

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO A NIVEL FÍSICO DEL ESTÁNDAR DVB-RCT EN UN AMBIENTE DE SIMULACIÓN



**NILSON ARMANDO CERÓN CERÓN
JORGE EDUARDO JIMÉNEZ VILLAMIL**

Director: Ing. Luis Felipe Cadena

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
Departamento de Telecomunicaciones
Grupo I+D Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones - GNTT
Popayán, Noviembre de 2013**

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO A NIVEL FÍSICO DEL ESTÁNDAR DVB-RCT EN UN AMBIENTE DE SIMULACIÓN



Anexos

**NILSON ARMANDO CERÓN CERÓN
JORGE EDUARDO JIMÉNEZ VILLAMIL**

Director: Ing. Luis Felipe Cadena.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
Departamento de Telecomunicaciones
Grupo I+D Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones – GNTT
Popayán, Noviembre de 2013**

CONTENIDO

ANEXOS

ANEXO A	1
A. ESTRUCTURAS DE RÁFAGA BS1, BS2 Y ADAPTACIÓN DE TRAMA.....	1
A.1 ESTRUCTURAS DE RÁFAGA.....	1
A.1.1 ESTRUCTURAS DE RÁFAGA BS1	1
A.1.1.1 ESTRUCTURAS DE RÁFAGA BS1 SIN SALTO DE FRECUENCIA.....	2
A.1.1.2 ESTRUCTURAS DE RÁFAGA BS1 CON SALTO DE FRECUENCIA.....	3
A.1.2 ESTRUCTURAS DE RÁFAGA BS2	5
A.1.2.1 NUMERACIÓN DE SUBCANALES EN BS2	6
A.2 ESTRUCTURAS DE TRAMA DE TRANSMISIÓN DEL ESTÁNDAR DVB-RCT .	9
A.2.1 TRAMA DE TRANSMISIÓN TF1.....	9
A.2.2 TRAMA DE TRANSMISIÓN TF2.....	9
A.2.3 SÍMBOLOS RANGING.....	10
A.2.3.1 SUBCANALES RANGING.....	10
A.2.3.2 MODULACIÓN PILOTO RANGING	11
A.3 ESQUEMAS DE ACCESO AL MEDIO	12
A.3.1 ESQUEMAS DE ACCESO AL MEDIO MAS1	12
A.3.2 ESQUEMAS DE ACCESO AL MEDIO MAS2	13
A.3.3 ESQUEMAS DE ACCESO AL MEDIO MAS3	13
ANEXO B	15
B. MANUAL DE USUARIO PARA LA UTILIZACIÓN DE LA SIMULACIÓN DEL NIVEL FÍSICO DEL ESTANDAR DVB-RCT	15
B.1 INTRODUCCIÓN.....	15

B.2. ABRIR ARCHIVOS DE SIMULACIÓN	15
B.3. EJECUCIÓN DE ELA SIMULACIÓN.....	16
B.3.1. COMPONENTES DE LA INTERFAZ GRÁFICA.....	17
B.3.1.1 CONFIGURACIÓN DE LA SIMULACIÓN	18
B.3.1.2. CONFIGURACIÓN DE CANAL.....	19
B.3.2. EJECUCUTANDO LA SIMULACIÓN.....	20
B.3.2.1. EJECUCIÓN DE LA SIMULACIÓN DVB-RCT PARA DISTINTAS GRÁFICAS BER VS SNR.....	20
B.3.2.2. EJECUCIÓN DE LA SIMULACIÓN DVB-RCT PARA OBTENER GRÁFICAS BER VS SNR.....	21
B.3.2.3. EJECUCION DE LA SIMULACIÓN DVB-RCT PARA OBTENER OTRAS GRÁFICAS	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura A.1. Organización de BS1 sin FH. Rectangular (arriba) y Nyquist (abajo) ...	2
Figura A.2. Organización de BS1 con FH. Rectangular (arriba) y Nyquist (abajo) ..	4
Figura A.3. Organización de una BS2. Rectangular (arriba) y Nyquist (abajo).....	6
Figura A.4. Estructura de la Trama de Transmisión TF1	9
Figura A.5. Estructura de la Trama de Transmisión TF2	10
Figura A.6. Generador PRBS de Códigos Ranging	11
Figura A.7. Organización de la Trama para una MAS3	13
Figura B.1. Ubicación de la carpeta “simulación DVB-RCT” en MATLAB	16
Figura B.2. Ejecución de la interfaz gráfica del simulador DVB-RCT	16
Figura B.3. Interfaz gráfica del simulador DVB-RCT	17
Figura B.4. Parámetros para Configuración	18
Figura B.5. Parámetros para Configuración	18
Figura B.6. Parámetros para Configuración	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A.1. Ubicación de las portadoras para una BS1 sin FH.....	3
Tabla A.2. Numeración de subcanales en el modo 1K para una BS1 con FH.	4
Tabla A.3. Numeración de subcanales en el modo 2K para una BS1 con FH	5
Tabla A.4. Ubicación de Portadoras en una BS2 mapeada en una TF1	7
Tabla A.5. Asignación de subcanales en una BS2 sobre una TF2.....	8
Tabla A.6. Configuración de Símbolos de BS1, BS2 y BS3	8
Tabla A.7. Configuración del Esquema de Acceso al Medio12
Tabla A.8. Parámetros de TF1 usados en el esquema MAS112
Tabla A.9. Parámetros de TF1 usados en el esquema MAS212
Tabla A.10. Parámetros de TF2 usados en el esquema MAS3.....	.14

ANEXO A

A. ESTRUCTURAS DE RÁFAGA BS1, BS2 Y ADAPTACIÓN DE TRAMA

En este documento se describe inicialmente la manera como se insertan los símbolos de datos de usuario (es decir, aquellos que han sido mapeados en el diagrama de constelaciones para generar símbolos de 2, 4 o 6 bits; así como los símbolos de referencia o piloto), dentro de una Estructura de Ráfaga definida, ya sea BS1, BS2 o BS3. Se explica también el procedimiento que deben seguir los símbolos Ranging para lograr desarrollar funciones correspondientes al acceso al canal, permanencia de la conexión y sincronización en tiempo, potencia y frecuencia. Finalmente, se describe cómo se deben mapear los símbolos mencionados dentro de una Trama de Transmisión OFDM específica (TF1 ó TF2).

A.1. Estructuras de Ráfaga

A.1.1. Estructura de Ráfaga 1 (BS1):

En la configuración BS1, un RCTT transmite 144 símbolos modulados de datos y 36 símbolos piloto para una duración total de 180 símbolos OFDM. Aquí, una ráfaga está formada por cuatro mini ráfagas, cada una de las cuales transporta la cuarta parte de los símbolos, es decir, 36 símbolos de datos y 9 piloto. De estos últimos, 2 son no impulsados (uno al comienzo y uno al final de cada mini ráfaga) y los otros 7 son impulsados (transmitiendo uno cada cinco símbolos de datos consecutivos). Además, puede aplicarse cualquiera de dos mecanismos de protección frente a ICI e ISI: rectangular y Nyquist. En este último se agregan 8 o 32 símbolos de preámbulo y postámbulo (relleno), dependiendo de la utilización de una norma opcional de Salto de Frecuencia (FH, *FrequencyHopping*) para combatir efectos de diversidad de frecuencia e indica si las mini ráfagas deben transmitirse en una misma portadora por subcanal ó utilizando cuatro portadoras por separado por subcanal. De igual manera, se transmite una mini ráfaga al tiempo. En resumen, se tienen 180 símbolos OFDM de usuario en la configuración

rectangular y 188 ó 212 empleando Nyquist. Así, los parámetros que definen la BS1 son los siguientes:

- Salto de Frecuencia.
- Protección frente a interferencias: rectangular o Nyquist.
- Numeración de Subcanales (SCN, Sub Channel Numbering): Indica el número del subcanal empleado para la transmisión de la ráfaga de datos.

A.1.1.1. Estructura de Ráfaga BS1 sin Saltos de Frecuencia (FH)

Cuando no se aplica Salto de Frecuencia cada una de las cuatro mini ráfagas que forman la BS1 debe ser transmitida secuencialmente en la misma portadora. El número de símbolos OFDM en una ranura de tiempo (slot) en su conformación rectangular sigue siendo 180, mientras que en Nyquist se agregan 8 símbolos de relleno a la ráfaga para un total de 188.

La organización de la Ráfaga BS1 para las distribuciones rectangular y Nyquist se muestra en la figura A.1, donde el patrón de distribución piloto de una mini ráfaga depende de la notación Portadora i Modulo 4, Aquí como ejemplo, se ha utilizado la ubicación portadora mod4=0 (índice 0). Se aprecia la ubicación de símbolos de datos, pilotos impulsados y no impulsados en ambos casos y la diferencia radica en la inclusión de cuatro símbolos al comienzo (preámbulo) y cuatro al final (postámbulo) de la ráfaga cuando se emplea Nyquist.

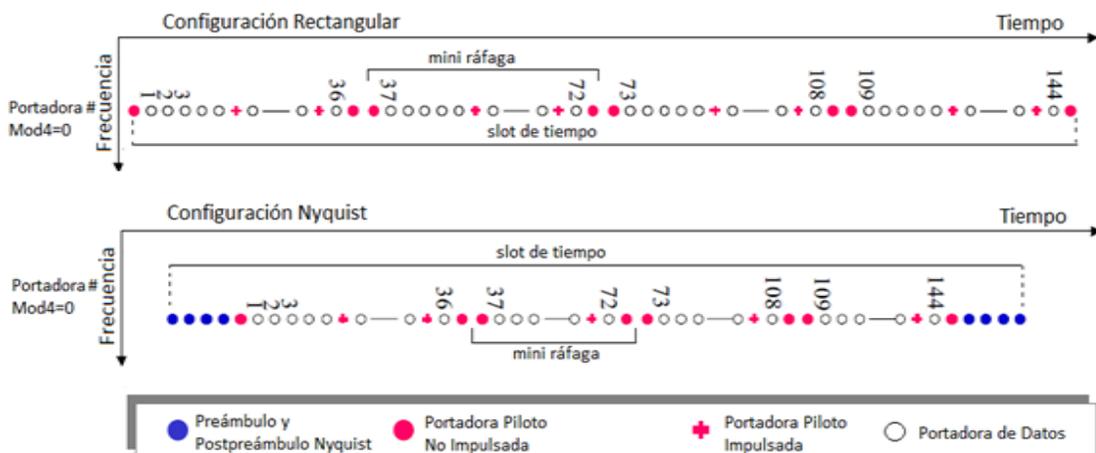


Figura A.1. Organización de BS1 sin FH. Rectangular (arriba) y Nyquist (abajo).

- **Numeración de Subcanales para una BS1 sin FH**

En el modo 1K se excluyen 2 portadoras, dejando 840 usables equivalentes a 840 subcanales; mientras que en el modo 2K, se excluyen 4 portadoras, por lo que se tienen 1708 portadoras usables (subcanales). La manera de numerar los subcanales se hace como muestra la tabla A.1.

	Modo 2K	Modo 1K
Número de portadoras en un símbolo OFDM	2048	1024
Portadoras totales	1712	842
Banda de guarda a cada lado del canal	168	91
Número máximo de portadoras usadas	1708	840
Portadoras excluidas	0,1,856,1711	0,421
Numeración de los subcanales (SCN)	2..855 y 857..1710	1..420 y 422..841

Tabla A.1.Ubicación de las portadoras para una BS1 sin FH.

A.1.1.2. Estructura de Ráfaga BS1 con FH

Cuando se aplica la norma de FH, cada mini ráfaga se transmite en una portadora por separado. Además, la configuración Nyquist se modifica ya que los símbolos de relleno en total no son 8 sino 32, lo que corresponde a 8 por mini ráfaga. De esta manera, en la conformación rectangular se tienen 180 símbolos OFDM y en Nyquist 212. En la figura A.2 se representa una BS1 con FH donde se emplea el subcanal 4, esto es, transmitido sobre cuatro portadoras (4, 431, 859, 1286) de módulo 4 índice (0,3, 3, 2) respectivamente.

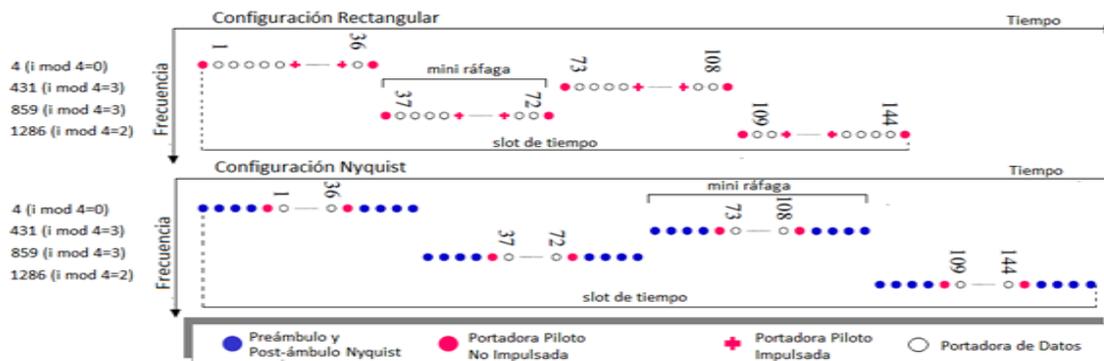


Figura A.2. Organización de BS1 con FH. Rectangular (arriba) y Nyquist (abajo).

- **Numeración de Subcanales para una BS1 con FH**

La BS1 se transmite por un subcanal formado por cuatro portadoras, una por mini ráfaga secuencialmente, lo que deja 840 portadoras para formar 210 subcanales en el modo 1k y 1708 portadoras en 427 subcanales en el modo 2k. La numeración de los subcanales cuando se emplea FH está determinada en la tabla A.2 para el modo 1k y en la tabla A.3 para el modo 2k.

Subcanal para $1 \leq \text{SCN} \leq 210$	Subcanal para $211 \leq \text{SCN} \leq 420$	Subcanal para $422 \leq \text{SCN} \leq 631$	Subcanal para $632 \leq \text{SCN} \leq 841$
Portadora SCN	Portadora SCN	Portadora SCN	Portadora SCN
Portadora SCN+421	Portadora SCN+421	Portadora SCN-211	Portadora SCN-631
Portadora SCN+210	Portadora SCN-210	Portadora SCN+210	Portadora SCN-210
Portadora SCN+631	Portadora SCN+211	Portadora SCN-421	Portadora SCN-421

Tabla A.2. Numeración de subcanales en el modo 1K para una BS1 con FH.

Subcanal para $2 \leq \text{SCN} \leq 428$	Subcanal para $429 \leq \text{SCN} \leq 855$	Subcanal para $857 \leq \text{SCN} \leq 1283$	Subcanal para $1284 \leq \text{SCN} \leq 1710$
Portadora SCN	Portadora SCN	Portadora SCN	Portadora SCN
Portadora SCN+855	Portadora SCN+855	Portadora SCN-428	Portadora SCN-1282
Portadora SCN+427	Portadora SCN-427	Portadora SCN+427	Portadora SCN-427
Portadora SCN+1282	Portadora SCN+428	Portadora SCN-855	Portadora SCN-855

Tabla A.3. Numeración de subcanales en el modo 2K para una BS1 con FH.

A.1.2. Estructura de Ráfaga 2 (BS2):

Una BS2 debe transportar 144 símbolos de datos y 36 pilotos, organizados en cuatro mini ráfagas, cada una transportando 36 símbolos de datos y 9 piloto (2 impulsados y siete no impulsados como en BS1). En cada mini ráfaga también se puede emplear uno de los dos mecanismos de protección frente a interferencias: rectangular ó Nyquist. En el segundo, se deben adicionar 32 símbolos de relleno en la ráfaga completa, es decir, 8 por mini ráfaga. A diferencia de BS1, las mini ráfagas se transmiten en paralelo (y no secuencialmente) sobre una portadora por separado, con lo cual un subcanal está formado por cuatro portadoras.

Los parámetros que definen una BS2 son:

- Protección frente a interferencias: rectangular o Nyquist.
- Numeración de Subcanales (SCN).
- Portadora usada Módulo 4. (De la misma manera que en BS1).

La figura A.3 muestra una BS2 transmitida sobre cuatro portadoras de índice 0, 1, 2 y 3, respectivamente; empleando los esquemas rectangular y Nyquist.

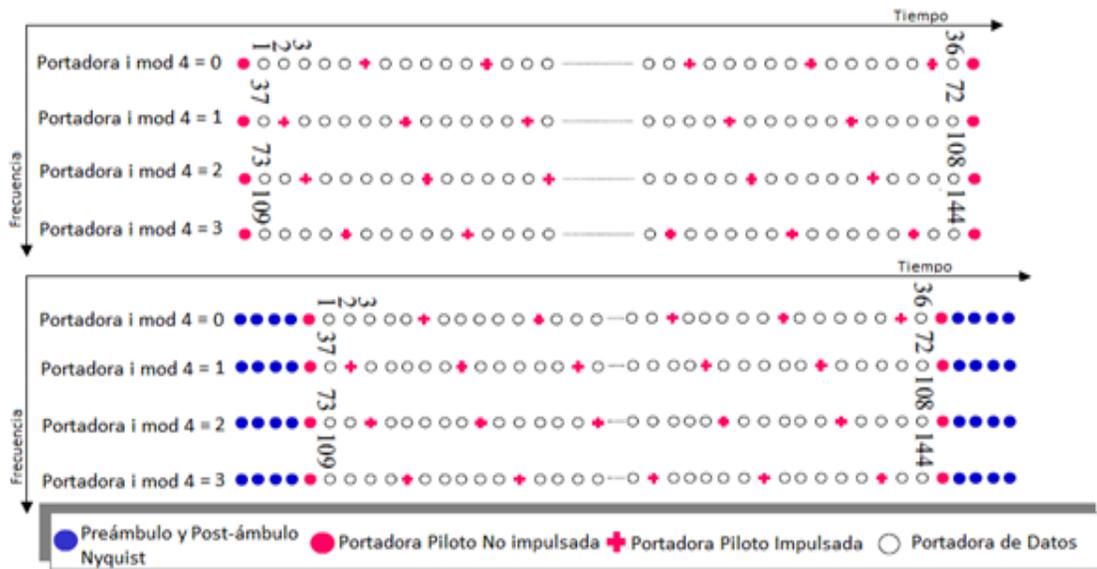


Figura A.3. Organización de una BS2. Rectangular (arriba) y Nyquist (abajo)

A.1.2.1. Numeración de subcanales en una BS2

Una Estructura de Ráfaga BS2 puede mapearse tanto en una Trama de Transmisión TF1 como en una TF2. En cualquier caso, se emplean 1712 portadoras en el modo 2K de las cuales se excluyen cuatro y 841 portadoras en el modo 1K, dejando dos sin utilizar. En la tabla A.4 se indica cómo deben ubicarse las portadoras por subcanal para BS2 cuando se organizan en una TF1.

	Modo 2K	Modo 1K
Número de portadoras en un símbolo OFDM	2048	1024
Portadoras totales	1712	842
Numeración de las portadoras	0..1711	0..841
Banda de guarda a cada lado del canal	168	91
Portadoras excluidas	0, 1, 856, 1711	0, 421
Numeración de los subcanales (SCN)	2..428	1..210
X	427	210
Y	855	421
Z	1282	631

Tabla A.4. Ubicación de portadoras en una BS2 mapeada en una TF1.

De la tabla A.4, X, Y y Z representan el índice del subcanal para los modos 2K y 1K y está dado por las siguientes formulas:

$$\begin{aligned}
 \text{Portadora \#0} &= \text{SCN} \\
 \text{Portadora \#1} &= \text{SCN} + x \\
 \text{Portadora \#2} &= \text{SCN} + Y \\
 \text{Portadora \#3} &= \text{SCN} + Z
 \end{aligned}$$

Por otra parte, una Estructura de Ráfaga BS2 también puede utilizarse en una trama TF2 (al igual que una BS3). La ubicación de las cuatro portadoras en un subcanal se realiza tomando siete grupos de las 29 portadoras que conformarían un subcanal en una BS3. Así, se forman siete subconjuntos de cuatro portadoras cada uno, con lo que se tienen 28 portadoras y queda una sin utilizarse. La ubicación de estas portadoras en los subconjuntos se hace mediante la ecuación A.1.

$$(\text{SCN}, n) = \text{Carrier}(n - 1), \text{Carrier}(n + 6), \text{Carrier}(n + 13), \text{Carrier}(n + 20) \quad (\text{A1})$$

Donde, n denota el número del subconjunto para una ubicación de subcanal (de 1 a 7) en BS2 (dentro del grupo de portadoras que serían empleadas por subcanal para una BS3). La ecuación A.2 permite asignar la numeración de los subcanales que se muestra en la tabla A.5.

$$BS2SubChannel = SCN + n \quad (A.2)$$

$$1 \leq n \leq 7$$

	Modo 2K	Modo 1K
Número de Portadoras en un Símbolo OFDM	2048	1024
Numeración de subcanales (SCN)	1...7, 11...17, 21...27,....., 581...587	1...7,11...17, 21...27,.....,281...287

Tabla A.5. Asignación de subcanales en una BS2 sobre una TF2.

En la tabla A.6 se consigna el número de símbolos y portadoras en cada Estructura de Ráfaga.

	Datos	Piloto	Preámbulo	Símbolos OFDM de usuario por portadora		
BS1	144	36	Sin FH: 8 Con FH: 32	180, 188 o 212	1	180, 188 o 212
BS2	144	36	32	180 o 212	4	45 o 53
BS3	144	30	0	174	29	6

Tabla A.6. Configuración de símbolos de BS1, BS2 y BS3.

A.2. Estructura de la Trama de Transmisión del estándar DVB-RCT

Se define la Trama de Transmisión como una estructura repetitiva de ranuras de tiempo y frecuencia, que contienen una cantidad variable de símbolos OFDMA, los cuales pueden estar formados por símbolos de usuario, que corresponden a carga útil y piloto, ubicados en una de tres posibles estructuras de ráfaga: BS1, BS2 y BS3. También la componen símbolos Null, que se emplean para indicar que no debe haber transmisión de datos en el primer símbolo de la trama y/o símbolos Ranging, que se utilizan para enviar datos de sincronización, acceso al canal o permanencia de la conexión. La acomodación de los símbolos se realiza en uno de dos tipos de trama, denominadas TF1 ó TF2.

A.2.1. Trama de Transmisión TF1

La Trama de Transmisión TF1 está formada por un símbolo Null, durante el cual no debe haber transmisión de datos, seguido por una serie de 6, 12, 24 o 48 símbolos Ranging y luego, un conjunto de símbolos de usuario (datos y piloto), cuya cantidad depende de la Estructura de Ráfaga (BS) seleccionada. Esta trama se puede emplear para organizar la ráfaga BS1 ó BS2 como muestra la figura A.4.

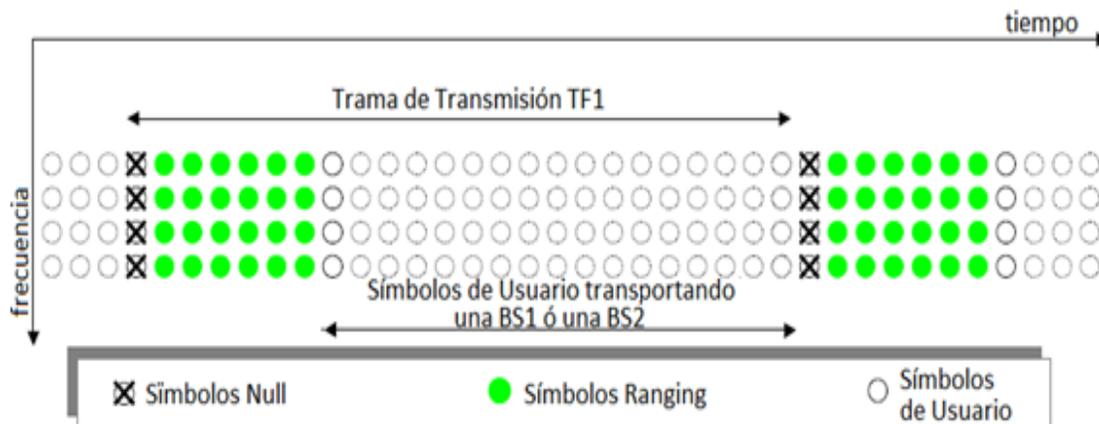


Figura A.4. Estructura de la Trama de Transmisión TF1.

A.2.2. Trama de Transmisión TF2

La Trama de Transmisión TF2 consiste en una propuesta general de símbolos OFDM donde las portadoras se agrupan en subcanales y en cada uno, se asigna una función dedicada de transmisión de datos de usuario (BS) o de sincronización (Ranging), distribuyéndose en 8 grupos de 6 símbolos, para un total de 48 símbolos OFDM. En esta trama se pueden organizar una BS2 u opcionalmente 8 BS3. Cuando se emplea una BS2, la trama debe completarse con un conjunto de

cuatro símbolos Null para tener una duración igual a 8 BS3 como ilustra la figura A.5.

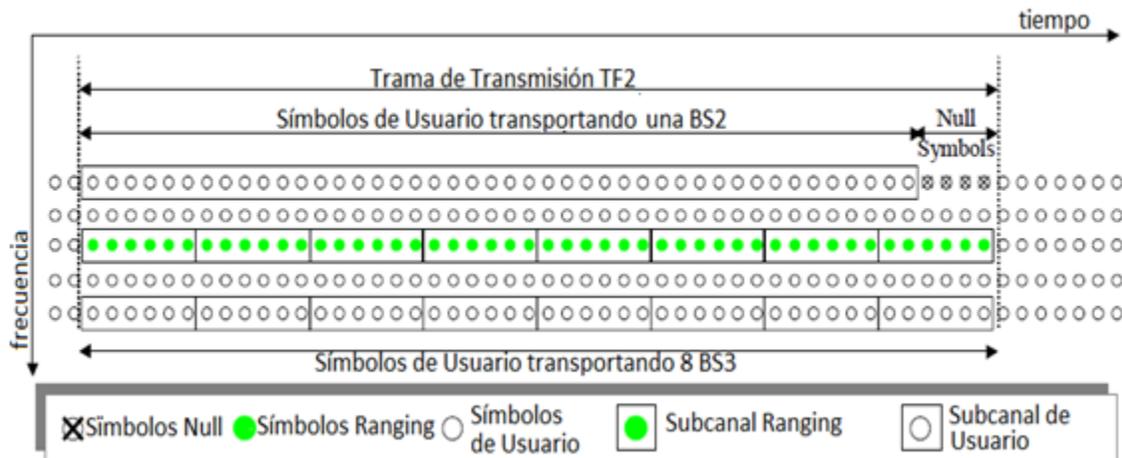


Figura A.5. Estructura de la Trama de Transmisión TF2.

A.2.3. Símbolos Ranging

Las funciones de acceso al canal, permanencia de la conexión y sincronización en tiempo, potencia y frecuencia de cada RCTT se establecen a nivel de Control de Acceso al Medio (MAC, *Medium Access Scheme*) en la Estación Base. Para que sea posible la sincronización, cada Terminal de usuario debe enviar Códigos Ranging formados por 145 o 116 bits sobre Subcanales Ranging.

A.2.3.1 Subcanales Ranging.

En el modo 2K, los 59 subcanales de 29 portadoras cada uno (para un total de 1711 portadoras) empleados en la Estructura de Ráfaga 3, son usados de con el fin de crear 12 nuevos subcanales (enumerados del 0 al 11) como sigue: Los primeros 55 subcanales (equivalentes a 1595 portadoras) se dividen en 11 subcanales Ranging; cada uno de 5 subcanales antiguos, es decir, de 145 portadoras. Los 4 subcanales restantes constituidos por 116 portadoras en total, entran ahora a formar el doceavo subcanal Ranging.

En el modo 1K, los 29 subcanales constituidos por 841 portadoras son utilizados para formar 6 subcanales Ranging, enumerados del 0 al 5 de la siguiente manera: Los primeros 25 subcanales se dividen en 5 subcanales Ranging, de tal manera que cada uno de estos últimos queda constituido por 145 portadoras. Mientras que los cuatro subcanales restantes forman un sexto subcanal Ranging de 116 portadoras, para un total de 841 portadoras.

A.3. Esquemas de Acceso al Medio

El mapeo de las Estructuras de Ráfaga (BS) dentro de las Tramas de Transmisión (TF), depende de los parámetros de transmisión del sistema y del número de portadoras empleadas por un RCTT. La Estación Base establece este criterio para una transmisión particular (del usuario) mediante tres tipos de Esquema de Acceso al Medio (MAS, *Medium Access Scheme*), denominados MAS1, MAS2 y MAS3. De esta manera, DVB-RCT define cómo debe emplearse un tipo de trama TF1 o TF2 con una BS como se muestra en la tabla A.7.

MAS	Estructura de Ráfaga	Tipo de Trama
MAS1	BS1	TF1
MAS2	BS2	TF1
MAS3	BS3 ó BS2	TF2

Tabla A.7. Configuración del Esquema de Acceso al Medio.

A.3.1. Esquema de Acceso al Medio 1 (MAS1)

El esquema MAS1 se emplea para mapear una Estructura de Ráfaga BS1 con o sin Saltos de Frecuencia (FH), dentro de la Trama de Transmisión TF1. Su duración es de 180 símbolos OFDM de usuario cuando se emplea la configuración rectangular y 188 o 212 con Nyquist. La componen también, 1 símbolo Null y 6, 12, 24 o 48 símbolos Ranging. La tabla A.8 muestra su configuración.

	Rectangular con o sin FH	Nyquist con FH	Nyquist sin FH
Símbolos OFDM de Usuario	180	188	212
Símbolos Null OFDM	1	1	1
Símbolos Ranging OFDM	6, 12, 24 o 48	6, 12, 24 o 48	6, 12, 24 o 48
Total de símbolos OFDM en una TF 1	187, 193, 205 o 229	195, 201, 213 o 237	219, 225, 237 o 261

Tabla A.8. Parámetros de TF1 usados en el esquema MAS1.

A.3.2. Esquema de Acceso al Medio 2 (MAS2)

El Esquema MAS 2 indica que se debe ubicar la Estructura de Ráfaga BS2 junto con 1 símbolo Null y 6, 12, 24 o 48 símbolos Ranging, en la Trama de Transmisión TF1. La tabla A.9 muestra su configuración.

	Rectangular	Nyquist
Símbolos OFDM de Usuario	176	212
Símbolos Null OFDM	1	1
Símbolos Ranging OFDM	6, 12, 24 o 48	6, 12, 24 o 48
Total de símbolos OFDM en una TF1	187, 193, 205 o 229	219, 225, 237 o 261

Tabla A.9. Parámetros de TF1 usados en el esquema MAS2.

A.3.3. Esquema de Acceso al Medio 3 (MAS3)

El esquema MAS3 se usa para mapear la Estructura de Ráfaga BS2, formada por 44 símbolos de usuario, 4 símbolos Ranging respectivamente y un símbolo Null;ó la Estructura de Ráfaga BS3 con 48 símbolos de usuario únicamente; dentro de la Trama de Transmisión TF2 como muestra la figura A.7 y se resalta en la tabla A.10.

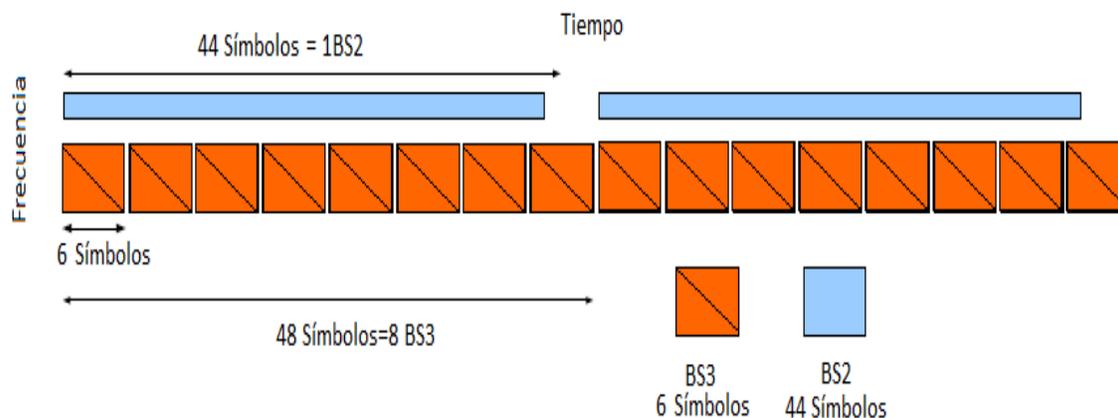


Figura A.7. Organización de la Trama para una MAS3.

	Rectangular con BS2	Rectangular con BS3
Símbolos OFDM de Usuario	44	48
Símbolos Null OFDM	4	0
Símbolos Ranging OFDM	1	0
Total de símbolos OFDM en una TF2	48	48

Tabla A.10. Parámetros de TF2 usados en el esquema MAS3.

ANEXO B

B. MANUAL DE USUARIO PARA LA UTILIZACIÓN DE LA SIMULACIÓN A NIVEL FÍSICO DEL ESTANDAR DVB-RCT

B.1. Introducción

El presente documento sirve como referencia para el manejo de la simulación a nivel físico del estándar DVB-RCT, que corresponde al resultado de aplicar la metodología para la simulación de equipos de telecomunicaciones en el entorno de desarrollo que ofrece la herramienta *MATLAB R2009*.

B.2. Abrir Archivos de Simulación

- Para correr la simulación es necesario tener instalado MATLAB® (R2009b o superior).
- En un principio los archivos de la simulación se encuentran en una carpeta llamada “Simulación DVB-RCT”. Copie esta carpeta en la carpeta “work” de MATLAB (generalmente ubicada en la ruta C:\Archivos de programa\MATLAB\R2009b\work), ver figura B1.
- Ejecute MATLAB® y ubíquese en la carpeta “work”, haga clic derecho sobre la carpeta “Simulación DVB-RCT” vaya a “Add to Path” y luego haga clic sobre “Selected Folders and Subfolders”.

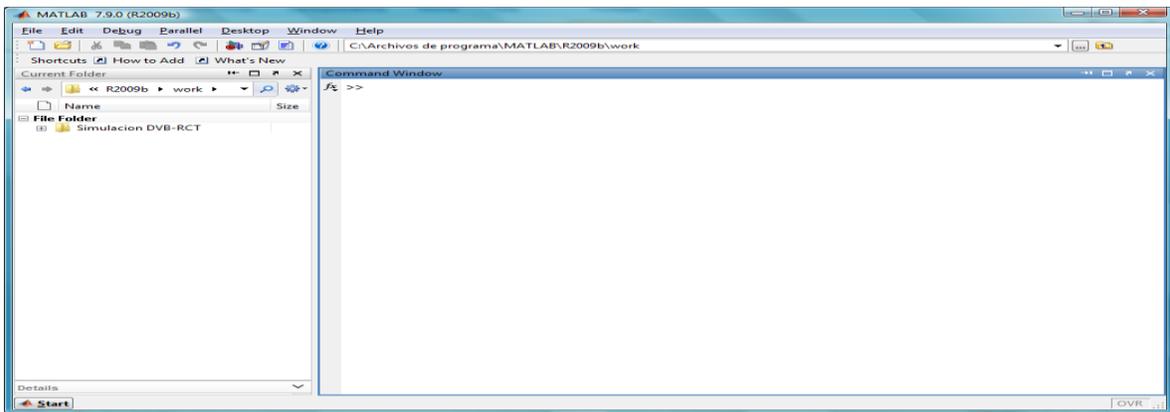


Figura B.1. Ubicación de la carpeta “Simulación DVB-RCT” en MATLAB®

B.3. Ejecución de la Simulación

- Abra la carpeta “Simulación DVB-RCT”.
- Digite “Simulador” en la ventana de comandos (Command Window) de MATLAB y presione la tecla enter, esto inicia la interfaz gráfica de la simulación DVB-RCT como se muestra en la figura B2.

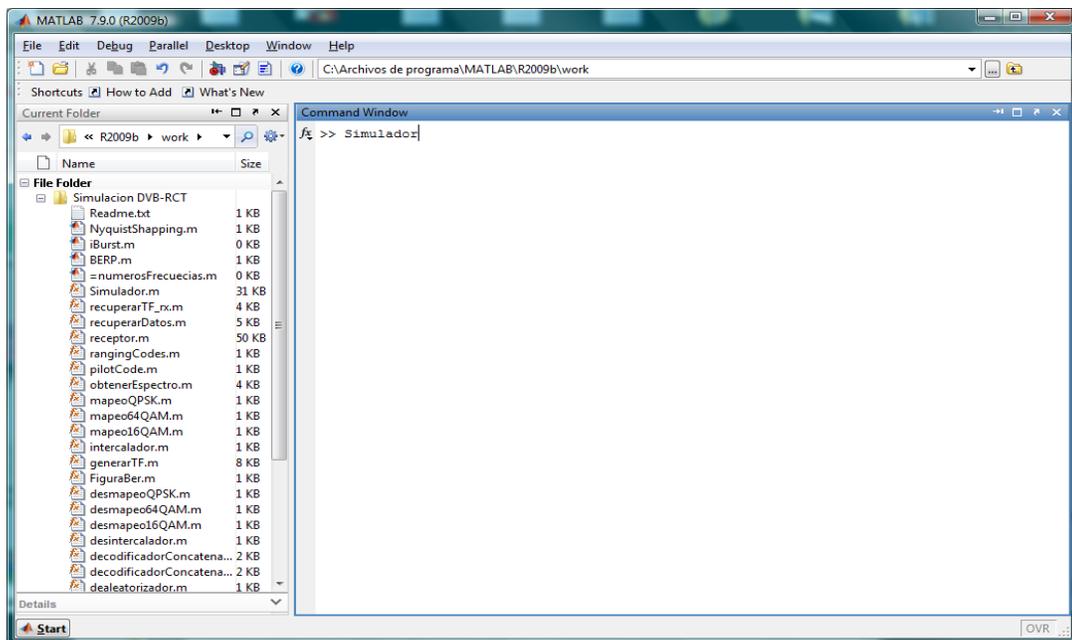


Figura B.2. Ejecución de la Interfaz Gráfica del Simulador DVB-RCT

B.3.1 Componentes de la Interfaz Gráfica

- La ventana de la interfaz gráfica (ver figura B.3 y B.4 en detalle) está compuesta por cinco componentes principales: configuración de la transmisión, configuración de la simulación, configuración de canal, resultados de simulación.

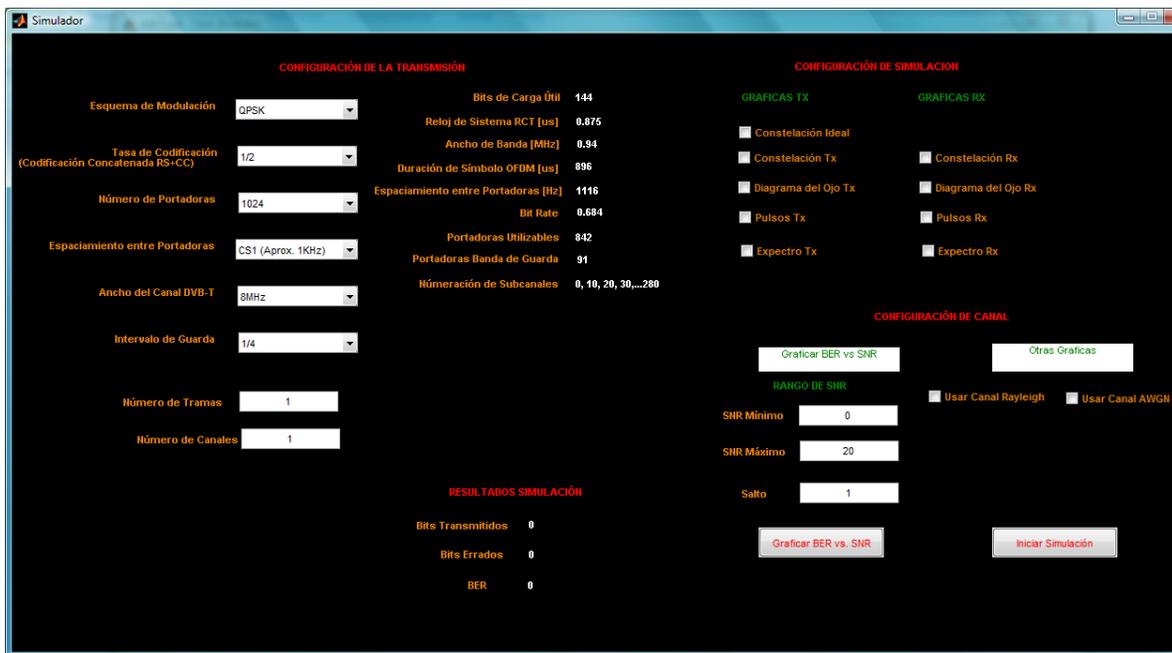


Figura B.3. Interfaz Gráfica del Simulador DVB-RCT

Configuración de la Transmisión

- Esta sección de la interfaz gráfica muestra los parámetros que se desea simular, así como los cambios que se producen en otras variables consideradas en el modelo de simulación.
- Esquema de Modulación: QPSK, 16QAM, 64QAM.
- Tasa de Codificación: 1/2, 3/4.
- Número de Portadoras: 1024(1K), 2048(2K).
- Espaciamiento entre Portadoras: CS1, CS2, CS3.
- Ancho del Canal DVB-T: 6MHz, 7MHz, 8MHz.
- Intervalo de Guarda: 1/4, 1/8, 1/16, 1/32.
- Número de Tramas de Transmisión: El número de tramas que se desee.

- Número de Subcanales: para 1024 portadoras el número máximo de subcanales soportados es de 29, para 2048 portadoras corresponde a 59.

CONFIGURACIÓN DE LA TRANSMISIÓN

Esquema de Modulación	<input type="text" value="QPSK"/>	Bits de Carga Útil	144
Tasa de Codificación (Codificación Concatenada RS+CC)	<input type="text" value="1/2"/>	Reloj de Sistema RCT [us]	0.875
Número de Portadoras	<input type="text" value="1024"/>	Ancho de Banda [MHz]	0.94
Espaciamiento entre Portadoras	<input type="text" value="CS1 (Aprox. 1KHz)"/>	Duración de Símbolo OFDM [us]	896
Ancho del Canal DVB-T	<input type="text" value="8MHz"/>	Espaciamiento entre Portadoras [Hz]	1116
Intervalo de Guarda	<input type="text" value="1/4"/>	Bit Rate	0.684
Número de Tramas	<input type="text" value="1"/>	Portadoras Utilizables	842
Número de Canales	<input type="text" value="1"/>	Portadoras Banda de Guarda	91
		Numeración de Subcanales	0, 10, 20, 30,...280

Figura B.4. Parámetros para Configuración

B.3.1.1 Configuración de Simulación

- Permite elegir entre cuatro tipos distintos de gráficos.
- La interfaz gráfica tiene la facilidad para que el usuario seleccione entre los diagramas listados a continuación.
- Diagramas de constelación. Permite graficar el diagrama constelación ideal, el diagrama de constelación en el lado del transmisor y el diagrama de constelación en el lado del receptor.
- Diagramas de ojo. Permite graficar diagrama de ojo en el lado del transmisor y el diagrama de ojo en el lado del receptor.
- Diagramas de pulsos. Permite graficar el diagrama de pulsos en el lado del transmisor y el diagrama de pulsos en el lado del receptor.
- Diagramas de espectro. Permite observar cómo están ubicadas las portadoras en un subcanal según la configuración de transmisión escogida.

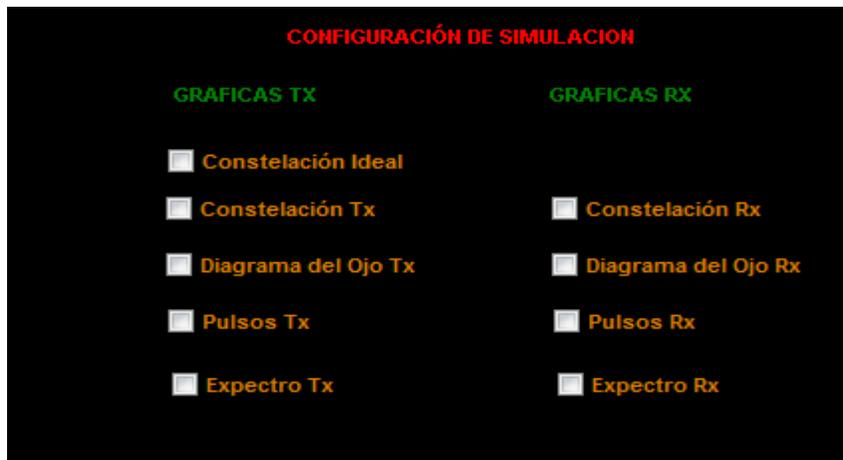


Figura B.5. Configuración de Simulación

B.3.1.2. Configuración de Canal

En el canal de transmisión el parámetro modificable es la relación señal a ruido el ruido AWGN. El usuario tiene la posibilidad definir (ver figura B6) el valor de SNR mediante la barra deslizante o escribiendo directamente el valor en el cuadro que dice “SNR”, este valor debe estar entre -50 y 50 dB.

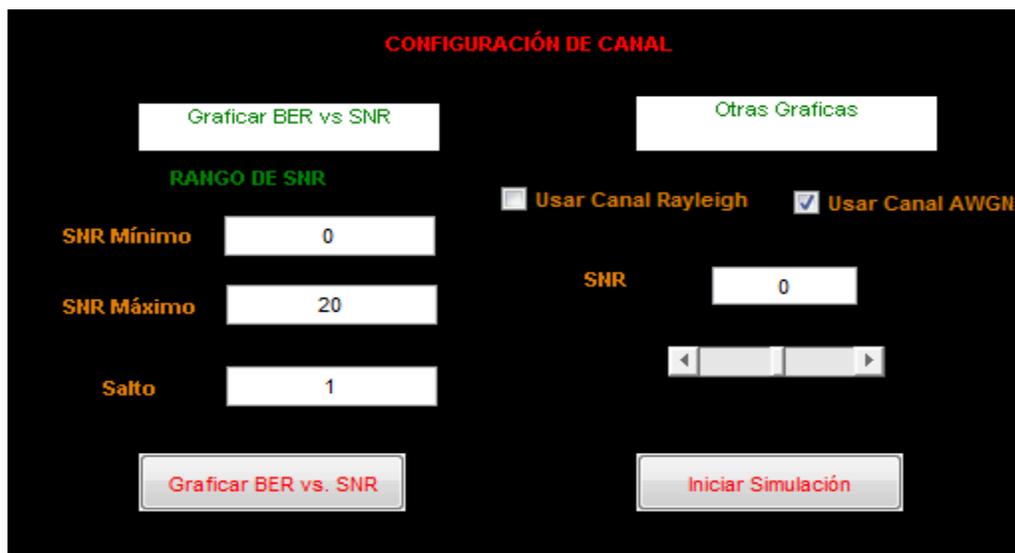


Figura B.6. Configuración de Canal

B.3.2. Ejecutando la Simulación

Antes de correr la simulación es preciso tener presente lo que se quiere obtener con ella, ya que por un lado está la ejecución normal de la simulación con la cual se observa el comportamiento a nivel físico de DVB-RCT ante unos parámetros fijos escogidos por el usuario y por el otro se usa para la obtención de las gráficas de SNR vs BER, así como otros tipos de diagramas.

B.3.2.1 Ejecución de la Simulación DVB-RCT para distintas Gráficas BER vs SNR

Este tipo de simulación es la utilizada para obtener las gráficas de las constelaciones, diagramas de ojo, espectros, pulsos, tanto en el transmisor como el receptor para una SNR determinada. Para medir la BER en diferentes puntos del receptor es necesario

Para ejecutar la simulación se procede de la siguiente manera:

- Defina los valores de los parámetros en el transmisor.
- Digite el valor de la SNR (dB).
- Presione el botón Iniciar Simulación.

B.3.2.2. Ejecución de la Simulación DVB-RCT para obtener Gráficas BER vs SNR

Este tipo de simulación se utiliza para la obtención de las gráficas de BER vs SNR.

A continuación se explicara todo el proceso para obtener la grafica de los tres tipos de modulaciones (QPSK, 16QAM, y 64QAM):

- El primer paso es definir los valores de los parámetros en la sección “configuración de transmisión”. Como se va a graficar BER vs SNR (variando modulación) se deben mantener fijos los siguientes parámetros: tasa de codificación, número de portadoras, espaciamento entre portadoras, ancho de banda del canal DVB-T, intervalo de guarda, numero de tramas y número de canales. Para la primer grafica se fija el tipo de modulación en QPSK.
- Luego la sección configuración de canal se escoge el rango en el que se desea obtener la gráfica y el salto entre cada iteración. Aquí se fijan los valores para “incremento de SNR (dB)”, “SNR mínimo” y “SNR máximo”.

- Al final se pulsa el botón “Graficar BER vs SNR”. Se espera que Matlab termine de ejecutar los procesos necesarios para obtener la grafica en la simulación.
- Para obtener las gráficas correspondientes a las modulaciones 16QAM y 64QAM se realizan los pasos anteriores para cada una de estas, manteniendo unos parámetros fijos y variando el parámetro “Esquema de modulación”.

B.1.1.1. Ejecución de la Simulación DVB-RCT para obtener Otras Gráficas.

Este tipo de simulación se utiliza para la obtención de diagramas de constelación, diagramas de ojo, diagramas de pulsos y diagramas de espectro. A continuación se explicara todo el proceso para obtener las gráficas de las modulaciones QPSK, 16QAM y 64QAM.

- El primer paso es definir los valores de los parámetros en la sección “configuración de transmisión”. Se deben mantener fijos los siguientes parámetros: tasa de codificación, número de portadoras, espaciamiento entre portadoras, ancho de banda del canal DVB-T, intervalo de guarda, número de tramas y número de canales. La primera gráfica se fija el tipo de modulación en QPSK.
- Luego se selecciona los tipos de gráfica que se desea visualizar entre todas las que aparecen en la interfaz gráfica de la simulación, en la sección “Configuración de Simulación”. Cabe anotar que se puede graficar una o varias al tiempo.
- En la sección “Configuración de Canal” se selecciona “Usar canal AWGN” y se establece un valor de SNR específico que esté entre -50 dB y 50 dB.
- Como último paso pulsa el botón “Iniciar Simulación”
- Para obtener las gráficas de las modulaciones 16QAM y 64QAM se repiten los anteriores pasos.