

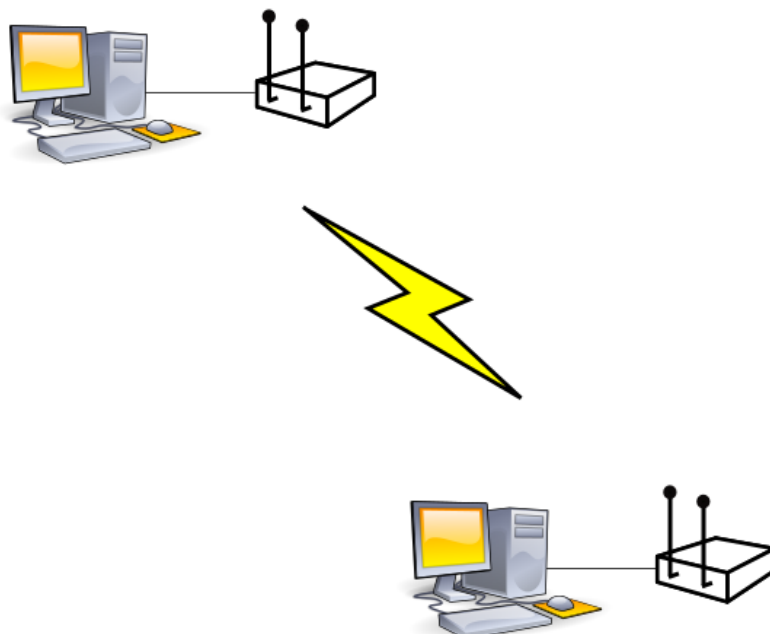
Ronal Montoya's Blog

Implementación de moduladores digitales QAM, PSK, GMSK, y GFSK con GNU Radio y el USRP NI 2900

Posted on ~~January 7, 2018~~ January 11, 2018 by Ronal D. Montoya M.
Del dicho al hecho...

Implementar sistemas de comunicaciones digitales en simulaciones presenta dificultades relacionadas con las particularidades del entorno de simulación y conceptuales. Ese mundo utópico dista mucho de la realidad. Los sistemas reales presentan retos adicionales asociados al hardware, como son la conformación de símbolos, conversiones ADC y DAC, filtros, control de ganancia de la señal de entrada debido a las fluctuaciones de nivel en la misma, enganche de frecuencia de portadora, así como la sincronización de relojes entre transmisor y receptor (el más difícil), aspectos que se obvian en las simulaciones. En mi formación como ingeniero nunca tuve prácticas de laboratorio que implicaran el diseño e implementación de estos sistemas, debido a la ausencia de equipos de laboratorio que permitiesen la realización de prácticas para este tipo de sistemas.

Con la llegada de los radios definidos por software (SDR), el acceso a equipos que permiten la implementación de sistemas digitales se hizo posible para cualquiera interesado. En mi caso, quise llenar ese vacío práctico realizando el montaje de un sistema half-duplex que consta de dos PC's y dos USRP's, en donde un par PC-USRP funciona como transmisor (Tx) y el otro par como receptor (Rx). El mensaje a ser transmitido es un archivo de audio en formato de forma de onda (*.wav) el cual se reproduce en la tarjeta de sonido del receptor.



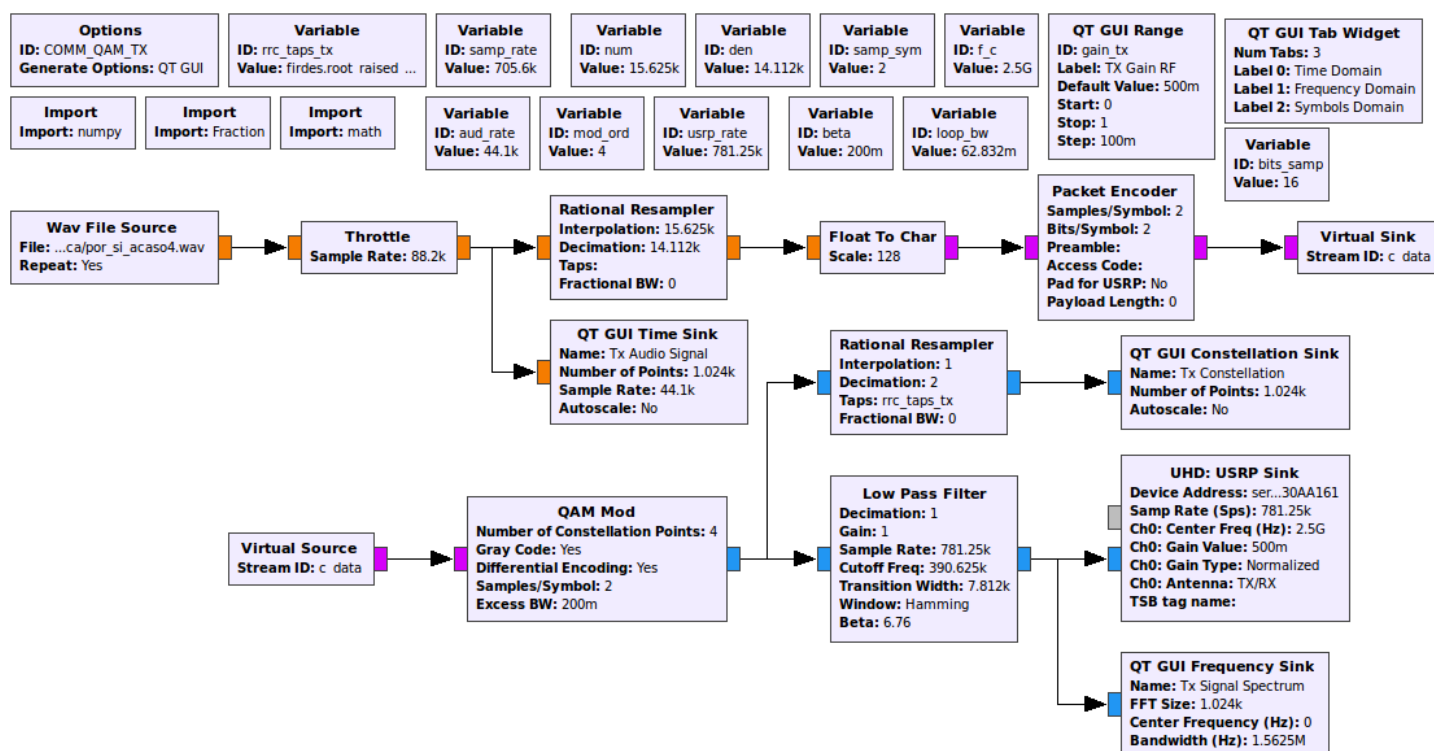
Con el fin de comparar la dificultad entre el mundo simulado y el mundo real en telecomunicaciones, desarrollé una serie de simulaciones de sistemas completos (Tx y Rx a través de canal simulado AWGN) para las modulaciones M-QAM, M-PSK, GMSK y GFSK, versus una implementación de Tx y Rx de un enlace digital modulado en 4-QAM, utilizando el canal real y dos USRP NI2900. Los archivos para GNU Radio (<https://www.gnuradio.org/>) los pueden descargar de mi página para el curso de Radiocomunicaciones (<https://tableroalparque.weebly.com/radiocomunicaciones.html>), en la sección aplicaciones para GNU Radio. Explicaré el diagrama en bloques del Tx y Rx del sistema con canal real, el cual cuando descargue los archivos de simulación se dará cuenta que contienen más bloques (de hecho las simulaciones son subconjuntos de estos dos archivos), debido a las dificultades adicionales a resolver en sistemas reales.

Advertisements

REPORT THIS AD

Primero decir que he optado por el entorno gráfico PyQT (<https://wiki.python.org/moin/PyQt>), dada su calidad y fluidez en la ejecución, superior al entorno Wx Widgets (<https://www.wxwidgets.org/>). Segundo, el interesado en ayudas más completas de los bloques utilizados en la implementación, no dude en visitar la ayuda y la guía de referencia de la API de GNU Radio (<https://gnuradio.org/doc/doxygen/>).

El diagrama en bloques del Tx en GNU Radio es el siguiente:



Este consta de los siguientes bloques:

- Wav File Read: lector de archivos WAV. En este caso se ha almacenado en disco un archivo WAV muestreado a 44100 Hz, con dos bytes por muestra.
- Throttle: regulador de flujo de datos. Este bloque mantiene una tasa constante de datos en su salida. En este caso tenemos una entrada tipo float la cual por cada muestra contiene un byte de la muestra del archivo de audio, por ende la tasa de salida en procesamiento será el doble de la tasa de muestreo del archivo de audio, es decir $2 \times 44100 \text{ Hz} = 88200 \text{ Hz}$.
- Rational Resampler: muestreador racional. Este bloque permite cambiar entre tasas de muestreo enteras, recibiendo x muestras (decimation) y arrojando y muestras (interpolation), con x e y números naturales. Este bloque es necesario debido a la conversión que requiere hacerse es entre la frecuencia de muestreo del archivo de audio y la tasa de muestras que necesita recibir el

upconverter del USRP. Este último necesita recibir tasas múltiples de 400Msps en factores de 2^N (N número natural), tal que la frecuencia de muestreo en el upconverter (interpolation) sea el natural supremum (el menor de los mayores) a la frecuencia de muestreo del archivo de audio (decimation) cumpliendo la siguiente regla: $\text{interpolation} = 4e8/2^N > \text{decimation}$. La fracción interpolation/decimation se simplifica y esos números serán los valores respectivos en el bloque.

- Float To Char: este conversor de tipo de datos funciona como cuantizador de 128 niveles.
- Packet Encoder: codificador de paquetes. Se encarga de fragmentar en cada dato tipo char a la salida un número de bits indicado por la variable bits/sym de cada byte que ingresa. La variable samp/sym se encarga de entregar ese número de muestras por símbolo de entrada, en este caso se están duplicando los símbolos que ingresan.
- QAM Mod: modulador QAM, en este caso de orden 4, con dos muestras por símbolo. Este bloque usa un filtro raíz coseno alzado para conformar los pulsos, por ende es necesario indicarle el beta del filtro, en este caso 0.2.
- Low Pass Filter: filtro de paso bajo. Las muestras son filtradas antes de ser ingresadas al USRP, con el fin de garantizar que ocuparán el ancho de banda que deseamos, que en este caso es la mitad de la tasa de símbolos del USRP.

Comentarios a las variables:

- usrp_rate: es la variable que describimos anteriormente como interpolation.
- samp_rate: tasa de símbolos del sistema antes de la conversión de muestreo. Se calcula así: $\text{samp_rate} = \text{aud_rate} * \text{bits_samp} * \text{samp_sym} / \text{bits_sym}$, en donde aud_rate es la frecuencia de muestreo del archivo de audio, bits_samp es el número de bits por muestra, que para nuestro archivo WAV es de 16, samp_sym es el número de muestras por símbolo que se toman en el codificador y en el modulador, 2 para este caso, y el número de bits por símbolo para 4 QAM es 2 (logaritmo en base 2 de mod_ord, variable que indica el orden de la modulación).

El diagrama del Rx es el siguiente:

Advertisements



REPORT THIS AD

The image shows a GNU Radio flow graph for a QAM receiver. The flow starts with a 'Virtual Source' (qam rx) connected to a 'Rational Resampler' (Interpolation: 2, Decimation: 1). This is followed by a 'Multiply Const' block (Constant: 1.2) and a 'QT GUI Constellation Sink'. The signal then goes through a 'QAM Demod' block (Number of Constellation Points: 4, Differential Encoding: Yes, Samples/Symbol: 2, Excess BW: 200m, Frequency BW: 62.832m, Timing BW: 62.832m, Phase BW: 62.832m, Gray Code: Yes). This is followed by a 'Throttle' block (Sample Rate: 176.4k) and a 'Multiply Const' block (Constant: 500m). The signal then splits into two paths: one goes to a 'QT GUI Time Sink' (Name: RX Audio Signal, Number of Points: 1.024k, Sample Rate: 44.1k, Autoscale: Yes) and an 'Audio Sink' (Sample Rate: 44.1KHz). The other path goes through a 'Packet Decoder' (Access Code: Threshold: -1), a 'Char To Float' block (Scale: 128), and a 'Rational Resampler' (Interpolation: 14.112k, Decimation: 15.625k, Taps: Fractional BW: 0). This is followed by a 'CMA Equalizer' (Num. Taps: 14, Modulus: 1, Gain: 1m, Samples per Symbol: 1), a 'Costas Loop' (Loop Bandwidth: 62.832m, Order: 4), and a 'Virtual Sink' (Stream ID: qam rx). The flow graph also includes several control blocks for variables and GUI ranges, such as 'QT GUI Range' for volume, noise level, gain, and 'Variable' blocks for various parameters like loop bandwidth, sample rate, and filter size.

[Fotos] Mujer jirafa finalmente se quita los anillos después de cinco años DailySportX | Sponsored

([https://rfvtgb.dailysportx.com/worldwide/giraff-ob-sp?utm_source=outbrainjk&utm_campaign=ds-giraff-bc2-s10-win-2w-ct-20053d&utm_term=\\$section_name\\$&utm_medium=\\$section_id\\$&utm_bid=\\$cpc\\$&obOrigUrl=true](https://rfvtgb.dailysportx.com/worldwide/giraff-ob-sp?utm_source=outbrainjk&utm_campaign=ds-giraff-bc2-s10-win-2w-ct-20053d&utm_term=$section_name$&utm_medium=$section_id$&utm_bid=cpc&obOrigUrl=true))

Pon bicarbonato de sodio en tus canas y mira lo que sucede Investing Magazin | Sponsored

([https://mx.investing.com/magazine/25-trucos-sencillos-y-efectivos-de-belleza-y-bienestar/?utm_source=Outbrain&utm_medium=cpm&utm_campaign=00fb0da23e2476381227a3d1e2229a303d&utm_content=Pon+bicarbonato+de+sodio+en+tus+canas+y+mira+lo+que+sucede&utm_term=\\$publisher_name\\$_\\$section_name\\$&origin=outbrain&outbrain_params\[ad_id\]=00a0033e4b77074cba3771cb6dd315cab4&outbrain_params\[doc_title\]=25+trucos+sencillos+y+efectivos+de+belleza+y+bienestar&outbrain_params\[doc_author\]=25+trucos+sencillos+y+efectivos+de+belleza+y+bienestar+%7C+Investing+Mag&outbrain_params\[doc_id\]=00504653f9a2e68b77920de964696d58d3&outbrain_params\[ad_title\]=Pon+bicarbonato+de+sodio+en+tus+canas+y+mira+lo+que+sucede&outbrain_params\[publish_date\]=20221025&outbrain_params\[req_id\]=\\$req_id\\$&outbrain_params\[source_id\]=\\$source_id\\$&outbrain_params\[promoted_link_id\]=00a0033e4b77074cba377](https://mx.investing.com/magazine/25-trucos-sencillos-y-efectivos-de-belleza-y-bienestar/?utm_source=Outbrain&utm_medium=cpm&utm_campaign=00fb0da23e2476381227a3d1e2229a303d&utm_content=Pon+bicarbonato+de+sodio+en+tus+canas+y+mira+lo+que+sucede&utm_term=$publisher_name$_$section_name$&origin=outbrain&outbrain_params[ad_id]=00a0033e4b77074cba3771cb6dd315cab4&outbrain_params[doc_title]=25+trucos+sencillos+y+efectivos+de+belleza+y+bienestar&outbrain_params[doc_author]=25+trucos+sencillos+y+efectivos+de+belleza+y+bienestar+%7C+Investing+Mag&outbrain_params[doc_id]=00504653f9a2e68b77920de964696d58d3&outbrain_params[ad_title]=Pon+bicarbonato+de+sodio+en+tus+canas+y+mira+lo+que+sucede&outbrain_params[publish_date]=20221025&outbrain_params[req_id]=req_id&outbrain_params[source_id]=$source_id$&outbrain_params[promoted_link_id]=00a0033e4b77074cba377))

utm_source=Outbrain&utm_medium=cpm&utm_campaign=00fb0da23e2476381227a3d1e2229a303d&utm_content=Pon+bicarbonato+de+sodio+en+tus+canas+y+mira+lo+que+sucede&utm_term=\$publisher_name\$_\$section_name\$&origin=outbrain&outbrain_params[ad_id]=00a0033e4b77074cba3771cb6dd315cab4&outbrain_params[doc_title]=25+trucos+sencillos+y+efectivos+de+belleza+y+bienestar&outbrain_params[doc_author]=25+trucos+sencillos+y+efectivos+de+belleza+y+bienestar+%7C+Investing+Mag&outbrain_params[doc_id]=00504653f9a2e68b77920de964696d58d3&outbrain_params[ad_title]=Pon+bicarbonato+de+sodio+en+tus+canas+y+mira+lo+que+sucede&outbrain_params[publish_date]=20221025&outbrain_params[req_id]=\$req_id\$&outbrain_params[source_id]=\$source_id\$&outbrain_params[promoted_link_id]=00a0033e4b77074cba377

[Fotos] 14 productos que no debes comer si tienes más de 50 años Carnovels | Sponsored

([https://rfvtgb.carnovels.com/worldwide/hearta-ob-sp?utm_source=outbrainjk&utm_campaign=cn-hearta-win-2w-rl-16093d&utm_term=\\$section_name\\$&utm_medium=\\$section_id\\$&utm_bid=\\$cpc\\$&obOrigUrl=true](https://rfvtgb.carnovels.com/worldwide/hearta-ob-sp?utm_source=outbrainjk&utm_campaign=cn-hearta-win-2w-rl-16093d&utm_term=$section_name$&utm_medium=$section_id$&utm_bid=cpc&obOrigUrl=true))

Cómo mantener tu casa limpia sin ningún esfuerzo adicional CleanRobot | Sponsored

(<https://clean-robot.org/es-t/?obOrigUrl=true>)

[Fotos] Divertidas fotos de playa que no salieron como se había previsto <https://www.megazines.com/> | Sponsored

([https://rfvtgb.megazines.com/worldwide/beach-cp-ob-sp?utm_source=outbrainjk&utm_campaign=mz-beach-bc1-des-2w-ct-20013d&utm_term=\\$section_name\\$&utm_medium=\\$section_id\\$&utm_bid=\\$cpc\\$&obOrigUrl=true](https://rfvtgb.megazines.com/worldwide/beach-cp-ob-sp?utm_source=outbrainjk&utm_campaign=mz-beach-bc1-des-2w-ct-20013d&utm_term=$section_name$&utm_medium=$section_id$&utm_bid=cpc&obOrigUrl=true))

35 fotos que muestran lo loco que es realmente Dubai Investing Magazin | Sponsored

([https://mx.investing.com/magazine/lujos-costosos-y-exclusivos-que-solo-existen-en-dubai/?utm_source=Outbrain&utm_medium=cpm&utm_campaign=00b6b0a55a4f4dba35d15cf220b5a9316b&utm_content=35+fotos+que+muestran+lo+loco+que+es+realmente+Dubai&utm_term=\\$publisher_name\\$_\\$section_name\\$&origin=outbrain&outbrain_params\[ad_id\]=00b192e12f0d524d6adf2cdef9a39e4842&outbrain_params\[doc_title\]=Lujos+costosos+y+exclusivos+que+s%C3%B3lo+existen+en+Dub%C3%A1i&outbrain_params\[doc_author\]=Lujos+costosos+y+exclusivos+que+s%C3%B3lo+existen+en+Dub%C3%A1i+%7C+Investing+Maga&outbrain_params\[doc_id\]=00b976c0d3bc23e48d004c0d55e7b0e7b8&outbrain_params\[ad_title\]=35+fotos+que+muestran+lo+loco+que+es+realmente+Dubai&outbrain_params\[publish_date\]=20230328&outbrain_params\[req_id\]=\\$req_id\\$&outbrain_params\[source_id\]=\\$source_id\\$&outbrain_params\[promoted_link_id\]=00b](https://mx.investing.com/magazine/lujos-costosos-y-exclusivos-que-solo-existen-en-dubai/?utm_source=Outbrain&utm_medium=cpm&utm_campaign=00b6b0a55a4f4dba35d15cf220b5a9316b&utm_content=35+fotos+que+muestran+lo+loco+que+es+realmente+Dubai&utm_term=$publisher_name$_$section_name$&origin=outbrain&outbrain_params[ad_id]=00b192e12f0d524d6adf2cdef9a39e4842&outbrain_params[doc_title]=Lujos+costosos+y+exclusivos+que+s%C3%B3lo+existen+en+Dub%C3%A1i&outbrain_params[doc_author]=Lujos+costosos+y+exclusivos+que+s%C3%B3lo+existen+en+Dub%C3%A1i+%7C+Investing+Maga&outbrain_params[doc_id]=00b976c0d3bc23e48d004c0d55e7b0e7b8&outbrain_params[ad_title]=35+fotos+que+muestran+lo+loco+que+es+realmente+Dubai&outbrain_params[publish_date]=20230328&outbrain_params[req_id]=req_id&outbrain_params[source_id]=$source_id$&outbrain_params[promoted_link_id]=00b))

utm_source=Outbrain&utm_medium=cpm&utm_campaign=00b6b0a55a4f4dba35d15cf220b5a9316b&utm_content=35+fotos+que+muestran+lo+loco+que+es+realmente+Dubai&utm_term=\$publisher_name\$_\$section_name\$&origin=outbrain&outbrain_params[ad_id]=00b192e12f0d524d6adf2cdef9a39e4842&outbrain_params[doc_title]=Lujos+costosos+y+exclusivos+que+s%C3%B3lo+existen+en+Dub%C3%A1i&outbrain_params[doc_author]=Lujos+costosos+y+exclusivos+que+s%C3%B3lo+existen+en+Dub%C3%A1i+%7C+Investing+Maga&outbrain_params[doc_id]=00b976c0d3bc23e48d004c0d55e7b0e7b8&outbrain_params[ad_title]=35+fotos+que+muestran+lo+loco+que+es+realmente+Dubai&outbrain_params[publish_date]=20230328&outbrain_params[req_id]=\$req_id\$&outbrain_params[source_id]=\$source_id\$&outbrain_params[promoted_link_id]=00b

1cb6dd315cab4&outbrain_params[time_stamp]=\$time_stamp\$&outbrain_params[campaign_id]=00fb0da23e2476381227a3d1e2229a303d&outbrain_params[uuid]=\$uuid\$&outbrain_params[section_id]=\$section_id\$&outbrain_params[section_name]=\$section_name\$&outbrain_params[publisher_id]=\$publisher_id\$&outbrain_params[publisher_name]=\$publisher_name\$&outbrain_params[ob_click_id]=\$ob_click_id\$&outbrain_params[android_id]=\$android_id\$&outbrain_params[idfa]=\$idfa\$&outbrain_params[cpc]=\$cpc\$&im_dars=1x100_3x124_5x190_7x255&obOrigUrl=true)

Estas razas de perros son las más caras Investing Magazin | Sponsored
([https://mx.investing.com/magazine/las-razas-de-perros-mas-caras-del-mundo/?utm_source=Outbrain&utm_medium=cpm&utm_campaign=00520aef56882b0efba7233921a9898994&utm_content=Estas+razas+de+perros+son+las+m%C3%A1s+caras&utm_term=\\$publisher_name\\$__\\$section_name\\$&origin=outbrain&outbrain_params\[ad_id\]=008670e727b96b1a90cb93c49884f1871b&outbrain_params\[doc_title\]=Las+razas+de+perros+m%C3%A1s+caras+del+mundo&outbrain_params\[doc_author\]=Las+razas+de+perros+m%C3%A1s+caras+del+mundo+%7C+Investing+Magazine+MX&outbrain_params\[doc_id\]=00dc7330df58e178435a45ef825c7b48d6&outbrain_params\[ad_title\]=Estas+razas+de+perros+son+las+m%C3%A1s+caras&outbrain_params\[publish_date\]=20210816&outbrain_params\[req_id\]=\\$req_id\\$&outbrain_params\[source_id\]=\\$source_id\\$&outbrain_params\[promoted_link_id\]=008670e727b96b1a90c](https://mx.investing.com/magazine/las-razas-de-perros-mas-caras-del-mundo/?utm_source=Outbrain&utm_medium=cpm&utm_campaign=00520aef56882b0efba7233921a9898994&utm_content=Estas+razas+de+perros+son+las+m%C3%A1s+caras&utm_term=$publisher_name$__$section_name$&origin=outbrain&outbrain_params[ad_id]=008670e727b96b1a90cb93c49884f1871b&outbrain_params[doc_title]=Las+razas+de+perros+m%C3%A1s+caras+del+mundo&outbrain_params[doc_author]=Las+razas+de+perros+m%C3%A1s+caras+del+mundo+%7C+Investing+Magazine+MX&outbrain_params[doc_id]=00dc7330df58e178435a45ef825c7b48d6&outbrain_params[ad_title]=Estas+razas+de+perros+son+las+m%C3%A1s+caras&outbrain_params[publish_date]=20210816&outbrain_params[req_id]=req_id&outbrain_params[source_id]=$source_id$&outbrain_params[promoted_link_id]=008670e727b96b1a90c))

Errores al vestir que todo el mundo debería evitar para siempre Housediver | Sponsored
([https://rfvtgb.housediver.com/worldwide/stiog-ob-sp?utm_source=outbrainjk&utm_campaign=hd-stiog-bc3-des-2w-mm-25013d&utm_term=\\$section_name\\$&utm_medium=\\$section_id\\$&utm_bid=\\$cpc\\$&obOrigUrl=true](https://rfvtgb.housediver.com/worldwide/stiog-ob-sp?utm_source=outbrainjk&utm_campaign=hd-stiog-bc3-des-2w-mm-25013d&utm_term=$section_name$&utm_medium=$section_id$&utm_bid=cpc&obOrigUrl=true))

192e12f0d524d6adf2cdef9a39e4842&outbrain_params[time_stamp]=\$time_stamp\$&outbrain_params[campaign_id]=0006b0a55a4f4dba35d15cf220b5a9316b&outbrain_params[uuid]=\$uuid\$&outbrain_params[section_id]=\$section_id\$&outbrain_params[section_name]=\$section_name\$&outbrain_params[publisher_id]=\$publisher_id\$&outbrain_params[publisher_name]=\$publisher_name\$&outbrain_params[ob_click_id]=\$ob_click_id\$&outbrain_params[android_id]=\$android_id\$&outbrain_params[idfa]=\$idfa\$&outbrain_params[cpc]=\$cpc\$&im_dars=1x100_3x124_5x115_7x652&obOrigUrl=true)

[Fotos] Si estás solo en casa, cubre los pomos de las puertas con aluminio Investing Magazin | Sponsored
([https://mx.investing.com/magazine/trucos-de-seguridad-para-el-hogar-formas-asequibles-de-mantener-tu-hogar-seguro/?utm_source=Outbrain&utm_medium=cpm&utm_campaign=00f08151c25285d9c387917efcdcf218d&utm_content=%5BFotos%5D+Si+est%C3%A1+solo+en+casa%2C+cubre+los+pomos+de+las+puertas+con+alum](https://mx.investing.com/magazine/trucos-de-seguridad-para-el-hogar-formas-asequibles-de-mantener-tu-hogar-seguro/?utm_source=Outbrain&utm_medium=cpm&utm_campaign=00f08151c25285d9c387917efcdcf218d&utm_content=%5BFotos%5D+Si+est%C3%A1+solo+en+casa%2C+cubre+los+pomos+de+las+puertas+con+alum&utm_term=$publisher_name$__$section_name$&origin=outbrain&outbrain_params[ad_id]=00aee5cfd85aea3dc093e417e9ae92088&outbrain_params[doc_title]=Trucos+de+seguridad+para+el+hogar%3A+formas+asequibles+de+mantener+tu+ho&outbrain_params[doc_author]=Trucos+de+seguridad+para+el+hogar%3A+formas+asequibles+de+mantener+tu+ho&outbrain_params[doc_id]=003f56a7ffb9eddaab04a251106bc50d9c&outbrain_params[ad_title]=%5BFotos%5D+Si+est%C3%A1+solo+en+casa%2C+cubre+los+pomos+de+las+puertas+con+alum))

b93c49884f1871b&outbrain_params[time_stamp]=\$time_stamp\$&outbrain_params[campaign_id]=00520aef56882b0efba7233921a9898994&outbrain_params[uuid]=\$uuid\$&outbrain_params[section_id]=\$section_id\$&outbrain_params[section_name]=\$section_name\$&outbrain_params[publisher_id]=\$publisher_id\$&outbrain_params[publisher_name]=\$publisher_name\$&outbrain_params[ob_click_id]=\$ob_click_id\$&outbrain_params[android_id]=\$android_id\$&outbrain_params[idfa]=\$idfa\$&outbrain_params[cpc]=\$cpc\$&im_dars=1x100_3x124_5x191_7x139&obOrigUrl=true)

&outbrain_params[publish_date]=20220327&outbrain_params[req_id]=\$req_id\$&outbrain_params[source_id]=\$source_id\$&outbrain_params[promoted_link_id]=00aee5cfd85aead3dc093e417e9ae92088&outbrain_params[time_stamp]=\$time_stamp\$&outbrain_params[campaign_id]=00f08151c25285d9c387917efcdcf218d&outbrain_params[uuid]=\$uuid\$&outbrain_params[section_id]=\$section_id\$&outbrain_params[section_name]=\$section_name\$&outbrain_params[publisher_id]=\$publisher_id\$&outbrain_params[publisher_name]=\$publisher_name\$&outbrain_params[ob_click_id]=\$ob_click_id\$&outbrain_params[android_id]=\$android_id\$&outbrain_params[idfa]=\$idfa\$&outbrain_params[cpc]=\$cpc\$&im_dars=1x100_3x123_5x935_7x941&obOrigUrl=true)



One thought on “Implementación de moduladores digitales QAM, PSK, GMSK, y GFSK con GNU Radio y el USRP NI 2900”

1. Pingback: [Parametrización del bloque Polyphase Clock Sinc \(sincronizador de reloj tipo filtro polifase\) en GNU Radio – Ronal Montoya's Blog](#)

[Website Powered by WordPress.com.](#)

Advertisements

REPORT THIS AD