

Segunda practica transmisión de datos en radiofrecuencia empleando dispositivos de radio definida por software: Transmisión y recepción QPSK.

Autores

Cristian David Hurtado Rodriguez
Luis David Villada Coca



Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Electrónica
Bogotá D.C
2023

1. Objetivos

Objetivo general

Generar un acercamiento real a las transmisiones de tipo PSK a partir de la implementación de un transmisor y receptor usando dispositivos de radio definida por software.

Objetivos específico

- Contextualizar al lector acerca del funcionamiento y los principios de la modulación QPSK.
- Implementar y realizar las respectivas modificaciones en los programas ubicados en el repositorio Github.
- Corroborar el correcto funcionamiento de una transmisión QPSK utilizando los dispositivos SDR Hack RF One y Nuand Blade RF con su respectiva interfaz en la aplicación GNU RADIO.

2. Materiales e insumos

Componentes y dispositivos

- SDR Nuand bladerf 2.0 micro xa9
- SDR Hack RF One
- Dos ordenadores (Tx y Rx) con sistema operativo Windows o Linux
- Dos antenas compatibles con SDR
- Dispositivo de entrada de audio (Microfono)
- Dispositivo de salida de audio (Parlante o audifonos)

Software

- GNU Radio (versión superior a 3.10)
- MATLAB

3. Marco Teórico

QPSK

En el esquema de modulación digital QPSK, se divide la fase de la señal portadora mediante la asignación de cuatro valores igualmente espaciados para el ángulo de fase, que son $\pi/4$, $3\pi/4$, $5\pi/4$ y $7\pi/4$, lo que proporciona una ventaja importante sobre BPSK al tener una capacidad de información duplicada.

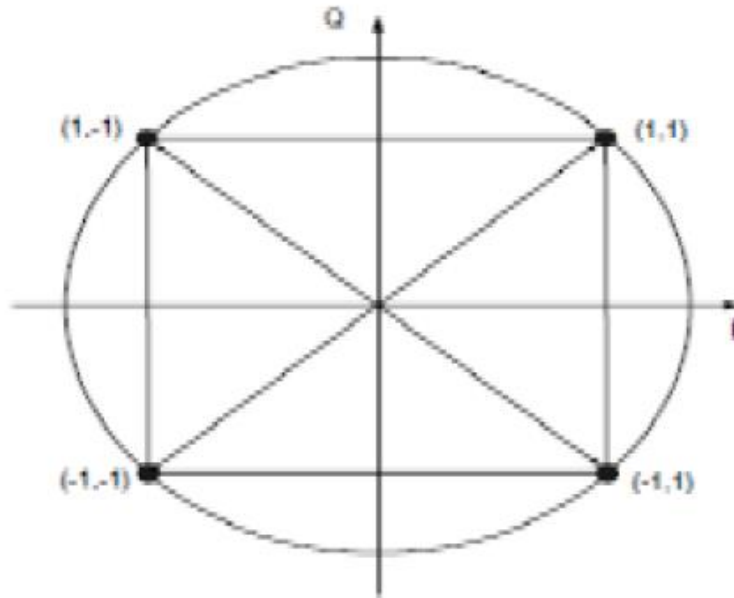


Figura 1. Disposición piloto tipo celosía. Fuente: *Digital Modulation Schemes Employed in Wireless Communications: A Literature Review*

La técnica de modulación digital QPSK se convierte en una técnica altamente eficiente en cuanto al ancho de banda debido a que en su diagrama de constelación hay cuatro puntos de mensaje. En QPSK, los bits de datos a transmitir se combinan en símbolos, cada uno conteniendo dos bits. Cada símbolo puede tomar uno de cuatro valores posibles que son 00, 01, 10 o 11. En QPSK, se requiere menos ancho de banda y potencia debido a que se pueden transmitir más datos utilizando diferentes fases y una sola portadora. La técnica de QPSK se puede utilizar para duplicar la tasa de datos en comparación con un sistema de modulación BPSK manteniendo el ancho de banda de la señal, o para mantener la tasa de datos de BPSK, pero reduciendo a la mitad el requisito de ancho de banda. El rendimiento del sistema QPSK en presencia de problemas en el sistema se puede determinar mediante su tasa de error de bits o tasa de error de símbolos. [1]

4. Procedimiento

a. Transmisión y recepción de audio

Los archivos necesarios para realizar esta práctica se encuentran en el siguiente repositorio:
<https://github.com/CristianHurt/Practicas-de-Transmision-de-datos-en-SDR>

Ubique los archivos “QPSK_audio_RX.grc” y “QPSK_audio_TX.grc” verifique el correcto funcionamiento a partir de:

- Recepción del audio.
- Diagrama de constelación a la salida del bloque “Polyphase Clock Synk”.
- Diagrama de constelación a la salida del bloque “Linear Equalizer”.

- Diagrama de constelación a la salida del bloque “Costas Loop”.

Para estos bloques:

- Verifique que a la salida del bloque “Costas Loop” se visualicen los 4 símbolos QPSK.
- Verifique que el ecualizador lineal ubique los símbolos aproximando al círculo unitario.

Si el funcionamiento responde a las verificaciones indicadas el audio debería escucharse de manera correcta.

Ahora usted realizará modificaciones a los archivos utilizados para comparar los nuevos resultados y enfatizar con las transmisiones en mención.

Realice cambios a los parámetros en los bloques:

- Polyphase: Filter Size. Disminuya y aumente la cantidad de filtros. Responda ¿Qué cambios genera esta variación en todas las constelaciones?
- Linear Equalizer: Algoritmo utilizado. Cambiar de CMA a LMS. Responda ¿Qué cambios genera esta variación en todas las constelaciones?
- Costas Loop: Loop Bandwidth. Responda ¿Qué cambios genera esta variación en todas las constelaciones?

Ahora implemente una nueva pista musical con una frecuencia de muestro del audio diferente (<https://audio.online-convert.com/es/convertir-a-wav>) y repita los procedimientos con los parámetros originales y los que usted cambio.

Los diagramas de GNU Radio permiten la modificación en el tipo de modulación, cambie el parámetro “M”, el parámetro “Order” en el bloque “Costas Loop”, el parámetro “Modulus” del bloque “Diferencial Decoder”, la variable “Constellation Rectangular Object” de tal manera que consiga una modulación de tipo BPSK. Recuerde que para BPSK $M=2$, se utilizan dos símbolos y el Mapa es 0,1.

Verifique y adjunte de ser posible los siguientes resultados:

- Recepción del audio.
- Diagrama de constelación a la salida del bloque “Polyphase Clock Synk”.
- Diagrama de constelación a la salida del bloque “Linear Equalizer”.
- Diagrama de constelación a la salida del bloque “Costas Loop”.

5. Preguntas teóricas

A partir del marco teórico y el conocimiento adquirido en las clases de teoría, responda las siguientes preguntas.

1. ¿Qué es PSK?
2. ¿Qué tipos de modulación PSK existen?

3. Ilustre los tipos de modulación PSK.
4. ¿Qué es PSK diferencial?
5. ¿Para qué sirve un bloque Polyphase en un diagrama con modulación PSK?
6. ¿Para qué sirve un ecualizador en un diagrama con modulación PSK?
7. ¿Qué es el algoritmo CMA?
8. ¿Para qué sirve el Lazo de costas en un diagrama con modulación PSK?

6. Referencias

- [1] M. Barnela, «Digital Modulation Schemes Employed in Wireless Communications: A Literature Review». International Journal of Wired and Wireless Communications.
- [2] C. D. Hurtado Rodriguez y L. D. Villada Coca, «Practicas de transmisión en radiofrecuencia utilizando radio definida por software.,» Bogotá, 2023.
- [3] Y. S. Cho, J. Kim, W. Y. Yang y C.-G. Kang, MIMO-OFDM Wireless Communications with MATLAB, WILEY, 2010.