

SIMPOSIO 11: Señales acústicas: propagación y comunicación  
11.2: Palabra

Jueves 5. 16,45 horas

Presidente: Dr. S. Tortajada

Secretario: Dr. J. García-Gallo

Comunicación 11.2 - 1

SISTEMAS DELTA ADAPTATIVOS CON CONTROL DIGITAL EN  
CANALES RUIDOSOS.

A.R. Figueiras, J.B. Mariño, M.A. Lagunas, R. García.  
Departamento de Teoría de la Señal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Barcelona.

INTRODUCCION

Los sistemas delta de escalón variable controlado por los bits transmitidos (recibidos) han probado recientemente constituir una alternativa a los métodos P.C.M. (y variantes) utilizados clásicamente en la transmisión digital de voz (y video). La reciente comercialización de circuitería digital para la función mencionada es la más clara prueba de ello. El problema de los errores de cuantificación propiamente dichos (granular y de pendiente) está siendo estudiado exhaustivamente, y en la literatura aparecen numerosos trabajos que versan sobre este asunto. La degradación producida por los errores de canal no ha encontrado una formulación general. En este trabajo se propone un método híbrido (análisis-simulación) para su consideración.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El esquema de un receptor A.D.M. con control digital se muestra en la figura 1.

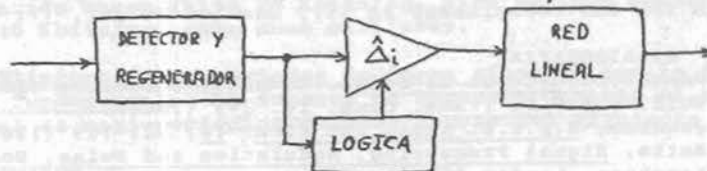


Fig. 1

Al conjunto  $\{b_i\}$  (valores  $\pm 1$ ) de símbolos transmitidos corresponde en recepción el  $\{b'_i\} = \{b_i + n_i\}$ , siendo  $\{n_i\}$  los errores de canal ( $0 \leq n_i \leq 2$  con  $b_i = 1$ ,  $0 \leq n_i \leq -2$  con  $b_i = -1$ ). La señal discreta que se obtendría a la salida del receptor si no se produjesen errores en el canal sería:

$$r(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} b_i \Delta_i p(t - iT) * h(t) \quad (1)$$

donde  $T$  es el intervalo de señalización,  $*$  indica convolución,  $\Delta_i$  (que es función de los últimos bits recibidos) es el escalón cuántico correspondiente a  $b_i$ ,  $p(t)$  es el pulso regenerado básico y  $h(t)$  la respuesta impulsional equivalente de la red lineal final (demodulador delta: posible integrador seguido de filtro paso banda final). Con una notación análoga, puede expresarse la señal de salida en el caso de que existan errores de canal:

$$r^*(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} b_i^- \Delta_i^- p(t - iT) * h(t) \quad (2)$$

y el error es la diferencia entre las fórmulas (1) y (2). Admitiendo ergodicidad, es relativamente sencillo (1) encontrar para el error cuadrático medio la expresión

$$e^2 = (1/T) \sum_{m=-\infty}^{\infty} E(e_i e_{i+m}) I(m) \quad (3)$$

donde  $E$  indica esperanza matemática,  $e_i = b_i \Delta_i - b_i^- \Delta_i^-$ , e:

$$I(m) = \int_{-\infty}^{\infty} |P(f)|^2 |H(f)|^2 \exp(j2\pi m T f) df \quad (4)$$

integral calculable por métodos numéricos, en la que  $P$  y  $H$  indican transformada de Fourier de  $p$  y  $h$ , respectivamente.

#### METODO DE OBTENCION DE VALORES

Determinada la  $I(m)$ , consistiría en

- 1) Similar en ordenador (u obtener por conversión A/D de grano fino) la versión discreta en tiempo de la señal;
- 2) Mediante el algoritmo que se considere, obtener  $\{b_i\}$  y  $\{\Delta_i\}$ ;
- 3) Obtener  $\{b_i^-\}$  sumando  $\{n_i\}$  (simulado) a  $\{b_i\}$ , y  $\{\Delta_i^-\}$  a partir de  $\{b_i^-\}$ , estableciendo  $e_i = b_i \Delta_i - b_i^- \Delta_i^-$ ;
- 4) Calcular la correlación discreta  $E(e_i e_{i+m})$  mediante las técnicas habituales (sobre periodograma, con inventariado y aplicando F.F.T.), e insertar en (3).

Expresiones previamente introducidas (2), (3), (4) son casos muy particulares de esta formulación. Sistemas A.D.M. con control digital de interés a los que resulta inmediato aplicar esta técnica son los recopilados en (5), más los de (6), (7) y (8).

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) L.E. Franks, Teoría de la Señal, Reverté, Barcelona (1975).
- (2) J.K. Wolf, I.E.E.E. Trans. Comm. 14, 2-7 (1966).
- (3) F.B. Johnson, I.E.E.E. Audio and Elec. 16, 121-129 (1968).
- (4) J.A. Betts, Signal Processing, Modulation and Noise, Hodder and Stoughton, London (1975).
- (5) S. Tazaki, H. Ogawa and Y. Shigematsu, I.E.E.E. Trans. Comm. 25, 193-199 (1977).
- (6) M.R. Winkler, I.E.E.E. Intl. Conv. Record Pt 8, 260-265 (1963).
- (7) C.J. Kikkert, I.E.E.E. Trans. Comm. 22, 75-78 (1974).
- (8) N.S. Jayant, I.E.E.E. Trans. Comm. 26, 150-156 (1978).

SIMPOSI

Jueves

Preside

Secreta

Comunic

1. Estru  
ma de or  
ta por  
des de  
dos tip  
de bajo  
to nive

2. Velo  
Existen  
fial: a)  
la seña  
bits/sg  
100%, s  
tema es  
de 48 K  
otro si  
bit de  
dulació  
10-16 K

3. Elim  
cia fun  
señal e

a) EMIS