

Análisis mediante simulación digital del comportamiento del código de línea "AMC" para transmisión en línea

J.A. DELGADO-PENÍN, J.L. PEÑA-GONZÁLEZ
DEPARTAMENTO T.S.C.-L.C.D.-TALLER MODELADO/SIMULACIÓN
ETSETB-BARCELONA-UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA (UPC)
C/ GRAN CAPITÁN s/n, 08034 BARCELONA
E-mail: DELPEN@TSC.UPC.ES

Abstract:

The AMC (Adaptive Multilevel Code) line code was selected to study a digital line transmission system when framed digital information is considered. The proposed system was analyzed by simulation techniques. Upper bound and performance measures of the bit error rate were obtained by using TOPSIM IV simulation package

1. Introducción

La transmisión de información digitalizada en formato de tramas para los diferentes sistemas de transmisión en línea (accesos mediante soporte físico) necesita una protección frente a los errores producidos por las distorsiones y perturbaciones presentes en el medio de transmisión y dicha protección puede facilitar la codificación de línea.

En lo que sigue, se indica como se analizó el comportamiento del código AMC ("Adaptive Multilevel Code") [1] en presencia de distorsión lineal y perturbaciones aditivas. El método de análisis recurrió a dos modelos: uno analítico y otro de simulación, respectivamente. Para el análisis mediante simulación se utilizó el paquete de logicial TOPSIM con el que se evaluaron y obtuvieron resultados a propósito de formatos de señal, diagramas de señal y tasa de error en destinatario.

Los principales factores que suelen influir en el diseño de un código de línea son: eficiencia en la recuperación de reloj; reparto espectral equilibrado en la banda de transmisión y buena tasa de error vs $E_b N_0$.

La codificación de línea contempla la generación de palabras código como bloques de símbolos de longitud fija o variable que a su vez se transmiten como señales codificadas en bloque. En este caso se consideró un código de longitud variable y multinivel (cuatro niveles).

En la sección 2 se comenta la ley de codificación que se tomó en cuenta: código AMC con dos duraciones y cuatro niveles de amplitud. La sección 3 describe los modelos de "Codec" para el estudio analítico realizado y su simulación digital mediante TOPSIM [2]. En la sección 4 se comenta el análisis del comportamiento de un sistema completo. La última sección se dedica a comentar los resultados y conclusiones del análisis.

2. El código AMC ("Adaptive Multilevel Code")

Este código consta de 4 niveles de amplitud y dos intervalos de señalización que adecuadamente combinados pueden transportar 2 bits/símbolo. [1].

La ley de codificación puede resumirse como se indica a continuación:

Fuente (Entrada)	Codificador (Salida): duración y amplitudes
0	T_{sg} $\pm V_1$ voltios
1	$2 T_{sg}$ $\pm V_2$ voltios

con la condición de que : $V_1 \cdot T = V_2 \cdot 2T$. Con ello se consigue que la secuencia de 2 bits se codifique con una secuencia que poseerá área nula. En la "Fig. 1" se representa una secuencia típica AMC obtenida con el simulador TOPSIM.

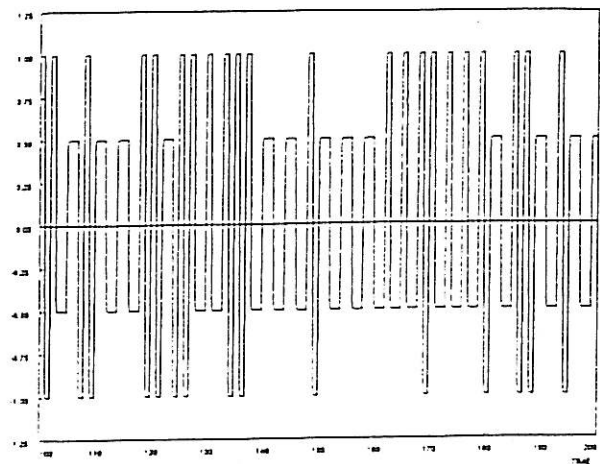


Fig. 1 Secuencia AMC

donde $V_1 = \pm 1V$; $V_2 = \pm 0,5V$ y $T = 1$ sg

3. Modelos de "Codec"

Los modelos de Codificador-Descodificador utilizados [1] siguen el modelo de Moore para códigos de longitud variable. El codificador instrumenta la ley de codificación antedicha en la sección 2 y el descodificador se construye basándose en el modelo de Moore [3], que en este caso particular queda reducido a un grafo de cuatro estados y en el que existe un estado de error o estado absorbente.

La "Fig. 2" indica el modelo diseñado para el codificador y en el que pueden apreciarse cuatro módulos: una memoria de control, una memoria FIFO, una lógica de codificación y un modulador PAM.

La "Fig. 3" representa el modelo del descodificador AMC. Puede apreciarse la presencia de otros cuatro módulos: un demodulador PAM, una memoria FIFO, una memoria de control y una lógica de codificación. El demodulador posee dos umbrales de demodulación que configuran tres zonas de decisión.

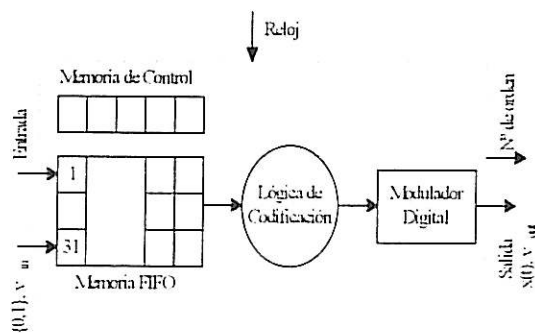


Fig. 2 Codificador AMC

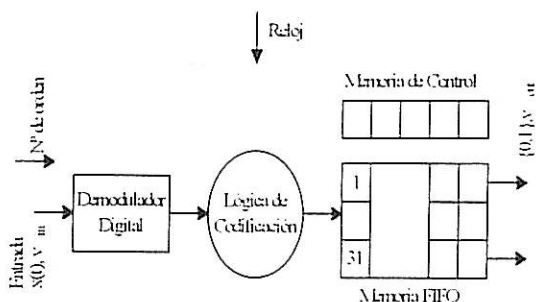


Fig. 3 Descodificador AMC

4. Análisis del comportamiento

El comportamiento del "Codec" en ambiente de distorsión lineal y presencia de ruidos aditivos tuvo en cuenta que se consideró una transmisión de señales correladas.

Se hicieron dos análisis de tasa de error: una búsqueda de la cota superior de la probabilidad de error y una medida de dicha tasa mediante el método de Montecarlo.

En el primer caso se siguió un método desarrollado en [4] para transmisiones digitales de señales correladas. El receptor contempló la decisión sobre muestras de: señal útil transmitida; perturbaciones aditivas consideradas gaussianas e interferencias intersimbólicas modeladas según una "hipótesis gaussiana". La búsqueda de la cota superior tuvo en cuenta las consideraciones desarrolladas en [5].

En el segundo caso, el diagrama de bloques para la simulación TOPSIM [2] siguió la estructura indicada en la "Fig. 4".

La cadena de simulación se constituyó por una fuente "iid" que suministró un tren de bits en paralelo al codificador AMC. El medio se caracterizó por un canal con ruido aditivo gaussiano limitado en banda por un filtro Butterworth. La salida del descodificador AMC se conectó a un bloque medidor de tasa de error (ERCNT) en una de sus entradas. En la otra entrada, se obtuvo una referencia sin ruido aditivo gaussiano, al objeto de llevar a cabo la simulación mediante el conteo de errores (método de Montecarlo). Entre transmisor y receptor se contabilizó un retardo (D) en términos de número de bits.

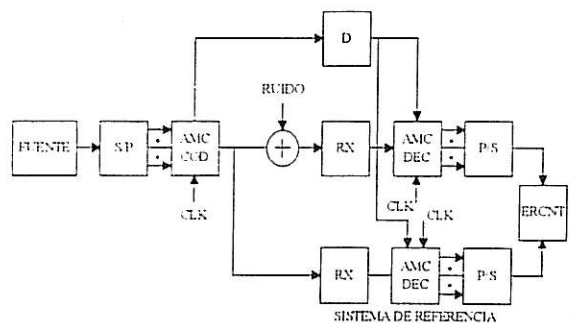


Fig. 4 Modelos simulados

5. Resultados

La generación de las señales PAM con duraciones diferentes se obtuvo con TOPSIM como indica la "Fig. 1".

El comportamiento de la señal anterior cuando transita a través del canal queda reflejado en la "Fig. 5". Este diagrama fue obtenido con el instante de muestreo óptimo en base a la máxima "apertura del ojo". Este resultado se obtuvo después del filtro de recepción que modela la limitación de banda del canal y para razones señal-ruido próximas a 18 dB.

El comportamiento en términos de tasa de error (prob. de error en el bit) fue obtenido teniendo en cuenta la cota superior de la probabilidad de error para señales correladas en ambientes gaussianos (caso de los resultados de la "serie 2" "Fig. 6") y mediante simulación Montecarlo para diferentes anchos de banda equivalentes de ruido ($BW \cdot T_b = n^\circ$ real). Puede observarse la proximidad de la cota superior con los resultados de la simulación. Tasas de error de 10^{-4} implican cocientes señal-ruido del orden de 19 dB. Estas cifras pueden mejorarse con filtros de coseno realzado en ambos extremos del canal.

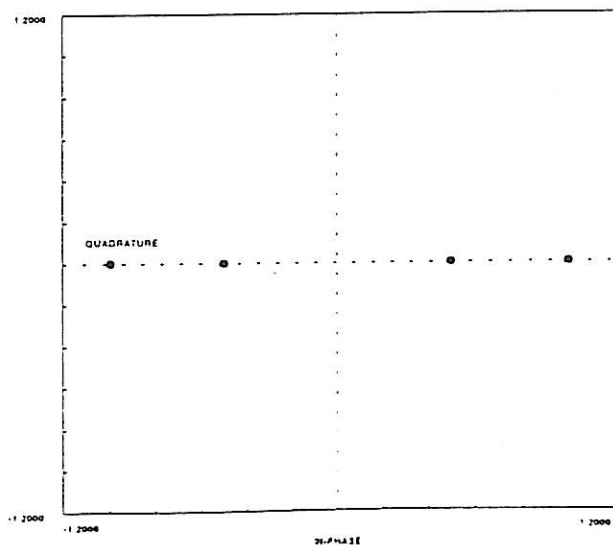


Fig. 5 Diagrama de dispersión de las señales

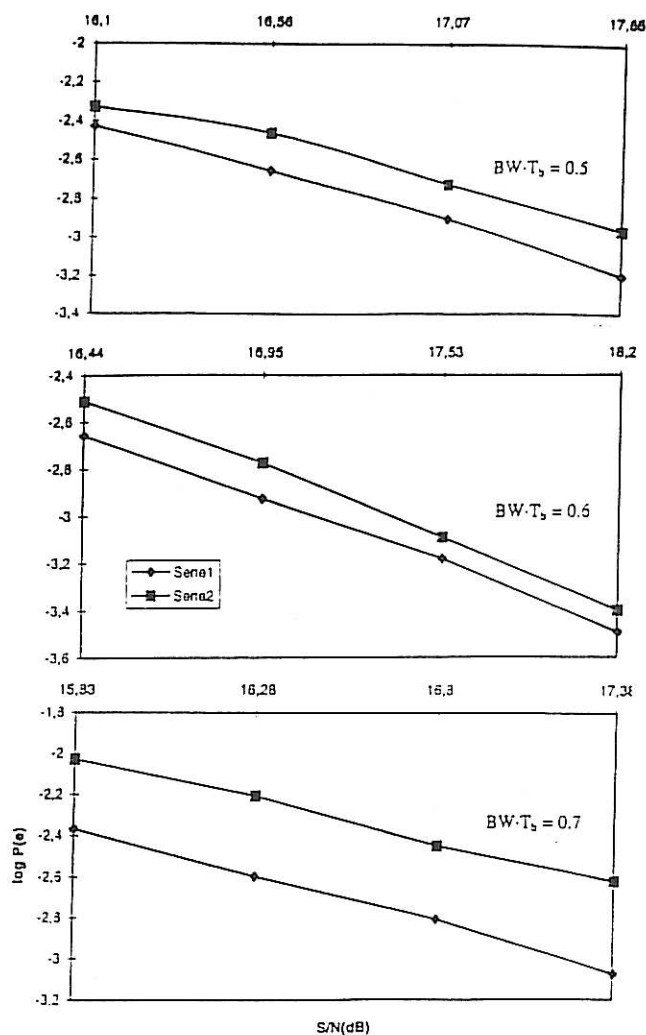


Fig. 6 Probabilidad de error en el bit vs razón señal a ruido

6. Conclusiones

Con este análisis se ha visto el interés que tiene este código y sus posibles variantes cuando se pretende transmitir información entramada. El valor elevado de potencia necesaria en la transmisión (desventaja) debe confrontarse con la facilidad del sincronismo de reloj que posee y su buena densidad espectral de potencia [1]. Por otra parte, se ha establecido una metodología de simulación de estos sistemas con correlación de las señales cuando se intenta medir la tasa de error mediante conteo de los errores.

Referencias

- [1] Delgado-Penín, J.A., Correas-Corcobado, A. "Power spectral density of a novel Adaptive Multilevel Code" SBT/IEEE Int. Symp. on Telecommuni. Record IEEE CH2901-7/90/0000, 22.5.1-22.5.4 (1990)
- [2] Politecnico di Torino "TOPSIM user's manual (versión para PC)" (1996)
- [3] Peña-González, J.L., "Análisis del comportamiento mediante simulación digital con TOPSIM II de modelos de transmisión en línea que utilizan AMC". PFC. UPC-ETSETB (1997)
- [4] Biglieri, E. "Valutazione delle prestazioni dei codici di canale per la trasmissione numerica". Alta Frequenze. 42. 3. 153-159 (1973)
- [5] Glave, F.E. "An upper bound on the probability of error due to ISI for correlated digital signals". IEEE Trans. on Inform. Theory. IT.18. 5. 356-362 (1972)