

# 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
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real



- La Televisión Digital en Uruguay.
- El proyecto gr-isdbt como antecedente.
- El paradigma Radio Definida por Software (SDR).

## Las Normas o Estándares

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

## Las normas de Television Digital

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

## 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
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

## SDR (Software Defined Radio)

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

# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 **Radio Definida por Software**
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - **GNU Radio**
  - El hardware utilizado
- 4 **gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio**
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 **Pruebas y Resultados**
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real



## GNU Radio

- Los bloques y los flowgraphs
- La creación de bloques personalizados

# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 **Radio Definida por Software**
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - **El hardware utilizado**
- 4 **gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio**
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 **Pruebas y Resultados**
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

## Hardware

- Ettus Research B100
- Antenas de uso múltiple

# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 **gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio**
  - **La entrada de datos**
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

## BTS

- Los bloques y los flowgraphs
- La creación de bloques personalizados

# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 **gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio**
  - La entrada de datos
  - **La división en capas jerárquicas**
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

## BTS

- Los bloques y los flowgraphs
- La creacion de bloques personalizados

# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 **gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio**
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - **El robustecimiento a nivel de datos**
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real



# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 **gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio**
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - **Mapeo y recombinación jerárquica**
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 **gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio**
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - **El robustecimiento a nivel de portadoras**
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 **gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio**
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - **Formación del cuadro OFDM**
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 **gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio**
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

# Pruebas en ambiente controlado

## Caso ideal, conexión directa

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

## Caso ruidoso, simulamos pérdidas en el canal

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

# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

# 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

## Pruebas contra televisor comercial

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



# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

## Caso ideal, conexión directa

- 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

# Temario

- 1 Introducción
- 2 La Norma ISDB-T
- 3 Radio Definida por Software
  - SDR, surgimiento y utilización actual
  - GNU Radio
  - El hardware utilizado
- 4 gr-isdbt-Tx Un transmisor ISDB-T implementado en GNU Radio
  - La entrada de datos
  - La división en capas jerárquicas
  - El robustecimiento a nivel de datos
  - Mapeo y recombinación jerárquica
  - El robustecimiento a nivel de portadoras
  - Formación del cuadro OFDM
  - La puesta en el aire
- 5 Pruebas y Resultados
  - Pruebas en ambiente controlado
  - Pruebas en canal real

## Caso ideal, conexión directa

- 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

Esperamos que hayan disfrutado de esta presentación. En este espacio, responderemos a las preguntas que pueden haber surgido durante la misma.