

# WIND-FLEX, EL DESARROLLO DE UN MODEM DE ALTA VELOCIDAD PARA REDES INALÁMBRICAS EN ENTORNOS INTERIORES

Manuel Lobeira Rubio

José Luis García García

Departamento de Ingeniería de  
Comunicaciones  
Universidad de Cantabria  
mlobeira@dicom.unican.es

Departamento de Ingeniería de  
Comunicaciones  
Universidad de Cantabria  
jlgarcia@dicom.unican.es

## ABSTRACT

In the WIND-FLEX project a very high bit rate, up to 100 Mbit/s payload at network level, adaptive modem architecture for wireless indoor communications is to be designed, developed and demonstrated. In this paper we describe potential WIND-FLEX scenarios and justify the adopted joint adaptive strategies in baseband, RF/IF and network architectures aiming at dynamic optimization of the system performance in the presence of time-varying channel conditions, traffic loading and QoS requirements.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los recientes desarrollos en tecnologías inalámbricas se caracterizan por una necesidad común de mayor velocidad y un número de usuarios más elevado. El proyecto europeo WIND-FLEX comenzó en el año 2000 y está orientado a desarrollar una arquitectura de radio que cumpla los requerimientos anteriores y permita la comunicación entre dispositivos fijos y móviles, a corto alcance, en redes *ad hoc* con entorno IP.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El objetivo de este proyecto es que, en entornos interiores (p.ej. hogares, oficinas), varios dispositivos electrónicos provistos de una interfaz radio Wind-Flex, y situados en el mismo área de cobertura, puedan formar una red automáticamente, establecer conexiones directas y realizar intercambios de información entre sí de forma autónoma.

La banda de frecuencia empleada 17.1-17.3 GHz, recomendada por la ETSI[1], ha sido escogida para alcanzar la capacidad requerida con un coste razonable para el frontal de RF, gracias a la evolución prevista en los procesos de SiGe. Esta elección conlleva un mayor nivel de capacidad, debido al efecto combinado de un menor tamaño de celda y un mayor reuso de las frecuencias, así como una simplificación en lo concerniente a la seguridad, por la inherente limitada propagación a través de paredes.

### 2.1. Banda Base

En esta sección, que contiene el procesamiento digital así como las conversiones entre los dominios analógico y digital, se encuentra

la mayor parte de las capacidades de adaptación del sistema, tal y como se recoge en la Tabla 1.

La solución adoptada para dotar de mayor flexibilidad al sistema consiste en ajustar la tripleta de modulación, tasa de codificación y potencia transmitida, en función de las necesidades de la transmisión. El supervisor (Figura 1) es la unidad básica de control y procesamiento, cuyo objetivo es realizar en tiempo real una optimización del sistema a partir de unas combinaciones predefinidas. La supresión de las subportadoras menos favorecidas por la respuesta del canal, es otra de las funciones que lleva a cabo este supervisor.

El canal (salvo el ruido) se considera simétrico, por lo que el TX puede ajustar sus parámetros en función de lo medido por el RX. Estos valores se comunican al RX del otro modem para que ambos equipos tengan la misma configuración.

Parámetros del sistema	Valores
Esquema de modulación	OFDM con supresión de subportadoras
Esquema de modulación de subportadoras	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM
Número de subportadoras	128
Subportadoras no usadas	27 + subportadora DC
Número de subportadoras piloto	0
Duración útil del símbolo OFDM	2.56 us
Intervalo de guarda	200 ns
Esquema de codificación	Turbocódigos
Esquema de turbocódigos	“Parallel convolutional punctured”
Polinomios del turbocódigo	(13, 15) <sub>octal</sub>
Tasas de codificación	$1/2$ , $2/3$ y $3/4$
Método de acceso	FDM/TDMA
Esquema de duplexado	TDD
Símbolos slots/trama	178
Duración de la trama	491.28 us
Estructura de preámbulos (sincronismo y estimación)	Los 3 símbolos iniciales de cada trama

Tabla 1. Principales parámetros del sistema Wind-Flex.

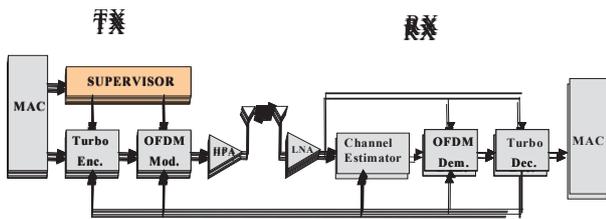


Figura 1. Transmisor-receptor adaptativo de Wind-Flex.

## 2.2. IF

La señal OFDM originada en banda base (25-75 MHz) se entrega a esta sección (Figura 2), cuyo principal objetivo es proveer a la sección de RF de una señal libre de espurios en uno de los cuatro canales disponibles (3.15-3.35 GHz).

En esta sección se realiza un control de potencia con 30 dB de rango, tanto en la rama transmisora como en la receptora, lo que otorga a nuestro sistema un rango dinámico de 60 dB. Este control se realiza desde banda base y su decisión está basada en la calidad del canal radio. El canal radio, así como el tráfico, determinarán el empleo de uno u otro canal, selección que se gestiona a través de la segunda etapa de mezclado, vía bus I2C, controlado por la banda base.

El primero de los sintetizadores, también controlado desde banda base, ofrece la posibilidad de realizar una corrección del offset de frecuencia, lo que permite garantizar la estabilidad de los canales del sistema en un mayor rango de temperaturas.

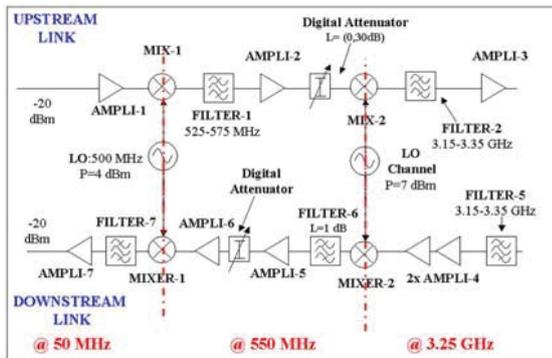


Figura 2. Esquema de la sección IF.

## 2.3. RF

En esta sección cabe destacar la última conversión de frecuencias, que se realiza empleando un DRO (Oscilador a Resonador Dieléctrico) libre a 13.95 GHz. Su diseño ha sido complejo debido a los severos requerimientos impuestos a su ruido de fase con el objeto de no distorsionar la transmisión para el caso de la modulación 64-QAM [3].

Durante el diseño se prestó también especial atención a la figura de ruido, que alcanza finalmente un valor de 2.9 dB para todo el conjunto receptor RF/IF, sin la inclusión de la conexión a la antena. Otro aspecto importante radica en el diseño de las cajas mecanizadas necesarias para obtener la respuesta correcta de los componentes con tan alta ganancia y elevada frecuencia.

Las antenas empleadas en el sistema presentan un patrón de radiación omnidireccional sobre el plano horizontal y una ganancia de 3 dB, lo que permite un radio de cobertura superior a los 20 metros en entornos con línea de vista (LOS) y no inferior a 5 metros para trayectos sin línea de vista (NLOS).

## 2.4. Arquitectura de Red

La red de Wind-Flex se compone de un conjunto de sectores, formados cada uno por un grupo de dispositivos tales que cada par puede establecer una conexión directa, por lo que cada sector es una sub-red totalmente mallada. Cada uno de estos sectores está constituido por un *Maestro* y uno o más (hasta 63) *Esclavos*. No existe ninguna diferencia hardware o software entre los dispositivos *Maestro* y *Esclavo*, y cualquier equipo puede convertirse en *Maestro*.

El *Maestro* de un sector se escoge a través de un proceso que asegura que su ubicación es la mejor del sector, de forma que los enlaces físicos con el resto de los equipos tengan la mayor calidad. Un algoritmo garantiza que dicha elección se realice cada vez que, debido al movimiento de los equipos, la topología cambie de forma significativa. En ese caso, toda la información del antiguo *Maestro* es transferida al recién elegido [3].

## 3. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado el modem adaptativo de alta velocidad para comunicaciones inalámbricas en interiores que se está desarrollando en el proyecto WIND-FLEX. Se ha prestado especial atención a las estrategias conjuntas de adaptación en la banda base, la RF/IF y las capas de enlace y red, orientadas a una optimización dinámica del rendimiento del sistema.

## 4. AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría hacer constar que este artículo recoge el trabajo de todos los miembros del consorcio, formado por: VTT, Philips Research Monza, CEFRIEL, Universidad de Roma, ACORDE, Universidad de Cantabria, INTRACOM, Universidad de Atenas, Institute of Accelerating Systems and Applications, Universidad de Tecnología de Dresden, Universidad de Tecnología de Poznan. Además, nuestra sección del trabajo está financiada parcialmente por los proyectos WIND-FLEX (IST-1999-10025) y CICYT-2FD97-1066-C02-02

## 5. REFERENCIAS

- [1] CEPT T/R 22-06 Harmonised Radio Frequency Bands for High Performance Radio Local Area Networks (HIPERLAN) in the 5 GHz and 17 GHz frequency range.
- [2] M. Lobeira, I. Singla, J.L. García, "Non Linearities, Phase Noise and Interference Influence on High Bit Rate 17 GHz Modem", in Proceedings of IST Mobile Summit 2001, Barcelona, Paper MOBSC4VVMNA.
- [3] R. Cusani, F. Delli Priscoli, G. Ferrari, G. Razzano, M. Torregiani, "Dynamic, channel-status driver, re-configurable Medium Access Control for the WIND FLEX wireless Local Area Network", in Proceedings of IST Mobile Summit 2001, Barcelona.