

# DISEÑO DE UN BLOQUE DE ADQUISICIÓN ADAPTATIVO PARA UN SISTEMA DS-SS SOBRE CANAL IONOSFÉRICO

Rosa Ma Alsina Pagès, Jose Antonio Moran Moreno, Joan Claudi Socoró Carrié

Dpto. de Comunicaciones y Teoría de la Señal  
EUETT La Salle - Universidad Ramón Llull  
{ralsina, moran, jclaudi}@salleURL.edu

## ABSTRACT

Communication systems in variable channels as the ionosphere, must be robust to sudden reception power changes. The acquisition scheme must support signal-noise and signal power variations.

An adaptive acquisition scheme is shown. Its decision threshold will be dynamically updated in a differential way around a median value depending on the noise power received.

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surge de la necesidad de mejorar el bloque de adquisición de un sistema de comunicaciones DS-SS simplex para propagación ionosférica implementado en una placa hardware [1][2]. La ionosfera es un canal que presenta cambios bruscos en las condiciones de la transmisión y sobretodo, variaciones del nivel de señal en recepción. Algunas de estas variaciones se pueden compensar añadiendo un CAG al sistema, que mantenga el nivel medio de potencia en el receptor constante, aunque esto no es suficiente ante cambios bruscos de la relación señal-ruido del canal. Es necesario que el sistema de adquisición de un receptor de estas características funcione de forma adaptativa siguiendo las variaciones propias de la ionosfera.

Debemos tener en cuenta que el bloque de adquisición es fundamental dentro de un sistema de recepción de espectro ensanchado. Un buen criterio de decisión permitirá que se pueda tratar correctamente la información en el receptor. Por lo tanto, se necesita que el bloque de adquisición no solamente sea capaz de adaptarse a las variaciones del canal, sino que lo haga de forma rápida y robusta.

## 2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN

### 2.1. Punto de partida

El sistema de adquisición que se propone es adaptativo en función de las variaciones instantáneas del canal, pero también en función del comportamiento del mismo en las últimas iteraciones. Para eso se propone un sistema de adquisición serie adaptativo [3]. Disponemos de dos ramas diferentes, desalineadas un determinado número de muestras para evitar tener las dos adquiridas a la vez, y de un puntero que se va moviendo a lo

largo de la secuencia pseudoaleatoria hasta encontrar la posición correcta de adquisición.

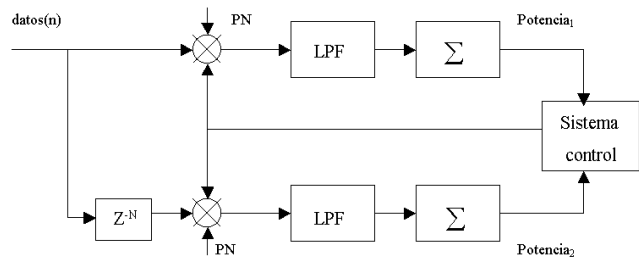


Figura 1.-Esquema del receptor serie

En cada una de las ramas se hace una estimación de la potencia que nos está suministrando el canal. El valor mínimo de potencia que da cualquiera de las ramas se considera como la potencia de ruido que suministra el canal en ese instante; parámetro que usará en el sistema de control para fijar el umbral de referencia. El sistema considerará que está adquirido cuando la potencia suministrada por la rama superior supere la del umbral.

El diseño de la adquisición de este receptor es una mejora del presentado en la referencia [3]. El esquema propone dar variaciones alrededor del valor de umbral medio, calculado a partir del conocimiento del canal con el que se trabaja. Al disponer de un valor medio de referencia, el sistema necesitará de menos iteraciones para convergir a un valor correcto.

### 2.2. Criterio de fijación del umbral

El sistema propuesto se basa en el algoritmo llamado CFAR (Constant False Alarm Algorithm)[4]. Éste fija una determinada probabilidad de falsa alarma alrededor de la cual el sistema se comporta de manera correcta. El valor forzado no puede ser muy restrictivo, ya que alargaría mucho la convergencia del método, pero tampoco muy elevado, porque el algoritmo dejaría de comportarse correctamente. Este algoritmo calculará una probabilidad de falsa alarma estimada a partir del promedio de número de veces que el valor mínimo de potencia supere el umbral que tengamos fijado en ese instante [3]. Este dato se filtra digitalmente con un filtro paso bajo, para evitar variaciones bruscas del mismo debidas a oscilaciones cortas del canal.

El bloque de control se basará en una linealización de la relación entre la probabilidad de falsa alarma y el umbral de decisión alrededor del punto de trabajo. Una vez se obtiene esta relación y se fija un valor de probabilidad de falsa alarma, se

obtiene el valor medio del umbral. Para conocer la relación que se establece entre la probabilidad de falsa alarma y el umbral se debe estudiar las condiciones estándar de trabajo en la ionosfera. Esta pauta de linealización también se usará para las correcciones sobre el umbral medio.

El control funciona de manera diferencial: propone incrementos positivos o negativos respecto al umbral medio en función del error causado por el sistema en cada iteración. Se considerará error del sistema de control la diferencia entre la probabilidad de falsa alarma fijada y la probabilidad de falsa alarma estimada calculada por el sistema. La corrección del umbral sigue la siguiente ecuación:

$$Umbral[n+1] = Umbral[0] + \Delta Umbral$$

donde  $Umbral[0]$  es el umbral medio, y  $\Delta Umbral$  es la corrección sobre el umbral medio. El valor de la corrección sobre el umbral se encuentra mediante un sistema de control proporcional integral:

$$\Delta Umbral = \alpha \cdot error\_acumulado + \beta \cdot (Pfa - Pfaest)$$

donde el término *error\_acumulado* nos da una idea del comportamiento del sistema en las últimas iteraciones. El control proporcional se caracteriza por la velocidad de convergencia frente a un error determinado, y el control integral por suministrar la estabilidad necesaria al sistema. Dentro del control se ha dado más peso a la parte proporcional porque interesa que el sistema tenga una convergencia rápida.

La parte proporcional utiliza el error instantáneo que nos da el sistema en cada momento. Si el error que se está cometiendo es muy elevado, la corrección sobre el umbral también será elevada. Esto permite una convergencia rápida, excepto cuando el sistema se encuentra cerca de la consigna fijada. Entonces, al tratarse de un control proporcional la corrección será pequeña. Es este uno de los casos en que tiene importancia el control integral.

El control integral tiene como referencia el error acumulado generado por el sistema en las últimas iteraciones. Esta característica lo hace importante también en casos en que el problema es la variación de la relación señal-ruido. En esa variación momentánea, el umbral medio dejará de ser el calculado en condiciones normales. El control integral corregirá el umbral medio para la nueva relación señal-ruido, y permitirá que la probabilidad de falsa alarma estimada por el sistema vuelva a oscilar alrededor del valor consigna.

En este sistema hay dos parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  a optimizar. Si se provoca que  $\beta$  sea elevado, cuando el sistema se encuentre ante un error importante lo corregirá rápidamente, pero también se debe tener en cuenta que una corrección muy rápida de una variación del canal provocará que el sistema sea inestable, y que oscile alrededor de la posición de equilibrio pero no llegue a convergir completamente. Por el otro lado, en función del valor asignado a  $\alpha$  el control integral reaccionará más o menos rápido frente a una variación brusca de la relación señal-ruido. Solo interesará que corrija en el caso de que el nuevo valor de relación señal-ruido se mantenga constante, por lo que el valor del parámetro será pequeño en relación con el de control proporcional. Se trata de tomar una decisión entre estabilidad y velocidad de convergencia.

En la figura 2 se puede observar la reacción del sistema frente a una variación brusca de la relación señal-ruido. En el primer caso, la diferencia es de  $-3$ dBs, y en el segundo caso de  $-6$ dBs. En ambos casos el umbral sigue el incremento de la relación señal-ruido y se adapta con rapidez al nuevo nivel.

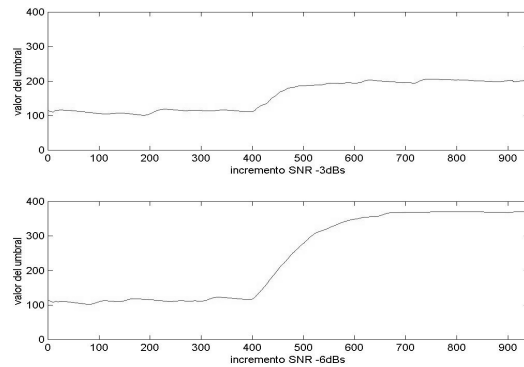


Figura 2.-Valores del umbral para cambios de SNR

### 3. CONCLUSIONES

Llegado a este punto se comentarán las conclusiones a las que se ha llegado fruto del estudio realizado. Se ha podido comprobar la necesidad de un sistema adaptativo para el control del bloque de adquisición. Del mismo modo se ha constatado que la robustez y la estabilidad del sistema en cuestión, es un parámetro clave en el buen funcionamiento del receptor en general.

El esquema propuesto mejora los resultados que se obtienen con un esquema CFAR [4] convencional y también los obtenidos en el bloque propuesto en [3]. Se ha conseguido un esquema capaz de adaptarse a las variaciones de las condiciones del canal. A la vez, se ha aumentado la velocidad de convergencia al nuevo umbral en casos de variación de la relación señal-ruido, aunque ésta sea brusca, sin que el sistema pierda estabilidad. Esta mejora viene dada por el conocimiento por parte del control de las características del canal en condiciones normales, y a su vez por el tipo de control implementado, que combina la velocidad con la robustez.

### 4. REFERENCIAS

- [1] Pijoan, JL, Regué, JR, Vilella, C, Socoró, JC, Moran, JA, "DSP-based ionospheric radio-link using DS-SS", COST 262. Workshop on spread spectrum techniques for Wired and Wireless systems, November 1999, Barcelona.
- [2] Pijoan, JL, Regué, JR, Vilella, C, Socoró, JC, Moran, JA, "Radio enlace de HF con espectro ensanchado DS-CDMA", URSI, Sept. 2000, Zaragoza.
- [3] Moran, J.A., Socoró, JC, Pijoan, JL, Montero, J.A., "Diseño de un sistema de Adquisición adaptativo en un receptor DS-SS para su aplicación en canales variantes multicamino", URSI, Sept. 1999, Santiago de Compostela.
- [4] Savo G. Glisic, "Automatic Decision Level Control in DS-SS Systems", IEEE trans. on communications, Vol 39, No 2, 1991.