

ANÁLISIS DE LA MÁXIMA CAPACIDAD DE UN SISTEMA MULTIPORTADORA SOBRE CANALES NO LINEALES

Antonio Pujante, Leandro de Haro.

Grupo de Radiación, Dpto. de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones. Universidad Politécnica de Madrid.

E.T.S. de Ing. de Telecomunicación. Ciudad Universitaria.

E-28040 Madrid (SPAIN)

Phone: +34 91 549 57 00 ext. 397 Fax: +34 91 543 20 02

e-mail: leandro@gr.ssr.upm.es

I. ABSTRACT.

The transmission plan for a satellite communications channel operated in multicarrier mode can be represented as an injective application between two groups. This channel is usually limited by the non-linear performance of satellite TWTs. Classical combinatory laws allow for the prediction of the number of applications that can be established between groups with unidimensional elements. However, in the case where one of the groups has elements with non-unidimensional attributes, the classical combinatory laws offer only an upper limit for the number of possible applications.

In this paper, an expression for the accurate calculation of the number of applications over groups with non-unidimensional elements is proposed and it is particularly applied to the prediction of the number of possible configurations in communication transmission plans.

This expression not only allows for the assessment of the best method to be applied for the optimization of the allocation of the carriers in a channel but also the estimation of the optimum channel occupation.

II. INTRODUCCION.

La optimización de planes de transmisión es un tema estudiado ampliamente [1-9] a través de diversos procedimientos pero es necesario disponer de una expresión como la que aquí se presentará para: (a) garantizar la conveniencia del empleo de la técnica de optimización a ser empleada, (b) predecir la cantidad de recursos computacionales necesarios para ello, y (c) establecer la ocupación óptima del canal en función del número de configuraciones posibles. El plan de transmisión de un canal de comunicaciones vía satélite operado en modo multiportadora puede modelarse como una aplicación inyectiva. El grupo origen de la aplicación contiene las portadoras o señales a transmitir y el grupo objetivo de la aplicación contiene el juego de canalizaciones de frecuencias dentro del canal.

El número de aplicaciones inyectivas posibles depende de tres factores: (a) el número de portadoras del canal, (b) el ancho de banda de las portadoras y (c) el número de canalizaciones

libres, valor que es función de el paso de canalización y el ancho de banda del TWT.

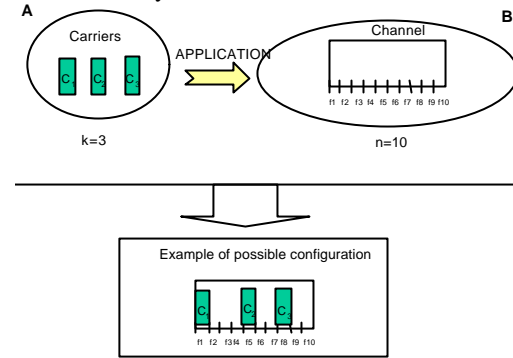


Figura 1: Ejemplo de definición de la aplicación.

III. FORMULA DESARROLLADA

En un caso general se debe considerar que: (a) la ocupación del canal puede ser inferior al 100%, (b) cada portadora puede ocupar más de una canalización y (c) algunas de esas portadoras puede condicionar la existencia de canalizaciones prohibidas. Bajo estas condiciones la aplicación inyectiva se realiza entre elementos con atributos no-unidimensionales. La expresión siguiente describe el número de configuraciones máximas:

$$N_{\text{conf}} = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n/2+(1-\text{even}(n))} P_{k=N_{c,\text{tot}}-i-1} \cdot \left[\sum_{j=2}^{N_{c,\text{tot}}} \left[\begin{matrix} C^{j-1} \\ n_1 - \sum_{i=2}^j BW_{c,i} + (j-1) \end{matrix} \right] \cdot \left[\begin{matrix} C^{N_{c,\text{tot}}-j} \\ n_2 - \sum_{i=j}^{N_{c,\text{tot}}} BW_{c,i} + (N_{c,\text{tot}}-j) \end{matrix} \right] \right]$$

donde:

- N_{conf} es el número de configuraciones buscado.
- $\text{even}(n)$ es una función cuya salida es cero si n es par y 1 si es impar.
- P_k es el número de permutaciones de k elementos.
- $N_{c,\text{tot}}$ es el número total de portadoras del canal.
- n_1 es el número de canalizaciones del subconjunto inferior del canal, B_1 , es decir, $n_1 = i - \text{int}(BW_{C1/2})$, donde el índice i es la canalización central de C_1 .
- n_2 es el número de canalización del subconjunto superior, B_2 , es decir, $n_2 = n - (i + \text{integer}(BW_{C1/2}))$.

- C_n^k es el número de combinaciones de n elementos tomados de k en k elementos.
- BW_c es una matriz de una fila y k columnas barrida por el índice l que contiene la banda de las portadoras introducidas en el canal.

IV. APLICACIONES.

Los resultados de la expresión presentada se presentan en la figura 2 para el caso de definir portadoras con un ancho de banda 1/27 del ancho de banda total y una canalización de la tercera parte de la banda de cada portadora. El número máximo de configuraciones aumentaría con una canalización menor pero la forma de la curva permanece constante.

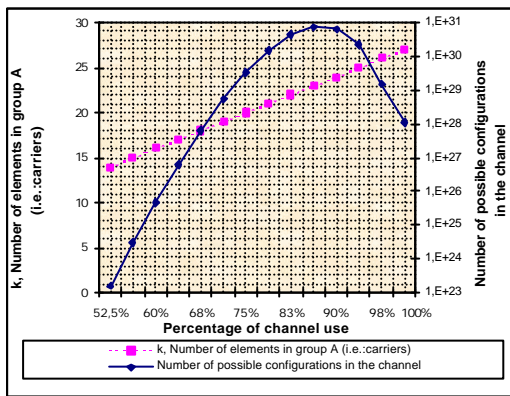


Figura 2. Cálculo del número de configuraciones de un canal real y el porcentaje de uso.

El máximo número de configuraciones no aparece en caso de una ocupación al 100% del canal sino para ocupaciones aparece en este caso para el 88%. En general, dependiendo del ancho de banda de las portadoras, aparece entre el 70 y el 100% del canal. Esto es el resultado tanto del decrecimiento paulatino del número de ocupado.

Portadora	70%	88%	100%
1	0.198	0.276	-0.537
2	0.068	0.008	-0.142
3	0.177	0.353	0.221
4	0.108	0.203	0.076
5	0.138	0.347	0.881
6	0.092	0.118	0.284
7	0.267	0.145	0.556
8		0.003	0.012
9		0.252	0.019
10			0.216
Mejora media (dB)	0.149	0.189	0.113

Tabla 1. Mejora C/N+I (dB) después de la optimización del plan de transmisión.

Una ocupación subóptima ofrece por tanto un mejor control de la C/N+I del canal al disponer

de un mayor número de configuraciones. Como ejemplo se propone un canal de comunicaciones con 10 portadoras sobre un dispositivo no lineal típico [9] con un back-off de 4 dB llenado al 70% (7 portadoras), próximo al 88% (9 portadoras y al 100%. La Tabla 1 muestra la mejora de la relación C/N+I y como su valor medio es mayor para el punto próximo al 88%, consecuencia natural de un mayor número de configuraciones posibles.

V. CONCLUSIONES.

La fórmula presentada permite justificar la existencia de un número de configuraciones mayor para ocupaciones inferiores al 100% del canal. Este valor de ocupación coincide con aquel que proporciona una C/N+I mayor y uniendo ambas propiedades aquel que suministra una máxima capacidad del canal.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] L. Nguyen, O. Shimbo. A method for transponder capacity and link performance optimization in preassigned multilevel SCPC systems. IEEE Transactions on Communications March 81.
- [2] Yashima, Sasac, Mori. Block Division Carrier Slot Setting for Satellite SCPC Systems. IEEE Transactions on Communications, Vol 39, Nº 1, January 91.
- [3] Hirata. A bound on the relationship between intermodulation noise and carrier frequency assignment. Comsat Technical Review, Vol 8, Nº1, 1978.
- [4] Fang, Sandrin. Carrier frequency assignment for non-linear repeaters. COMSAT Technical Review, Vol. 7, No1, Spring 1977.
- [5] Hirata, Yasuda. Intermodulation free channel allocation. Transactions of IECE, Vol 59-B, nº 12, 1976.
- [6] Okinaka, Yasuda, Hirata. Intermodulation interference-minimum frequency assignment for satellite SCPC systems. IEEE Trans. Communications, vol 32, Abril 1984.
- [7] Horstein, Laflame. Multilevel SCPC system design. IEEE Trans. Communications, vol. 27, Oct.1979.
- [8] E. De Sanctis, A. Ferrarotti, V. Speziale, S. A. Kosmopoulos, A frequency allocation assignment by means of genetic algorithms: a C/I minimization technique for multilevel SCPC satellite channels. Space Engineering S.p.A. via dei Berio 91, 00155 Roma
- [9] A. Pujante, L. de Haro. Optimisation of satellite frequency plans with balanced carriers by simulated annealing, Electronic Letters, IEE, 22nd May 1997, Vol.33, No11.