

Implementación de un Transmisor de ISDB-T Abierto Bajo el Paradigma de Radio Definida por Software

Santiago Castro Javier Hernandez

Universidad de la Republica
Facultad de Ingenieria
Instituto de Ingenieria Electrica

Proyecto Fin de Carrera, 2018



Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en SDR
- 5 Pruebas y Resultados
- 6 Conclusiones y Trabajo a Futuro

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en SDR
- 5 Pruebas y Resultados
- 6 Conclusiones y Trabajo a Futuro

Conceptos básicos

- La Televisión Digital en Uruguay.
- La experiencia gr-isdbt como gran antecedente.
- ¿Que es el paradigma Radio Definida por Software (SDR)?

Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T**
- 3 Radio Definida por Software
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en SDR
- 5 Pruebas y Resultados
- 6 Conclusiones y Trabajo a Futuro



Las Normas o Estándares

- Que es una norma.
- Que alcance tiene la norma.
- Como se define una norma

La Norma ISDB-T

- Normas existentes en la actualidad.
- Los países y las normas que usan.
- Uruguay y la definición por ISDB-T.

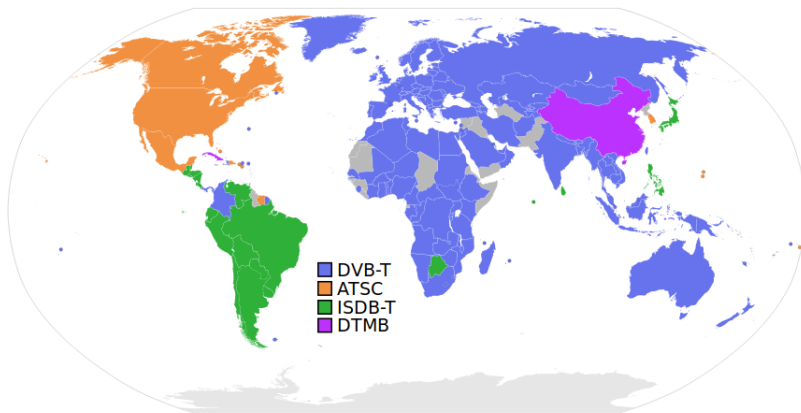


Figure: Distribución de las normas de TVD

ISDB-T

- La entrada de datos.
- Las capas jerarquicas
- Robustecimiento de los datos
- OFDM
- Portadoras y modulacion

Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software**
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en SDR
- 5 Pruebas y Resultados
- 6 Conclusiones y Trabajo a Futuro

SDR (Software Defined Radio)

- Que es
- Que ventajas tiene
- La utilización de SDR en gr-isdbt-tx

Radio Definida por Software

- Software de código abierto para SDR
- Flowgraphs y Bloques
- La creación de bloques personalizados



Figure: GNU Radio

GNU Radio

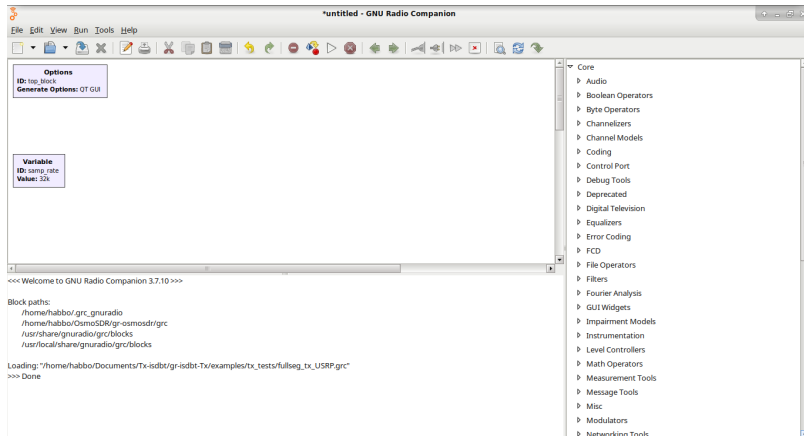


Figure: GNU Radio

El hardware utilizado

- Ettus Research B100



Figure: USRP B100

- Antenas de uso múltiple

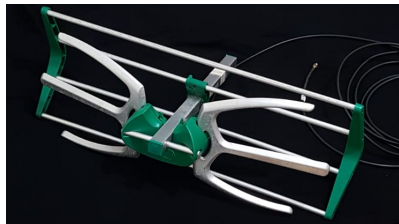


Figure: GNU Radio

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en SDR**
- 5 Pruebas y Resultados
- 6 Conclusiones y Trabajo a Futuro

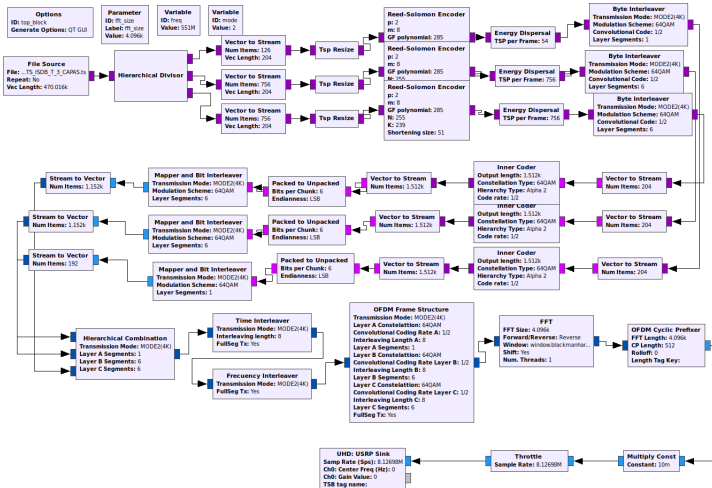


Figure: Esquema de bloques de gr-isdbt-Tx en GNU Radio

El divisor jerárquico

- Separa TS validos por capa
- Descarta TSP nulos
- Cada TS continua a procesamiento individual

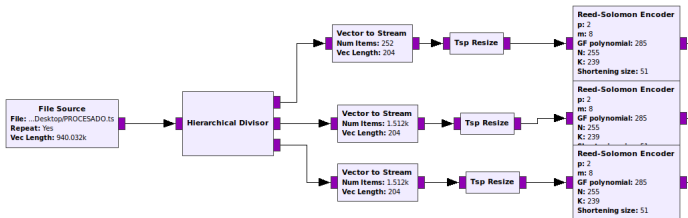


Figure: GNU Radio

El robustecimiento a nivel de datos

- Se aplican códigos correctores de errores a nivel de bits y bytes
- Para aumentar la eficacia del código, se utilizan entrelazamientos
- Entrelazar implica agregar un retardo, que debe ser corregido

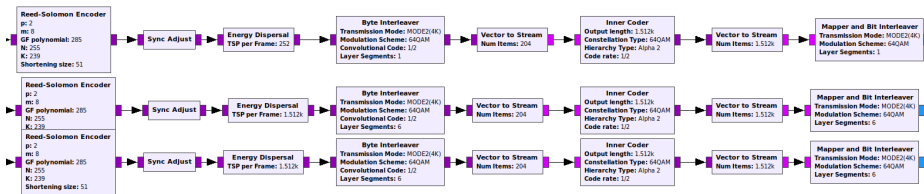


Figure: GNU Radio

Recombinación jerárquica

- Se vuelven a entrelazar los datos, ahora mapeados en números complejos
- Para aumentar la eficacia del código, se utilizan entrelazamientos
- Entrelazar implica agregar un retardo, que debe ser corregido

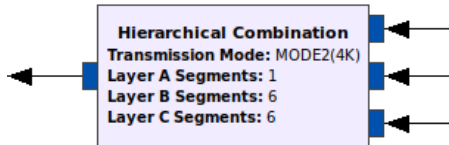


Figure: GNU Radio

El robustecimiento a nivel de portadoras

- Se realizan entrelazados en tiempo y frecuencia
- El objetivo es mitigar los efectos del canal
- No es vital, pero mejora el desempeño en canales ruidosos

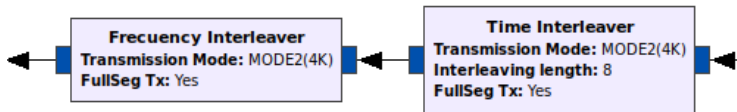


Figure: GNU Radio

Formación del cuadro OFDM

- Se ubican los datos dentro de cada simbolo
- Se agregan las portadoras piloto. informacion de transmision en las portadoras TMCC
- Agregamos portadoras dispersas para estimar el efecto del canal
- Agregamos portadoras dispersas para estimar el efecto del canal

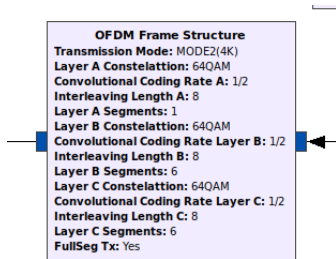
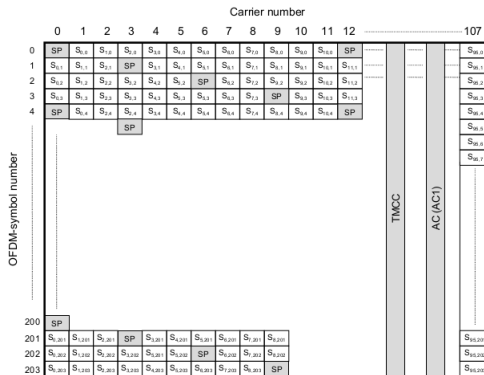


Figure: GNU Radio

Formación del cuadro OFDM

- Ubicación de Portadoras de Datos y Portadoras Piloto
- Agregamos información de transmisión en las portadoras TMCC
- Agregamos portadoras dispersas para estimar el efecto del canal
- Agregamos portadoras auxiliares para enviar información extra (opcional)



La puesta en el aire

- Mediante la transformada de Fourier pasamos al dominio del tiempo
- Se agrega el prefijo cíclico
- Normalizamos los datos para la entrada al USRP
- Se determinan los parámetros de transmisión en el equipo



Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en SDR
- 5 Pruebas y Resultados
- 6 Conclusiones y Trabajo a Futuro

Pruebas en ambiente controlado

Caso ideal, conexión directa

- Se decodificaron las tres capas exitosamente
- Verificamos la funcionalidad básica del sistema

Caso ruidoso, simulamos perdidas en el canal

- Observamos el efecto de los bloques correctores de errores
- Encontramos un umbral de ruido tolerable

Pruebas en ambiente controlado

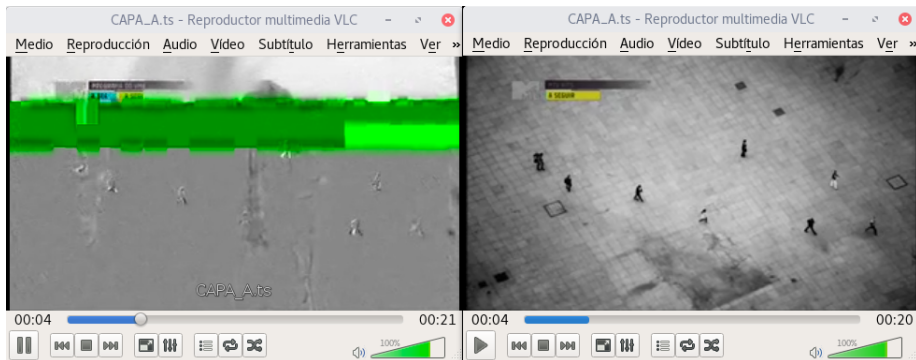


Figure: Umbral de ruido encontrado en ambiente controlado

Pruebas en canal real

Pruebas contra gr-isdbt en otra PC

- Encontramos
- Verificamos la funcionalidad basica del sistema

Pruebas contra equipo comercial Rohde-Schwarz

- Observamos la constelación recibida, detectamos un bug importante
- Primeras diferencias notorias entre gr-isdbt-tx y los transmisores comerciales

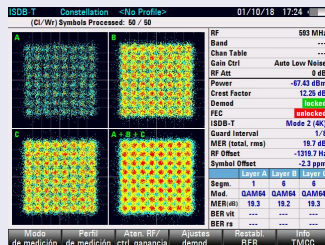


Figure: GNU Radio

Pruebas en canal real

Pruebas contra televisor comercial

- Comprobamos que funcionan las tres capas correctamente
- Se cumple con los objetivos planteados al principio del proyecto

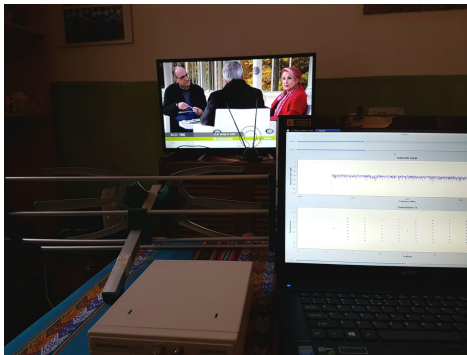


Figure: GNU Radio

Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en SDR
- 5 Pruebas y Resultados
- 6 Conclusiones y Trabajo a Futuro

Conclusiones

- Se logro implementar un transmisor de TVD basado en SDR
- Se cumplió con el objetivo de transmitir de forma exitosa contra televisores comerciales
- El código quedo publicado, para que cualquiera pueda descargarlo, analizarlo y mejorarlo

Trabajo a Futuro

- Optimización del código para mejorar performance
- Adaptar la entrada de datos para abarcar videos de diversos formatos
- Mejorar la documentación del código
- Presentación del código en conjunto con gr-isdbt para el repositorio GNU Radio

Muchas Gracias!

Espacio Para Preguntas