

PRÁCTICA 0 – INTRODUCCIÓN

Esta primera práctica servirá de introducción para acercarnos al dispositivo HackRF, distinguir sus componentes y cómo manejarlo a través del software GNU Radio. Antes de nada, haremos un pequeño repaso de los conocimientos y dispositivos básicos que manejaremos durante todas las prácticas.

1. Estructura de un sistema de comunicaciones

EMISOR

El emisor es el encargado de transmitir la información generada en un dispositivo con una serie de requisitos determinados impuestos por el canal y por el receptor. Aunque hay muchas opciones de emitir una señal, nosotros nos centraremos en la transmisión por ondas electromagnéticas. Estas ondas son generadas por antenas.

Una antena es un dispositivo (conductor metálico) diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma energía eléctrica en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

CANAL

Es el medio físico por el que se transmite la señal. Pueden ser medios guiados (cables, guías de onda, fibra óptica...) o no guiados (ondas electromagnéticas). En cualquiera de los dos casos, los canales atenúan y degradan las señales, imponen un retardo en la información, etc. Suplir todas estas desventajas será misión del receptor.

Los canales imponen las condiciones en las que deben ser emitidas las señales. Uno de los parámetros más determinantes es su ancho de banda. Para que la información pueda llegar al receptor, el emisor debe modular las señales y emitirlas a una determinada potencia mínima.

RECEPTOR

Se encarga de recibir la señal y procesarla para poder interpretar la información. Veamos algunos de sus componentes principales:

Filtros

- Paso banda:

Un filtro paso banda es un tipo de filtro electrónico que deja pasar un determinado rango de frecuencias de una señal y atenúa el paso del resto. Un circuito simple de este tipo de filtros es un circuito RLC (resistor, bobina y condensador) en el que se deja pasar la frecuencia de resonancia, que sería la frecuencia central (f_c) y las componentes frecuenciales próximas a ésta, en el diagrama hasta f_1 y f_2 . No obstante, bastaría con una simple red resonante LC.

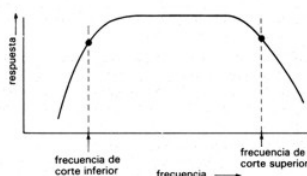


Fig.1 Respuesta frecuencial de un filtro paso banda.

- Filtro pasa baja (LPF):

Filtro digital que permite el paso de las frecuencias más bajas y atenúa las frecuencias superiores a la frecuencia de corte que indiquemos.

- Filtro paso alto (HPF):

Filtro digital que permite el paso de las frecuencias superiores a la frecuencia de corte y atenúa las que estén por debajo de esta.

Modular y demodular (señal modulada y demodulada)

Como veremos en la asignatura, modular una señal significa elevarla en frecuencia. La elevamos en frecuencia, como decíamos antes, por requisitos del canal de transmisión, para obtener mejores prestaciones de la señal, para ganar velocidad de transmisión...

Para ello, se multiplica la señal mensaje (señal moduladora) por una señal seno o coseno de frecuencia mucho mayor (señal portadora), obteniendo así nuestra señal modulada. Este proceso se lleva a cabo en el emisor.

El término demodulación engloba el conjunto de técnicas utilizadas para recuperar la información transportada por una onda portadora, que en el extremo transmisor había sido modulada con dicha información. Este término es el opuesto a modulación.

2. Software Defined Radio (SDR) y HackRF

Los dispositivos inalámbricos normalmente integran diferentes partes de hardware encargadas de cada banda de frecuencias en las que van a trabajar. Por ejemplo, una para la **sección WiFi**, otra para el **LTE**, otra para el **Bluetooth**, etc.

Pero, ¿y si fuera posible tener **una sola sección hardware** capaz de funcionar en un amplio rango de frecuencias, manejando todo tipo de señales, sin importar el protocolo empleado y con una sola antena? Esta es una cuestión que se lleva tiempo tratando de resolver mediante lo que se conoce como **sistemas SDR o Software Defined Radio**, de los que **HackRF** quiere ser su máximo representante.

HackRF fue un proyecto que consiguió su financiación en Kickstarter para crear una **plataforma de código abierto** sobre la que implementar un potente sistema de SDR que funcione, según ellos mismos comentan, como una especie de tarjeta de sonido pero sustituyendo la señal de audio por la de radiofrecuencia y el micrófono y la salida de altavoces por la antena.

El objetivo de HackRF es poder ser capaces de manejar todo tipo de señales comprendidas entre **30 MHz y 6 GHz** desde un mismo periférico conectable al ordenador a través de un puerto USB.

El procesador del PC se encargará de hacer el procesado digital de las señales y realizar las transformaciones necesarias para emitir o recibir por la antena (funciona en **modo half-duplex**, por lo que si se quiere emitir y recibir al mismo tiempo se necesitan 2 dispositivos HackRF).

El ancho de banda máximo que puede manejar es de **20 MHz**, suficiente para la mayoría de aplicaciones de comunicaciones civiles actuales. En cuanto a la alimentación, obtendrá la energía directamente del puerto USB.

Futuro y posibles aplicaciones en terminales móviles

¿Podremos ver esta tecnología en móviles? La verdad, sería estupendo poder ver este tipo de tecnología en terminales móviles, con lo que se reduciría el número de bloques de radiofrecuencias de muchos teléfonos, pero habría que solventar algunos problemas tan evidentes como el tamaño primero.

Además, está el asunto de la **potencia de proceso necesaria** para las funciones SDR. En un ordenador portátil no hay mucho problema, pero en un móvil llevarían en algunos casos al límite a muchas CPU. Aunque en el futuro fueran capaces de realizar los cálculos sin problemas, hay que tener también en cuenta el **consumo de batería**, que sería demasiado elevado obligándonos a recargar el móvil con mucha más frecuencia que ahora.

HACK RF

Características del HackRF-One:

- ☒ *10 MHz a 6 GHz de frecuencia de funcionamiento*
- ☒ *Half-duplex transceptor*
- ☒ *Hasta 20 millones de muestras por segundo*
- ☒ *Muestras en cuadratura de 8 bits (8 bits I y Q de 8 bits)*
- ☒ *Compatible con GNU Radio, SDR #, y más*
- ☒ *Software-configurable RX y TX ganancia y filtro de banda base*
- ☒ *Potencia puerto de antena controlado por software (50 mA a 3,3 V)*
- ☒ *Conector de antena SMA hembra*
- ☒ *SMA hembra y entrada de reloj para la sincronización de salida*
- ☒ *Hi-Speed USB 2.0*
- ☒ *Alimentado por USB*
- ☒ *Hardware de código abierto*

GNU Radio

GNU Radio es un conjunto de herramientas de desarrollo de software libre y de código abierto que proporciona bloques de procesamiento de señales con los que trabajar en la simulación. GNU Radio está bajo la Licencia Pública General de GNU (GPL) versión 3. Todo el código es copyright de la Free Software Foundation.

Un software radio es un radio system que lleva a cabo el procesamiento de la señal requerida en el software en lugar de utilizar circuitos integrados dedicados a ellos, es decir, sin ser necesario hardware.

GNU Radio realiza todo el procesamiento de la señal. Se puede utilizar para escribir aplicaciones, para recibir datos de flujos digitales o para enviar datos en flujos digitales. GNU Radio tiene filtros, códigos de canal, elementos de sincronización, ecualizadores, demoduladores, vocoders, decodificadores, y muchos otros elementos que se encuentran típicamente en los sistemas de radio. Más importante aún, se incluye un método para conectar estos bloques y luego se administra la forma en que se pasan los datos de un bloque a otro. De esta forma, si vemos que nos falta un bloque para trabajar, podemos crearlo fácilmente con unas pocas líneas de código.

GNU Radio, como software, sólo puede manejar datos digitales. Por lo general, las muestras en banda de base complejas son el tipo de datos de entrada de los receptores y el tipo de datos de salida de los transmisores. El hardware analógico se usa entonces para desplazar la señal a la frecuencia central deseada (modular). Aparte de este requisito, cualquier tipo de datos se puede pasar de un bloque a otro - ya sea Bits, bytes, vectores, bursts o tipos de datos más complejos, lo que compone una potente herramienta de procesamiento.

Las aplicaciones de GNU Radio están escritas principalmente en lenguaje de programación Python. Sin embargo, la ruta de datos está escrito en C++.

Resumen

Esto es lo que debe saber por ahora:

- Todo el procesamiento de señales en GNU Radio se realiza a través de gráficos de flujo (flow graphs).
- Un diagrama de flujo consiste en bloques. Un bloque realiza una operación de procesamiento de señales, tal como el filtrado, la adición de señales, transformación, la decodificación, etc.
- Los datos pasan entre los bloques en varios formatos, complejos enteros o reales, o básicamente cualquier tipo de tipo de datos se puede definir. Es imprescindible la concordancia entre ellos.
- Cada diagrama de flujo necesita al menos un sumidero (sink) y una fuente (source).

Por último, para aprender a manejarlo e iniciarnos con una pequeña práctica guía, se adjunta un breve tutorial que nos ayudará a ver y comprender todos los elementos del software y qué pasos debemos seguir para instalarlo.