

ESQUEMAS DE TASA ADAPTATIVA PARA SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS NO GUIADAS

Antonio García Zambrana, Antonio Puerta Notario

Departamento de Ingeniería de Comunicaciones, E.T.S.I. Telecomunicación
Universidad de Málaga, Campus de Teatinos, E-29071 Málaga (Spain)
E-mail: {agz,apn}@ic.uma.es

ABSTRACT

In this paper, a new and simple rate-adaptive transmission scheme for indoor unguided optical links is proposed. This scheme is based on the use of variable silence periods, allowing the increase of the peak-average optical power ratio, which is a favorable characteristic in intensity modulation and direct detection channels. Here, it is applied to links operating at high bit rate initially, providing a signaling rate with a wide dynamic range and requiring a very low-complexity implementation. The authors compare this scheme in terms of performance and complexity with the scheme proposed by the IrDA, which is based on repetition coding and pulse-position modulation.

1. INTRODUCCIÓN

La mayor movilidad y facilidad de uso de los terminales de comunicación portátiles está favoreciendo el desarrollo de enlaces inalámbricos de transmisión digital y su aplicación en redes de área local (WLAN). Dentro de este campo, las comunicaciones ópticas no guiadas representan una alternativa a los sistemas más clásicos, que operan en el espectro radioeléctrico, con algunas ventajas como un mayor ancho de banda potencial y su confinamiento [1]. Sin embargo, en este tipo de sistemas la relación de señal a ruido presenta un gran margen dinámico, por lo que resulta muy conveniente la adopción de esquemas de tasa adaptativa. De esta manera, la tasa binaria se acomoda a la relación de señal a ruido disponible, hasta conseguir una probabilidad de error aceptable. Así, con el fin de lograr mayor alcance en este tipo de aplicaciones, la Asociación IrDA (Infrared Data Association) ha propuesto un esquema de tasa adaptativa basada en códigos con repetición [2].

En esta comunicación, se propone un nuevo procedimiento de adaptabilidad en la tasa de señalización de muy reducida complejidad de implementación, basado en la inserción de periodos de silencio de duración variable, siendo aplicable tanto a esquemas PPM como a los más sencillos formatos OOK. Comparado con el esquema clásico propuesto por la IrDA, tanto en cuanto a sus prestaciones como en lo relativo a la complejidad de implementación, se ha obtenido una relevante mejora.

2. ESQUEMA DE TASA ADAPTATIVA UTILIZANDO PERIODOS DE SILENCIO VARIABLE

Con el fin de enmarcar y justificar el nuevo esquema propuesto, en primer lugar se analizan aquí las prestaciones obtenidas por el formato OOK con pulsos Gaussianos y ciclo de trabajo reducido (OOK-GS) y el esquema 4PPM.

Se consideran estos esquemas operando a una tasa variable, tal que inicialmente es de 50 Mb/s y que, dependiendo de las condiciones del canal, puede ser reducida siguiendo el procedimiento adaptativo propuesto por la IrDA y basado en códigos con repetición. En la simulación han sido asumidas las siguientes características: primero, un modelo de canal difuso con un ancho de banda -3dB de 50 MHz, correspondiente a un entorno de oficina favorable; segundo, un filtro supresor de interferencias paso alto de Bessel de tercer orden con una frecuencia de corte a -1dB de 500 kHz; y, por último, un filtro paso bajo de Bessel de quinto orden empleado como filtro adaptado aproximado. En la Fig. 1 se representan los resultados obtenidos para el formato OOK-GS empleando un procedimiento de decodificación blanda y un ciclo de trabajo del 25% a una tasa inicial de 50 Mb/s y después afectada por reducciones de tasa (RR) de 2, 4 y 8.

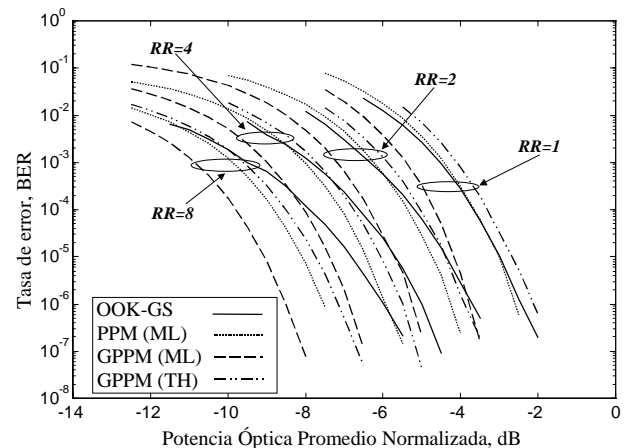


Figura 1. Probabilidad de error en función de la potencia óptica promedio normalizada para el formato OOK-GS y esquemas PPM con diferentes formas de pulso, operando a un régimen binario de 50 Mb/s y diferentes valores de RR.

A continuación, se consideran los esquemas 4PPM con pulsos rectangulares y con pulsos gaussianos (GPPM), considerando dos procedimientos de detección de diferentes niveles de complejidad: detección de máxima semejanza (ML) y detección de umbrales (TH), tal como fue implementado en [3] para un esquema de transmisión de tasa de señalización fija. Los resultados obtenidos se muestran en la Fig. 1. En este punto, cabe señalar que la IrDA adopta el esquema 4PPM clásico, con pulso rectangular. Además, el procedimiento de detección empleado es el TH, debido a su mayor facilidad de implementación. Se desprende que el formato OOK presenta una robustez aceptable a la reducción del régimen binario, debido al empleo de la forma de pulso gaussiana y un

ciclo de trabajo reducido, tal como se corroboró en [4]. Así, por ejemplo, la opción de emplear formatos OOK con pulsos rectangulares quedaba descartada. No obstante, el esquema PPM presenta todavía mejores prestaciones, en especial cuando se usa el pulso gaussiano para configurarlo [3], y, en este caso, incluso con el receptor más rudimentario.

Sin embargo, estos resultados se pueden mejorar considerablemente si se actúa directamente reduciendo el ciclo de trabajo en el esquema de señalización, aspecto favorable en este tipo de aplicaciones [3]. Esto sugiere un nuevo proceso de adaptabilidad, objeto de esta comunicación, basado en la inserción de periodos de silencio de duración variable que permiten, a su vez, el empleo de pulsos de mayor amplitud manteniendo, sin embargo, la potencia media. De este modo, cuanto más severa es la reducción de tasa mayor es el periodo de silencio intercalado en la transmisión y mayor la potencia por pulso. Una muestra del proceso que se propone se presenta en la Fig. 2 para los formatos OOK-GS y 4PPM.

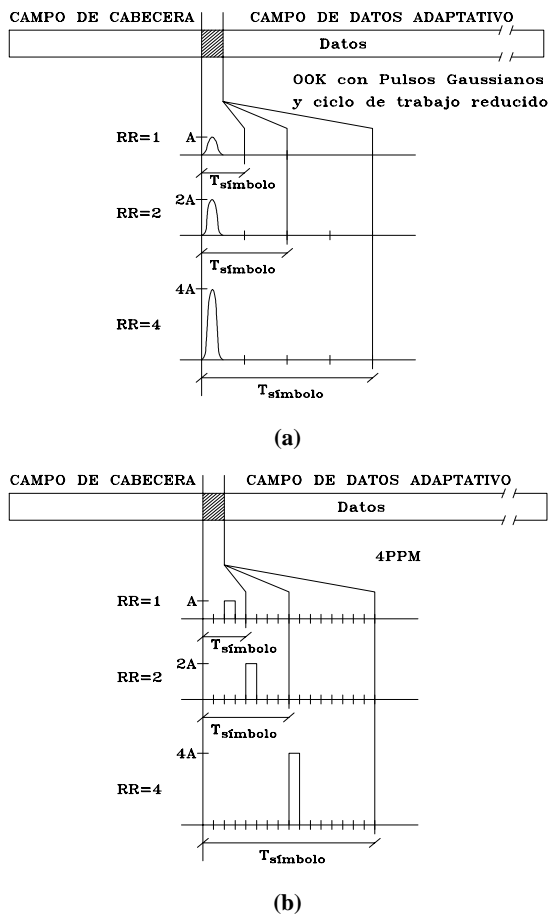


Figura 2. Estructura de trama ilustrando el proceso de tasa adaptativa basado en la inserción de periodos de silencio en la transmisión.

La tasa de error en función de la potencia óptica promedio normalizada se presenta en la Fig. 3 para el formato OOK-GS y el esquema GPPM, junto con los resultados obtenidos para el esquema GPPM siguiendo la codificación con repetición clásica y

la detección de máxima semejanza (línea a puntos). Como se puede ver, se obtiene una notable mejora de prestaciones con relación al esquema de adaptabilidad clásica propuesto por la IrDA. Así, por ejemplo, se observa una reducción en los requerimientos de potencia óptica promedio de más de 3 y 4 dB para reducciones de tasa binaria de 4 y 8, respectivamente. Además, con este nuevo procedimiento de adaptabilidad, el formato OOK-GS mantiene sus mejores prestaciones con respecto al esquema 4GPPM cuando se adopta la detección TH.

3. CONCLUSIONES

En esta comunicación se ha propuesto un nuevo método de adaptabilidad en la tasa de señalización para sistemas de comunicaciones ópticas no guiadas. Se ha comparado con el esquema de codificación con repetición propuesto por la IrDA, obteniéndose una relevante superioridad tanto en prestaciones como en los aspectos asociados a la complejidad requerida en la implementación. De hecho, este nuevo esquema de tasa adaptativa va a consistir en considerar en la transmisión pausas de duración variable, con lo que no va a ser necesario incorporar algoritmos complicados en la codificación. Al mismo tiempo, la decodificación se ve también muy simplificada, pues puede ser empleado básicamente el mismo receptor que para tasa fija. Además, la frecuencia de muestreo también se puede reducir conforme a la reducción de la tasa binaria.

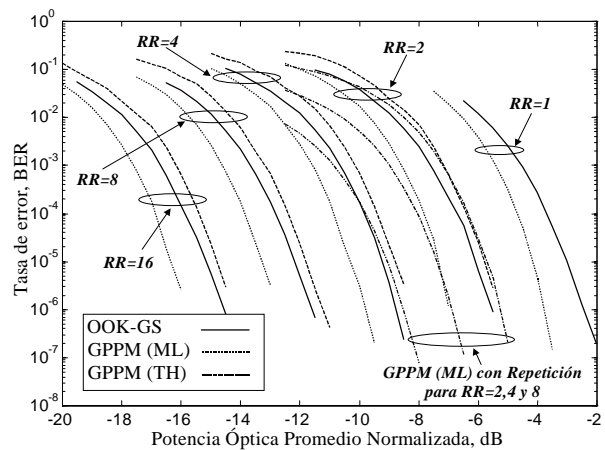


Figura 3. Probabilidad de error en función de la potencia óptica promedio normalizada para formatos OOK-GS y esquemas GPPM cuando se implementa un procedimiento de tasa adaptativa insertando silencios de duración variable

REFERENCIAS

- [1] Kahn, J.M.; Barry, J.R.; "Wireless Infrared Communications", *Proc. IEEE*, vol. 85, n° 2, pp. 265-298, 1997.
- [2] Estándares IrDA se pueden obtener en <http://www.irda.org>.
- [3] García Zambrana, A.; Puerta Notario, A.; "Improving PPM schemes in wireless infrared links at high bit rates", *IEEE Communications Letters*, vol. 5, n°3, March 2001.
- [4] García Zambrana, A.; Puerta-Notario, A.; "Rate-Adaptive modulation techniques for indoor wireless infrared links at bit rates of wide dynamic range", *Proc. IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2001-Spring)*, Rhodes, Greece, May 6-9 2001.