo es necesario introducir cambios en los sistemas de transmisión; los receptores pueden funcionar con estas señales conformadas sin necesidad de ninguna modificación.

Para el proceso de conformación se ha optado por sistemas totalmente digitales. Los esquemas aquí presentados, son sencillos y de bajo coste, y además, permiten su uso general para cualquier frecuencia dentro del margen de funcionamiento de los dispositivos de que constan.

REFERENCIAS

- [1] J. M. Kahn, J. R. Barry, "Wireless Infrared Communications", *Proceedings of the IEEE*, vol. 85, no. 2, February 1997.
- [2] H. Mehdi, K. Feher, "FQPSK power and espectral efficient family of Modulations for Wireless Communications Systems", IEEE 44th Conference on Vehicular Technology, 1994.
- [3] R. L. Pickholtz, D. L. Schilling and L. B. Milstein, "Theory of Spread-Spectrum Communication", *IEEE Transactions on Communications*, vol. Com-30, no.5, may 1982.