

Frecuencia Modulada

Guía de Laboratorio

IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA

Nombre de la guía:	Receptor de radio FM en SDR
Código de la guía (No.):	
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Comunicaciones Móviles
Tiempo de trabajo práctico estimado:	2 horas de práctica en laboratorio + 2 horas de trabajo independiente
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	Ingeniería de Telecomunicaciones-Ingeniería Electrónica
Elaborado por:	David Góez
Fecha:	14/02/2023

1. Fundamento teórico

1.1 Modulación en Frecuencia

La arquitectura de los radios USRP consta de varias etapas internas que se pueden resumir de forma muy general en dos grandes componentes: el sistema de banda base y el sistema de radio frecuencia.

Para la aplicación del receptor FM, los radios USRP se pueden definir como un sistema que emula el principio de heterodino, pero a partir de la reconfiguración del software radio. En la Figura 1 se muestra la arquitectura de un radio heterodino.

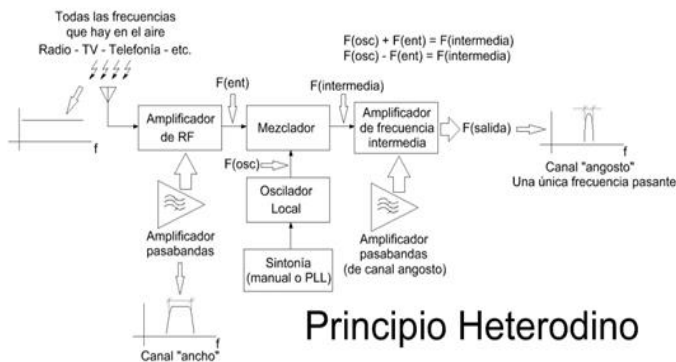


Figura 1: Arquitectura radio heterodino

En el sistema de banda base se hace todo el procesamiento de la señal original, ya sea para la transmisión y/o modulación o para la demodulación y/o recepción de la información. Dependiendo de la versión de USRP que tenga a disposición, casi la totalidad del procesamiento en banda base se lleva a cabo en la memoria RAM del computador en donde se está

programando, y por consiguiente el rendimiento y características de la máquina que se está empleando impacta en el rendimiento de la aplicación (si se tiene un computador de alto rendimiento se pueden hacer procesos más complejos, incluso graficar en tiempo real parámetros del sistema, de lo contrario pueden haber complicaciones por capacidad de procesamiento).

El segundo sistema, que corresponde al sistema de radio frecuencia RF, está encargado de tomar la señal que se encuentra en banda base y trasladar el espectro de dicha señal a la banda de operación deseada por el usuario, es decir, toma la señal que se procesa en el computador de trabajo y la sube a una banda de operación en la frecuencia de radio deseada.

El proceso para elevar la frecuencia de operación de banda base a la frecuencia de radio deseada está detallada en la página web del fabricante. El estudiante debe tener en cuenta y respetar fielmente las frecuencias de muestreo de cada una de las etapas, ya que dicha información es la que se configura en los dispositivos.

1.2 Modulación en Fase y en Frecuencia

En el caso de la SDR una vez que se disponen las señales I y Q la señal modulada en fase puede demodularse usando:

$$PM = \tan^{-1}\left(\frac{Q}{I}\right) = \arctg\left(\frac{Q}{I}\right)$$

Y una señal de FM podrá ser demodulada mediante:

$$FM = \frac{(Q_n \times I_{n-1}) - (I_n \times Q_{n-1})}{(I_n \times I_{n-1}) + (Q_n \times Q_{n-1})}$$

Donde las señales sufijadas como n corresponden a la muestra corriente mientras que las sufijadas como n-1 corresponden a la muestra anterior. Como puede verse el procesamiento de las señales I y Q es fundamental para la operación de un Software Defined Radio (SDR).

2. Objetivo

Identificar las etapas que componen un radio bajo el principio de heterodino e identificar y emular este mismo sistema en radio reconfigurable para una modulación FM.

3. Actividades

3.1 Diseñar un receptor de radio de FM en la banda comercial

Las etapas para construir un receptor FM son los siguientes:

- Captura de la señal: Tener en cuenta la selección de parámetros como: frecuencia de muestreo y ancho de banda (lo suficientemente grande para que una emisora de FM esté cubierta).
- Filtrado de la señal: Se filtra la señal después de recibir la señal digitalizada (si es el caso en Banda base).
- Demodulación: Se demodula la señal de FM de banda ancha con una desviación de frecuencia de 75KHz (repasar conceptos de FM comercial).
- En la Figura 2 se muestra la configuración del bloque "Multiply Const" para configurar el volumen.

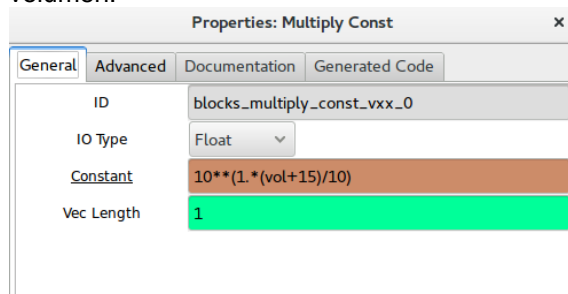
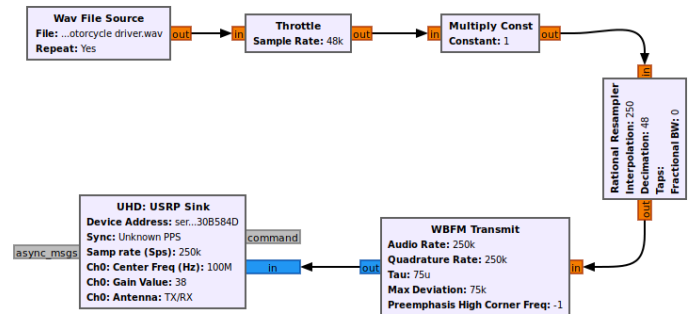


Figura 2: Configuración del volumen

- Acondicionamiento de la señal: Se debe usar el concepto de diezmando e interpolado para acondicionar la frecuencia de muestreo de la señal a una compatible con el módulo de salida (audio).
- Diseñe e implemente un transmisor de radio usando modulación en frecuencia. En este caso consulte los bloques de procesamiento que se requieren para implementar el transmisor.
- Teniendo en cuenta las etapas descritas anteriormente, construya un receptor de FM radio comercial.
- Justifique su diseño con base en los diferentes bloques que se implementan.

3.2 Implemente el siguiente transmisor de radio

- Describa cada una de las etapas del procesamiento y la funcionalidad de cada uno de los bloques del siguiente transmisor de radio FM.



- Implemente el transmisor de radio y reciba la señal transmitida con el receptor diseñado en la sección anterior.

3.3 El informe en presenta en forma IEEE (pdf).

4. Recursos requeridos

- Software GNU Radio
- USRP
- Dongle RTL-SDR

Bibliografía

- W. Thomasi, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, 4a ed. México: PRENTICE HALL, 2003.
- F. G. Stremler, Introducción a los sistemas de comunicación, 3a ed. México: Addison Wesley Longman - PEARSON, 1993.
- Ambardar, A. (2002). Procesamiento de señales analógicas y digitales. 2 ed. México: Thomson. ISBN 970686038X
- Oppenheim, Alan y Willsky, Alan. Señales Y Sistemas México: Prentice - Hall Hispanoamericana, c 1994. 860 p.
- Domínguez, I. P., José, J., & Fuentes, M. (2011). Laboratorio de Comunicaciones Digitales Radio Definida por Software, 13. Retrieved from <http://alojoptico.us.es/murillo/LibroSDRV7USv8.pdf>
- Raul, M.-F. J. (2015). Software Defined Radio: Principios y aplicaciones básicas. (R. F. de Ingeniería, Ed.) (Vol. 24). La Habana, Cuba

7. Sarijari, M. A., Marwanto, A., Fisal, N., Yusof, S. K. S., Rashid, R. A., & Satria, M. H. (2009). Energy detection sensing based on GNU radio and USRP: An analysis study. Proceedings - MICC 2009: 2009 IEEE 9th Malaysia International Conference on Communications with a Special Workshop on Digital TV Contents, (January), 338–342. <https://doi.org/10.1109/MICC.2009.5431525>