

U R S I 2 0 0 7

XXII **Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio**

Universidad de La Laguna - Tenerife

19 - 21 Septiembre

Artículos

Bienvenida
Comité Organizador/Científico
Cuadro del Programa del Simposium
Índice de Áreas Temáticas
Índice de Sesiones
Programa TEC
Índice de Autores
Patrocinadores y Colaboradores

ULL

Universidad
de La Laguna



Sistemas de Comunicaciones II, Aula 1.8

Estimador ML modificado para el error en el instante de muestreo en sistemas multiportadora banda base	119
Predistorsión Digital por Enjambre de Partículas en Amplificadores de Potencia para DVB-T	120
Análisis sobre la ecualización de canal en la cabecera de un Gap-Filler doméstico para DVB-T	120
Diseño y construcción de la etapa de RF de un modem de banda ancha para HF	120
Estudio de Prestaciones de Técnicas Multiportadoras para el Canal Ionosférico en la banda HF	121
Cabecera digital de alta fidelidad para mediciones de radio digital hasta 30MHz	121

Tratamiento de Audio, Voz e Imagen III, Aula 1.1

Reconstrucción de mezclas de imágenes contaminadas con ruido multiplicativo	133
Sistema de reconstrucción estéreo en tiempo real y su evaluación con ruido	133
Unión de imágenes reflectográficas basada en medidas de orden con aumento de intensidad y en selección de puntos por estructura	133
Estudio de Técnicas de Súper-Resolución de Imágenes	134
Contornos activos para reconstrucción tomográfica con compensación de movimiento	134

SESIÓN IV, 12:00–13:45***Antenas IV, Aula 1.10***

Optimización de perfil en monopolos para diseño de antenas UWB	33
Síntesis de diagramas de radiación utilizando grandes agrupaciones planas de antenas	33
Implementación y medidas de un array plano de haz monopolos para un sistema IFF	33
Reflectarray como subreflector de una antena gregoriana para aplicaciones de haz conformado	34
Antenas multifrecuencia basadas en parches rellenos de estructuras left-handed	34
Optimización de un sistema outdoor de medida de radares de gran envergadura	35
Efecto de la antena en sistemas MIMO WLAN: simulación, implementación y medidas	35

Módem HF para voz digital interactiva: Rendimiento en enlace real.

H. Santana-Sosa, I. Raos*, S. Zazo*, I. Pérez-Álvarez, E. Medieta-Otero
Dpto. de Señales y Comunicaciones. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

*ETS Ingenieros de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid.

e-mail: {hector.ivan.emendieta@gic.dsc.ulpgc.es santiago.ivana@gaps.ssr.upm.es*

introduzcan importantes retardos que hacen imposible su uso en aplicaciones interactivas.

Abstract- The HF band data link has been traditionally desired by many large range transmission systems although it is associated to unfavorable performances as low transmission rate and large delay. Although transmission rates are usually high enough to transmit digital voice, delay, usually over some second, has been the main handicap to let the systems provide interactive digital voice links. Indeed, there is no unclassified equipment with this capability. The main achievement of this work is to provide digital voice transmission with very low latency, around 150 msec.(modem + vocodec), providing a full interactive digital voice link. Furthermore, simulated results are corroborated with results obtained in a 1800 Km. real link.

I. INTRODUCCIÓN

A. El canal HF

El canal HF proporciona la posibilidad de establecer enlaces de larga distancia mediante la reflexión de las ondas en la ionosfera. Sin embargo, la naturaleza atmosférica del reflector pasivo utilizado, hace que los sistemas de comunicaciones tengan que enfrentarse a una de las más duras condiciones de transmisión. Este tipo de comunicaciones está profundamente marcado por el multitrayecto y porque cuenta con unas condiciones muy variables en cortos periodos de tiempo.

Los principales parámetros utilizados para clasificar el comportamiento del canal ionosférico son la coherencia frecuencial (Δf_c) y temporal (Δt_c)[1]. El primero de ellos (Δf_c) está relacionado con el ancho de banda máximo con una respuesta plana. Habitualmente este valor no los centenares de Hz, o el KHz, en canales HF. El segundo parámetro (Δt_c) está relacionada con la separación temporal mínima para considerar que el canal ha variado. El valor inverso a este último es conocido como la *Dispersión Doppler* (f_d) y en enlaces ionosféricos suele encontrarse entre 0.1 y 2 Hz, alcanzando las decenas de Hz en las comunicaciones polares.

Este entorno multitrayecto y variante en el tiempo hace que eficiencias por encima de 0.5 bits/hz sean muy difíciles de conseguir. De hecho, es habitual encontrarse con canales con varios nullos distribuidos arbitrariamente en su banda de transmisión y cuya posición evoluciona temporalmente (figura 1). En este tipo de entornos, habitualmente las mejores tasas de transmisión se obtienen mediante la

utilización de potentes codificadores de canal junto a entrelazados de larga duración. Esto provoca que los sistemas

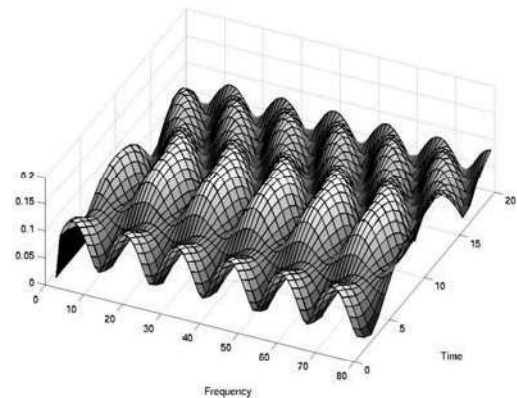


Fig 1. Representación Tiempo-Frecuencia del canal HF.

B. Estado del arte

Habitualmente, las técnicas monoportadoras han sido utilizadas para afrontar las duras condiciones impuestas por un canal tan hostil como el ionosférico. De hecho, la mayoría de los sistemas de transmisión de datos diseñados para este entorno, se decantan por esquemas monoportadoras apoyados en potentes codificadores e igualadores[2]. El buen rendimiento de dichos codificadores va siempre ligado al uso de entrelazados de varios segundos con el objetivo de distribuir las ráfagas de errores introducidas por el canal. Este entrelazado es el elemento a eliminar si se pretende diseñar un sistema de bajo retardo para aplicaciones interactivas, teniendo en mente que la codificación es inútil si no va acompañada de mecanismos que permitan afrontar ráfagas de errores.

La mayor parte de los módems HF utilizados en la actualidad se basan en el estándar MIL-STD-188-110A [3] y en el estándar STANAG 4285[4]. En [3] se describen diversos esquemas monoportadora y multiportadora con tasas binarias comprendidas entre 75 bps. y 2400 bps y con matrices de entrelazado variables. Estos esquemas, aunque cuentan con una tasa binaria suficiente para la transmisión de voz digitalizada, tienen el inconveniente de contar con unos retrasos inadmisibles para la transmisión de voz en aplicaciones interactivas. De hecho, no existe ningún sistema desclasificado que permita la transmisión de voz digital interactiva en la banda de HF.

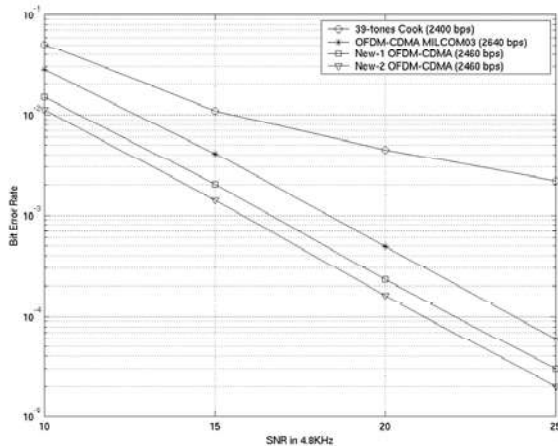


Fig. 7. Rendimientos de los dos nuevos módems vs. MIL-STD-110A (39 tonos) vs. OFMD-CDMA-MILCOM03 [12]

B. Resultados en enlace real

Para dotar a los resultados de los nuevos diseños de máxima solidez, se han llevado a cabo pruebas en un enlace ionosférico real de 1800 Km. entre Las Palmas de Gran Canaria y Madrid. Dicho enlace fue realizado a 18.1 Mhz con un transceptor comercial que ofrece 50 Wrms de potencia.

Los resultados, para una prueba de 5 horas de transmisión, pueden observarse en la figura 8. En ella puede comprobarse el paralelismo del comportamiento de los dos nuevos módems con el esperado.

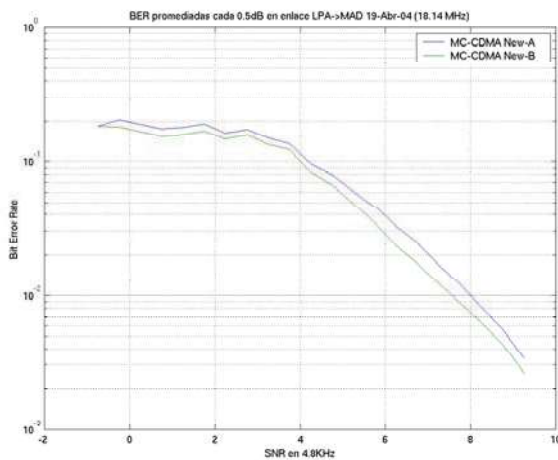


Fig. 8. Rendimiento de los dos nuevos módems en enlace real Madrid - Las Palmas (1800 Km.) (18.1 Mhz)

El vocoder MELP [10] asegura un buen funcionamiento con tasas de error por debajo de $2e-2$ con lo que con los resultados obtenidos estamos en disposición de asegurar que los nuevos diseños son capaces de transmitir voz digital con tasas de SNR estimada por encima de 6.5 dB. lo que supera en gran medida los resultados simulados. Como puede observarse existe una mejora ostensible entre los resultados en enlace real y los resultados simulados. Sin duda alguna, este fenómeno ha de ser objeto de mayor estudio dada la falta de conocimiento de las características del canal utilizado. No por ello, dejan de ser importantes los resultados presentados dado que con equipos comerciales limitados se ha conseguido realizar un enlace con los trabajos desarrollados.

Existen a disposición del público general muestras de sonido digital transmitido en las pruebas en la dirección de ftp anónimo: <ftp://gic.dsc.ulpgc.es>

IV. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Los resultados aquí presentados muestran los primeros resultados que consolida los trabajos realizados dirigidos a conseguir realizar enlaces de voz digital interactiva sobre enlaces ionosféricos. La realización de pruebas en enlaces reales supone refrendar los resultados obtenidos en entornos simulados.

Como línea de trabajo futuro, queda aun por investigar el rendimiento de los módems desarrollados si se relajan las restricciones de retardo y se utilizan potentes codificadores y entrelazados junto con constelaciones más densas.

REFERENCIAS

- [1] Proakis, J.G. *Digital Communications*. McGraw-Hill, Inc., pages 702-782, 2nd edition, 1989.
- [2] E.E. Johnson, et al. *Advanced High Frequency Radio Communications*. Artech House 1997.
- [3] Department of the Army, Information Systems Engineering Command, MIL-STD-188-110A: Interoperability and Performance Standards for Data Modems. Philadelphia, PA. Naval Publications and Forms Center, Sep 1991.
- [4] NATO STANAG-4285. Characteristics of 1200/2400/3600 bps. single tone modulators/demodulators for HF radio links. NATO Standardization Agreements. Edition 1, Amendment 1, 1990.
- [5] Weinstein S.B. and Ebert P.M.. Data transmission by Frequency-Division Multiplexing using the Discrete Fourier Transform. *IEEE Transac. on Communications Technology*, Vol. Com-19, No. 5, pp 628-634, October 1971.
- [6] Bingham J.A.C. Multicarrier Modulation for Data Transmission: An Idea Whose Time Has Come. *IEEE Communications Magazine*, pp 5-14, May 1990.
- [7] Cook, S.C. *Advanced in high speed HF Radio modem design*. Proceedings of Nordic Shortwave Conference, Sweden 1995.
- [8] I. Pérez-Álvarez, I. Raos, S. Zazo, E. Mendieta-Otero, H. Santana-Sosa, J.M. Páez-Borrillo. *Interactive Digital Voice Over HF*. Ninth International Conference on HF Radio Systems and Techniques. Bath, U.K. June 2003.
- [9] I. Raos, A. Del Cacho, I. Pérez-Álvarez, S. Zazo, E. Mendieta-Otero, H. Santana-Sosa, J.M. Páez-Borrillo. *Advanced OFDM-CDMA HF Modem with Self-Interference Cancellation*. Milcom'03. Boston (USA). October 2003.
- [10] Federal Information Processing Standards Publication. *Analog to Digital Conversion of Voice by 2400 bps*. May, 1998.
- [11] Fernández-Getino, et al. *Novel pilot patterns for channel estimation in OFDM mobile systems over frequency selective fading channels*, PIMRC'99, Osaka, Japan, 1999
- [12] I. Raos, A. Del Cacho, I. Pérez-Álvarez, S. Zazo, E. Mendieta-Otero, H. Santana-Sosa, J.M. Páez-Borrillo. *Performance of an OFDM-CDMA HF Modem*. 9th International Conference on HF Radio Systems and Techniques. Bath, U.K. June 2003.
- [13] J.-Y. Daudais, J.-F. Héland, J. Citerne. *An Improved Linear MMSE Detection Technique for MultiCarrier CDMA Systems: Comparison and Combination with Interference Cancellation Schemes*. *ETT Vol. 11, No.6*, pages 547-554, Nov/Dec. 2000.
- [14] W. Furman and J. Nieto. *Understanding HF Channel Simulation Requirements in Order to Reduce HF Modem Performance Measurement Variability*. Nordic HF 01 Conference Proceedings. Faro. Sweden.