

ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CODIGO DE LINEA 2B1Q EN BUCLE DE ABONADO
DIGITAL CON PRESENCIA DE DIAFONIA

J.A.Delgado-Penín M.A.Murillo-Viñuales
Deptm.TSC - Lab.Com.Digitales -Campus Nord UPC-ETSETB
Apdo. 30.002 -08080 Barcelona

ABSTRACT

The 2B1Q line code is selected to study a digital line transmission system for support of ISDN basic access on 2-wire metallic subscriber. The selection of the line code is conditioned by the problem of the near-end crosstalk and by the loop plant. Performance from the point of view of the NEXT is evaluated with data provided by a telecommunications company.

INTRODUCCION

La introducción de la transmisión digital en el bucle de abonado que soportará la RDSI lleva implícita el estudio de las secuencias en línea que deben utilizarse en el denominado interfaz U.

La transmisión en línea se realiza con señales previamente codificadas con el fin de adaptar sus características a las limitaciones físicas del cable de pares, lo que implica la utilización de esquemas de codificación que se adapten lo mejor posible a las circunstancias de la planta exterior telefónica. En esta comunicación se incide en dos aspectos: el código de línea y la influencia de la diafonía.

El código de línea considerado aquí es el denominado 2B1Q (1) que presenta buenas características espectrales por ser multinivel y además deja sin importancia el efecto de la telediafonía si se compara con otros códigos usuales: 4B3T ó MS43. A la vista de lo dicho la interferencia de paradiafonía es la más importante si se utiliza este código de línea.

En el apartado que sigue se recuerdan las características del código 2B1Q y se presenta su densidad espectral de potencia calculada usando el método de Cariolaro/Tronca (2).

El apartado que se dedica a la determinación de los efectos de la diafonía sobre la señal útil transmitida comienza con la presentación de un modelo básico para el camino de diafonía y que sirve tanto para evaluar la paradiafonía como la telediafonía sin más que cambiar la expresión correspondiente a la función de desequilibrio entre pares. Existen diversas modelizaciones de la diafonía que se pueden encontrar en las referencias bibliográficas. Aquí se toman en cuenta datos reales de una red telefónica.

Se concluye la comunicación presentando resultados que han sido obtenidos mediante cálculo y con las condiciones de contorno de valores reales para los cables, valores medios y varianzas obtenidos de medidas en redes locales de abonados españoles.

CODIGO DE LINEA 2B1Q. D.E.P

El código 2B1Q representa una codificación cuaternaria no redundante en la que a cada par de símbolos binarios de fuente se le hace corresponder un símbolo cuaternario. La ley de codificación se establece así:

b_n	00	01	10	11
a_n	-3	-1	+3	+1

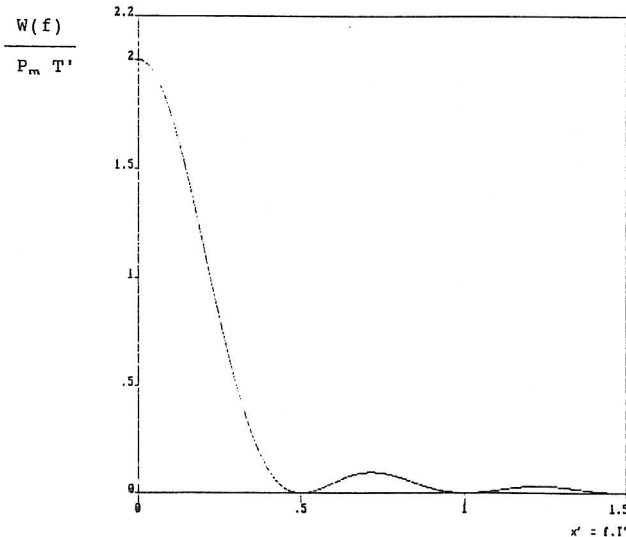
El primer bit de la palabra binaria da el signo del símbolo cuaternario, mientras que el segundo bit da su magnitud.

El codificador puede configurarse como una máquina secuencial según Mealy con 1 estado y palabras código de longitud 1.

Haciendo la hipótesis de contemplar una secuencia de fuente independiente e idénticamente distribuida se puede realizar el cálculo de la Densidad Espectral de Potencia (DEP) para señales rectangulares asociadas al con- formador de símbolos mediante el algoritmo de Cariolaro/Tronca (2). Al e- valuar dicha DEP la parte discreta es nula y resulta una expresión como la que sigue:

$$W(f) = 5 \cdot |S(f)|^2 / T'$$

donde T' es la duración de la forma de onda en línea. Cuando el pulso con- formador es rect (t/T) la DEP normalizada es la que se indica en la figu- ra que sigue.



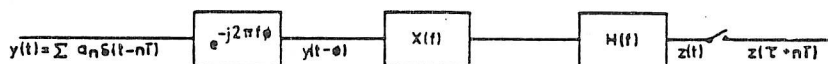
EFFECTOS DE LA PARADIAFONIA

Uno de los principales problemas que se plantean en la transmisión digi- tal sobre cables de pares es la diafonía. Las referencias bibliográficas

sobre la modelización de este efecto perturbador son abundantes; los trabajos de Cravis/Crater (3) son pioneros y entre los últimos los de Lechleider (4) son los más rigurosos en cuanto al uso de distribuciones de ruido y diafonía. En esta comunicación se tratará el efecto de la paradiáfonía en la transmisión digital sobre soporte físico metálico dejándose para otra ocasión el efecto de la telediafonía.

Modelo básico de diafonía

La figura que sigue refleja el esquema básico en el supuesto de un solo perturbador, aun cuando es fácilmente extrapolable a varios perturbadores



El sistema perturbador transmite datos $\{a_n\}$ aleatorios y puesto que los relojes de los sistemas perturbador y perturbado no tienen por qué estar en fase, se incluye en el primer bloque del modelo un desfase aleatorio. El acople de diafonía entre los pares se representa por el proceso aleatorio $X(f)$ y el conformador de pulsos en el transmisor y el ecualizador del receptor se engloban en un bloque caracterizado por una función de transferencia determinista $H(f)$. La tensión de interferencia en el canal perturbado es $z(t)$.

La función $X(f)$ para la paradiáfonía se puede modelar como se indica en (6) y siguiendo un proceso de análisis diferencial y estadístico se llega a valores de media y varianza de interferencia de paradiáfonía cuando se tienen varios perturbadores. En dichas medias y varianzas es importante introducir datos procedentes de compañías de explotación. En esta comunicación se han considerado valores de la atenuación de paradiáfonía, atenuación y constante de fase para cables con calibres de 0,405 mm.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

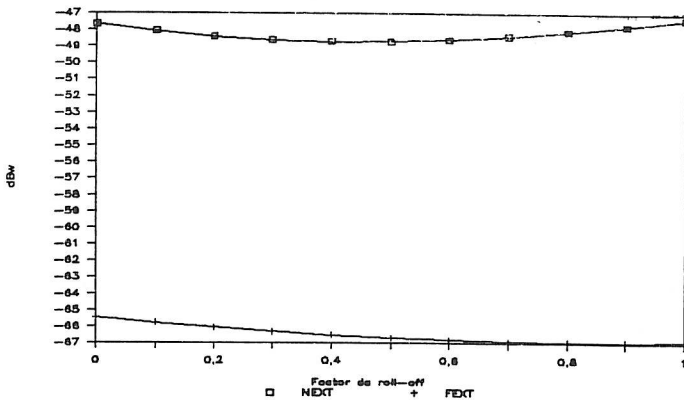
Los resultados de esta comunicación están ligados al código 2B1Q; pero sin olvidar que otros códigos que podrían ser candidatos (4B3T y MS43) no se consideran en este lugar.

El número de señales interferentes que provocan una interferencia apreciable sobre el canal útil es limitado. No todos los canales contribuyen en igual medida a la interferencia y tomando una cifra de 6 se consigue una muy buena aproximación con los datos reales (5). La tabla 1 pone de manifiesto el valor medio y la varianza de la interferencia de paradiáfonía para el código 2B1Q. La tabla se ha construido teniendo en cuenta el factor de "roll-off" utilizado en el receptor, con el fin de poner en evidencia la relación entre la interferencia de diafonía y la característica del receptor. Como puede comprobarse, no existe una gran diferencia entre el valor máximo y mínimo de interferencia al variar el "roll-off" entre 0 y 1.

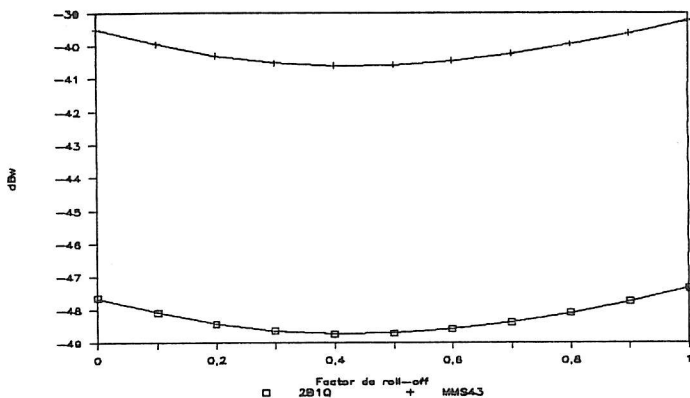
Tabla 1

ROLL OFF	μ_T	σ_T^2
0,0	-47,66	13,74
0,1	-48,09	13,42
0,2	-48,43	13,21
0,3	-48,64	12,95
0,4	-48,73	12,71
0,5	-48,71	12,50
0,6	-48,59	12,33
0,7	-48,38	12,20
0,8	-48,10	12,10
0,9	-47,75	12,02
1,0	-47,34	11,95

A título de ejemplo se presentan en la siguiente figura las variaciones del valor medio de interferencia de paradiafonía (NEXT) y de telediafonía (FEXT) en función del factor de "roll-off" del receptor. Como puede observarse, la diferencia entre ambos se mantiene alrededor de unos 18 dB, por lo que la diafonía importante a considerar con el código 2B1Q es la paradiafonía puesto que se trata de la mas perjudicial.



Este código es el que mejores prestaciones presenta frente a la familia de los 4B3T y MMS43 como se pone de manifiesto en la siguiente figura.



Los resultados que se originan del análisis son verosímiles teniendo en cuenta las características de la DEP del código y de las exigencias CCITT en el interfaz U: el espectro queda limitado a 80 khz; mientras que en códigos como el 4B3T o MMS43 dicho espectro en iguales circunstancias a las consideradas para el 2B1Q se extiende hasta 120 Khz.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Doc. CCITT-Com.XVIII-Contribución nºD981
"Basic characteristic of digital line transmission system for support of ISDN basic access on 2-wire metallic subscriber lines on the network side of the NT1"-Febrero 1987-10 páginas- USA.
- (2) G.L.Cariolaro,G.P.Tronca, "Spectra of block coded digital signals",IEEE Trans. on Communications, vol.Com-22,nº10,Octubre 1974, pags.1555-1564
- (3) H.Cravis,T.V.Crater,"Engineering of T1 carrier system repeatered lines" BSTJ,vol.42,marzo 1963,pags.431-486
- (4) J.W.Lechleider,"Broad signal constraints for the management of the spectrum in telephone loop cables:identical constraints on all pairs",IEEE Trans. on Communications, vol.Com-34,octubre 1986,pags.1041-1043.
- (5) Idem,"Loop transmission aspects of ISDN basic access",IEEE Jour.Selec. Areas Communic.vol.SAC-4,Noviembre 1986,pags.1294-1301.
- (6) J.C.Campbell,A.J.Gibbs,B.M.Smith,"The cyclostationary nature of cross-talk interference from digital signals in multipair cable",IEEE Trans. Communic.,vol.COM-31,Mayo 1983,pags.629-648.