



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

GRADO EN INGENIERÍA
EN TECNOLOGÍAS DE LA TELECOMUNICACIÓN

TERMINALES DE COMUNICACIONES

PRÁCTICA 2:
«ANALIZADOR DE ESPECTROS»

CURSO ACADÉMICO 14/15

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

Fecha publicación: 20/02/2015

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 los alumnos diseñarán un analizador de espectros en el entorno gráfico *GNU Radio Companion*¹ (GRC). Además, este diseño se implementará en la plataforma *Universal Software Radio Peripheral*² (USRP) para analizar varias bandas de frecuencia.

1.1. Grupos

Los alumnos se organizarán en grupos formados por 3 miembros.

1.2. Evaluación

Todas las prácticas de Terminales de Comunicaciones se evaluarán mediante la entrega de una **única memoria**, que será organizada en tantas secciones como prácticas se llevarán a cabo. La extensión máxima de la memoria es de **15** páginas, incluida la portada y la bibliografía empleada. Únicamente serán corregidas las memorias entregadas en formato pdf.

Aunque las prácticas se realicen en grupos, cada alumno deberá entregar de forma individual la memoria. Los alumnos de un mismo grupo podrán utilizar las mismas figuras, sin embargo, la explicación de las mismas, así como las respuestas a las preguntas planteadas será individual. Tenga en cuenta que la nota de prácticas de cada alumno dependerá exclusivamente de la memoria individual entregada.

En la portada cada alumno deberá indicar claramente su nombre y, además, incluirá el nombre del resto de miembros del grupo.

La fecha de entrega la memoria de prácticas es **28 de marzo de 2015**.

1.3. Material

La práctica se realizará en el aula 3208 del Edificio Laboratorio III.

Además, esta práctica se puede realizar en ordenadores externos a la Universidad, instalando el entorno GNU Radio Companion en los ordenadores personales o portátiles. Esta opción es la más recomendada en caso de querer realizar la práctica fuera de horario de clase.

En caso de no conseguir finalizar la instalación, es posible utilizar una memoria USB de 4GB de capacidad o mayor, que tendrá instalada una imagen de Ubuntu 12.04. Los alumnos interesados deberán solicitar la memoria maestra a los profesores, copiar el contenido de dicha memoria maestra a la suya propia empleando el comando “dd” y **devolver** la memoria maestra a los profesores en el plazo de 48 horas. Esta opción es la menos recomendada, ya que el desarrollo se ve ralentizado.

En esta práctica se utilizarán dispositivos USRPTM modelo B210 para la implementación del analizador de espectros. Además, se dispondrá de los dispositivos *Sun Small*

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

²http://www.ettus.com/content/files/kb/b200-b210_spec_sheet.pdf

http://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Software_Radio_Peripheral

*Programmable Object Technology*³ (SunSPOT) como material de apoyo.

2. Consideraciones previas

2.1. USRP

La compañía **Ettus Research**, y su compañía matriz National Instruments, diseña y vende los dispositivos USRP² (*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 10). 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.

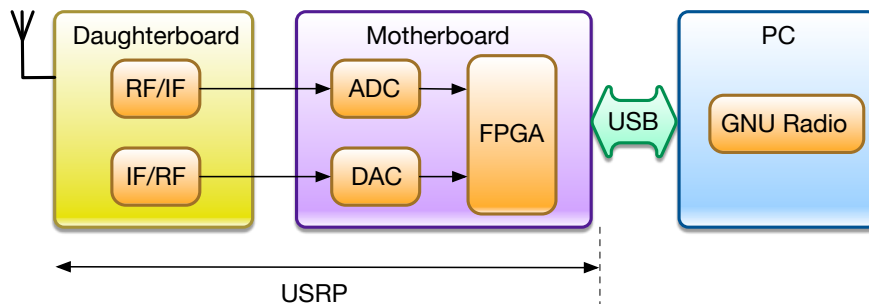


Figura 10. Diagrama de bloques funcionales de USRP

En esta práctica se utilizará el modelo USRP B210, ilustrado en la Figura 11.

2.2. ZigBee y SunSPOT

Los dispositivos seleccionados como apoyo para la realización de esta práctica son los SunSPOT diseñados por Sun Microsystems⁴ y comercializados actualmente por Oracle. Los nodos sensores de SunSPOT tienen un bajo peso (50 gramos), reducidas dimensiones (41 × 23 × 70 milímetros) y una batería de 3.7 V recargable incorporada.

La programación de los dispositivos SunSPOT se realiza empleando el lenguaje de programación orientado a objetos Java. Además, al contrario a otros dispositivos de características similares, los SunSPOT utilizan la máquina virtual de Java llamada Squawk,

³<http://www.sunspotworld.com/>

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

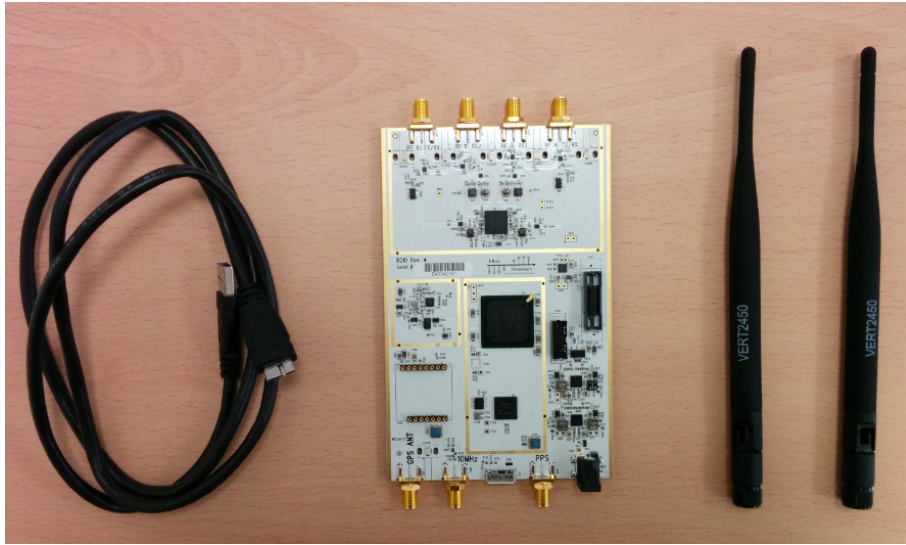


Figura 11. USRP



Figura 12. SunSPOT

cuya principal característica diferenciadora es que su núcleo esta casi enteramente programado en Java.

En cuanto a la comunicación entre dispositivos, se utiliza el protocolo de alto nivel creado para redes de área personal ZigBee⁵, donde los niveles inferiores (PHY y MAC) se basan en el estándar IEEE 802.15.4⁶. Este estándar trabaja en las bandas ISM⁷, donde define 16 canales, cada uno con un ancho de banda de 5MHz. La frecuencia central de cada uno de los canales se calcula:

$$F_C = 2045 + 5 \times (k - 11) \text{ MHz} \quad \text{con } k = 11, 12, \dots, 26$$

⁵<http://es.wikipedia.org/wiki/ZigBee>

⁶http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4

⁷http://es.wikipedia.org/wiki/Banda_ISM

3. Desarrollo de la práctica

En este apartado se indican los distintos pasos a seguir para la realización de la práctica.

3.1. Hito 1: Analizador de espectros básico

Paso 1 - Cree un nuevo diseño y añada los bloques “UHD: USRP Source” y “ WX GUI FFT Sink”.

Pregunta 1: ¿Qué banda de frecuencias utilizan las radios comerciales FM en España?

Pregunta 2: ¿Qué ancho de banda utiliza cada una de las radios comerciales que emiten en la banda FM en España?

Paso 2 - Configure los bloques del diseño para visualizar el espectro de frecuencias entre 89 MHz y 91 MHz.

Entregable 1: Fichero llamado **pr2-paso2.grc** que incluya el diagrama de flujo.

Pregunta 3: ¿Qué frecuencia de muestreo ha utilizado? ¿Por qué?

Pregunta 4: ¿Cuántos canales de radio se observan en este ancho de banda? ¿A qué frecuencia se encuentran estos canales de radio?

Pregunta 5: Proporcione en la memoria una captura de pantalla con la ventana de salida obtenida.

Paso 3 - Configure los bloques del diseño para visualizar la radio comercial centrada en 92.1 MHz. Para visualizar correctamente el espectro utilizado por esta radio, deje un margen de 100 kHz en cada extremo.

Pregunta 6: Proporcione en la memoria una captura de pantalla con la ventana de salida obtenida.

3.2. Hito 2: Analizador de espectros avanzado

Paso 4 - Añada al diseño un bloque de tipo “WX GUI Waterfall Sink”.

Pregunta 7: Explique brevemente el propósito de este bloque y la información que ofrece.

Paso 5 - Asigne los diferentes bloques tipo Sink a pestañas independientes en la ventana de salida.

Entregable 2: Fichero llamado **pr2-paso5.grc** que incluya el diagrama de flujo.

Paso 6 - Añada al diseño los bloques necesarios para que la frecuencia central y el ancho de banda visualizado se puedan modificar en tiempo de ejecución.

Entregable 3: Fichero llamado **pr2-paso6.grc** que incluya el diagrama de flujo.

Pregunta 8: Aporte a la memoria capturas de pantalla de las ventanas “FFT” y “Waterfall” en la cuales se observen al menos DOS canales de radio comercial.

3.3. Hito 3: Búsqueda de dispositivos

Paso 7 - Modifique los parámetros del diseño para buscar los dos dispositivos SunSPOT que están emitiendo en la banda ISM.

Entregable 4: Fichero llamado **pr2-paso7.grc** que incluya el diagrama de flujo.

Pregunta 9: ¿En qué canales de la banda ISM emiten los dos dispositivos SunSPOT? (Pista: 11, 15, 20, 22 o 26)

Pregunta 10: ¿Qué frecuencia central utilizan los dispositivos SunSPOT?

Pregunta 11: Aporte a la memoria capturas de pantalla de las ventanas “FFT” y “Waterfall” en la cuales se observe el espectro emitido por los dispositivos SunSPOT.