



DEPARTAMENTO DE TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES
Y SISTEMAS TELEMÁTICOS Y COMPUTACIÓN

MÁSTER UNIVERSITARIO
EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN

ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

PRÁCTICA 1:
«SISTEMA OFDM: DISEÑO DE TRANSMISOR Y RECEPTOR»

CURSO ACADÉMICO 14/15

Mihaela I. Chidean
Eduardo del Arco
Óscar Barquero Pérez
Antonio J. Caamaño

Fecha publicación: 29/01/2015

Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.



1. Objetivos y descripción de la práctica

En esta práctica se diseñará y se implementará un sistema OFDM, compuesto por un único transmisor y un único receptor. La práctica consta de dos partes bien diferenciadas, cada una correspondiente a uno de los hitos a alcanzar por el alumno:

1. Sistema OFDM básico. Se utilizarán los bloques pre-instalados en *GNU Radio Companion*¹ (GRC) “OFDM MOD” y “OFDM DEMOD”, para el transmisor y receptor, respectivamente.
2. Sistema OFDM avanzado. Se utilizarán todos los bloques necesarios para implementar paso a paso la modulación o la demodulación OFDM.

Resultados de aprendizaje previstos

CG08 - Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.

CE12 - Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.

1.1. Grupos

Los alumnos se organizarán en grupos de máximo 3 personas.

1.2. Evaluación

Esta práctica se evalúa mediante un examen individual en el laboratorio de una duración aproximada de 15 minutos. La modalidad de dicho examen será oral y el alumno deberá demostrar sus conocimientos teóricos y prácticos sobre los contenidos abordados en esta práctica.

Los días asignados para la realización del examen son: **17 y 19 de febrero de 2015**.

Los turnos asignados para el examen serán asignados por los profesores de la asignatura y serán publicados el día **12 de febrero de 2015** en el Campus Virtual.

Además, cada grupo deberá entregar los ficheros .grc generados durante el desarrollo de la práctica.

1.3. Material

La práctica se realizará en el aula 208 del Edificio Laboratorio III.

Los profesores proporcionarán el fichero “take 32k 16 st.wav”, que será utilizado como fuente de información.

¹<http://gnuradio.org/redmine/projects/gnuradio/wiki/GNURadioCompanion>

2. Consideraciones previas

2.1. SDR

Un sistema de *Software Defined Radio*² (SDR), o radio definida por software, es un sistema de radiocomunicaciones donde la gran parte de los componentes (mezcladores, filtros, amplificadores, ADC/DAC, etc.) están implementados en software. Esto permite el diseño o mejora de componentes, e incluso de sistemas completos como transmisores, receptores, osciloscopios, analizadores de espectros. La gran ventaja del diseño por software de estos sistemas es la flexibilidad del mismo sistema, alcanzada mediante la configuración dinámica sus parámetros.

La SDR surge, además, para solucionar los problemas de incompatibilidades entre los sistemas de telecomunicación inalámbrica (p.e. reutilización de equipos). En la Figura 1 se muestra el diagrama de bloques de un sistema SDR, compuesta por tres bloques funcionales: sección de RF, sección de IF y sección de banda base.

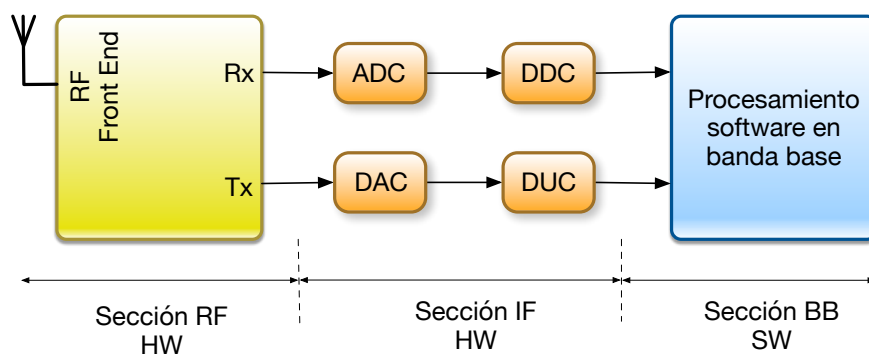


Figura 1. Diagrama de bloques funcionales de SDR

La primera implementación importante del concepto de SDR fue el proyecto militar estadounidense *SpeakEasy*³, cuyo objetivo fue implementar más de 10 tecnologías inalámbricas en un mismo equipo programable, operando en la banda de frecuencias de 2MHz a 200MHz.

2.2. GNU Radio y GRC

GNU Radio es una herramienta de desarrollo libre (GNU GLP⁴) que permite, entre otras cosas, diseñar e implementar sistemas de SDR. Además, permite construir aplicaciones de procesamiento de señal, donde las entradas (*input*) pueden ser tanto datos generados por un hardware real como grabados previamente.

GNU Radio fue publicado por primera vez en 2001, financiado por John Gilmore⁵ y desarrollado y administrado por Eric Blossom⁶. Además, uno de los primeros desarro-

²http://en.wikipedia.org/wiki/Software-defined_radio

³<http://en.wikipedia.org/wiki/SpeakEasy>

⁴http://es.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License

⁵http://es.wikipedia.org/wiki/John_Gilmore

⁶http://en.wikipedia.org/wiki/Eric_Blossom

lladores que se unió al proyecto fue **Matt Ettus**. El código de GNU Radio fue reescrito completamente en 2004.

En general, para los diseños de GNU Radio se emplea el lenguaje de programación Python⁷. Sin embargo, existe la posibilidad utilizar la interfaz gráfica GNU Radio Companion (GRC).

2.3. USRP

La compañía **Ettus Research**, y su compañía matriz National Instruments, diseña y vende los dispositivos USRP^{??} (*Universal Software Radio Peripheral*), que son una serie de sistemas de SDR. La familia de productos USRP ha sido concebida para ser una plataforma con un buen equilibrio precio/prestaciones, con respecto al resto de plataformas hardware para SDR disponibles en el mercado. Siguiendo el paradigma de “hardware libre”, la mayoría de los esquemáticos de las USRPs están accesibles. Además, estos dispositivos están controlados por el *driver* de código abierto UHD (USRP *Hardware Driver*).

Los modelos de USRPs disponibles en el mercado utiliza una arquitectura similar (ver Figura 2). Las placas constan de una placa principal (*motherboard*) y una secundaria (*daughterboard*). La placa principal proporciona: reloj y sincronización, una FPGA, ADC/DAC, interfaz con PC y control de potencia. La placa secundaria es la interfaz con el medio inalámbrico. Con esta modularidad, la USRP tiene la habilidad de trabajar tanto en el intervalo 0 – 6GHz.

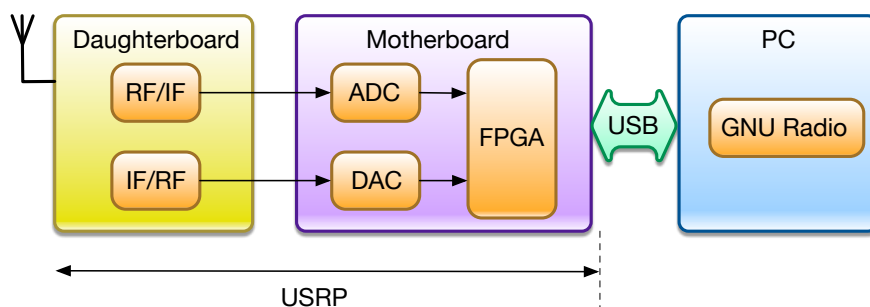


Figura 2. Diagrama de bloques funcionales de USRP

En esta práctica se utilizará el modelo USRP B210, ilustrado en la Figura 3.

3. Desarrollo de la práctica

3.1. Hito 1 (70 %)

Diseñe e implemente utilizando la plataforma GRC junto con USRP un sistema OFDM que conste de un transmisor y un receptor. En este apartado se permite la utilización de los bloques pre-instalados “OFDM MOD” y “OFDM DEMOD”.

Este hito se considera alcanzado si:

⁷<https://www.python.org/>

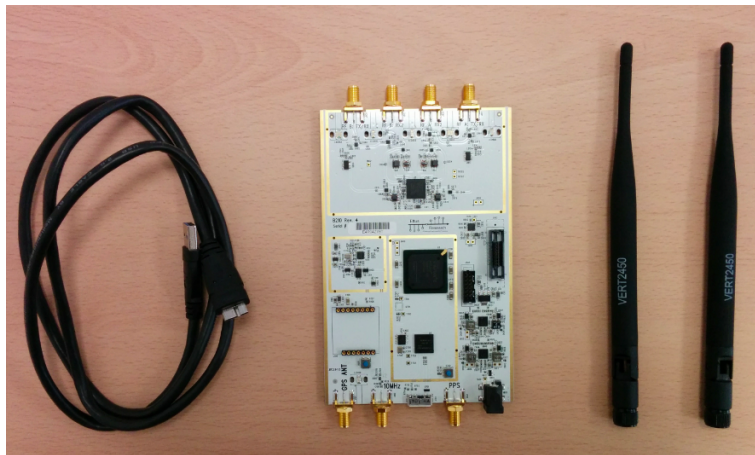


Figura 3. USRP

- Los diagramas de flujo no muestran ningún error.
- La información transmitida es recuperada correctamente en el receptor.

3.2. Hito 2 (30 %)

Diseñe e implemente utilizando la plataforma GRC junto con USRP un sistema OFDM que conste de un transmisor y un receptor. En este apartado se permite la utilización de **únicamente** el bloque pre-instalado “ODFM DEMOD”. Las funcionalidades del bloque “OFDM MOD” se deben de implementar paso a paso empleando otros bloques disponibles de GRC.

Este hito se considera alcanzado si:

- Los diagramas de flujo no muestran ningún error.
- La información transmitida es recuperada correctamente en el receptor.
- Solamente se ha empleado el bloque “ODFM DEMOD”.