



URSI 05
GANDIA



REME
Red Española de Metamateriales



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

**XX SIMPOSIUM NACIONAL DE LA
UNIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL DE RADIO
URSI 2005**

**Programa
Libro de resúmenes**

**Gandía
14 -16 Septiembre**

**Escuela Politécnica Superior de Gandía
Universidad Politécnica de Valencia**

© Departamento de Comunicaciones de la UPV

Edita: EDITORIAL DE LA UPV
Ref: 2005-2556
Camino de Vera, s/n
46071 VALENCIA
Tel. 96 387 70 12
Fax 96 387 79 12

Imprime: REPROVAL, S.L.
Tel. 96 369 22 72

Depósito Legal: V-3376-2005
ISBN: 84-9705-859-3

ANÁLISIS ÓPTICO DE MICRO-MATRICES DE FLUORESCENCIA SOBRE SOPORTES DE GRABACIÓN DIGITAL CONVENCIONALES	136
---	-----

Aula 25 (Sesión: 6)

Tratamiento de Voz e Imágenes (Vi)

Presidente de la sesión: Jorge Sastre

ENTORNO PARA EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO DE ESTRATEGIAS DE DIÁLOGO.....	137
FRONT-END PARA EL CONTROL ORAL DE APLICACIONES EN ENTORNO WINDOWS	137
ESTUDIO DE CÓDECS DE COMPRESIÓN MPEG-4 PARA SU APLICACIÓN A LA VIDEOVIGILANCIA	138
VERIFICACIÓN Y ENTRENAMIENTO DE UN PREDICTOR NO LINEAL DE VÍDEO MEDIANTE ENTORNO MATLAB-SYSTEM GENER	138
UN NUEVO ESQUEMA DE CODIFICACIÓN DE VÍDEO BASADO EN EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.....	138
SISTEMA DE VISIÓN POR COMPUTADOR PARA TRACKING AUTOMÁTICO Y CARACTERIZACIÓN DE OBJETOS EN 3D.....	139

Aula 8 (Sesión: 6)

Compatibilidad Electromagnética y Efectos Ambientales (CE)

Presidente de la sesión: Luis Nuño

ANÁLISIS MODAL EFICIENTE DE CÁMARAS SEMIANECOICAS A BAJA FRECUENCIA.....	139
ANÁLISIS DE LAS PRESTACIONES EN ALTA FRECUENCIA DE CÁMARAS PARA MEDIDAS DE EMI	140
MODELADO DE EQUIPOS RADIANTES CON DIPOLOS DISTRIBUIDOS USANDO MÉTODOS METAHEURÍSTICOS	140
MODELO MULTIMODAL PARA EL ACOPLAMIENTO ENTRE PISTAS DE SEÑAL.....	141
ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD RADIADA EN CARCASAS DE POLÍMEROS CONDUCTIVOS CON MÚLTIPLES APERTURAS.....	141
APROXIMACIÓN 2-D A LA EFICACIA DE APANTALLAMIENTO DE CARCASAS METÁLICAS.....	142

Aula 35 (Sesión: 6)

Comunicaciones Móviles (CMo)

Presidente de la sesión: Lorenzo Rubio

OPTIMIZACIÓN DE ALGORITMOS DE TRASPASO CON CONTINUIDAD EN EL SISTEMA UMTS DE TERCERA GENERACIÓN	142
LOCALIZACIÓN DE TERMINALES MÓVILES EN REDES UMTS MEDIANTE PARÁMETROS DE LA UTRAN	143
TECNICAS DE SEGUIMIENTO DE USUARIOS EN UMTS	143
LOCALIZACIÓN UWB EN CANALES INDOOR Y OUTDOOR MIMO.....	144
MEJORA DE LA ARQUITECTURA UTRAN Y EVALUACIÓN DE SUS PRESTACIONES	144

Sesión 7. Viernes 16. 11:30 – 13:15 horas

Aula 6 (Sesión: 7)

Sistemas de Comunicaciones (SC)

Presidente de la sesión: Pascual Muñoz

SISTEMA DE GESTIÓN AUTOMÁTICA DE ENLACE HF.....	149
SISTEMA DE TRANSMISION/RECEPCIÓN EN LA BANDA DE HF MEDIANTE SDR	149
EVALUACIÓN DE PRESTACIONES DE ESQUEMAS OOK-GS EN SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS ATMOSFÉRICAS.....	150

Sistemas de Comunicaciones (SC)

Presidente de la sesión: Pascual Muñoz

SISTEMA DE GESTIÓN AUTOMÁTICA DE ENLACE HF

Santana, Héctor / Raos, Ivana / López, Javier / Zazo, Santiago / Pérez, Iván Alejandro

hector@gic.dsc.ulpgc.es / ivana@gaps.ssr.upm.es / javivi@gic.dsc.ulpgc.es /
santiago@gaps.ssr.upm.es / ivan@gic.dsc.ulpgc.es

Las comunicaciones que se realizan en la banda de HF, comprendida entre 3 y 30 Mhz. utilizan la ionosfera y la superficie terrestre como reflectores pasivos. El uso de dichos reflectores de origen natural, origina que la existencia o no de enlaces en determinadas frecuencias dependan de condiciones muy variables, tales como la hora del día, la estación del año, las radiaciones y ciclos solares, etc. Este inconveniente se hace especialmente patente en dos situaciones: el establecimiento del enlace y el mantenimiento del mismo por un espacio relativamente prolongado de tiempo. La variabilidad de los enlaces hace necesaria la utilización de sistemas de gestión de enlaces que sodeen permanentemente los canales y que además gestionen el intercambio de canal cuando el utilizado empeore sus condiciones. Aunque la primera de las tareas mencionadas es realizada por numerosos sistemas ALE, éstos no gestionan automática y transparentemente el cambio de canal cuando este se deteriora. En este artículo se presenta un sistema de gestión automático de enlace que realiza esas tareas gracias a que integra un módem diseñado para la transmisión de voz digitalizada en la banda de HF.

SISTEMA DE TRANSMISION/RECEPCIÓN EN LA BANDA DE HF MEDIANTE SDR

Suarez, Samuel / Cabrera, Francisco / López, Javier / Santana, Hector / Pérez, Iván

fcabrera@dsc.ulpgc.es / javivi@masdache.teleco.ulpgc.es /
hector@masdache.teleco.ulpgc.es / iperez@dsc.ulpgc.es

Este artículo plantea el diseño de un sistema de transmisión/recepción en la banda de HF usando Radio definida por Software (Software-defined Radio). A mediados de los 90, Joseph Mitola III comenzó a investigar y desarrollar un nuevo concepto de equipos de radiocomunicaciones, los equipos de radio desarrollados por software o "radios software" en siglas SDR Software Defined Radio, en los que la parte hardware es mínima, y la mayor parte de las funciones que definen un equipo de radio se establecen por software (programas) en un ordenador PC o de otro tipo, dotado de tarjeta de sonido. Este artículo se ha basado en la SDR desarrollado por Gerlad Youngblood llamado SDR-1000 compuesto por tres tarjetas ensambladas en vertical y caracterizado por un detector por muestreo en cuadratura (QSD). Una radio SDR es muy flexible, ya que modificando o reemplazando sus programas de software, o añadiendo nuevos programas, se consigue modificar sus funcionalidades, como es añadir nuevos modos o mejorar sus prestaciones.

SISTEMA DE TRANSMISION/RECEPCIÓN EN LA BANDA DE HF MEDIANTE SDR.

Samuel Suárez Rodríguez, Francisco Cabrera Almeida, Javier López Pérez, Héctor Santana Sosa, Iván Pérez Álvarez

Departamento de Señales y Comunicaciones
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
e-mail: iperez@dsc.ulpgc.es

Abstract- The objective of this article is the design of a transceiver system in HF band through software defined radio (SDR). A software-defined radio is characterized by its flexibility: Simply modifying or replacing software programs can completely change its functionality. This allows easy upgrade to new modes and improved performance without the need to replace hardware. The SDR-1000 transceiver used in this article developed by Gerald Youngblood is a semi-assembled three-board set. It has a new quadrature sampling detector (QSD). A modulation, transceiver control and sound card library has been developed using C and C++. The tests were developed with AM, FM, USB, LSB and CW modulations. To show the results, a graphical user interface has also been developed in Linux operating system.

software o “radios software” en siglas SDR *Software Defined Radio*, en los que la parte hardware es mínima, y la mayor parte de las funciones que definen un equipo de radio se establecen por software (programas) en un ordenador PC o de otro tipo, dotado de tarjeta de sonido como se puede ver en la figura 1. Este artículo se ha basado en la SDR desarrollado por Gerlad Youngblood [2].

I. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente los equipos receptores y transmisores de radiocomunicaciones son equipos constituidos por multitud de componentes electrónicos, los cuales forman circuitos sintonizadores, etapas de frecuencia intermedia, detectores, amplificadores de baja frecuencia, etc.. Posteriormente, en los años 80 y 90 se introdujeron microprocesadores en estos equipos para el control de funciones internas (controles desde teclados y pulsadores) y para añadir nuevas prestaciones (relojes, pantallas informativas, programadores, etc...) y también se introdujo la posibilidad de controlar los equipos de radio desde un ordenador, añadiendo al equipo de radio diversos puertos de comunicación o interfaces para la conexión al PC.

En estos casos, y usando el software adecuado, es posible controlar desde el ordenador numerosas funciones del equipo de radio, igual o mejor que desde los controles del propio equipo. También en la década de los 90 comenzó la introducción en los modernos equipos de radio de los chips DSP o Procesadores Digitales de Señal, los cuales permiten mediante técnicas digitales realizar filtros paso banda y de supresión de ruidos, entre otras posibilidades, muy eficaces y mejor que los realizados tradicionalmente con circuitos analógicos. En cualquier caso, siempre se trata de equipos de radio realizados enteramente con componentes electrónicos, o sea, en términos informáticos se definirían como “radios hardware”.

Pero a mediados de los 90, Joseph Mitola III [1] comenzó a investigar y desarrollar un nuevo concepto de equipos de radiocomunicaciones, los equipos de radio desarrollados por

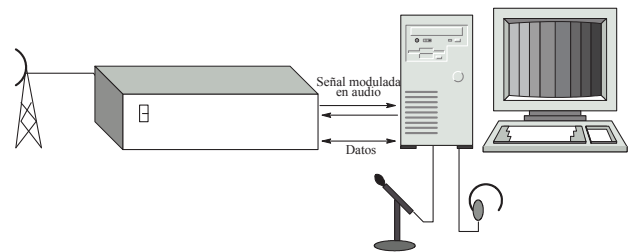


Fig. 1. Sistema Software Defined Radio

Además una radio SDR es muy flexible, ya que modificando o reemplazando sus programas de software, o añadiendo nuevos programas, se consigue modificar sus funcionalidades, como es añadir nuevos modos o mejorar sus prestaciones. Ello permite también acomodar la SDR a las necesidades de cada tipo de usuario (radioaficionados, servicios de emergencia, etc...).

II. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La SDR supone realizar la mayor parte de las funciones de un equipo de radio, incluso las más importantes, mediante el software implementado en un ordenador.

Una radio software (SDR) en cambio, tiene casi todos sus componentes definidos y funcionando en forma de programas en un ordenador, a excepción de un mínimo de componentes físicos externos necesarios, que no pueden ser definidos por software. El software implementado en el ordenador es el que define el esquema de modulación a emplear (AM, FM, BLU...), el tipo de silenciador (*sqelch*), cómo actúa el CAG, y en fin, todo el equipo de radio.

Gerald Youngblood ha diseñado una etapa frontal de radiofrecuencia, el SDR-1000, cuya función es convertir la señal de radio recibida, trasladándola a frecuencias muy inferiores, en la banda de audio. Esta etapa es un detector un tanto especial de conversión directa (es decir, de frecuencia

intermedia cero), a la cual se le ha añadido unos filtros de banda seleccionables en el paso de antena.

Con esta etapa frontal, la señal de radiofrecuencia es bajada de las frecuencias de audio, pero sigue siendo una señal sin demodular. El siguiente paso es demodular la señal, y para ello se hace uso de un ordenador con tarjeta de sonido y el programa adecuado. La etapa de conversión directa traslada las señales de RF a otras frecuencias muy inferiores, pero aunque las señales obtenidas en la conversión están en el rango de las frecuencias de audio, no significa que en general sean señales demoduladas. Dicha señal ya desplazada a la banda de audio ocupa un margen de frecuencias que entra dentro del margen que acepta en sus entradas analógicas la tarjeta de sonido tal y como se muestra en la figura 2. Dependiendo de la tarjeta empleada, ésta puede aceptar señales de 20 a 40 KHz.

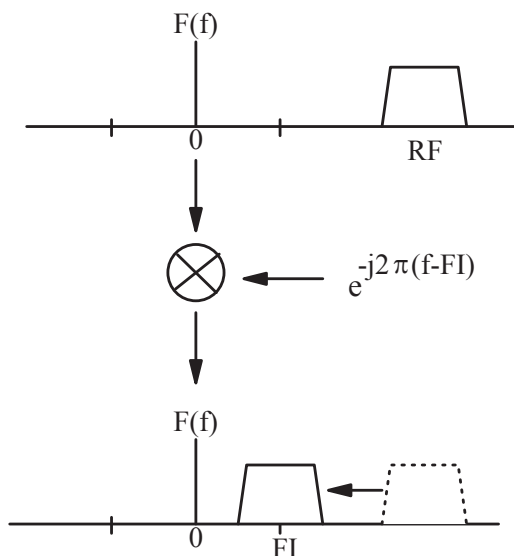


Fig. 2. Traslación de Frecuencias

La tarjeta de sonido incluye unos conversores analógico-digital (A/D) que digitalizan las señales presentes en las entradas de la tarjeta, generando un flujo continuo de bits que representan digitalmente las señales analógicas de entrada. A este respecto, se puede decir que el convertor A/D está conectado casi directamente a la antena. La tarjeta de sonido además proporciona la posibilidad de control de algunos parámetros de la señal, tales como el volumen de las diferentes líneas o el mezclado de señales.

Una vez la señal ha sido muestreada y digitalizada por la tarjeta de sonido, ya podemos procesarla como queramos, en función del tipo de modulación empleado.

III. TRANSCÉPTOR SDR-1000

El SDR-1000 es un transceptor que funciona en la banda de HF y la parte baja de VHF cuyas características importantes se recogen en la tabla 1 y está diseñado para el uso y experimentación de radioaficionados. Proporciona cobertura general en el modo de recepción y transmisión dentro de las bandas de radioaficionado, entre 0 y 65 MHz. Es una etapa frontal de radiofrecuencia que tiene como única

misión la conversión directa de frecuencias, de señales de RF a la banda de audio durante el proceso de recepción y de las frecuencias de la banda de audio a las de transmisión.

El transceptor está constituido por tres placas independientes, denominadas BPF (bandpass filter), PIO (parallel in-out) y TRX (transceiver), preparadas para ser ensambladas en vertical.

Rango de Frecuencias:	11 KHz – 65 MHz
Salto de frecuencia:	DDS: 1μHz
Reloj del DDS:	200 MHz
Ancho de banda máximo:	40 KHz
Potencia Máxima:	1 W (RMS)

Tabla 1. Especificaciones técnicas del SDR-1000

El diagrama de bloques del SDR-1000 se muestra en la figura 3. La señal recibida por la antena, es filtrada por uno de los filtros del banco de filtros de la placa BPF dispuestos en 6 bandas de frecuencia. A continuación la señal es desplazada en frecuencia a la banda de audio mediante detector por muestreo en cuadratura. Para el proceso de sintonía, ha de controlarse la frecuencia de oscilación del DDS, esto se hace a través del puerto paralelo.

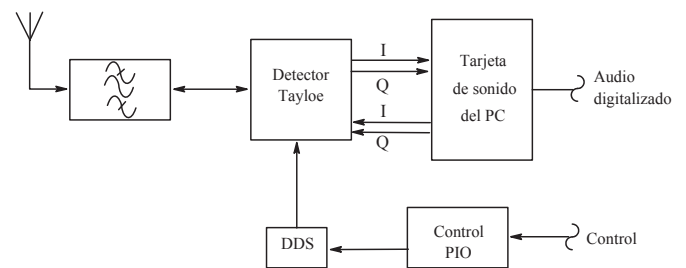


Fig. 3. Diagrama de bloques del SDR1000

El detector de muestreo en cuadratura (QSD, *Quadrature Sampling Detector*) toma muestras de la señal de radiofrecuencia cuatro veces por ciclo de su portadora, dando lugar a cuatro salidas con desfases respectivos de 0, 90, 180 y 270 grados. Al tratarse de un circuito muestreador y no de un mezclador, se obtienen las señales I y Q, pero sin las pérdidas y otras problemáticas propias de los mezcladores y con un funcionamiento excepcional. Dicho detector se conoce también como detector *Taylor* [3] en honor a su desarrollador.

Con un oscilador de síntesis digital directa (DDS) en cuadratura *Analog Devices AD9854* y un oscilador a cristal de 200 MHz se consigue cubrir toda la banda de trabajo con bajo ruido de fase. Con un amplificador operacional de potencia para RF se consigue hasta 1 W (RMS) con una carga de 50 Ω.

Todas las funciones de control del transceptor son hechas a través del puerto paralelo del ordenador, además del control de otros 7 dispositivos externos. El uso de este puerto elimina la necesidad del uso de microcontroladores, suprimiendo por tanto fuentes de ruido y reduciendo la complejidad del software desarrollado.

En transmisión la señal en cuadratura procedente de la tarjeta de sonido es introducida directamente en el mezclador

Taylor que la traslada a la frecuencia de emisión. Posteriormente la señal es amplificada para lograr la potencia deseada y llevada a la antena.

IV. DESARROLLO SOFTWARE

Se han desarrollado librerías para el control del transceptor SDR-1000, para un uso más funcional del driver OSS de la tarjeta de sonido así como la interfaz gráfica de usuario, todo ello bajo el sistema operativo Linux 2.4.x y los lenguajes C y C++.

Para el desarrollo de los algoritmos de procesamiento de señales en los que se implementaron los procesos de modulación y demodulación, fueron utilizadas las *Integrated Performance Libraries* (IPP) de Intel [4]. Estas librerías reducen el coste computacional y facilitan el desarrollo y mantenimiento de aplicaciones proporcionando un amplio rango de funciones de librería. En el SDR se ha usado para la realización de operaciones aritméticas, de conversión de datos, de filtrado o de transformadas de Fourier para obtener espectros.

El procesamiento de señal se ejecuta independientemente de la interfaz, en tiempo real, mediante un hilo. De esta forma, la interfaz recibe eventos generados en dicho hilo, para el pintado de los espectros y señales. El diagrama de bloques del sistema se muestra en la figura 4.

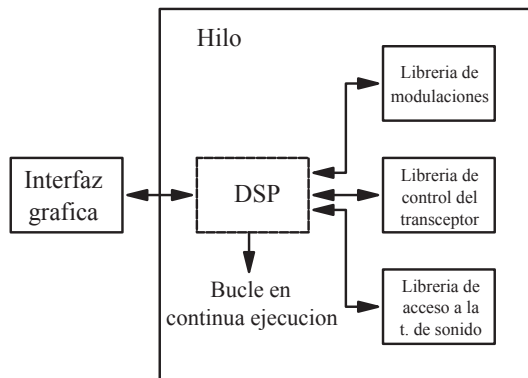


Fig. 4. Diagrama de bloques de la arquitectura del software

La interfaz gráfica se ha desarrollado con el entorno de desarrollo integrado Kdevelop, un IDE para la programación en el entorno KDE, totalmente gráfico y que combinado con el QtDesigner (usando las librerías Qt y Qwt [5]) permite realizar aplicaciones con una gran apariencia.

Los eventos de la interfaz se basan en las características de las librerías Qt de comunicación mediante señales y slots. Cualquiera de los botones emite una señal al ser pulsado o rellenado, ejecutándose el slot conectado a dicha señal. Tal y como se observa en la figura 4 la interfaz está dividida en cuatro partes:

- Representación de señales
- Control de software
- Control de hardware
- Presintonías

La parte de representación de señales dispone de dos ventanas con las que se puede visualizar dos señales diferentes simultáneamente, lo que permite visualizar, por ejemplo, el espectro de la señal de entrada y la señal de salida a la vez. En estas ventanas se permite ajustar los valores máximo y mínimo que se quieran visualizar así como el valor de las divisiones verticales de la ventana.

En el control de software se puede seleccionar el modo de funcionamiento y el ancho de banda del filtro paso bajo utilizando el botón correspondiente. Las señales I y Q deben estar bien balanceadas tanto en fase como en amplitud para poder ser demoduladas correctamente, y debido a las imperfecciones del hardware, se producen desajustes entre ambas señales. Estas variaciones se corrigen a través de software, con los mandos de corrección Ganancia/Fase.

En la zona de ajuste de hardware de la interfaz se manipulan los controles del transceptor como el *mute*, la conmutación de ganancia y la sintonía.

Finalmente, se dispone de un panel de botones numerados que funcionan como presintonías. Cada una de ellas almacena los ajustes de frecuencia, modo, filtro, etc. que se encontraban activos en el momento de memorizarla, de forma que para recuperarlos simplemente se ha de pulsar sobre el botón adecuado.

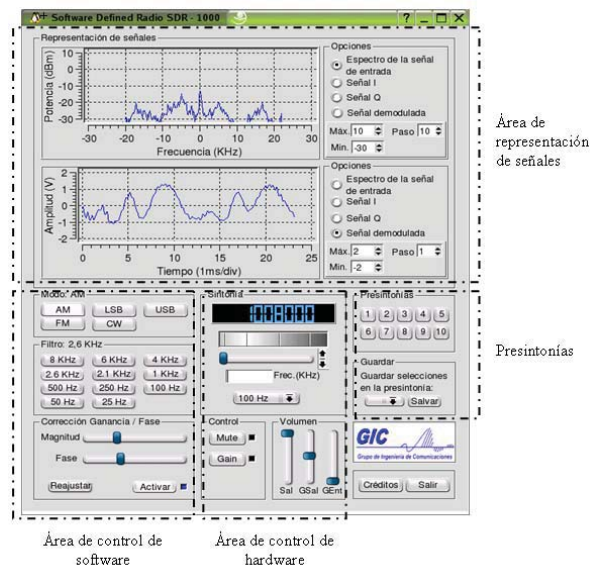


Fig. 5. Interfaz de usuario

V. RESULTADOS

Se ha probado el SDR-1000 con diferentes modulaciones (AM, FM, LSB, USB y CW) teniendo en todas ellas resultados satisfactorios. Se expone en este artículo el método usado para las modulaciones de banda lateral única y de modulación en frecuencia, indicando que el resto de implementaciones se encuentra en [6].

El método utilizado para la demodulación de banda lateral única es el de desplazamiento en frecuencia [7], el cual consiste en desplazar el centro de la banda lateral a 0 Hz, hacer un filtrado paso bajo para eliminar la banda lateral

no deseada y el ruido, y finalmente desplazar la señal filtrada la mitad del ancho de banda hacia su posición original en la banda de audio. El diagrama de bloques del procedimiento es el que se muestra en la figura 6. La demodulación de la banda lateral superior se obtendrá restando las componentes I-Q y la banda lateral inferior sumando I+Q.

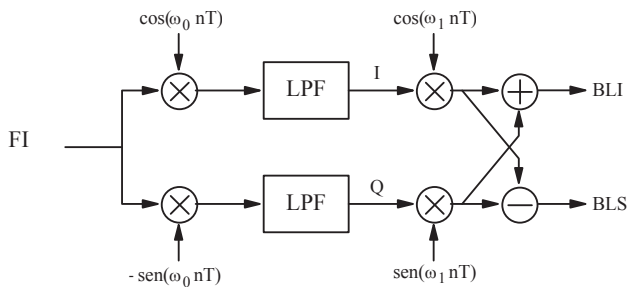


Fig. 6. Diagrama de Bloques del demodulador BLU

Para implementar la modulación de banda lateral única, en primer lugar se modula en doble banda lateral sin portadora, a continuación se desplaza el centro de la banda lateral que se desea recibir a 0 Hz, se filtra paso bajo y se desplaza nuevamente hacia el centro de la banda de audio, para finalmente volver a desplazar hasta llevar la banda lateral modulada a frecuencia intermedia en cuadratura.

Para realizar la demodulación de frecuencia se ha realizado el método del discriminador polar y estimador de fase [8] tal y como se ve en la figura 7. Este método consiste en extraer la frecuencia instantánea de la señal a partir de la derivada de la fase de la envolvente compleja en banda base. El discriminador polar nos da la diferencia de fase entre dos muestras consecutivas, lo que equivale a una derivada de primer orden.

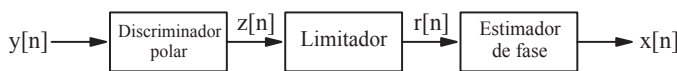


Fig. 7. Demodulación de FM con discriminador polar y estimador de fase.

A continuación, se suprime el ruido de AM mediante un limitador digital. Una vez obtenido este valor se debe calcular dicha diferencia de fase a partir del valor complejo. Este cálculo equivale a aplicar la arcotangente a la relación entre la parte imaginaria y la real del valor. Para optimizar el costo computacional, se ha optado por realizar una aproximación mediante la interpolación de Lagrange para obtener una serie de polinomios que calculen una aproximación a la arcotangente por cuadrantes.

Para la modulación se ha optado por el proceso que indica la figura 8. En ella se observa como la integral de la moduladora se ha sustituido por un acumulador de fase y la modulación se realiza directamente sobre frecuencia intermedia.

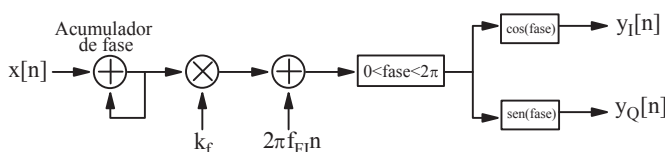


Fig. 8. Diagrama de bloques del modulador de FM

VI. CONCLUSIONES

Se ha conseguido desarrollar un sistema en la banda de HF mediante el SDR implementando las modulaciones clásicas de AM, FM, USB, LSB y CW, que da pie a poder usarse en aplicaciones diversas con un coste mucho más bajo que un sistema de radio convencional. Las librerías implementadas, así como la interfaz gráfica se ha desarrollado en un sistema robusto y de libre distribución.

Dada la versatilidad del SDR, este sistema es ampliable a modulaciones más complejas como son las multiportadora en las que el Grupo de Ingeniería de Comunicaciones (GIC) tiene experiencia en la banda de HF [9][10].

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Proyecto Nacional de I+D TEC2004-06915-C03. Los autores quieren agradecer también a D. Tayloe por la colaboración prestada ante las cuestiones recibidas.

REFERENCIAS

- [1] Joseph Mitola, III; Zoran Zvonar 2001. Software Radio Technologies. Wiley-IEEE Press.
- [2] Gerald Youngblood,. A Software Defined Radio for the Masses, partes 1, 2, 3 y 4. Revista QEX, publicaciones de Julio/Agosto de 2002, Septiembre/Octubre de 2002, Noviembre/Diciembre de 2002 y Marzo/Abril de 2003.
- [3] D. Tayloe, N7VE, "Letters to the Editor, Notes on 'Ideal' Commutating Mixers (Nov/Dec 1999)," QEX, March/April 2001, p 61.
- [4] Intel. Página oficial de Intel [en línea]. <http://www.intel.com> [Consultado en Marzo de 2005].
- [5] Frerking, Marvin E. 1993. Digital Signal Processing in Communication Systems. Van Nostrand Reinhold. EE.UU.
- [6] S. Suarez, "Desarrollo de las librerías de control e interfaz gráfica en un entorno Linux para el SDR-1000", Grupo de Ingeniería de Comunicaciones, ULPGC, 2005.
- [7] Trolltech. Página Oficial de Trolltech, 2004 [en línea]. <http://www.trolltech.com>. [Consultado en Marzo en 2005].
- [8] J. López Pérez, "Aplicaciones Software Radio sobre una plataforma VME basada en DSPs". Grupo de Ingeniería de Comunicaciones. ULPGC. 2004
- [9] I. Pérez-Álvarez, I. Raos, S. Zazo, E. Mendieta-Otero, H. Santana-Sosa, J.M. Páez-Borralló. Interactive Digital Voice Over HF. Ninth International Conference on HF Radio Systems and Techniques. Bath, U.K. June 2003.
- [10] I. Raos, A. Del Cacho, I. Pérez-Álvarez, S. Zazo, E. Mendieta-Otero, H. Santana-Sosa, J.M. Páez-Borralló. Advanced OFDM-CDMA HF Modem with Self-Interference Cancellation. Milcom'03. Boston (USA). October 2003.