

U R S I 2 0 0 7

XXII **Simposium Nacional de la
Unión Científica Internacional de Radio**

Universidad de La Laguna - Tenerife

19 - 21 Septiembre

Artículos

ULL

Universidad
de La Laguna



Patrocinadores



Colaboradores



Fotónica y Comunicaciones Ópticas I

SESIÓN III, Jueves 20, 10:00–11:45 h

Aula 1.12

Asignación de capacidad dinámica en redes ópticas de acceso WDM radio sobre fibra*Beatriz Ortega, José Mora, Gustavo Puerto Leguizamón, José Capmany*

Presentamos una nueva arquitectura para redes de acceso radio sobre fibra ofreciendo asignación dinámica de capacidad. En una red de comunicaciones por fibra óptica la configuración en retroalimentación de un AWG con un conmutador espacial óptico permite la demostración experimental de la asignación de capacidad dinámica multi-servicio.

Enlace óptico no guiado para sistemas domóticos EIB*Carlos Fernández Calero, José Alberto Rabadán Borges*

En este artículo se presenta el diseño e implementación de un enlace de comunicación óptica no guiada para redes domóticas soportadas por el estándar European Installation Bus (EIB).

Mediante su utilización se podrá realizar una comunicación punto a punto entre los dispositivos de una red haciendo uso del canal atmosférico como medio de transmisión y sin ver variadas las prestaciones de la misma, permitiéndose además el acceso a sus módulos para, por ejemplo, variar sus funcionalidades igualmente que si la información fuese enviada sobre el soporte metálico.

Sistema THSS para comunicaciones ópticas no guiadas compatible con enlaces IrDA*Crisanto Quintana Sánchez, José Alberto Rabadán Borges, Rafael Pérez Jiménez*

En este trabajo se describe un sistema basado en técnicas de salto en el tiempo de espectro ensanchado (Time-hopping Spread Spectrum) para comunicaciones ópticas no guiadas en interiores. Con él se pretende obtener una mejora en la respuesta del estándar IrDA tanto a interferencias de banda estrecha, como a interferencias multiusuarios. Además, se realiza un amplio análisis acerca de cómo ambos sistemas son interferidos con la intención de lograr la compatibilidad de ambos. De dicho estudio, se obtienen limitaciones de velocidad, recomendaciones y algunas limitaciones de diseño que debe cumplir el transmisor de time-hopping para lograr dicho objetivo.

Sistema THSS para comunicaciones ópticas no guiadas compatible con enlaces IrDA

Crisanto Quintana Sánchez, José Alberto Rabadán Borges⁽¹⁾ y Rafael Pérez Jiménez⁽¹⁾
crisanto.quintana101@estudiantes.ulpgc.es, jrabadan@dsc.ulpgc.es, rperez@dsc.ulpgc.es
Dpto. de Señales y Comunicaciones. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35017

Abstract- This paper describes an optical guideless system based on time-hopping spread spectrum techniques. The main objective of this work is to improve the narrow band interference rejection and the multi-user capability of the IrDA standard.

Moreover, a wide analysis is made about how both systems are interfered and, finally, some conclusions are drawn about some designs parameters of the time hopping system which will allow the compatibility of both systems.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el IrDA es el estándar dominante en las comunicaciones ópticas no guiadas en interiores. Sin embargo, a pesar de permitir tasas de transmisión bastante elevadas, presenta algunas deficiencias, como son la mala respuesta frente a multipropagación, la poca robustez frente a interferencias lumínicas de banda estrecha muy típicas en estos entornos de trabajo y la imposibilidad de realizar más de una comunicación simultánea en la misma habitación [1].

Este trabajo propone una alternativa basada en técnicas de espectro ensanchado, en particular time-hopping, con la que se pretende lograr mejoras en los enlaces ópticos no guiados. Además, se busca la coexistencia de los dos sistemas, de manera que, ambos sistemas puedan realizar transmisiones independientes en un mismo entorno sin la presencia del otro afecte a sus prestaciones.

Las técnicas de espectro ensanchado proporcionan una solución a los problemas anteriores, caracterizadas por aportar al sistema un alto rechazo frente a las interferencias en banda. Además, permiten la comunicación de varios usuarios (limitado por la longitud del código pseudoaleatorio) reduciendo considerablemente la interferencia multiusuario [2] [3].

En este artículo se va a analizar cómo se interfieren ambos sistemas, para posteriormente partiendo de las conclusiones obtenidas, fijar que condiciones se deben cumplir en el diseño del sistema propuesto basado en time-hopping para lograr dicha compatibilidad.

II. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El funcionamiento de un sistema que utiliza técnicas de time-hopping se basa en dividir el tiempo de bit en secciones (slots), de forma que, las secuencias de código pseudoaleatorio generadas determinan los slots a transmitir dentro de la trama. De esta forma, las demás franjas de

tiempo puedan ser utilizadas por otros usuarios, lográndose con ello el acceso múltiple al canal [4] [5].

En el sistema básico, en cada slot se transmite un nivel alto o bajo de señal en función del bit de información que se desee enviar, aunque en el sistema propuesto, y con el fin de obtener mayor robustez, se ha optado por transmitir N pulsos en cada una de las tramas generadas en cada transmisor. En las figuras 1a y 1b se muestran unas evoluciones temporales del sistema en los dos casos nombrados.

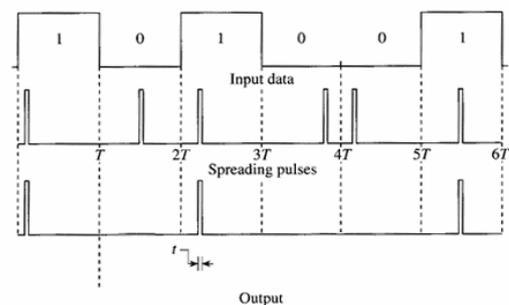


Figura 1a. Representación temporal de las señales del THSS básico

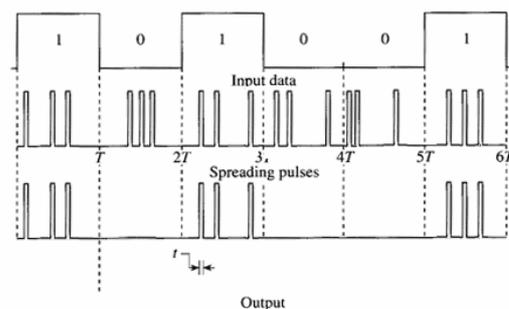


Figura 1b. Representación temporal de las señales del THSS con 3 pulsos por bit de información a transmitir

Las palabras código son generadas con un código MLS (*Maximum Length Sequence*) utilizando cuatro realimentaciones y un sencillo registro de desplazamiento de 8 posiciones, por lo que el periodo será de $2^8 - 1 = 255$ pulsos. Finalmente, se realiza la operación “and” entre el dato a transmitir y el vector generado.

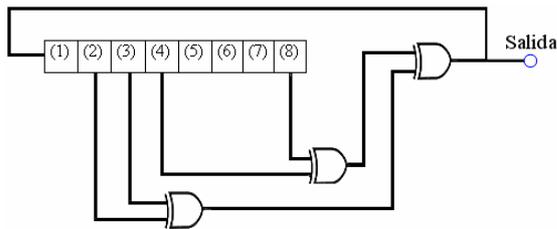


Figura 2. Generador del pseudocódigo

En la figura 3, se muestra el diagrama de bloques del modulo transmisor, donde se puede observar la sencillez de los circuitos utilizados para su implementación.

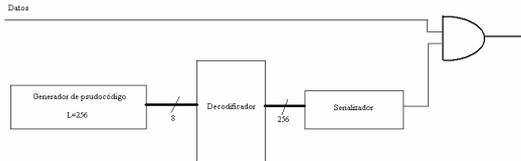


Figura 3. Diagrama del bloques del transmisor

Por su parte, el receptor utiliza el mismo generador pseudoaleatorio, pero en este caso, el patrón generado sirve para determinar en que instantes de tiempo se tiene que realizar el muestreo de la señal recibida. Posteriormente, dichas muestras pasan a través de un decisor que determina si el dato transmitido ha sido un uno o un cero. Si se han transmitido N pulsos y se reciben $N/2+1$ o más unos, el dato demodulado será un uno, mientras que en el caso contrario será un cero. La figura 4 muestra el diagrama de bloques de lo expuesto.

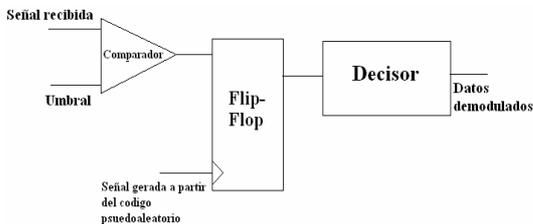


Figura 4. Diagrama de bloques del receptor

Hay que destacar que la señal de control del flip-flop debe estar codificada en RZ (Return to zero). De no ser así, existe la posibilidad de que se pierda por completo el sincronismo en el receptor, ya que en el caso de tener que muestrear dos slots consecutivos, el segundo no se va a realizar por no existir flanco de subida alguno.

La recuperación de sincronismo en un sistema de transmisión digital, especialmente los basados en técnicas de espectro ensanchado, representa un factor clave en el diseño para lograr unas buenas prestaciones del mismo [6]. En este trabajo se propone el uso de un piloto, que consiste en el envío de una señal que cambia de nivel cuando se comienza un nuevo ciclo del código pseudoaleatorio, modulada en BPSK por el doble de la señal de reloj en el modulador. Con ello lograremos que el receptor recupere la frecuencia de chip, y además exista un perfecto sincronismo entre ambos generadores, condición indispensable para el correcto funcionamiento del sistema. La siguiente figura muestra la

densidad espectral de potencia de la señal transmitida (señal THSS y piloto de sincronismo):

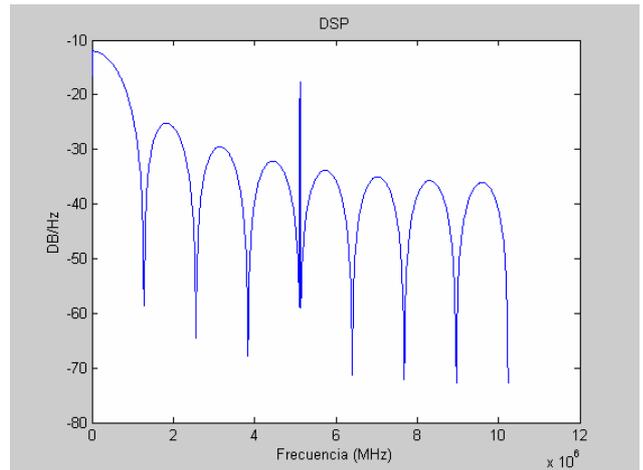


Figura 5. Densidad espectral de potencia de la señal transmitida

III. RESULTADOS

Para la evaluación del sistema se ha definido un escenario en el que existen un sistema IrDA y otro basado en THSS modulando datos totalmente independientes. En lo que respecta al primero, se ha optado por utilizar la versión FIR que se caracteriza por utilizar una modulación 4-PPM que permite lograr una velocidad de transferencia de 4Mbps. Por su parte, para el diseño del sistema basado en THSS deben fijarse cuatro parámetros que son la velocidad de transferencia, la potencia de transmisión, el número de pulsos por bit de datos a transmitir (N) y la longitud del código pseudoaleatorio (relacionado con la longitud del registro de desplazamiento).

En lo que respecta al primero de los parámetros, y después de realizar un análisis de la representación temporal de las señales transmitidas por ambos sistemas, se puede afirmar que la máxima velocidad de transferencia alcanzable en el sistema TH es cuatro veces inferior a la de datos que se modula en 4-PPM, o lo que es lo mismo, una octava parte de la señal modulada. Por tanto, para la situación definida anteriormente será de 1Mbps. Para llegar a esta conclusión se ha considerado que no existe sincronismo entre ambas señales, siendo este un caso muy típico en el ámbito en que nos encontramos.

En función de si se transmite un uno o un cero, la señal 4-PPM puede interferir de manera positiva, reforzando el pulso transmitido, o negativa, generando un error. Dicha situación se producirá cuando los pulsos a nivel alto de los símbolos 4-PPM se superpongan a la trama en el que se haya transmitido un cero.

En la siguiente figura se muestra una situación en la que, con un desfase entre ambas señales de un cuarto del tiempo de bit de la señal 4-PPM, se obtiene uno de los posibles casos peores, puesto que, como se puede observar existe la mayor cantidad posible de pulsos a nivel alto de la señal 4-PPM durante la duración de la trama de THSS.

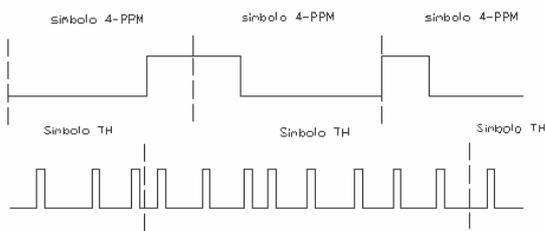


Figura 6. Representación temporal del peor caso entre señal 4-PPM y THSS

Se procederá analizando la respuesta de ambas modulaciones en diferentes situaciones en las que varía la relación señal interferencia, con el fin de obtener conclusiones acerca del resto de parámetros a definir. La siguiente figura representa la evolución de la BER (*Bit Error rate*) del sistema THSS cuando es interferido por una señal 4-PPM en función de N y 3 valores diferentes de SIR (Signal Interferente Ratio) con un código pseudoaleatorio de periodo 255.

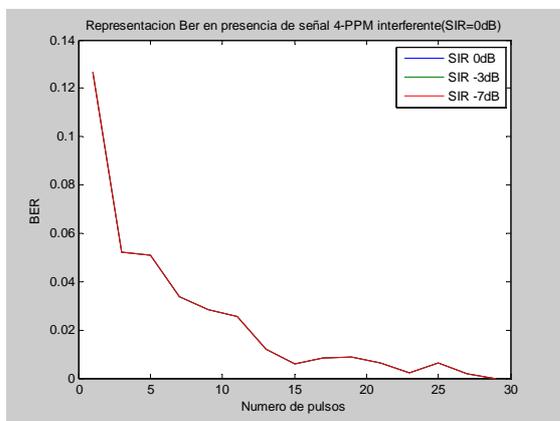


Figura 7. Evolución de la BER en función de N y la SIR

Se puede observar como la evolución de la BER no depende de la potencia de la señal IrDA interferente. Esto va a ser un factor fundamental para lograr el objetivo de tener compatibilidad entre ambos sistemas, como se demostrará posteriormente. Además, se puede afirmar que los errores producidos dependen del número de pulsos enviados en cada trama, llegándose incluso a obtener un nulo teórico de dicho parámetro. La razón que subyace detrás de este resultado recae en que al aumentar la cantidad de slots utilizados, aumenta la probabilidad de encontrarnos con niveles bajos del símbolo de 4-PPM.

En el caso inverso, donde el sistema IrDA es interferido por el THSS, realizando un análisis totalmente análogo al anterior, se obtiene la siguiente representación de la BER.

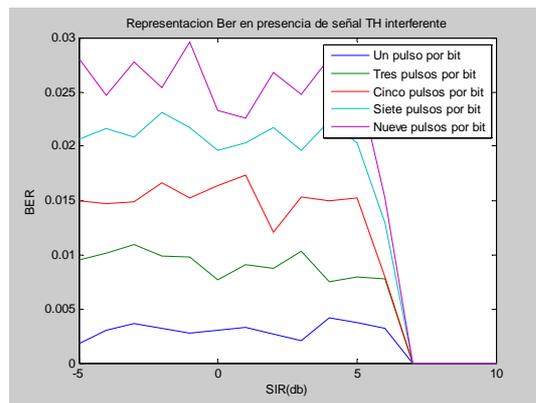


Figura 8. Evolución de la BER en función de N y la SIR

En esta figura se puede observar como al aumentar el número de pulsos por trama de THSS, aumenta la cantidad de errores debido a que aumenta la probabilidad de que se transmita un pulso de TH en el instante de muestreo del receptor IrDA. Además, existe un umbral de la SIR (7 dBs), independiente del número de pulsos transmitidos, para el cual se logra que la transmisión sea sin errores. Por tanto, si tenemos en cuenta que las prestaciones del sistema THSS no se ven afectadas por la potencia de la señal interferente, podemos afirmar que para lograr la compatibilidad, siempre se tiene que cumplir que el transmisor de THSS emita con una potencia 7 dBs inferior a la que lo hace el IrDA.

Con respecto a los otros dos parámetros se puede demostrar que el número de pulsos necesario para lograr la compatibilidad depende del periodo del código pseudoaleatorio elegido. Se debe fijar este último a un valor suficientemente elevado como para permitir el acceso de todos los usuarios sin que se interfieran entre ellos. Se debe tener precaución en no sobredimensionar este valor, puesto que aumentaría innecesariamente la complejidad circuital del sistema.

El siguiente paso del análisis consiste en obtener algunas conclusiones acerca de cómo afecta al sistema un aumento en el periodo del código pseudoaleatorio a 511 chips. Para ello se han realizado unas simulaciones similares a las anteriores, obteniéndose que la evolución de la BER del sistema TH interferido por 4-PPM es la que se muestra a continuación.

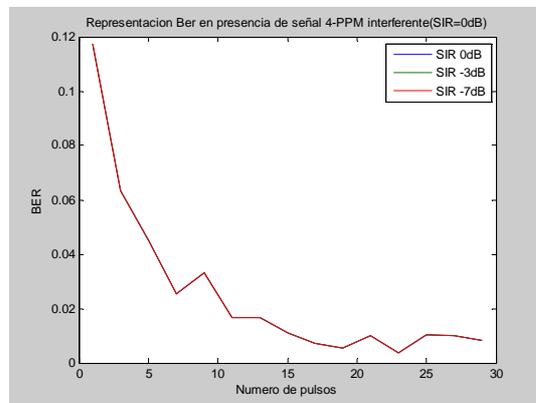


Figura 9. Evolución de la BER en función de N y la SIR

Se puede afirmar que el aumento del número de slots repercute negativamente en la robustez del sistema frente a una interferencia de tipo 4-PPM, siendo necesaria la transmisión de un mayor número de pulsos por bit, aumentando con ello el consumo de potencia. En figura 10 se obtiene la BER para el caso en que el sistema TH es el interferente.

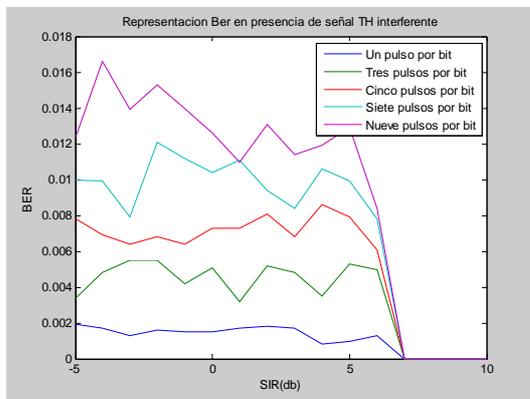


Figura 10. Evolución de la BER en función de N y la SIR

En esta situación si se logra reducir la cantidad de errores, aunque no hasta un valor nulo como sería deseable, siendo necesario nuevamente una SIR de 7dB. De esta manera podemos concluir que un aumento del número de slots no introduce ninguna mejora para lograr la compatibilidad de ambos sistemas.

IV. CONCLUSIONES

En este artículo se analizan las interferencias que se generan entre un sistema IrDA y un sistema THSS sobre comunicaciones ópticas no guiadas, con el fin de conseguir la compatibilidad de ambos en un mismo entorno. Se han obtenido limitaciones de velocidad, recomendaciones y algunas limitaciones de diseño que debe cumplir el transmisor de time-hopping en lo que respecta a potencia transmitida, periodo del código pseudoaleatorio y número de pulsos generados en cada trama.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido desarrollado gracias a la beca de colaboración de MEC.

REFERENCIAS

- [1] Joseph M. Kahn & John R. Barry. "Wireless Infrared Communications". Proceedings of the IEEE Vol. 85. NO. 2. Febrero 1997.
- [2] K. K. Wong & Tim O'Farrell. "Spread Spectrum Techniques for Indoor Wireless IR Communications". IEEE Wireless Communications. Abril 2003
- [3] J. A. Rabadán, R. Pérez, S. Rodríguez, F. López. "Fundamentos de los sistemas de espectro ensanchado". Colección Textos Universitarios. Gobierno de Canarias. 2001.[4] Robert C. Dixon. "Spread Spectrum Systems". Second Edition. John Wiley & Sons. 1994
- [4] R. A. Scholtz, "Multiple access with time-hopping impulse modulation," in *Proc. MILCOM*, Boston, MA, Oct. 11–14, 1993.
- [5] José A. Rabadán Borges. *Contribución al estudio de las comunicaciones ópticas difusas de alta velocidad mediante señales de espectro ensanchado*. Tesis doctoral. ULPGC. 2000
- [6] Stuart Williams. "IrDA: Past, Present and Future". IEEE Personal Communications. Febrero 2000.