

## CONFORMACION DE HAZ DIGITAL EN SATELITES DE COMUNICACIONES.

Manuel Ortiz Paredes  
Juan A. Fernández Rubio

Departamento de teoría de señal y comunicaciones  
Universidad Politécnica de Cataluña  
E.T.S.I.T. Barcelona

*The consumed electric power is one of the major limitations in the satellite communications. The power increases the payload of the satellites.*

*In digital adaptative beamforming, the reduction in the number of bits to quantize the signals and weights represent a considerable reduction in the power. In this paper we study the influence of the finite arithmetic in the final performance of the adaptative beamforming.*

### 1. INTRODUCCION.

La potencia requeridas por los circuitos de comunicaciones representa una limitación importante en las comunicaciones vía satélite. Un aumento de potencia redundante en un aumento de la "payload" útil del satélite.

Si el tratamiento de la señal en los arrays de antenas se realiza de forma digital, la reducción de la potencia es equivalente a una reducción en el número de bits que utilizamos en la cuantificación de la misma.

En este trabajo se realiza un estudio sobre la conformación digital adaptativa de haz con aritmética finita. Con esta técnica de procesamiento de arrays se genera un diagrama de radiación que coloca un máximo apuntando a la señal deseada, mientras que en las direcciones en las que llegan las interferencias tiende a colocar mínimos del diagrama, [1], [2].

## 2. CANCELADOR GENERALIZADO DE LOBULOS LATERALES

En nuestro estudio, la estructura seleccionada para la conformación de haz, ha sido el Cancelador Generalizado de Lóbulos Laterales (GSLC) [2], [3]. Esta estructura presenta una serie de ventajas que serán expuestas a continuación.

La estructura GSLC consiste esquemáticamente en un tratamiento doble de la señal adquirida por los sensores del array, una vez ésta ha sido modificada por la matriz de preenfoco G en la dirección deseada. Como podemos ver en la figura 1 por la rama superior, contamos con un conjunto de pesos fijos  $W_f$  y en la rama inferior con una matriz de bloqueo de la señal deseada A y unos pesos variables  $W_a$ . Con esta estructura conseguimos tener separadas la restricción de ganancia fija en la dirección deseada (se encuentran en los pesos fijos de la rama superior y en la matriz A), de lo que es propiamente la adaptación del diagrama que está localizada en los pesos variables que tenemos en el camino inferior.

Al contar con una adaptación de los pesos que carece de restricciones esto permite que se utilice cualquier algoritmo de adaptación (LMS, RLS, DMI, etc...) conjuntamente con esta técnica.

## 3. CUANTIFICACION

En la configuración GSLC, la cuantificación puede realizarse de diversas maneras y en diversos puntos del sistema. Así por ejemplo es posible realizar solamente una cuantificación en la operación de filtrado espacial (conformación de haz), esto es, cuantificación del "snapshot" de entrada al array y de los pesos globales del mismo:

$$W = G ( W_f - A W_a )$$

El algoritmo adaptativo para los pesos  $W_a$  puede trabajar con precisión infinita, ya que la actualización de los mismos puede hacerse a velocidad más baja. Este ha sido el caso estudiado en este trabajo. La cuantificación en el algoritmo adaptativo está siendo objeto de estudio actualmente.

#### 4. RESULTADOS

La figura 3 muestra el efecto de la cuantificación en ausencia de interferencias. En estas condiciones, la rama inferior del GSLC permanece inactiva (no es necesaria ninguna adaptación). La señal deseada es BPSK de 1.5 MBPS, con velocidad de muestreo de 8MHz. La relación portadora/ruido es de -6.5 dB. La antena utilizada es multihaz de 18 elementos, representada en la figura 2. De los resultados obtenidos puede concluirse que el número de bits de cuantificación en la señal es bastante irrelevante y que cuando se pasa de precisión infinita a 8 bits en la representación del vector de pesos, no se obtiene ninguna degradación significativa en las prestaciones de la antena.

La figura 4 presenta los resultados para un escenario compuesto por la señal deseada de 3Mbps y con diversas  $cnr$ 's, con una interferencia de lóbulo principal (3 grados).

Con una  $cnr$  de 5dBs, cuantificando la señal con 8 bits, las curvas de trazo sólido corresponden al algoritmo RLS y las de puntos al LMS, utilizados en la adaptación de los pesos de la rama inferior del GSLC.

De la figura puede concluirse de nuevo que a partir de 8 bits en la cuantificación del vector pesos los resultados son prácticamente iguales y que apenas hay diferencias en las prestaciones en los dos algoritmos empleados.

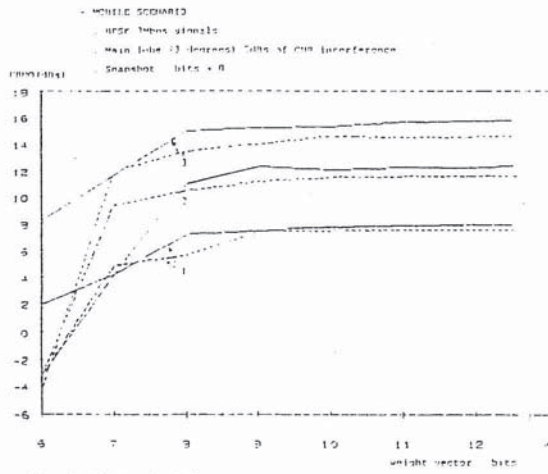
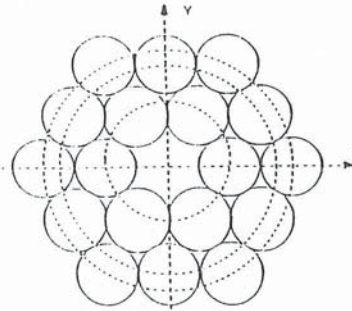
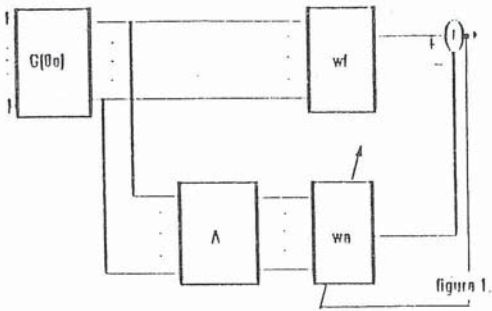
#### 5. CONCLUSIONES

La primera conclusión que obtenemos después de realizar un análisis de los resultados obtenidos es que la importancia de la cuantificación reside principalmente en los pesos, y por lo tanto que son necesarios un mayor número de bits para cuantificar estos que los que son necesarios para la cuantificación de la señal.

Un comentario adicional merece la circunstancia de que si se observa la degradación sufrida por el diagrama de radiación en las situaciones de cuantificación mencionadas se afirmaría que la situación es mucho peor de la que los resultados de la evaluación de la EbN0 ofrecen, y una observación exclusiva de estos diagramas haría que se desecharan situaciones con una mayor reducción del número de bits que realmente son válidas.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Monzingo R.A., Miller T.W.  
Introduction to adaptative arrays.  
New York, Willey, 1980.
2. B.D. Van Veen and K.M. Buckley  
Beamforming: A versatile Approach to Spatial Filtering.  
IEEE ASSP Magazine vol.5 N°2 April 1988.
3. Griffiths L.J.  
An alternative approach to linerarly constrained ~~adaptive~~  
beamforming.  
IEEE Transaction on Antennas and Propagation vol. AP-30  
N°.1 January 1982
4. D.Widrow & S.D.Stearns  
Adaptative Signal Processing.  
Prentice Hall, 1985
5. S.Haykin  
Adaptative Filter Theory.  
Prentice-Hall, 1986.



Cuantificación pesos

— Precisión infinita

- - - 8 bits

