



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE  
LABORATORIO APLICADO A LA TELEVISIÓN DIGITAL UTILIZANDO  
SLINGBOX, VLC Y ANÁLISIS DE LA CAPA FÍSICA DEL ESTÁNDAR  
ISDBT CON RADIOS DEFINIDAS POR SOFTWARE**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Electrónico

AUTOR: JONATHAN LEONIDAS MENDOZA TORRES

TUTOR: ING. TEDDY NEGRETE MSC.

Guayaquil – Ecuador

2022

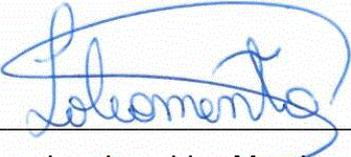
## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jonathan Leonidas Mendoza Torres con documento de identificación N° 0929226843; manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 7 de julio de 2022

Atentamente,



Jonathan Leonidas Mendoza Torres

0929226843

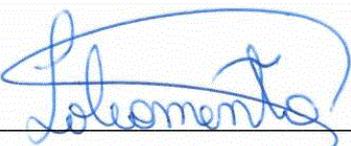
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Jonathan Leonidas Mendoza Torres con documento de identificación N° 0929226843, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del proyecto de investigación: “Diseño e implementación de un banco de pruebas de laboratorio aplicado a la televisión digital utilizando Slingbox, VLC y análisis de la capa física del estándar ISDBT con radios definidas por software”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 7 de julio de 2022

Atentamente,



Jonathan Leonidas Mendoza Torres

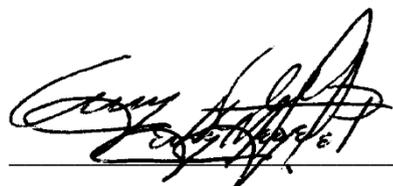
0929226843

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Teddy Negrete con documento de identificación N° 0912419611, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE LABORATORIO APLICADO A LA TELEVISIÓN DIGITAL UTILIZANDO SLINGBOX, VLC Y ANÁLISIS DE LA CAPA FÍSICA DEL ESTÁNDAR ISDBT CON RADIOS DEFINIDAS POR SOFTWARE, realizado por Jonathan Leonidas Mendoza Torres con documento de identificación N° 0929226843, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de proyecto de investigación que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 7 de julio de 2022

Atentamente,



---

Ing. Teddy Negrete, MSc

0912419611

## **Dedicatoria**

A lo largo de mi vida personal y universitaria pude conocer los gustos de mi profesión, habilidades y destrezas, forjándolas a lo largo de la carrera, aumentando los resultados y mejorando los procesos, aprendí los compromisos y deberes a cumplir como persona y profesional.

Por motivos muy especiales dedico esta tesis a mi hija, mi pareja, esa persona que siempre estuvo a mi lado apoyándome a tomar decisiones, tuvo paciencia y estuvo conmigo, te agradezco a ti porque hoy puedo presentar y disfrutar esta tesis.

Un agradecimiento muy especial a mis padres, me dieron la vida, mi primera educación, básica, superior y profesional, siempre han estado a mi lado brindándome todo su apoyo, consejos y hoy celebro con ellos este triunfo y esfuerzo, también es de ustedes. Todos nos sacrificamos por un miembro y ahora todos tenemos el éxito.

**Jonathan Leonidas Mendoza Torres**

## Resumen del proyecto

<b>Año</b>	<b>Alumno</b>	<b>Director de proyecto</b>	<b>Tema de proyecto de titulación</b>
2022	Jonathan Leonidas Mendoza Torres	Ing. Teddy Negrete MSc.	Diseño e implementación de un banco de pruebas de laboratorio aplicado a la televisión digital utilizando SLINGBOX, VLC y análisis de la capa física del estándar ISDBT con radios definidas por software

En la actualidad el uso de plataformas de contenidos multimedia está en auge y tiene alta demanda en usuarios debido a su rápido despliegue en sistemas de comunicaciones de banda ancha y por su fácil uso, la televisión digital vía streaming con plataformas como Netflix, Disney+, Amazon Prime, Hulu, etc., están desarrollando cada día nuevos contenidos para todos los gustos de sus usuarios.

Es importante conocer los avances tecnológicos que se están desarrollando con las tecnologías de distribución de contenido de video, tecnologías como el streaming de video por IP, la distribución de televisión digital en redes de banda ancha, la distribución por aire de las señales de televisión del standard ISDBT de la TDT implementada en el Ecuador. En este contexto los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil deben desarrollar destrezas prácticas para profundizar sus conocimientos en el área de la televisión digital y la distribución de contenidos de video por servicios streaming.

Este trabajo trata sobre el diseño e implementación de un banco de pruebas de laboratorio aplicado a la televisión digital utilizando Slingbox, VLC y análisis de la capa física del estándar ISDBT con SDR para el uso en el laboratorio de telecomunicaciones en beneficio de los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

El banco de pruebas propuesto consiste en las siguientes prácticas: Configuración e implementación de banco de pruebas de TV Digital con decodificador de TV satelital, y Slingbox. Configuración e implementación de banco de pruebas de video streaming con VLC y análisis de protocolos con Wireshark. Configuración e implementación de banco de pruebas de televisión digital terrestre ISDBT con decodificador y antena ISDBT. Análisis de señales de la capa física de la televisión digital terrestre ISDBT con USRP y Labview. Analizador de espectros para la televisión digital terrestre ISDBT y la televisión digital satelital con USRP y Labview. Las cinco prácticas propuestas profundizarán los conocimientos adquiridos en materias como televisión y comunicaciones digitales, y servirán para que los profesionales de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil tengan mejores destrezas prácticas que les permita en futuros trabajos desempeñarse de la mejor manera.

## Abstract

Year	Student	Technical Project Manager	Item of project of titulation
2022	Jonathan Leonidas Mendoza Torres	Eng. Teddy Negrete MSc.	Design and implementation of a laboratory test bench applied to digital television using SLINGBOX, VLC and analysis of the physical layer of the ISDBT standard with software-defined radios

Currently the use of multimedia content platforms is booming and has high demand in users due to its rapid deployment in broadband communications systems and its easy use, digital television via streaming with platforms such as Netflix, Disney +, Amazon Prime, Hulu, etc., are developing new content every day for all tastes of its users.

It is important to know the technological advances that are being developed with the technologies of distribution of video content, technologies such as the streaming of video by IP, the distribution of digital television in broadband networks, the distribution by air of the television signals of the ISDBT standard of the DTT implemented in Ecuador. In this context, students at the Salesian Polytechnic University in Guayaquil must develop practical skills to deepen their knowledge in digital television and the distribution of video content by streaming services.

This paper deals with the design and implementation of a laboratory test bench applied to digital television using Slingbox, VLC and analysis of the physical layer of the ISDBT standard with SDR for use in the telecommunications laboratory for the benefit of students at the Salesian Polytechnic University headquarters Guayaquil.

The proposed test bench consists of the following practices: Configuration and implementation of Digital TV test bench with satellite TV set-top box, and Slingbox. Configuration and implementation of video streaming test benches with VLC and protocol analysis with Wireshark. Configuration and implementation of ISDBT digital terrestrial television test bench with ISDBT decoder and antenna. Signal analysis of the physical layer of ISDBT digital terrestrial television with USRP and Labview. Spectrum analyzer for ISDBT digital terrestrial television and digital satellite television with USRP and Labview. The five proposed internships will deepen the knowledge acquired in subjects such as television and digital communications and will serve so that the professionals of the telecommunications engineering career of the Salesian Polytechnic University headquarters Guayaquil have better practical skills that allow them in future jobs to perform in the best way.

## Índice general

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	1
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	3
Dedicatoria .....	4
Resumen del proyecto.....	5
Índice general.....	9
Índice de figuras.....	11
Índice de Tablas.....	11
Introducción.....	12
1. El problema .....	14
1.1. Descripción del problema .....	14
1.2. Antecedentes .....	14
1.3. Importancia y alcance .....	15
1.4. Delimitación .....	15
1.5. Beneficiarios de la propuesta .....	15
1.6. Justificación .....	16
1.7. Grupo Objetivo (Beneficiarios) .....	16
1.8. Objetivos de la investigación .....	16
1.8.1. Objetivo general.....	16
1.8.2. Objetivos específicos .....	17
2. Fundamentos teóricos .....	18
2.1. La televisión digital en el Ecuador .....	18
2.2. Ventajas de la TDT .....	18
2.3. ISDB-T .....	19
2.4. Streaming.....	22
2.5. Slingbox .....	23
2.5.1. Como funciona Slingbox .....	24
2.6. Labview.....	25
2.6.1. Diagrama de Bloques.....	25
2.7. NI USRP .....	26
2.8. Decodificador de TV satelital.....	28
2.8.1. Para qué sirve un decodificador .....	28
2.9. Decodificador de ISDBT.....	28

3. Marco metodológico .....	29
3.1. Título de la propuesta.....	29
3.2. Justificación .....	29
3.3. Metodología .....	29
3.4. Descripción de la propuesta .....	30
4. Resultados .....	32
4.1. Elementos por utilizar para el banco de pruebas.....	34
5. Análisis de resultados.....	39
5.1. Práctica #1: Configuración e implementación de banco de pruebas de TV Digital con decodificador de TV satelital, y Slingbox. ....	39
5.2. Práctica #2: Configuración e implementación de banco de pruebas de video streaming con VLC y análisis de protocolos con Wireshark.....	39
5.3. Práctica #3: Configuración e implementación de banco de pruebas de televisión digital terrestre ISDBT con decodificador y antena ISDBT.....	39
5.4. Práctica #4: Análisis de señales de la capa física de la televisión digital terrestre ISDBT con USRP y Labview.....	40
5.5. Práctica #5: Comparativa de señales de capa física de la televisión digital satelital, terrestre con USRP y Labview.....	40
6. Conclusiones.....	41
7. Recomendaciones.....	42
Bibliografía .....	43
Anexos .....	44

## Índice de figuras

Figura 2.1 Sistema ISDBT .....	21
Figura 2.2 Plataformas streaming.....	23
Figura 2.3 Conexión con el Slingbox .....	24
Figura 2.4 Slingbox .....	25
Figura 2.5 Terminales de Indicador, Cables, Nodos, Terminales de Control .....	26
Figura 2.6 NI USRP .....	27
Figura 2.7 Parte frontal y trasera de NI USRP .....	27
Figura 2.8 Decodificador de TV .....	28
Figura 3.1 Diseño de banco de pruebas de televisión digital .....	31
Figura 4.1 Slingbox 300.....	35
Figura 4.2 Decodificador satelital .....	35
Figura 4.3 Splitter de alta frecuencia .....	36
Figura 4.4 Banco de pruebas con antena satelital .....	36
Figura 4.5 Banco de pruebas con USRP y Decodificador ISDBT .....	37
Figura 4.6 Pruebas de prototipo .....	37
Figura 4.7 Pruebas de equipos de prototipo .....	38
Figura 4.8 Toma de trazados en Wireshark.....	38

## Índice de Tablas

Tabla 1 Países que han adoptado el estándar ISDB-t .....	20
--	----

## Introducción

Las tecnologías de streaming y distribución de contenido han crecido exponencialmente los últimos años, más aún con el aumento del acceso de ancho de banda en zonas rurales del país. En el Ecuador el consumo promedio de banda ancha es de 25 Mbps según reportes de Speedtest. Lo cual ha permitido que las distribuciones de multimedia y video en los hogares ecuatorianos llegue sin dificultad. Aplicaciones como Netflix, Disney+, HBO+ y Amazon Primer están entre los servicios streaming de video favoritos en el Ecuador.

La TV digital distribuida por servicios por cable o vía internet no desplazan aún a los servicios de televisión digital distribuidos por aire como lo es la televisión digital abierta de alta definición bajo el protocolo ISDBT adoptada en el Ecuador.

En Ecuador los servicios de streaming siguen creciendo y hay más variedades de plataformas, hablar de una mejor que otra es quizás muy arriesgada, pues todo depende de la percepción que cada usuario tiene, además de la programación que ofrecen que es muy variada entre

Varios piensan que las plataformas streaming han surgido para competir con la televisión, mientras que otros consideran que son un complemento. Sea como sea, están aquí y todas buscan tener catálogos más llamativos y aminorar precios para seguir presentes en un mercado cada vez más competitivo.

Es importante conocer los avances tecnológicos que se están desarrollando con las tecnologías de distribución de contenido de video, tecnologías como el streaming de video por IP, la distribución de televisión digital en redes de banda ancha, la distribución por aire de las señales de TV del standard ISDBT de la televisión digital terrestre implementada en el Ecuador.

Una de las características más representativas de la introducción de la TV digital es que emite más canales que la TV analógica tradicional, pudiendo además transmitir y recibir contenidos multimedia e interactivos a través de canales de retorno.

En este contexto los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil deben desarrollar destrezas prácticas para profundizar sus conocimientos en este campo de la televisión digital.

El documento está estructurado de la siguiente manera: El primer capítulo aborda las cuestiones planteadas en el análisis de puestos. El capítulo 2 detalla el estado del arte. El tercer capítulo trata sobre la metodología, tipo y diseño de la investigación. En el cuarto capítulo, se indica los resultados de la investigación. El capítulo 5, es el análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones. Al final del documento se desarrollan las prácticas para la implementación del proyecto.

## **1. El problema**

### **1.1. Descripción del problema**

Uno de los principales problemas de los estudiantes de carreras técnicas como ingeniería en electrónica mención telecomunicaciones e ingeniería en telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil es la poca cantidad de prácticas didácticas y técnicas en el área de la televisión digital, televisión streaming y el estándar ISDBT de la televisión digital terrestre, dando como resultados poca preparación técnica del ingeniero en telecomunicaciones en este campo.

En este trabajo de tesis se propone un banco de prácticas de televisión digital con decodificador satelital de televisión digital, Slingbox para el envío y recepción de streaming en una red LAN que posteriormente será analizado mediante Wireshark y VLC para el envío de streaming de video en una red LAN.

También se compone de un banco de pruebas de análisis de tv digital ISDBT mediante un USRP, Labview, splitter minicircuits y decodificador ISDBT con su respectiva antena de recepción. Se analizará la señal recibida mediante un analizador de espectros diseñado en Labview.

### **1.2. Antecedentes**

Las carreras técnicas de la UPS sede Guayaquil se caracterizan por el uso constantes de los laboratorios y prácticas técnicas que mejoran las destrezas de los estudiantes de diferentes carreras, sin embargo, en las carreras de ingenierías, el laboratorio de telecomunicaciones no dispone de elementos y materiales o banco de prácticas para el desarrollo de prácticas enfocadas a la televisión digital y al estudio del estándar ISDBT.

Por tal motivo se ha propuesto este trabajo de investigación que trata sobre un banco de prácticas enfocadas en el estudio de la televisión digital.

### **1.3. Importancia y alcance**

Con la aportación de este proyecto, los estudiantes de ingeniería en telecomunicaciones de la UPS sede Guayaquil pueden desarrollar prácticas mejorando las destrezas de los estudiantes, estas herramientas y equipamientos pueden ser aprovechados para el estudio en detalle y la práctica en tecnologías de streaming y la televisión digital terrestre ISDBT.

### **1.4. Delimitación**

**Espacial:** Este proyecto de tesis se probó y se implementó en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

**Temporal:** La implementación, pruebas y diseño tuvo una duración de 1 año.

**Académica:** Este trabajo de tesis es una herramienta fundamental para el desarrollo de las capacidades y destrezas de los estudiantes de ingeniería en telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

### **1.5. Beneficiarios de la propuesta**

Este trabajo tiene como beneficiarios principales a los estudiantes e investigadores de la carrera de ingenierías de la UPS sede Guayaquil. Adicional se ven beneficiados las empresas de telecomunicaciones que distribuyen TV digital por cualquier medio físico alámbrico o inalámbrico y a la distribución de contenidos multimedia por internet ya que contarán con personal altamente capacitado y actualizado en las tecnologías de televisión digital y streaming.

## **1.6. Justificación**

La necesidad de mejorar las destrezas técnicas y prácticas de los estudiantes en de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil para que en un futuro se desempeñen de una mejor manera en empresas del área de la distribución de contenido streaming o la TV digital, como por ejemplo en canales de televisión o en empresas de telecomunicaciones.

También se impulsa la investigación en el campo de la TV al utilizar equipamiento de radios definidas por software y herramientas streaming para el uso en el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

## **1.7. Grupo Objetivo (Beneficiarios)**

Este proyecto tiene como beneficiarios directos a los estudiantes e investigadores de la UPS sede Guayaquil.

Además, se ven beneficiados empresas que se dedican a prestar servicios de televisión digital por cualquier medio físico alámbrico o inalámbrico y a la distribución de contenidos multimedia por internet ya que contarán con personal altamente capacitado y actualizado en las tecnologías de televisión.

## **1.8. Objetivos de la investigación**

### **1.8.1. Objetivo general**

Diseñar e implementar un banco de pruebas de laboratorio aplicado a la televisión digital utilizando Slingbox, VLC y análisis de la capa física del estándar ISDBT con radios definidas por software

### **1.8.2. Objetivos específicos**

- Diseñar y probar un banco de práctica de laboratorio con Slingbox, decodificador de TV satelital y VLC para la recepción de streaming de televisión digital.
- Diseñar y probar un banco de práctica de laboratorio con USRP, Labview, decodificador y antena ISDBT para el análisis de la capa física del estándar ISDBT.
- Configurar analizador de espectros mediante Labview y USRP para el análisis de señales recibidas en decodificadores de TV digital satelital y decodificador ISDBT.
- Analizar paquetes y protocolos de streaming de video mediante VLC, Slingbox y Wireshark en una red LAN.

## **2. Fundamentos teóricos**

### **2.1. La televisión digital en el Ecuador**

La introducción de la televisión digital terrestre "TDT" en el Ecuador es un proceso anticipado. Entre las principales ventajas de la TDT, se optimiza el uso del espectro radioeléctrico, se implementan nuevos servicios audiovisuales e interactivos, incluyendo más programación para los espectadores, ya que la migración de la señal permitirá el desarrollo de múltiples programaciones y aplicaciones como el gobierno a distancia, telemedicina, educación a distancia, educación, programas culturales a través de los cuales los espectadores pueden elegir lo que quieren ver.

Antes de que ocurra un apagón analógico, los ciudadanos deben comprar un televisor que les permita recibir señales de televisión digital compatibles con ISDB-T, o bien, comprar un decodificador que les permita acceder a las señales de televisión digital utilizando la señal de televisión digital actual.

El plan maestro de Ecuador para la transición a la televisión digital terrestre incluye políticas, procedimientos y lineamientos a ser aplicados durante la transición a la TDT, encaminados a mejorar la calidad de los servicios de televisión abierta en el país. Además, garantizar los derechos ciudadanos a la comunicación, la inclusión, la cohesión y la equidad social, optimizar el uso del espectro radioeléctrico y reducir la brecha digital. Cabe destacar que el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, en coordinación con el regulador de telecomunicaciones y el sector privado, ha emprendido varias acciones para facilitar la rápida implementación de la televisión digital en el Ecuador (telecomunicaciones.gob.ec, 2021).

### **2.2. Ventajas de la TDT**

La transición de las señales de TV analógica abierta a las señales de TV digital terrestre (TDT) se realizará de manera ordenada, garantizando el derecho a la transmisión y la inclusión del público en general, favoreciendo así la universalización de los servicios de TV abierta.

Se han tomado varias medidas para promover la transición de la era analógica a la digital en el país. Así, hay estaciones de TDT funcionando a nivel nacional. Además, existe un reglamento específico de TV, a través del cual se controla que los televisores que se ensamblen fabriquen, importen y vendan en el mercado nacional, deberán contar con un sintonizador al estándar TDT aplicable en Ecuador, ISDB-T internacional o ISDB-Tb.

Al mismo tiempo, los fabricantes y ensambladores de televisores están desarrollando prototipos que permiten a las personas recibir alertas de emergencia a través de señales de televisión digital (Telecomunicaciones.gob.ec, 2021).

### **2.3. ISDB-T**

ISDB-T es el estándar internacional más avanzado en el sistema de radiodifusión de televisión digital terrestre (DTTB) desarrollado originalmente en Japón. ISDB-T se introdujo en Japón desde diciembre de 2003, y el número de países que adoptan ISDB-T está aumentando gradualmente con el reconocimiento de su ventaja tecnológica.

Los países que adoptan ISDB-T son los siguientes, ver tabla 1:

Tabla 1 Países que han adoptado el estándar ISDB-t

	País	Adopción de ISDB-T	Se inició el servicio ISDB-T
1	Japón	-----	Diciembre de 2003
2	Brasil	Junio de 2006	Diciembre de 2007
3	Perú	Abril de 2009	30 de marzo de 2010
4	Argentina	Agosto de 2009	28 de abril de 2010
5	Chile	Septiembre de 2009	2017
6	Venezuela	Octubre de 2009	Junio de 2011
7	Ecuador	Marzo de 2010	Pruebas en marzo de 2010
8	Costa Rica	Mayo de 2010	1 de mayo de 2014
9	Paraguay	Junio de 2010	15 de agosto de 2011
10	Filipinas	Junio de 2010 noviembre de 2013 (reafirmación)	Febrero de 2015
11	Bolivia	Julio de 2010	Septiembre de 2011
12	Uruguay	Diciembre de 2010	Octubre de 2015
13	Maldivas	Octubre de 2011 (radiodifusión nacional) abril de 2014 (decidido como estándar nacional)	(Pruebas en octubre de 2011)
14	Botswana	febrero de 2013	29 de julio de 2013
15	Guatemala	Mayo 2013	(Pruebas en diciembre de 2017)
16	Honduras	Septiembre 2013	Septiembre de 2014
17	Sri Lanka	Mayo de 2014	
18	Nicaragua	Agosto de 2015	(Pruebas en marzo de 2018)
19	El Salvador	Enero de 2017	Diciembre de 2018
20	Angola	Marzo de 2019	

Fuente: (Dibeg.org, 2021)

ISDB-TB es un sistema DTTB basado en la capa física ISDB-T, Brasil y otros 18 países lo adoptaron (Dibeg.org, 2021). El sistema utiliza códec de video digital H.264 / AVC, códec de audio MPEG4 / AVC y Ginga Middleware. Opera en anchos de banda (BW) iguales a 6 u 8MHz.

Como se muestra en la Fig. 2.1, cuatro bloques componen el sistema de transmisión de ISDB-TB: codificación de audio / video, multiplexación / remultiplexación, modulación y etapa de amplificación. En el primer bloque, el audio y el video codificados generan los paquetes Transport Stream (TS). Luego, el TS se multiplexa y se vuelve a multiplexar hasta tres capas (A, B o C) en un solo Broadcast Transport Stream (BTS).

El BTS tiene un tamaño de 204 bytes, 8 bytes se utilizan para el control y 8 bytes para corregir errores de código abreviado Reed Solomon (RS). La velocidad de datos BTS es fija y depende del BW (Esperante, Akamine, & Bedicks, 2016). Ver figura 2.1.

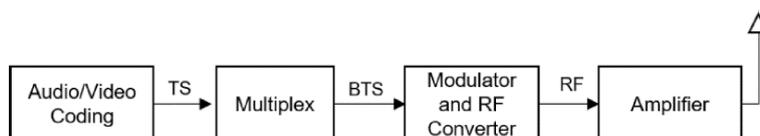


Figura 2.1 Sistema ISDBT

Fuente: (Esperante et al., 2016)

La dispersión de energía se aplica a la salida de RS para evitar secuencias continuas de unos o ceros. Inmediatamente después de la dispersión de energía, se requiere un intercalador de bytes para dispersar los errores de ráfaga inducidos por el ruido impulsivo y mejorar la eficiencia de RS. El código convolucional Viterbi tiene una tasa de código madre de 1/2 y estándares de perforación definidos (Santiago & Akamine, 2020).

Después del código de Viterbi, el intercalador de bits vuelve a aleatorizar los datos. Se aplica un entrelazado de tiempo y frecuencia para aleatorizar los símbolos y aumentar la robustez frente al ruido impulsivo, multitrayecto e interferencia de portadora (Santiago & Akamine, 2020).

## 2.4. Streaming

Stream es un método para enviar y recibir datos (como audio y video) en un flujo continuo a través de una red. Esto permite que comience la reproducción mientras se envía el resto de los datos. Por ejemplo, una vez que su computadora o teléfono recibe el comienzo de una película, puede comenzar a verla. Mientras se reproduce la película, se transmite el resto de la información.

Siempre que tenga una conexión a Internet confiable, su dispositivo debería poder reproducir la película completa sin interrupciones. Cuando usa servicios de música como Spotify o Apple Music, reproductores de video como YouTube o Netflix, o ciertos tipos de juegos y aplicaciones, ya está usando la transmisión. Las empresas que brindan contenido de transmisión necesitarán un servidor o una plataforma en la nube para alojarlo. Los grandes operadores como Netflix tienen redes de transmisión que mantienen el contenido más popular en caché y cerca de donde se transmitirá para reducir la latencia y los costos de ancho de banda. Como consumidor de contenido de transmisión, necesitará una conexión a Internet confiable con una velocidad adecuada.

Al menos 2 megabits por segundo (Mbps) para una buena experiencia de transmisión (lo que significa que no hay retraso ni pérdida de calidad). Cuando se envía el contenido, los datos se envían a los sellos, grabados en el siguiente minuto y el siguiente minuto de la canción o programa. Si su conexión es demasiado lenta, creará una ruptura constante mientras almacena su dispositivo en el personaje. Si desea ver contenido HD o 4K, necesita una conexión más rápida de al menos 5 Mbps.

La transmisión en vivo le brinda acceso a los eventos a medida que ocurren. Los deportes profesionales se encuentran entre los eventos deportivos más en vivo, pero la categoría también incluye transmisiones de radio y video en vivo desde canales de redes sociales como Facebook. Por ejemplo, el Super Bowl LII alcanzó un máximo de 3,1 millones de espectadores en transmisión, con una audiencia en línea promedio de 2 millones. El fútbol americano es

uno de los eventos deportivos más vistos durante la transmisión, pero su audiencia es baja en comparación con la tradición: 100 millones de espectadores adicionales vieron la transmisión. Ver figura 2.2.



Figura 2.2 Plataformas streaming  
Fuente: (Cincodias.elpais.com, 2021)

## 2.5. Slingbox

Slingbox es un dispositivo que redirige las señales de TV, satélite, cable e incluso DVR a través de Internet, y luego, siempre que la calidad de la conexión sea buena, puede verlo en su computadora.

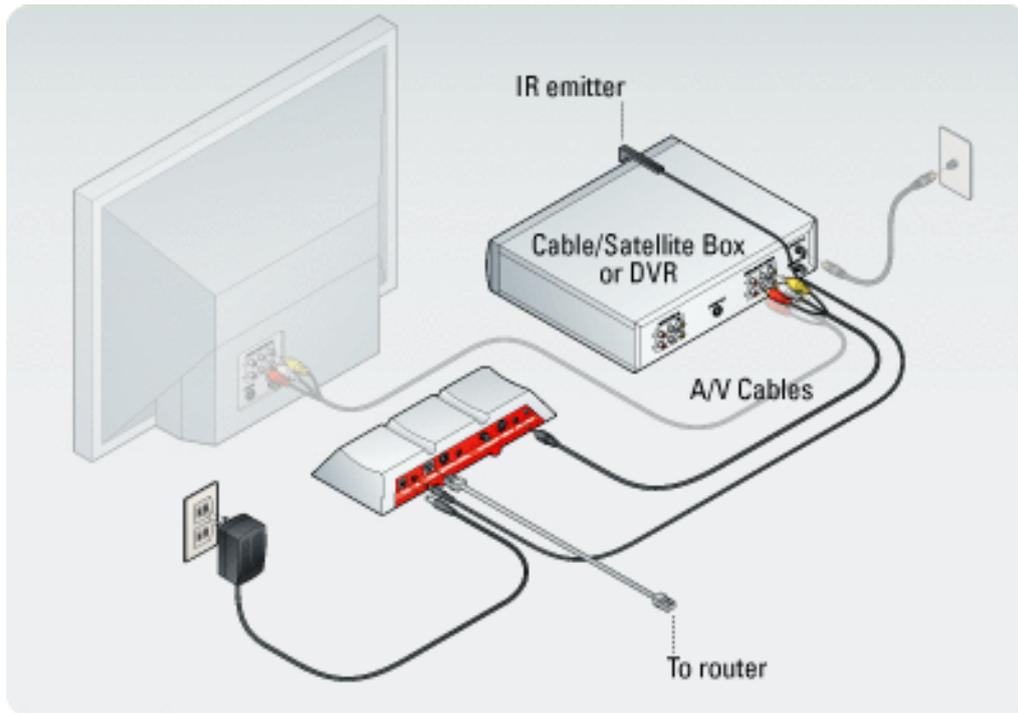


Figura 2.3 Conexión con el Slingbox

Fuente: (Xataka, 2021)

### 2.5.1. Como funciona Slingbox

Para obtener más información sobre cómo funciona Slingbox, tenemos que decir que se usa junto con el software Slingbox Player instalado en la computadora de su hogar o donde quiera instalarlo.

De manera similar, también se aplica a los sistemas PAL / SECAM, que son los principales sistemas en Europa y en otros lugares, pero la parte más interesante de la configuración de Slingbox es que puede controlar completamente la fuente de video desde su computadora.

Además, no importa dónde se encuentre, puede cambiar el canal de televisión, navegar por los programas en el DVR y ajustar el contraste de la pantalla sin ningún problema y, en general, donde se ha implementado, no hay tarifa de suscripción.

Bueno, este es solo un pago al comprar el hardware y el software utilizado. Puede instalar el software en todos los dispositivos que desee, pero solo un dispositivo puede acceder a Slingbox al mismo tiempo (Como funciona, 2021a). Ver figura 2.4.



Figura 2.4 Slingbox  
Fuente: (Xataka, 2021)

## 2.6. Labview

NI LabVIEW es un entorno de programación gráfico (G) que utiliza símbolos, terminales y cables en lugar de texto para ayudarlo a programar de la forma en que piensa. Al igual que aprender cualquier software de programación nuevo, aprender a codificar en LabVIEW requiere que sepa cómo navegar por el entorno. La siguiente unidad explora poderosas herramientas y funciones de LabVIEW (Ni.com, 2021).

### 2.6.1. Diagrama de Bloques

Los objetos del esquema de bloques incluyen terminales subVIs funciones constantes estructuras y cables los cuales transfieren datos unidos con otros objetos del esquema de bloques (Interempresas.net, 2021).

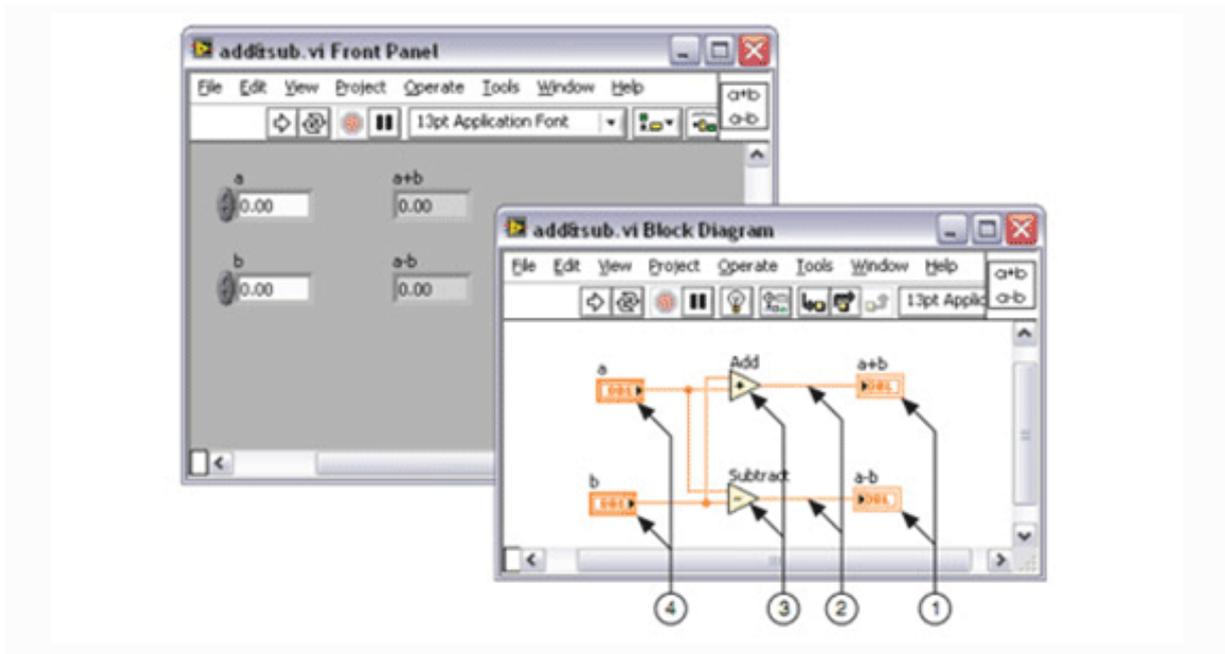


Figura 2.5 Terminales de Indicador, Cables, Nodos, Terminales de Control

Fuente: (Ni.com, 2021)

## 2.7. NI USRP

NIUSRP™ (Universal Software Radio Peripheral) es una radio flexible y rentable que transforma una PC estándar en una plataforma de creación de prototipos inalámbricos. Combinados con el software NI LabVIEW, los transeptores NI USRP brindan un sistema poderoso que puede configurarse y operarse rápidamente.

Los radios NI USRP-292x y software LabVIEW ofrecen una plataforma potente y flexible para generación rápida de prototipos de sistemas inalámbricos de RF y telecomunicaciones. Genere prototipos de un sistema completo de comunicación inalámbrica, usando el lenguaje de programación gráfica intuitiva de LabVIEW para combinar algoritmos de procesamiento de señales que operan en señales de RF en vivo que fluyen desde y hacia el hardware de NI USRP.

La plataforma NI USRP ofrece un nuevo enfoque para la enseñanza de RF y comunicaciones, la cual se ha limitado tradicionalmente a un enfoque en la teoría matemática. Con NI USRP y LabVIEW, los estudiantes obtienen experiencia práctica al explorar un sistema de comunicaciones en funcionamiento con señales en vivo para tener mayor conocimiento del enlace entre la teoría e implementación práctica (ni, 2021).



Figura 2.6 NI USRP  
Fuente: (Ni.com, 2021)

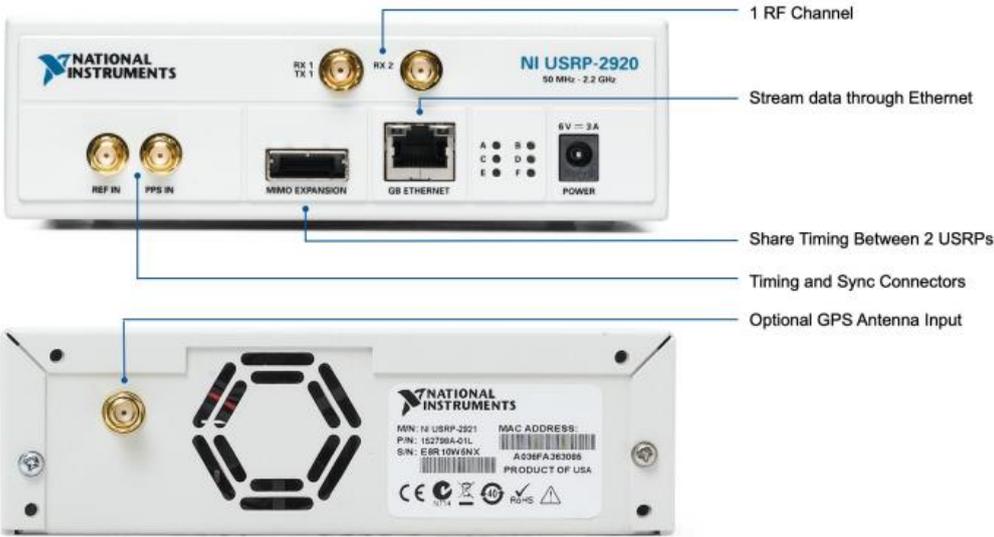


Figura 2.7 Parte frontal y trasera de NI USRP  
Fuente: (Ni.com, 2021)

## 2.8. Decodificador de TV satelital

Cuando se habla de canales de alta definición o programas por satélite, probablemente haya escuchado el término decodificador de TV.



Figura 2.8 Decodificador de TV

Fuente: (Como funciona, 2021)

Un decodificador de cable es un componente agregado al televisor para recibir canales. También se les llama receptores de satélite (Como funciona, 2021).

### 2.8.1. Para qué sirve un decodificador

El decodificador de TV nos permite aumentar el número de canales que llegan al televisor. Pero el decodificador también tiene otras funciones. Algunos le permiten grabar programas o ajustar canales HD o HD. Otra función permitida por el decodificador es el control parental. Esta función le permite bloquear ciertos canales para que sus hijos puedan verlos sin el permiso de los padres (Como funciona, 2021).

## 2.9. Decodificador de ISDBT

El estándar ISDB-T (Radiodifusión digital de servicios integrados para televisión) se originó en Japón y se desarrolló a fines de la década de 1990. El objetivo principal de este estándar

de TV digital es hacer que HDTV (TV de alta definición) y SDTV (TV digital estándar) se transmitan simultáneamente. ISDB-T está diseñado para operar en canales con anchos de banda de 6, 7 y 8 MHz. En Ecuador, el estándar debe utilizar canales de 6 MHz.

### **3. Marco metodológico**

#### **3.1. Título de la propuesta**

Diseño e implementación de un banco de pruebas de laboratorio aplicado a la televisión digital utilizando SLINGBOX, VLC y análisis de la capa física del estándar ISDBT con radios definidas por software.

#### **3.2. Justificación**

La necesidad de mejorar las destrezas técnicas y prácticas de los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil para que en un futuro se desempeñen de una mejor manera en empresas del área de la distribución de contenido streaming o la TV digital, como por ejemplo en canales de televisión o en empresas de telecomunicaciones.

También se impulsa la investigación en el campo de la TV al utilizar equipamiento de radios definidas por software y herramientas streaming para usarlos en el laboratorio de telecomunicaciones de la UPS sede Guayaquil.

#### **3.3. Metodología**

La metodología utilizada en este trabajo es experimental, ya que para la tesis se realiza un prototipo de banco de pruebas de televisión digital terrestre ISDBT y de televisión digital satelital, donde se utiliza equipamiento de SDR para la recepción de señales de televisión digital, de igual manera se realizará el análisis de la señal de video streaming enviado por el Slingbox y el servidor VLC.

### 3.4. Descripción de la propuesta

En este trabajo de tesis se realiza un banco de pruebas de televisión digital con decodificador satelital de televisión digital, Slingbox para el envío y recepción de streaming en una red LAN que posteriormente será analizado mediante Wireshark y VLC para el envío de streaming de video en una red LAN.

También se compone de un banco de pruebas de análisis de tv digital ISDBT mediante un USRP, Labview, splitter minicircuits y decodificador ISDBT con su respectiva antena de recepción. Se analizará la señal recibida mediante un analizador de espectros diseñado en Labview.

Las prácticas propuestas en el libro de tesis son las siguientes:

- 1) Configuración e implementación de banco de pruebas de TV Digital con decodificador de TV satelital, y Slingbox.
- 2) Configuración e implementación de banco de pruebas de video streaming con VLC y análisis de protocolos con Wireshark.
- 3) Configuración e implementación de banco de pruebas de televisión digital terrestre ISDBT con decodificador y antena ISDBT.
- 4) Análisis de señales de la capa física de la televisión digital terrestre ISDBT con USRP y Labview.
- 5) Analizador de espectros para la televisión digital terrestre ISDBT y la televisión digital satelital con USRP y Labview.



Figura 3.1 Diseño de banco de pruebas de televisión digital

Tal como se aprecia en la figura 3.1 el banco de pruebas consiste en elementos de recepción de video digital como el decodificador de DirecTV para señales DTH y el decodificador ISDBT que conectados con un splitter de 5 vías inyecta la señal de RF a la entrada del NI USRP. Este equipo a su vez se conecta mediante red a la Laptop por puerto de Gbps y se obtiene la data que posteriormente se muestra en señales de RF con el software Labview. Así mismo las señales de datos que son transformadas por el Slingbox se envían a través de la red de datos y se analiza con Wireshark. Cabe indicar que el tráfico de video también es generado mediante el software VLC para su posterior análisis con Wireshark.

## 4. Resultados

En este capítulo se realiza un resumen breve de las prácticas con sus respectivos objetivos generales y específicos: El detalle completo de las prácticas se encuentran en Anexos.

### **Práctica # 1: Configuración e implementación de banco de pruebas de TV Digital con decodificador de TV satelital, y Slingbox.**

#### **Objetivo general:**

Configurar e implementar banco de pruebas de TV Digital con decodificador de TV satelital, y Slingbox.

#### **Objetivos específicos:**

- Configurar decodificador satelital para recepción de video
- Configurar Slingbox para el envío de video por streaming
- Capturar datos de video streaming y analizar.

### **Práctica #2: Configuración e implementación de banco de pruebas de video streaming con VLC y análisis de protocolos con Wireshark.**

#### **Objetivo general:**

Configurar e implementar banco de pruebas de video streaming con VLC y análisis de protocolos con Wireshark.

#### **Objetivos específicos:**

- Configurar servidor streaming con VLC
- Analizar protocolos de video con Wireshark
- Enviar y recibir video streaming con VLC

### **Práctica #3: Configuración e implementación de banco de pruebas de televisión digital terrestre ISDBT con decodificador y antena ISDBT.**

#### **Objetivo general:**

Configurar e implementar banco de pruebas de televisión digital terrestre ISDBT con decodificador y antena ISDBT.

#### **Objetivos específicos:**

- Configurar decodificador ISDBT
- Configurar parámetros de ISDBT para banco de pruebas
- Analizar el comportamiento de las señales ISDBT

### **Práctica #4 Análisis de señales de la capa física de la televisión digital terrestre ISDBT con USRP y Labview.**

#### **Objetivo general:**

Analizar señales de la capa física de la televisión digital terrestre ISDBT con USRP y Labview

#### **Objetivos específicos:**

- Configurar USRP para análisis de señales de RF de ISDBT
- Configurar analizador de espectros con Labview y USRP
- Análisis de capa física

## **Práctica #5: Comparativa de señales de capa física de la televisión digital satelital, terrestre con USRP y Labview**

### **Objetivo general:**

Analizar el espectro de la televisión digital terrestre ISDBT y la televisión digital satelital con USRP y Labview.

### **Objetivos específicos:**

- Configurar medición de potencia en Labview para señales ISDBT
- Configurar USRP para la recepción de señales ISDBT
- Analizar señales ISDBT con Labview y USRP

### **4.1. Elementos por utilizar para el banco de pruebas**

Los materiales y equipos utilizados en esta investigación son los siguientes:

- Slingbox
- NI USRP
- Splitter RF
- Cables coaxiales
- Decodificador ISDBT
- Kit de antena y decodificador de DirecTV
- Laptop con Labview
- Router Wifi
- Cables UTP

En las siguientes figuras se observan los equipos utilizados en el banco de pruebas.



Figura 4.1 Slingbox 300



Figura 4.2 Decodificador satelital



Figura 4.3 Splitter de alta frecuencia

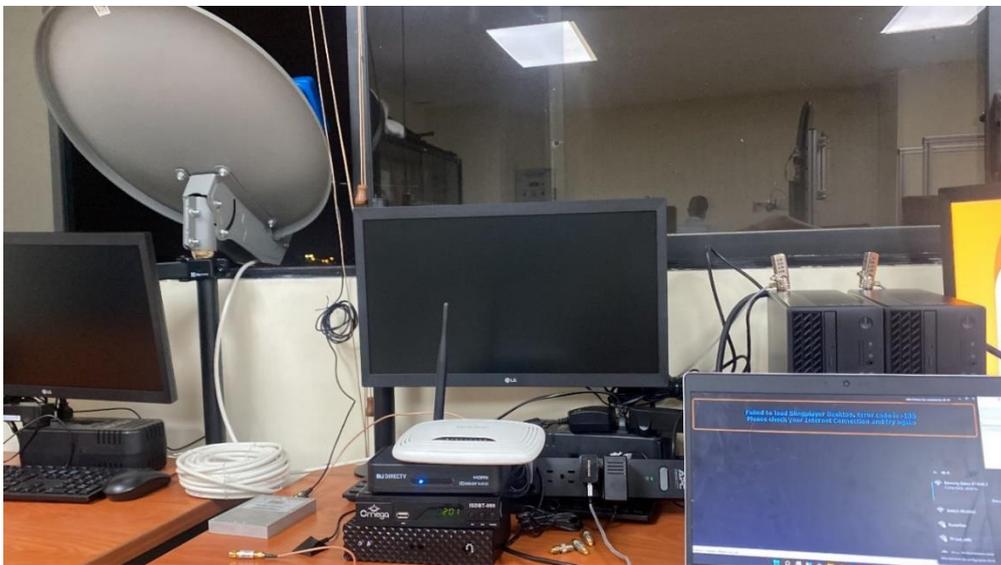


Figura 4.4 Banco de pruebas con antena satelital



Figura 4.5 Banco de pruebas con USRP y Decodificador ISDBT



Figura 4.6 Pruebas de prototipo



Figura 4.7 Pruebas de equipos de prototipo



Figura 4.8 Toma de trazados en Wireshark

## **5. Análisis de resultados**

En este capítulo se detalla un resumen de los resultados obtenidos en cada práctica.

### **5.1. Práctica #1: Configuración e implementación de banco de pruebas de TV Digital con decodificador de TV satelital, y Slingbox.**

Se realiza la configuración e implementación del banco de pruebas de TV digital con decodificador de TV satelital y Slingbox, se realiza las configuraciones principales del Slingbox para obtener la señal de RF del decodificador satelital y convertirla en paquetes para su posterior distribución en la red.

### **5.2. Práctica #2: Configuración e implementación de banco de pruebas de video streaming con VLC y análisis de protocolos con Wireshark.**

Se realiza la configuración e implementación de un banco de pruebas de video streaming con VLC y se realiza análisis de protocolos mediante el software Wireshark, se pudo observar los diferentes tipos de paquetes y protocolos que interactúan en la red cuando se transmite video streaming. El video streaming es generado de un archivo almacenado en el computador y distribuido por VLC.

### **5.3. Práctica #3: Configuración e implementación de banco de pruebas de televisión digital terrestre ISDBT con decodificador y antena ISDBT.**

Se realiza la configuración e implementación de banco de pruebas de televisión digital terrestre utilizando el decodificador ISDBT y antena de recepción para la banda de frecuencia de ISDBT. Se pudo observar las señales de Tv correctamente luego de la realización de esta práctica.

#### **5.4. Práctica #4: Análisis de señales de la capa física de la televisión digital terrestre ISDBT con USRP y Labview.**

Se realiza análisis de señales de capa física de la televisión digital terrestre ISDBT utilizando USRP y software Labview. Se obtuvieron señales de RF de ISDBT las cuales fueron analizadas y comparadas en frecuencia potencia. Se logra validar el funcionamiento y el análisis de capa física utilizando USRP.

#### **5.5. Práctica #5: Comparativa de señales de capa física de la televisión digital satelital, terrestre con USRP y Labview.**

Se realiza análisis de señales de capa física de la televisión digital satelital utilizando USRP y software Labview. Se obtuvieron señales de RF de DTH las cuales fueron analizadas y comparadas en frecuencia potencia. Se logra validar el funcionamiento y el análisis de capa física utilizando USRP.

## 6. Conclusiones

En base a los objetivos planteados al inicio del trabajo de investigación se plantean las siguientes conclusiones:

- Se realizó el diseño y pruebas de un banco de práctica de laboratorio con Slingbox, decodificador de TV satelital y VLC para la recepción de streaming de televisión digital. Se logra armar el banco de pruebas con elementos de red y equipos de radiofrecuencia.
- Se realiza el diseño y pruebas de un banco de práctica de laboratorio con USRP, Labview, decodificador y antena ISDBT para el análisis de la capa física del estándar ISDBT. Mediante equipos de hardware se logra realizar el banco de pruebas.
- Se realiza la configuración del analizador de espectros mediante Labview y USRP para el análisis de señales recibidas en decodificadores de TV digital satelital y decodificador ISDBT. Se utilizó las herramientas.
- Se realizó el análisis de paquetes y protocolos de streaming de video mediante VLC, Slingbox y Wireshark en una red LAN.

## 7. Recomendaciones

Las recomendaciones finales del proyecto de investigación son las siguientes:

- Se recomienda utilizar el PXI y el USRP RIO disponibles en el laboratorio de telecomunicaciones de la UPS sede Guayaquil, para validar el funcionamiento de la capa física del estándar ISDBT.
- Se recomienda realizar instalación de antena de DirecTV en la terraza del bloque F de la UPS sede Guayaquil para realizar las prácticas propuestas en este trabajo de investigación, con esta instalación se puede obtener las señales de video digital de tecnología DTH.
- Se recomienda realizar las mediciones de capa física con el USRP calibrado para esto se debe verificar que los equipos que constan en el laboratorio estén correctamente calibrados, esto se valida con el certificado de calibración.

## Bibliografía

- Cincodias.elpais.com. (2021). Estos son los principales servicios de vídeo en streaming que puedes ver offline | Lifestyle | Cinco Días. Retrieved September 27, 2021, from [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/07/11/lifestyle/1562841657\\_226036.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/07/11/lifestyle/1562841657_226036.html)
- Dibeg.org. (2021). DiBEG | ISDB-T Official Web Site. Retrieved September 27, 2021, from <https://www.dibeg.org/>
- Esperante, P. G., Akamine, C., & Bedicks, G. (2016). Comparison of Terrestrial DTV Systems: ISDB-TB and DVB-T2 in 6 MHz. *IEEE Latin America Transactions*, 14(1), 45–56. <https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7430060>
- Interempresas.net. (2021). LabVIEW, el software de ingeniería de sistemas que requieren pruebas, medidas y control - Electrónica. Retrieved May 7, 2021, from <https://www.interempresas.net/Electronica/Articulos/262150-LabVIEW-el-software-de-ingenieria-de-sistemas-que-requieren-pruebas-medidas-y-control.html>
- Ni.com. (2021). 1. Entorno NI LabVIEW - National Instruments. Retrieved September 27, 2021, from <https://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>
- ni. (2021). Dispositivo Autónomo de Radio Definido por Software USRP - NI.
- Santiago, N., & Akamine, C. (2020). ISDB-TB Single Frequency Network Transmitter Identification Proposal. *2020 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/BMSB49480.2020.9379923>
- telecomunicaciones.gob.ec. (2021). Bienvenida señal de la TV Digital – Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. Retrieved September 26, 2021, from <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/bienvenida-senal-de-la-tv-digital/>
- Telecomunicaciones.gob.ec. (2021). CONOCE LAS VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL EN ECUADOR – Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. Retrieved September 26, 2021, from <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/conoce-las-ventajas-de-la-implementacion-de-la-television-digital-en-ecuador/>

## Anexos

		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>
<b>CARRERA:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA		<b>ASIGNATURA:</b>
<b>N. PRÁCTICA:</b>	1	<b>TÍTULO PRÁCTICA:</b> Configuración e implementación de banco de pruebas de TV Digital con decodificador de TV satelital y Slingbox.
<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Configurar e implementar banco de pruebas de TV Digital con decodificador de TV satelital, y Slingbox.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurar decodificador satelital para recepción de video</li> <li>• Configurar Slingbox para el envío de video por streaming</li> <li>• Capturar datos de video streaming y analizar.</li> </ul>		
<b>INSTRUCCIONES</b>		1. Leer el manual de práctica para el desarrollo de esta.
		2. Se deben utilizar los equipos del banco de pruebas de forma responsable y calificada.
		3. Trabajar de manera grupal para el desarrollo de la práctica.
		4. Ordenar el sitio de práctica luego del desarrollo de esta práctica.
<p><b>ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:</b></p> <p>En esta práctica se revisa en detalle las configuraciones del SlingBox.</p>		

El Slingbox debe ser conectado a la misma red de la Laptop por la cual se realizará la configuración.

Se debe instalar SlingPlayer para Windows para poder realizar la configuración del SlingBox.

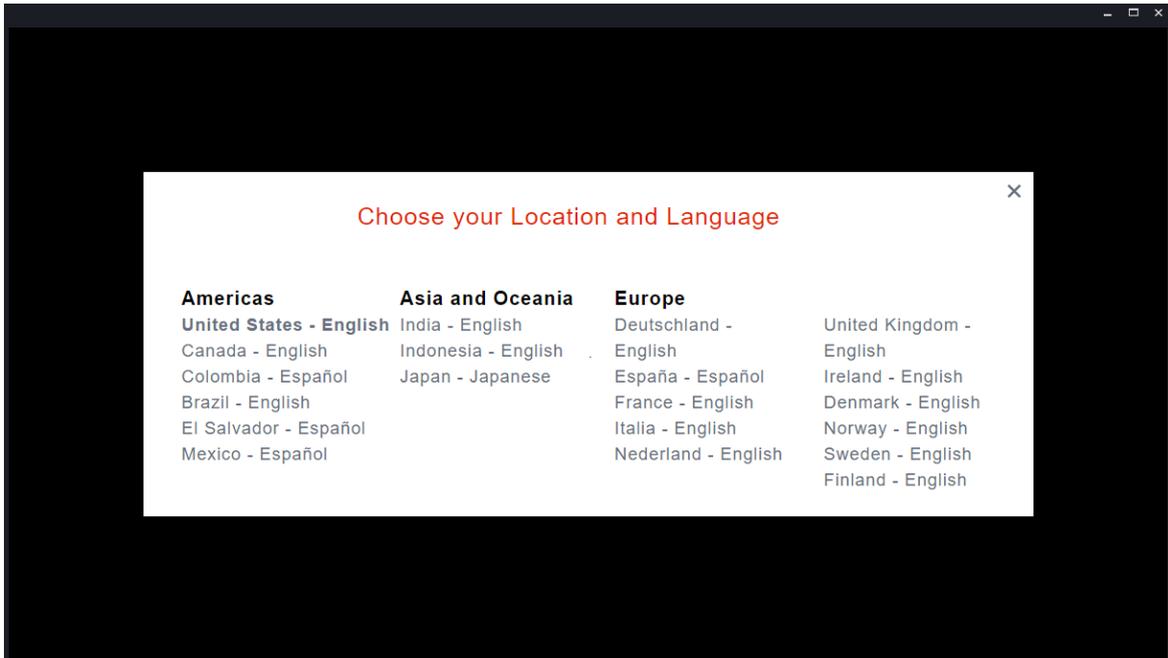


Figura 1. Seleccionar localización e idioma

Luego de concluir con el registro tendremos el mensaje de una cuenta exitosa.

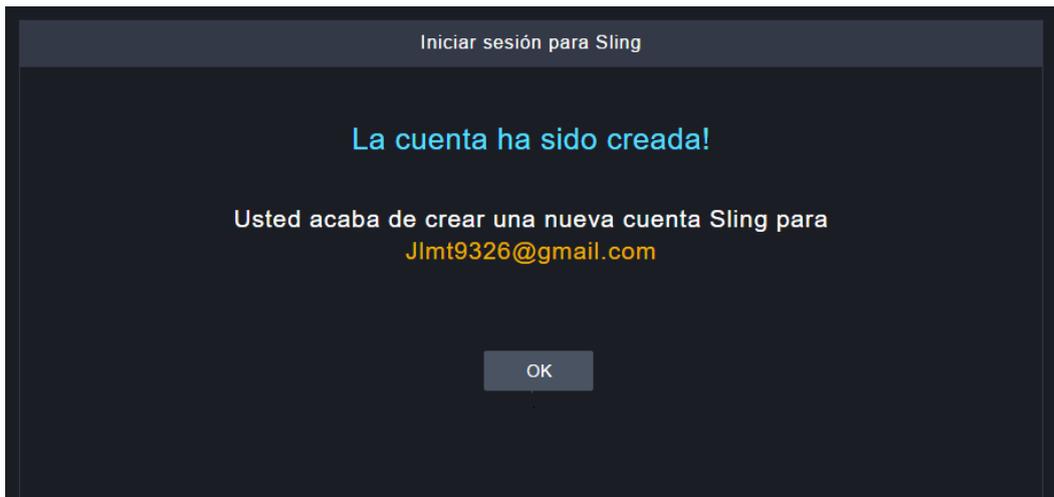


Figura 2. Creación de cuenta de SlingPlayer

Primera pantalla de bienvenida del dispositivo SlingBox, donde iniciaremos la configuración.

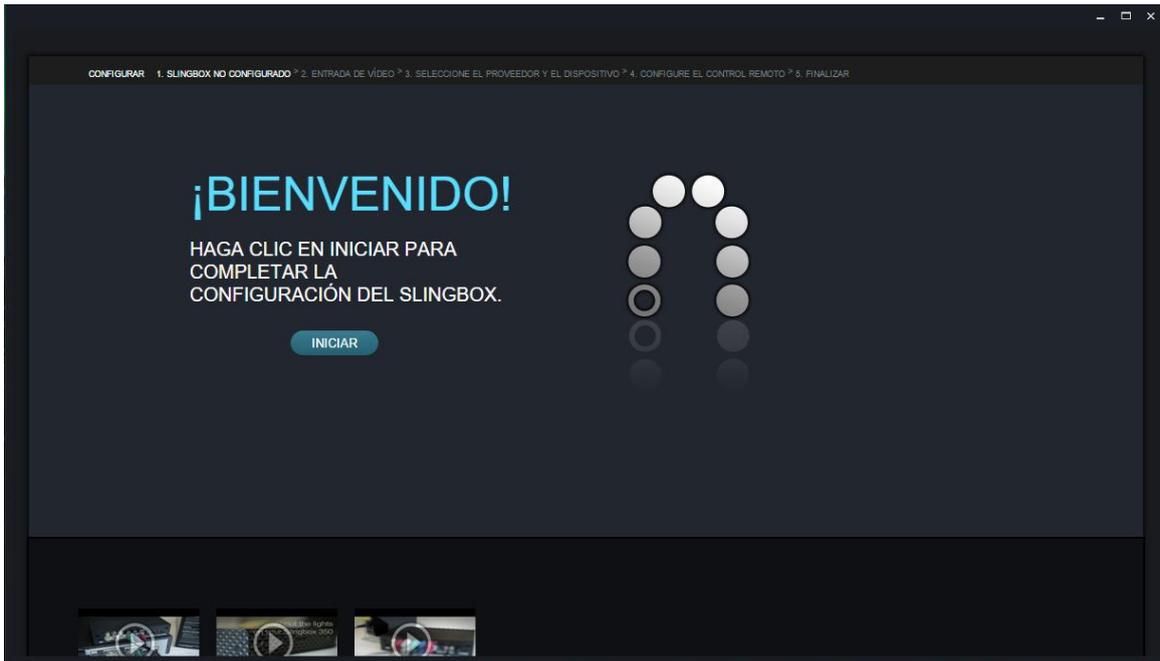


Figura 3. Pantalla inicial de SlingPlayer

Internamente se realiza una conexión a través de la red, entre el equipo SlingBox y Equipo de configuración "PC".

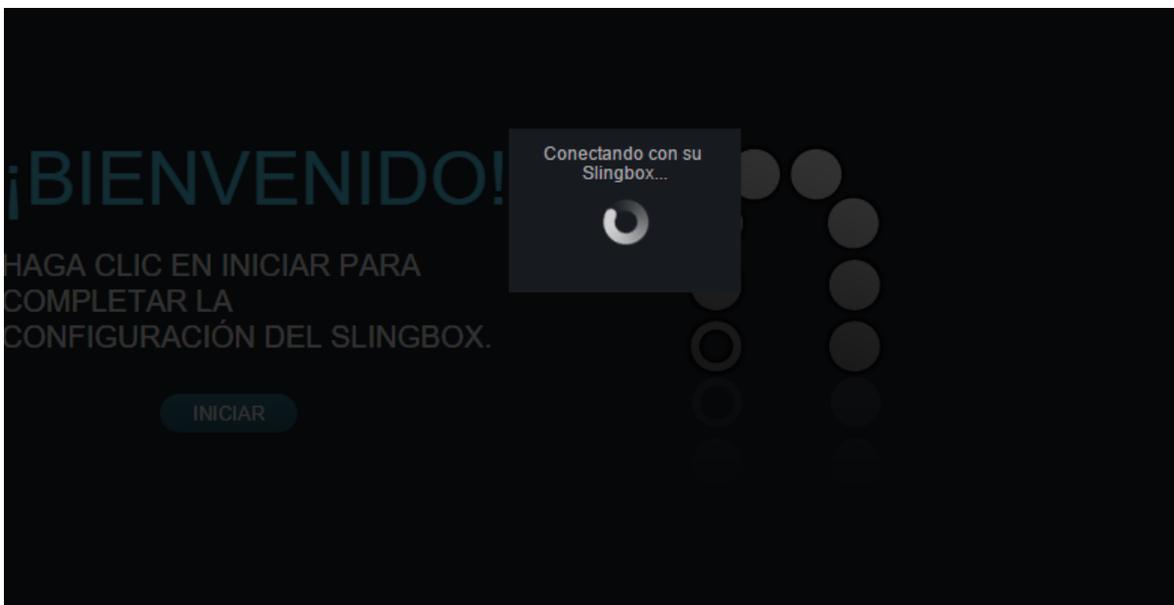


Figura 4. Conexión de SlingBox al SlingPlayer

Una vez que se realiza el reconocimiento del SlingBox en la red, se procede a realizar las configuraciones básicas: Como configuración de entrada de video "RCA"

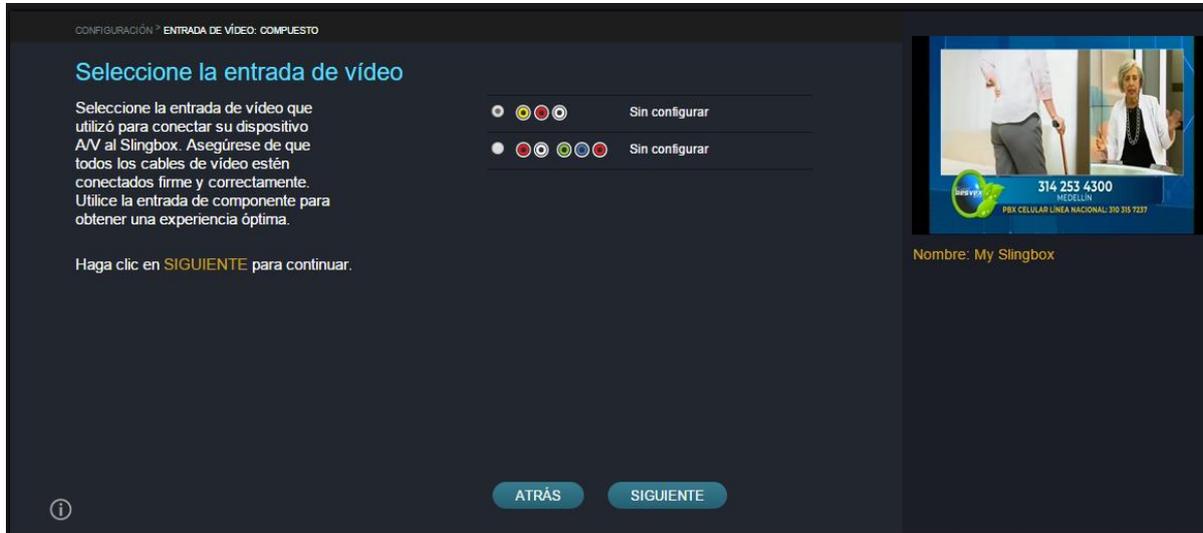


Figura 5. Selección de entrada de video

Se realiza configuración del país donde se instalará, para su registro.

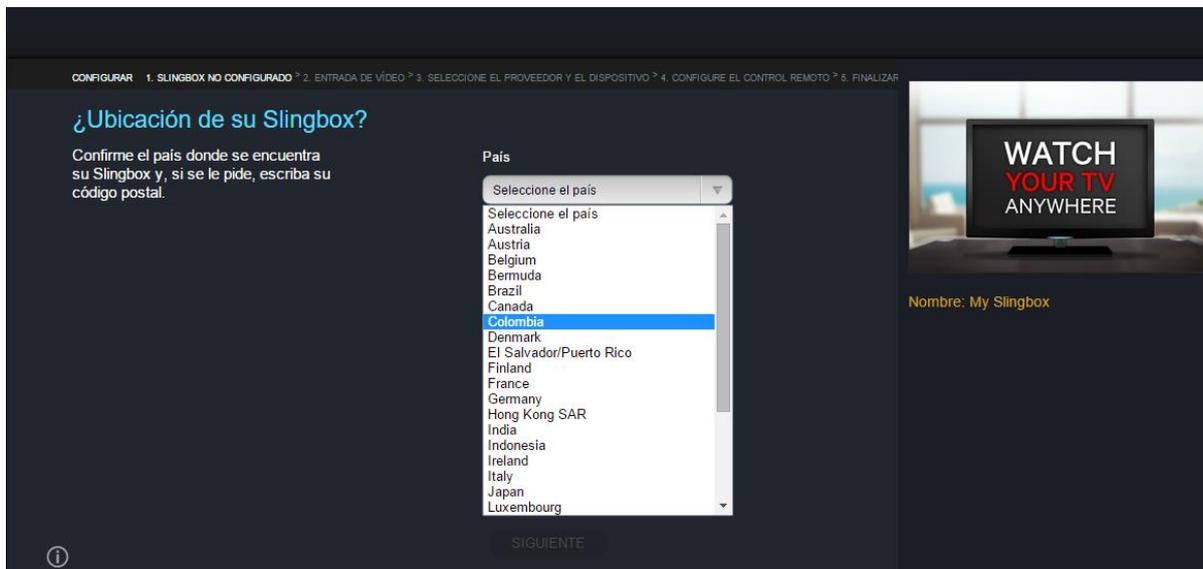


Figura 6. Seleccionar ubicación geográfica

La configuración permite selección un fabricante y modelo para la instalación como emisor IR, el cual podremos utilizar más adelante remotamente.

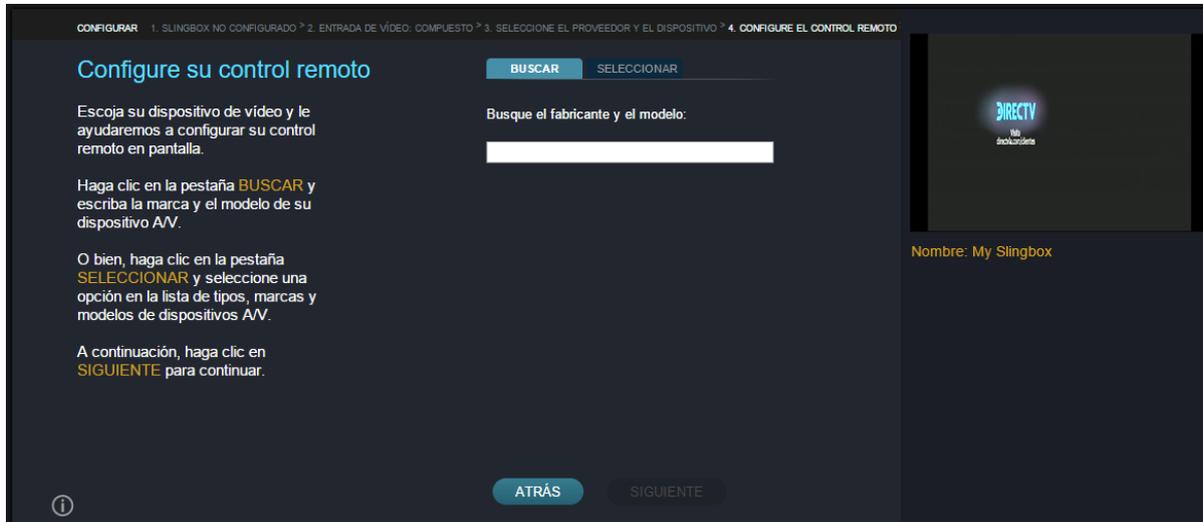


Figura 7. Configuración control remoto virtual

Para la selección del control remoto se debe considerar que hay opciones de diferentes marcas, se selecciona la más adecuada para el SlingBox y esta depende de la fuente del video.



Figura 8. Marca de control remoto

## Resumen de configuración a la cual hemos escogido según el equipo: Tipo, Marca y Modelo

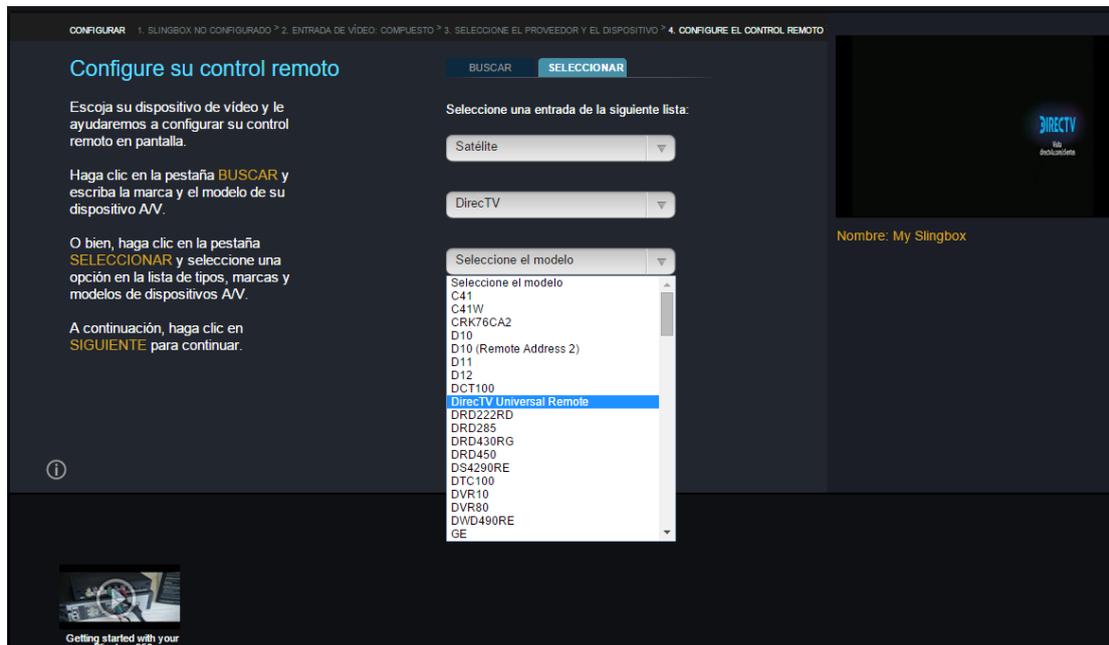


Figura 9. Fabricante del control remoto

Concluida la configuración del IR, tendremos una visualización del dispositivo para verificar su funcionalidad y recepción al equipo instalado.

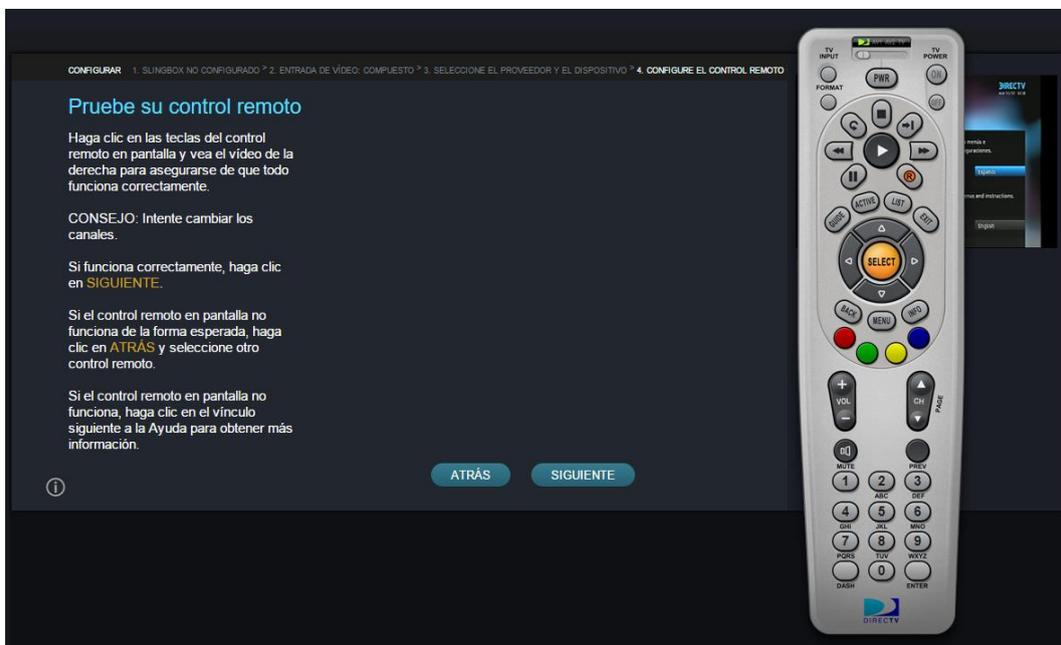


Figura 10. Validación del control remoto

Luego de haber realizado la confirmación se procede a la visualización del video streaming.

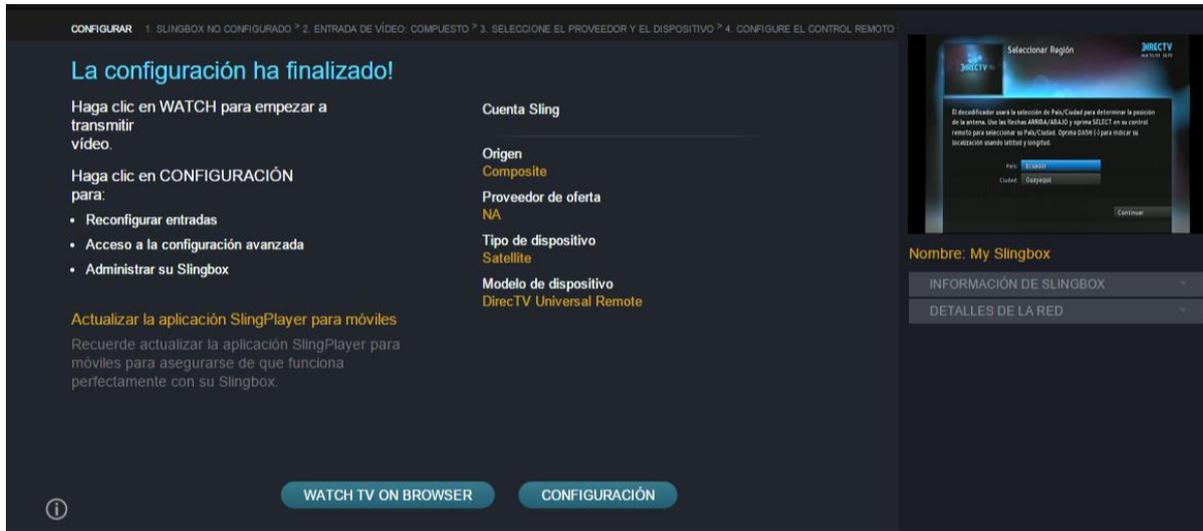


Figura 11. Configuración finalizada.

Iniciaremos con la configuración e instalación de nuestro sistema satelital, realizando este proceso en dos pasos: Instalación de antena y configuración. Conectaremos nuestro dispositivo de la siguiente forma.

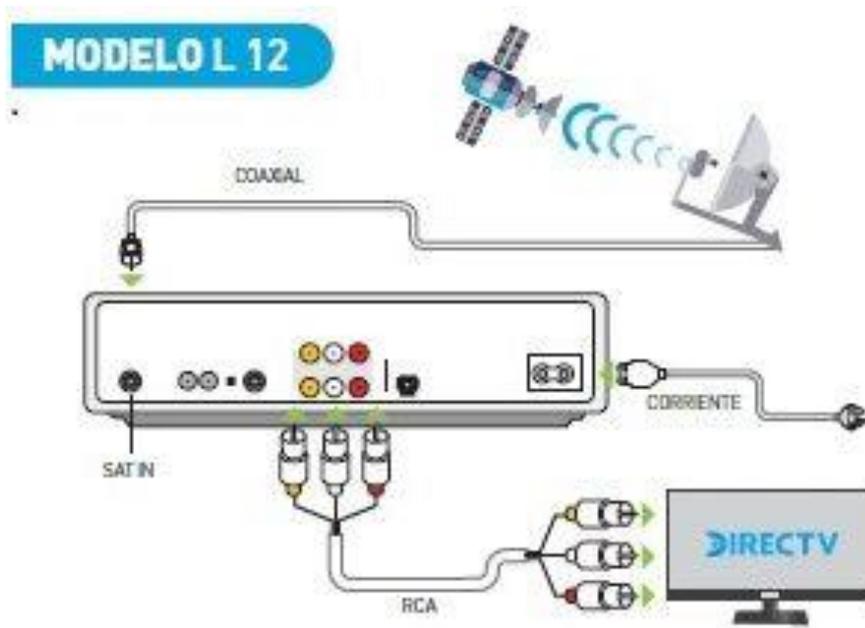


Figura 12. Conexión de dispositivo

Daremos los primeros pasos de configuración a nuestro decodificador DirecTV para poder verificación de calidad de señal y concluir con la instalación, sistema satelital DirecTV.



Figura 13. Opción 1 "Idioma de configuración"

Bienvenida a DirecTV, iniciaremos con el primer paso de configuración.

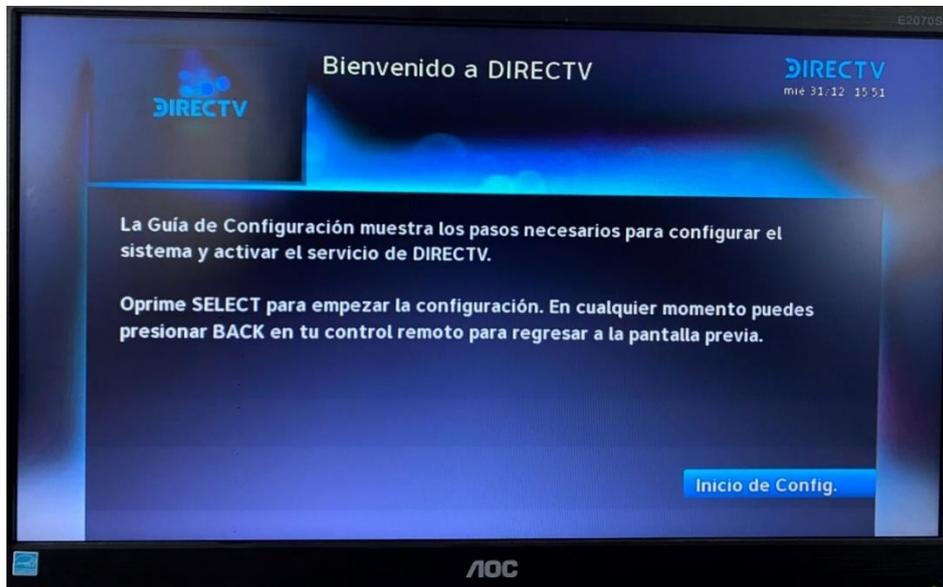


Figura 14. Inicio de configuración

Daremos paso a la revisión y conexión de nuestro equipo: alimentación, LNB y video.

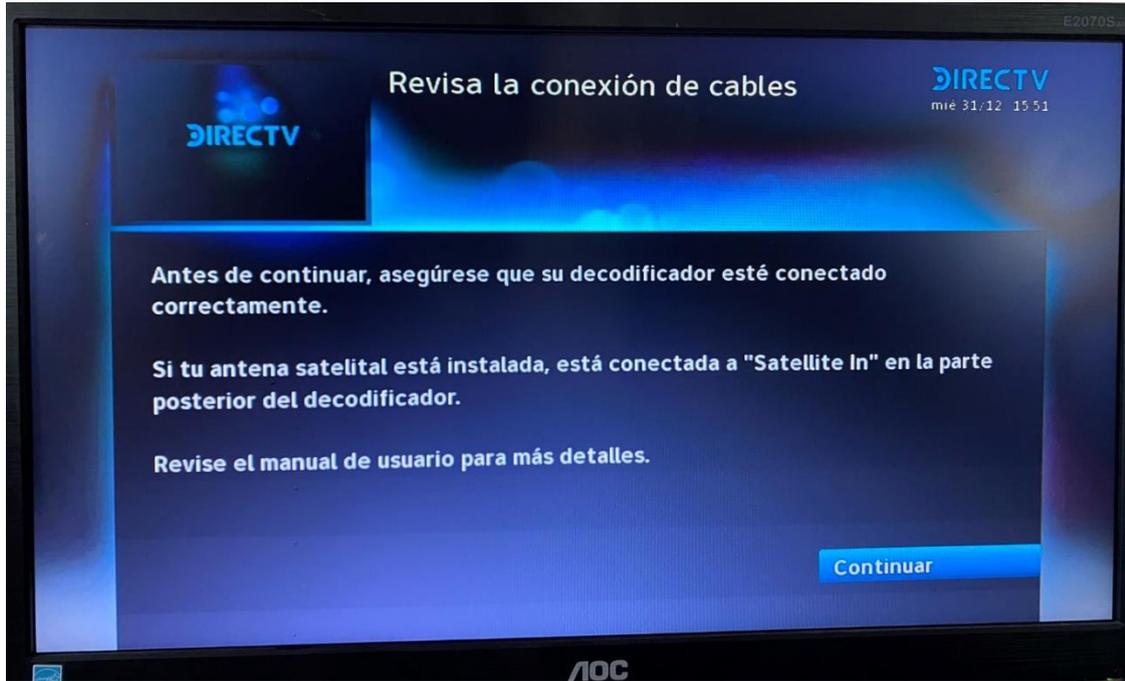


Figura 15. Revisión de conexión

Seleccionaremos la relación TV, formato de pantalla que coincidirá con la TV.

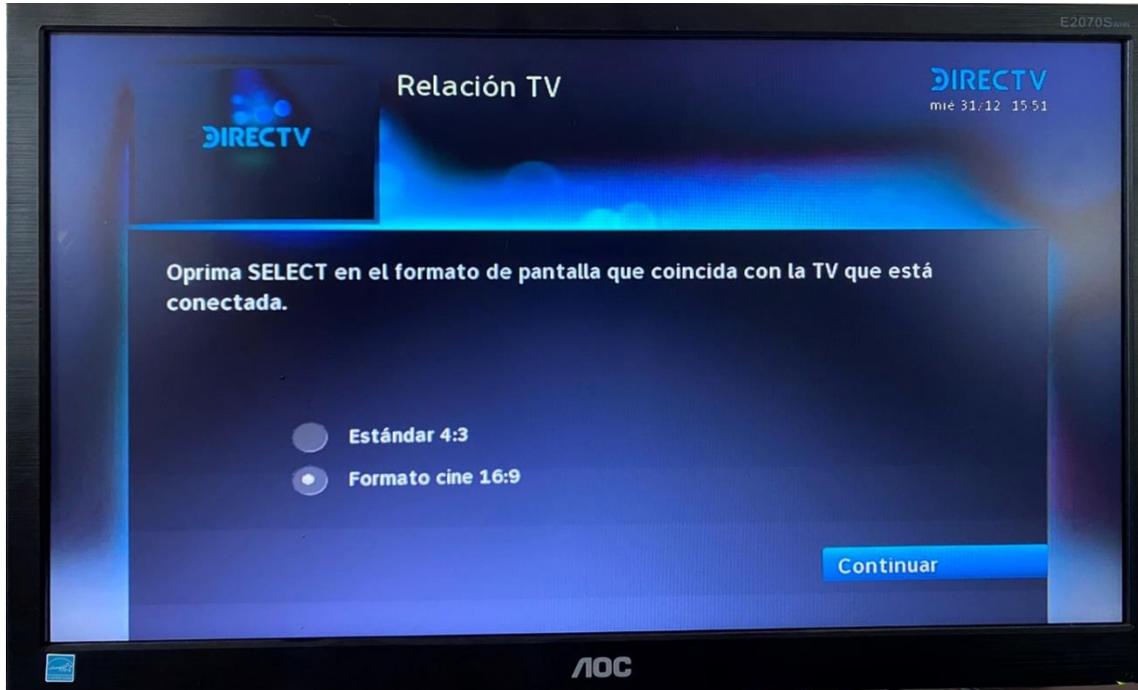


Figura 16. Formato de pantalla

Configuraremos los parámetros posibles de resolución, para dispositivos posibles a los que conectaremos nuestro decodificador satelital.

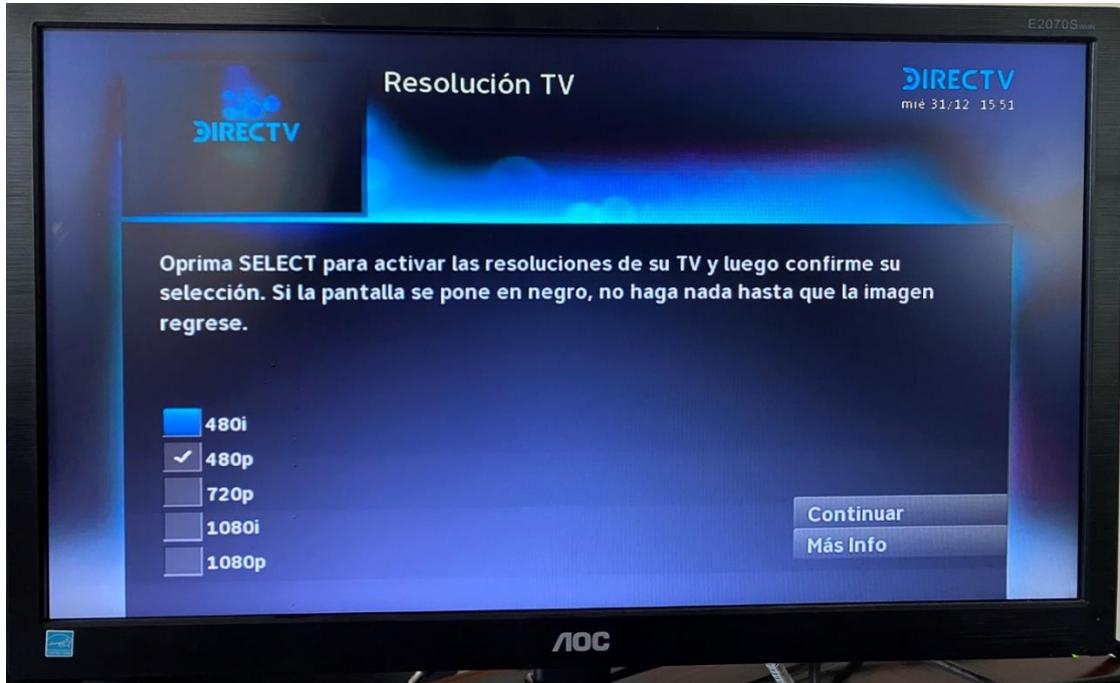


Figura 17. Resolución de pantalla

Configuración donde el decodificador satelital será instalado, localización: País y Ciudad

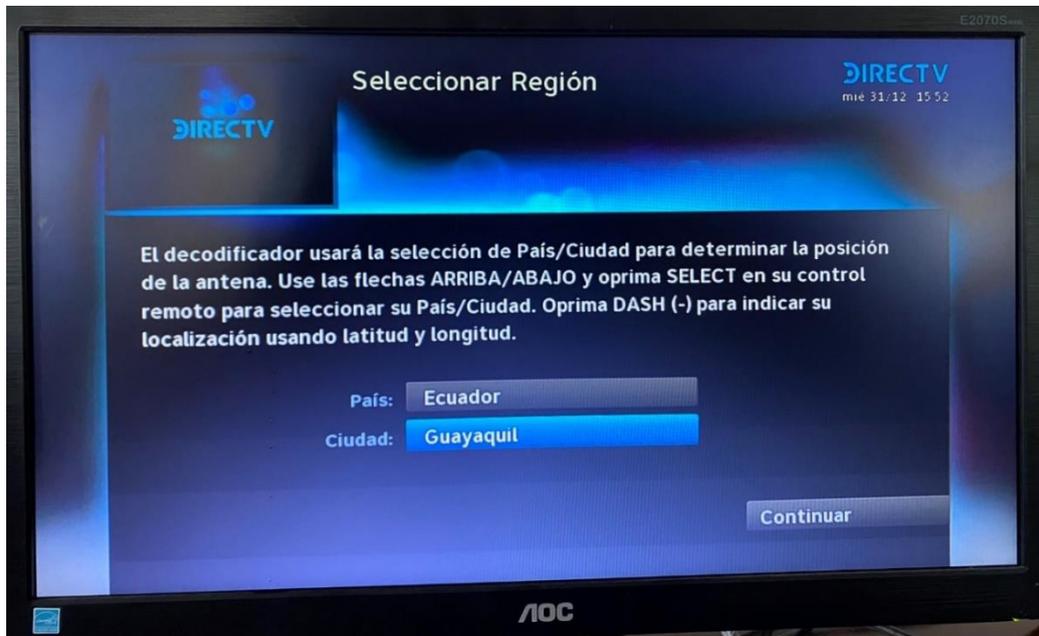


Figura 18. Selección de región

Direccionaremos nuestra antena satelital, ayudándonos con la recomendación de posición según la ubicación seleccionada previamente.

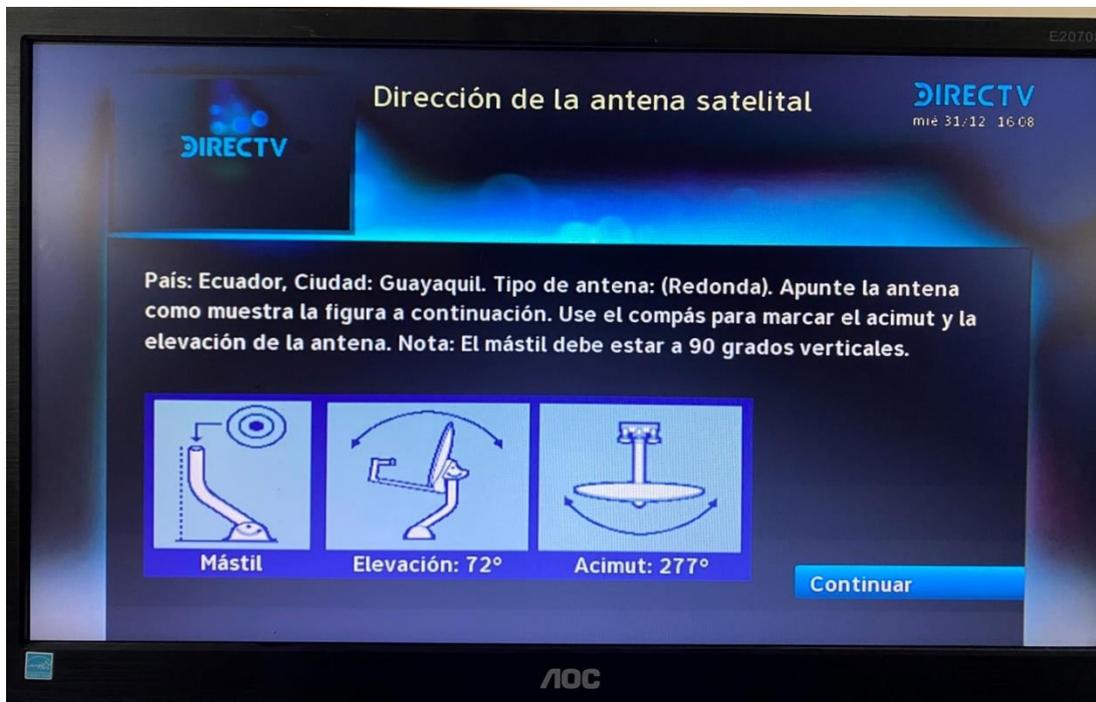


Figura 19. Dirección de antena satelital

Instalación y localización de satélite, según las recomendaciones de direccionamiento.

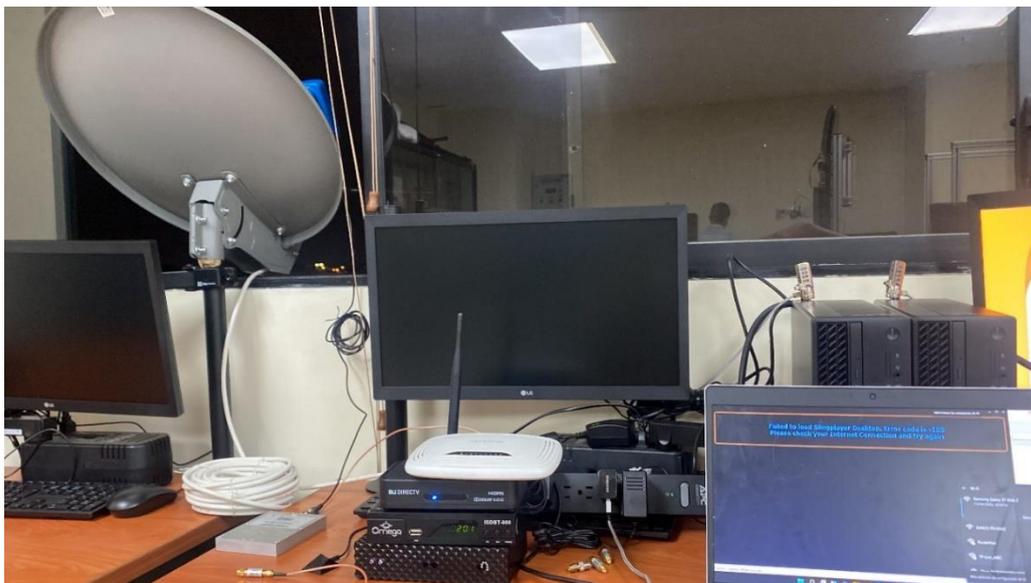


Figura 20. Instalación de antena

Realizando la instalación con la información del proveedor proporcionada, se deberá dirigir la antena con una inclinación de  $72^\circ$  y una orientación de  $277^\circ$  Oeste.



Figura 21. Captación de satélite, orientación  $277^\circ$  O –  $72^\circ$

Una vez captado el satélite podremos realizar cambios en la dirección para aumentar la ganancia de recepción, para este caso obtenemos una potencia de  $-40\text{dbm}$  – 95%

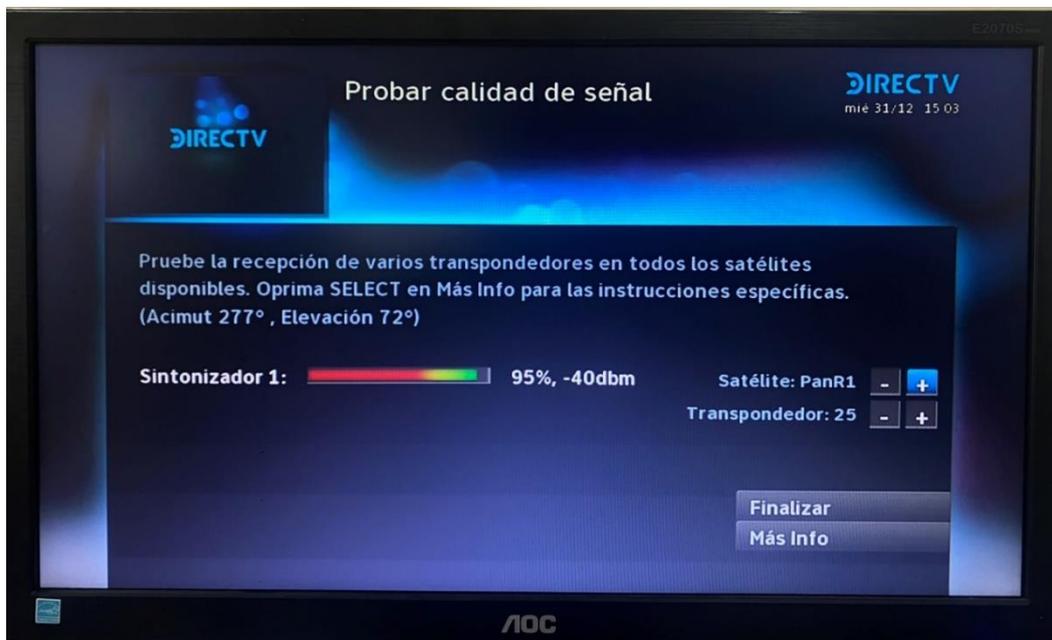


Figura 22. Calidad de señal, mínima del 90%

Una vez conseguida una señal apropiada, iniciaremos la confirmación y conexión.

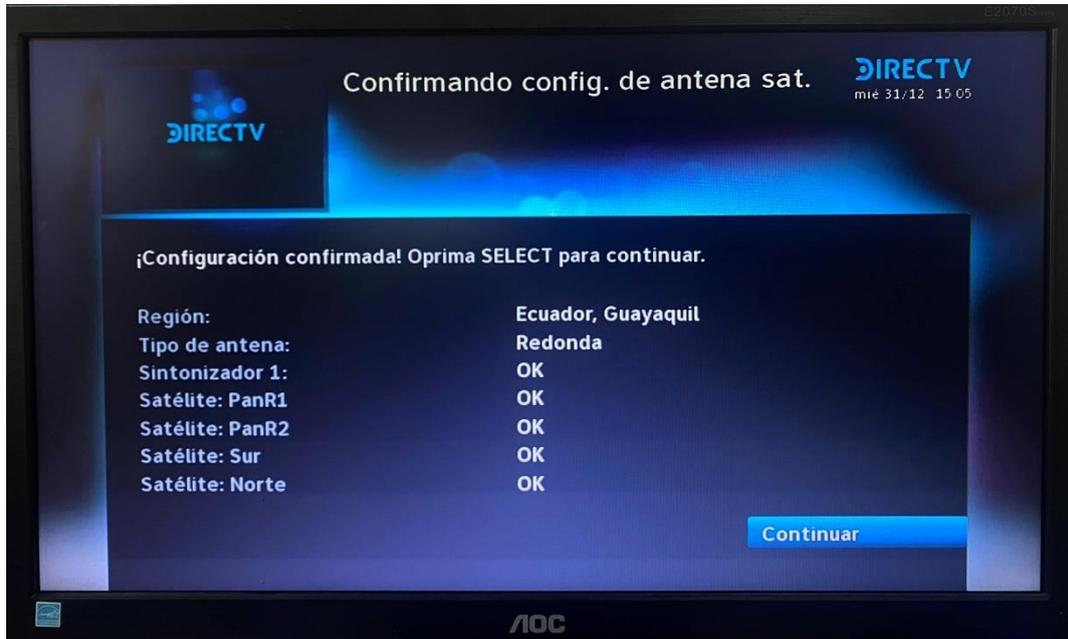


Figura 23. Confirmación de captura de satélite

Inicio de conexión y configuración del satélite, esto se realizará en dos pasos.

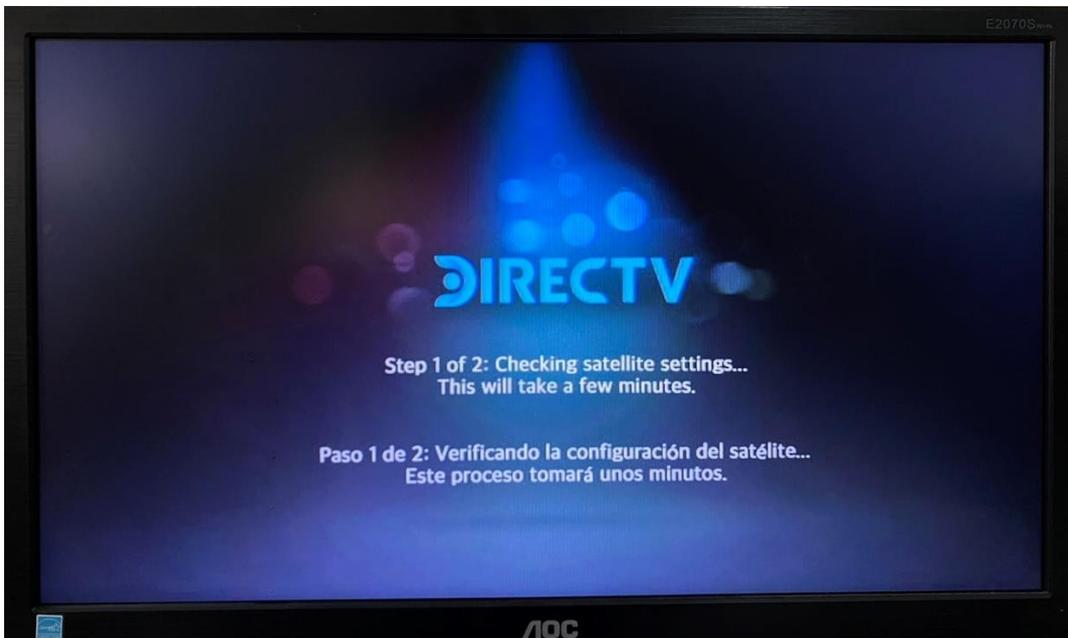


Figura 24. Inicialización de conexión con satélite

Se recibe información y configuración, estableciendo ya la conexión satelital, DirecTV

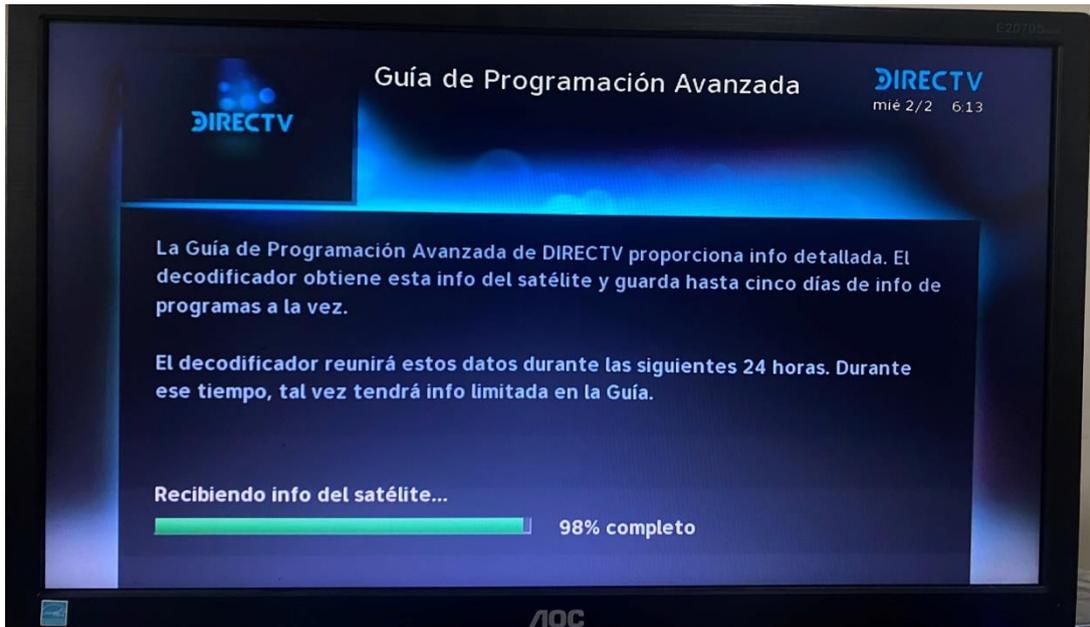


Figura 25. Recepción de datos de conexión

Finaliza la conexión con la recepción de datos



Figura 26. Paso 2 de recepción de datos satelitales

Bienvenida del sistema, para su activación del producto, en modalidad Prepago

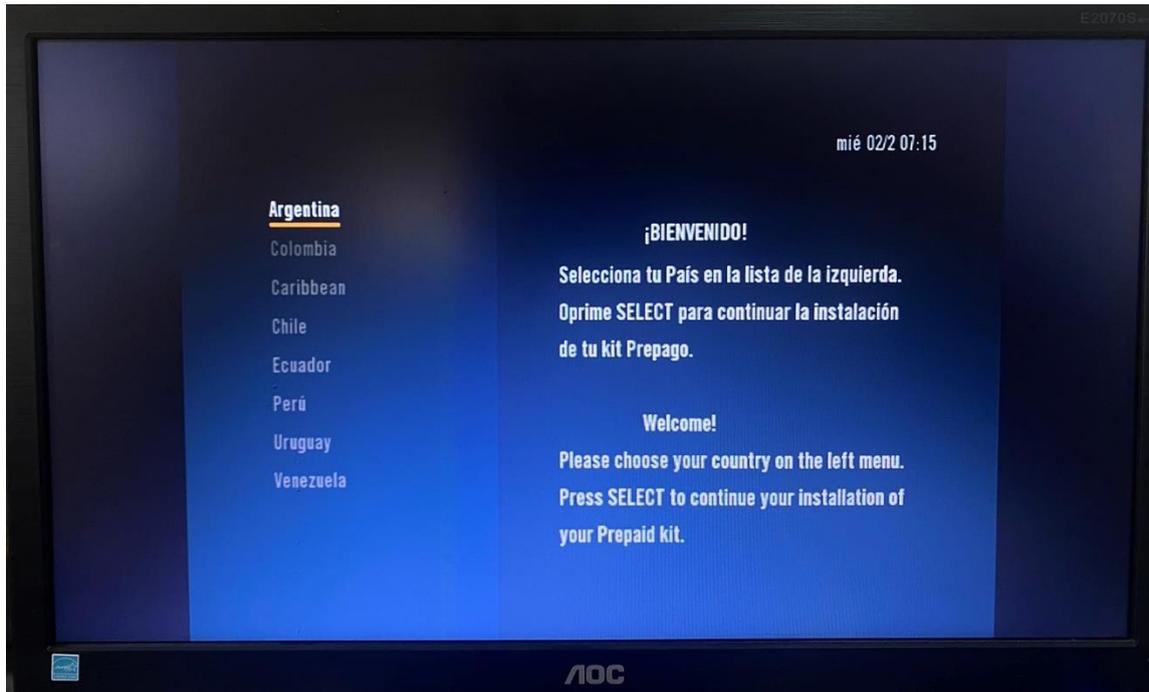


Figura 27. Pantalla de bienvenida

DirecTV nos proporcionara diferentes métodos de activación y costos para la programación.

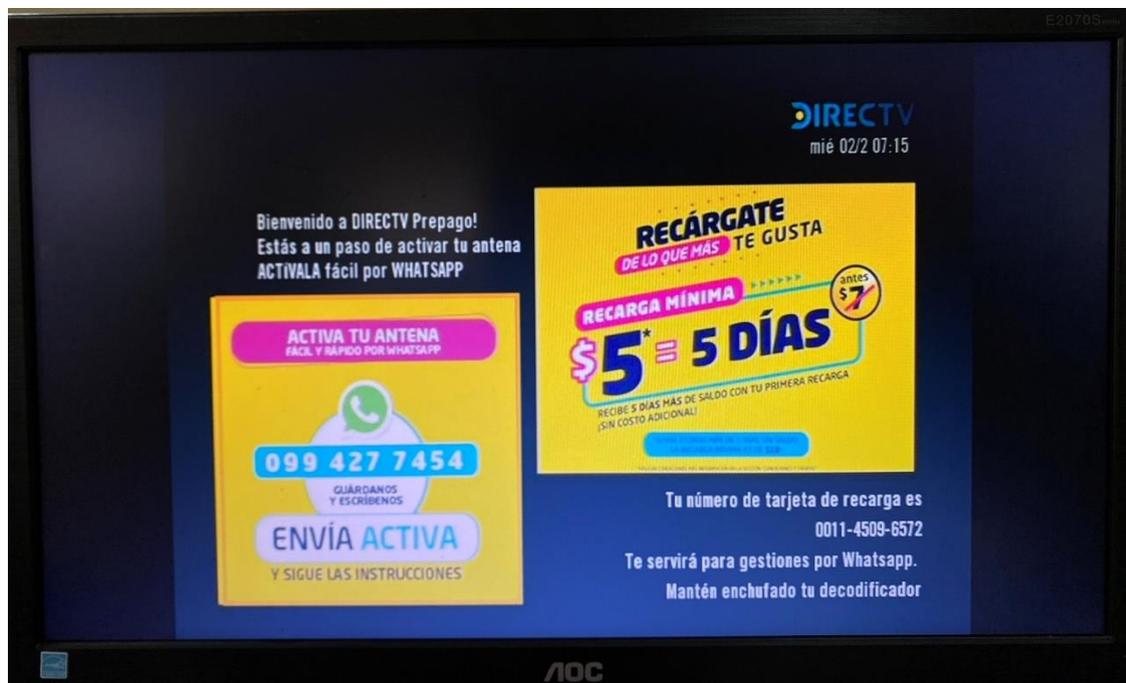


Figura 28. Método de activación para Ecuador

Como último para luego de la activación, recibiremos información de la guía de programación y finalmente su amplia programación.

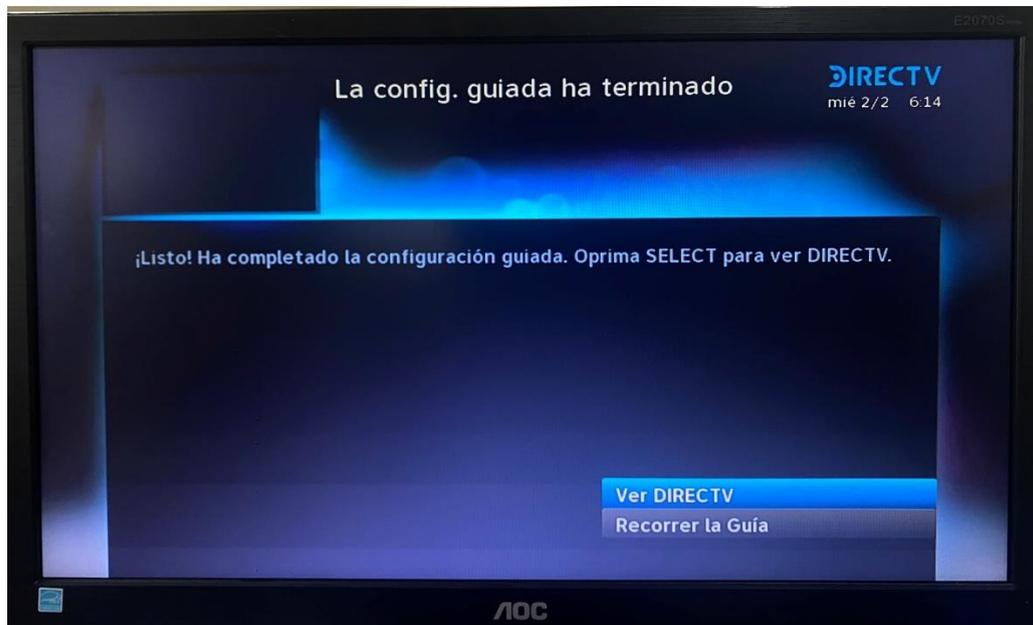


Figura 29. Recepción de guía de programación

Hay que considerar que también se puede ingresar vía web al SlingBox configurado en la cuenta al inicio de esta práctica.

A screenshot of the Slingbox website's login and registration interface. The top navigation bar includes the Slingbox logo and links for "MIRAR", "PRODUCTOS", and "ASISTENCIA". The main heading reads "Ahora iniciará sesión en una cuenta de Sling." Below this, there are two columns. The left column, titled "Iniciar sesión", contains a "Correo electrónico" field with the value "jimt9326@gmail.com", a "Contraseña" field with masked characters, and a link "¿Ha olvidado su contraseña?" next to a "Iniciar sesión" button. The right column, titled "Crear una cuenta", contains a "Correo electrónico" field, a "Contraseña" field, and a "Confirmar contraseña" field. Below these fields are three checkboxes: "Soy mayor de 13 años.", "Acepto términos y condiciones.", and "Mantenerme informado de las noticias y novedades de Sling Media." (which is checked). A "Crear cuenta" button is located at the bottom of the right column.

Figura 30. Registro de sesión a la conexión streaming

Complemento de navegador “SlingPlayer for Web” donde podremos visualizar la programación de nuestro sistema satelital, mediante la red, visualizaremos y ampliaremos la imagen donde adicional nos proporcionara información del dispositivo.

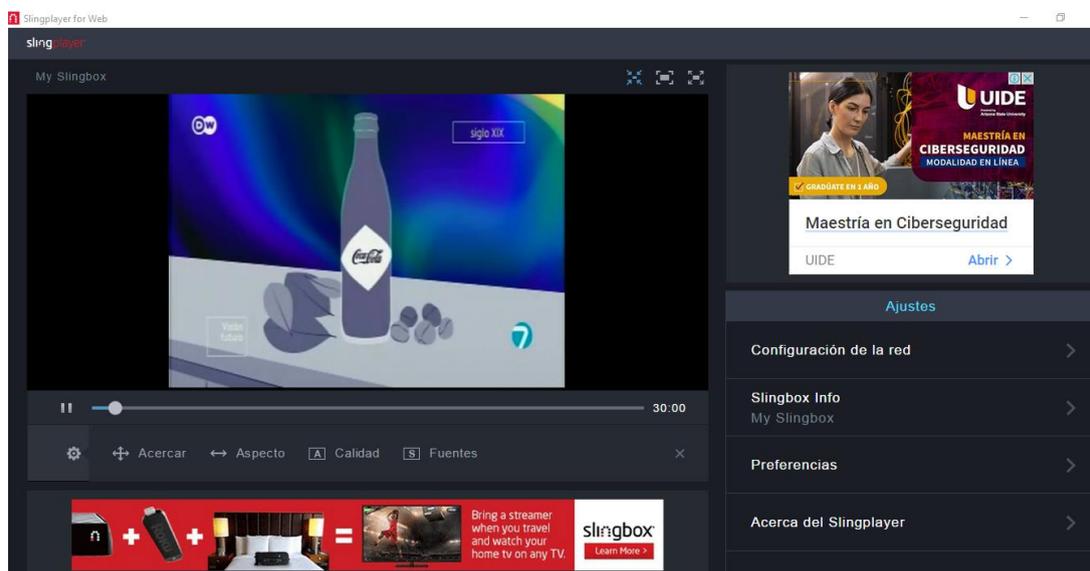


Figura 31. Visualización de video en SlingPlayer

Se puede observar que SlingBox envía el streaming del video mediante el puerto 5201. Este puerto y la ip servirá para la monitorización del protocolo de video en Wireshark.

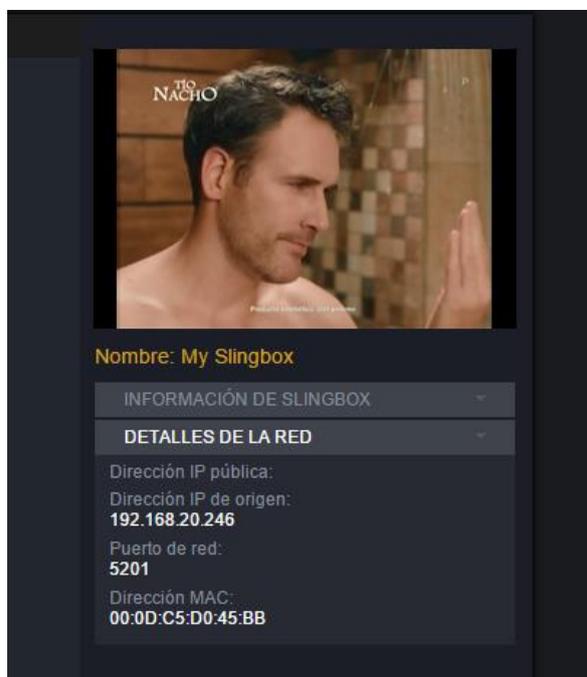


Figura 32. Ip y puerto de SlingPlayer.

Se abre Wireshark y se aplica el filtro tcp.port ==5201, este puerto utiliza Slingbox para la transmisión de video.

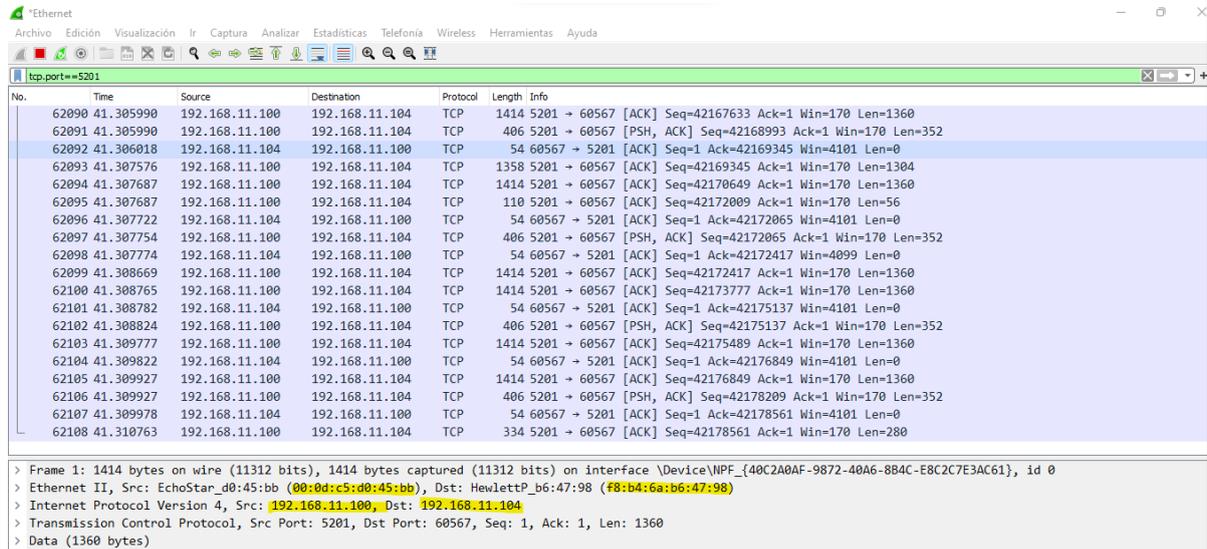


Figura 33. Monitorización de SlingBox con Wireshark

Al cerrar el Slingbox se valida que no se recibe paquetes en el puerto 5201

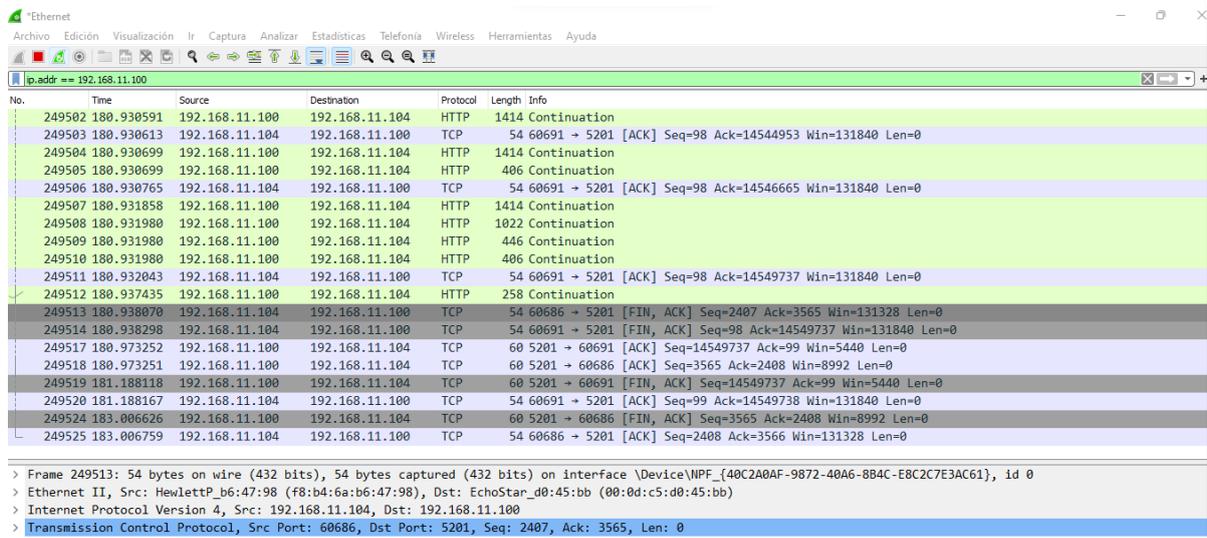


Figura 34. SlingBox con Wireshark

**RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

Colocar los resultados obtenidos en la práctica.

**CONCLUSIONES:**

Colocar las conclusiones de la práctica.

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**N. PRÁCTICA:**

2

**TÍTULO PRÁCTICA:** Configuración e implementación de banco de pruebas de video streaming con VLC y análisis de protocolos con Wireshark.

**OBJETIVO GENERAL:**

Configurar e implementar banco de prueba de video streaming con VLC y análisis de protocolos con Wireshark.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Configurar servidor streaming con VLC.
- Envío y recepción de video streaming con VLC.
- Analizar protocolos de video con Wireshark.

**INSTRUCCIONES**

1. Leer el manual de práctica para el desarrollo de esta.
2. Se deben utilizar los equipos del banco de pruebas de forma responsable y calificada.
3. Trabajar de manera grupal para el desarrollo de la práctica.
4. Ordenar el sitio de práctica luego del desarrollo de esta práctica.

**ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

Para esta configuración de servidor Streaming, utilizaremos las herramientas que nos incluye el aplicativo VLC, como es “Emisión”

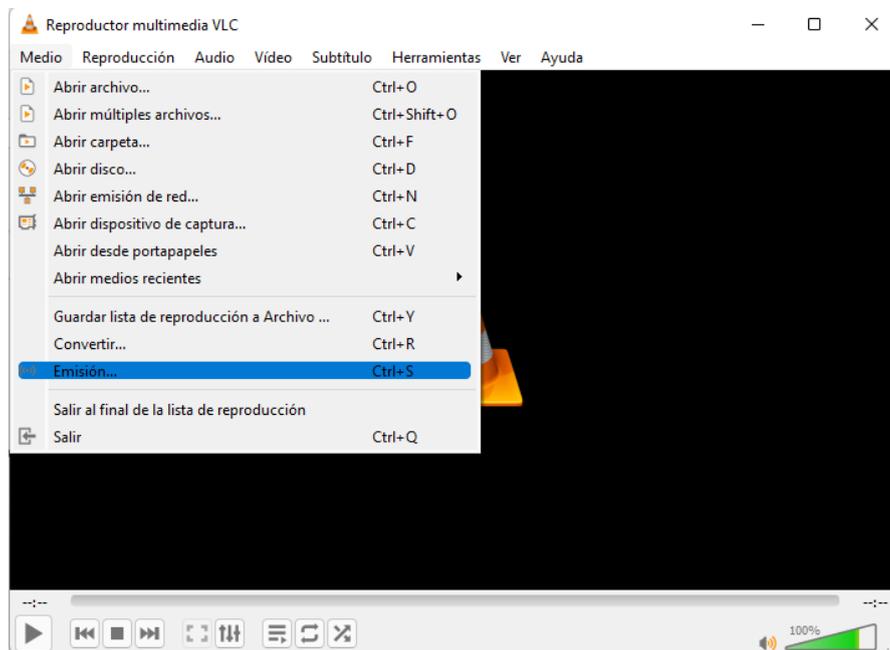


Figura 1. Inicio de programa local

Seleccionaremos el o los archivos como catalogo a reproducirse mediante streaming.

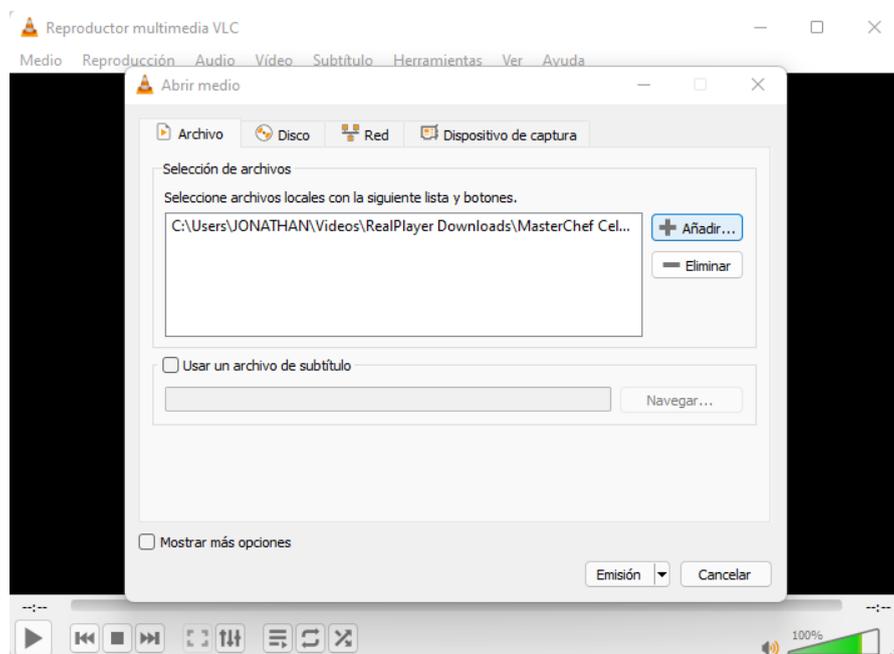


Figura 2. Selección de archivo para streaming

Visualizaremos una pantalla donde confirmaremos el video y dirección de entrada.

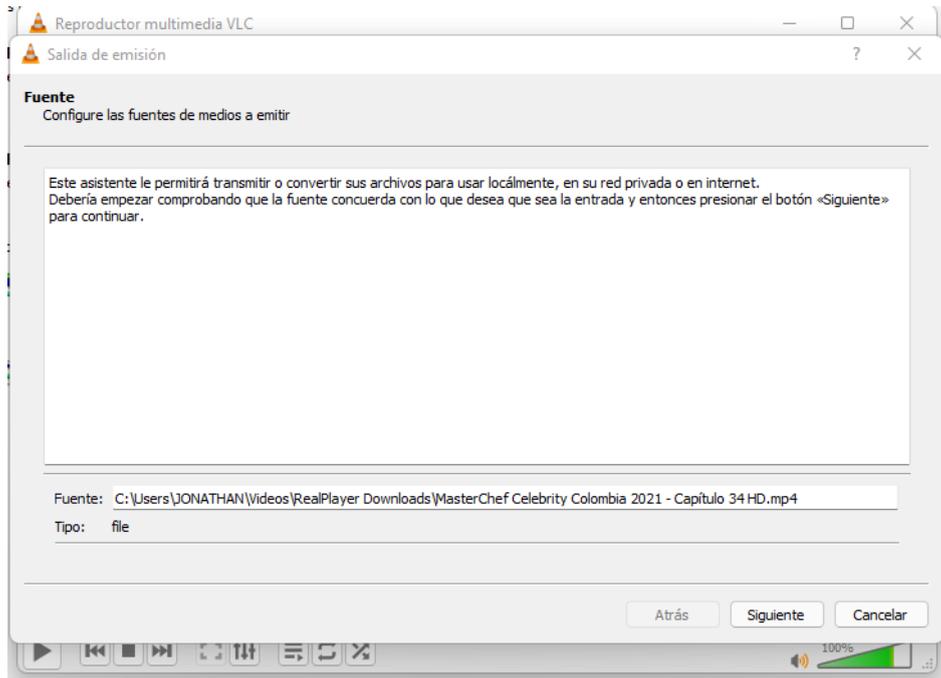


Figura 3. Fuente de transmisión

Configuraremos el protocolo de preferencia que usaremos para transmitir nuestro archivo, esto dependerá del dispositivo de recepción, protocolos compatibles

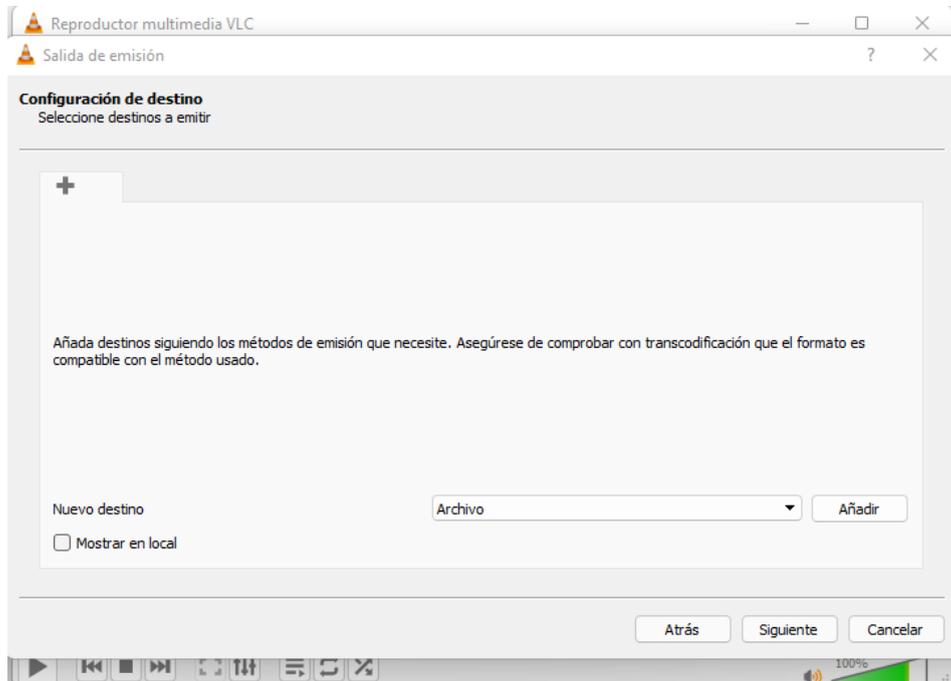


Figura 4. Configuración de transmisión

Compatibilidad de la herramienta VLC para transmitir, se permite los siguientes Protocolos

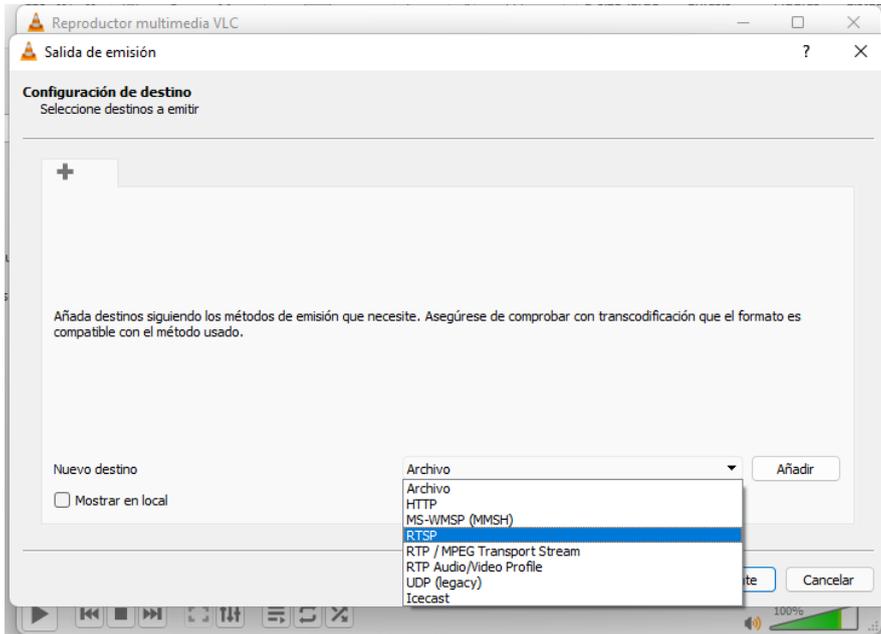


Figura 5. Selección de protocolo a trabajar

Configuración de Puerto para utilizar según protocolo seleccionado, RTSP: 8554 puerto predeterminado

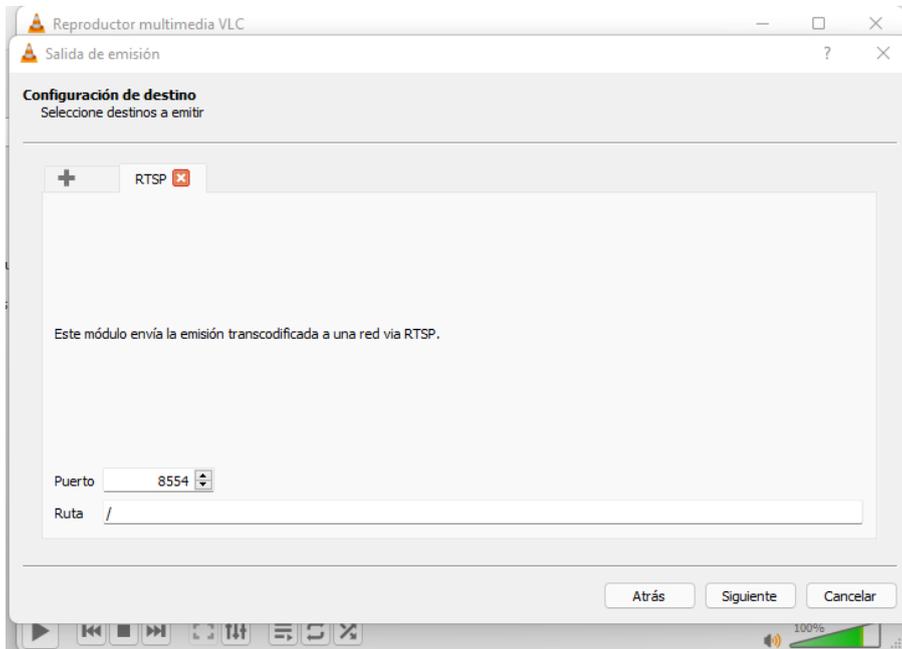


Figura 6. Especificación de puerto a utilizar para transferir

Configuración de transcodificador, donde podremos seleccionar calidad de audio y video, muy útil cuando nuestra transmisión tendrá un gran consumo “numero de receptores”.

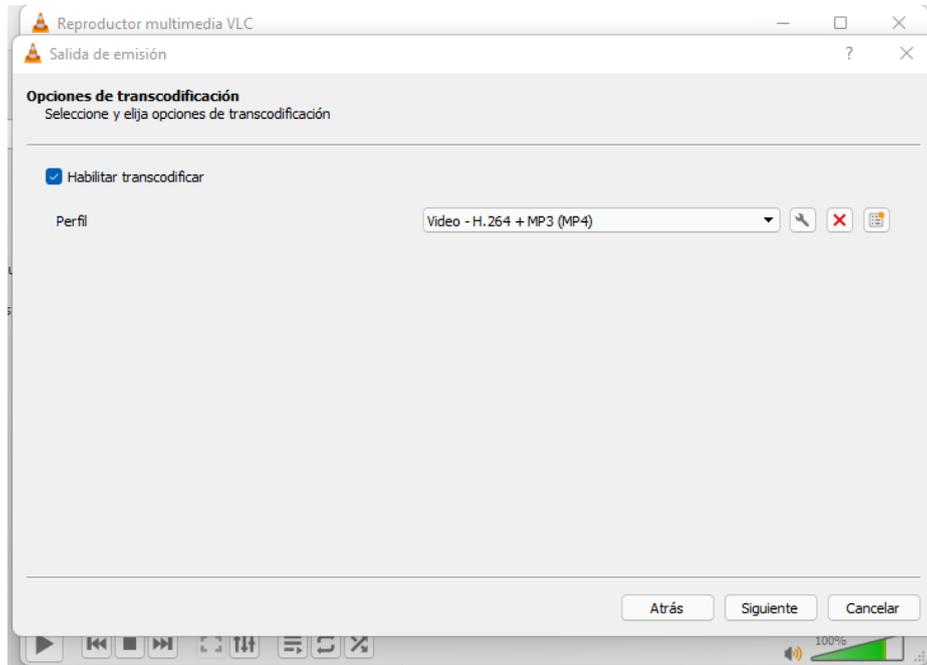


Figura 7. Codificador de video – Calidad

Una vez realizada toda la configuración de nuestra transmisión, como la calidad de audio y video, archivo a transmitir, protocolo, puerto, podremos finalizar la configuración y emitir.

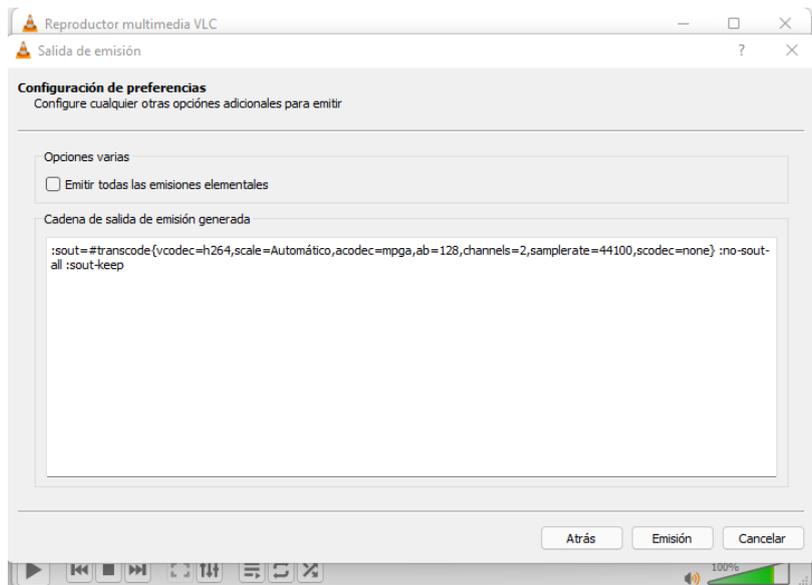


Figura 8. Resumen de la transmisión

Desde el dispositivo receptor, deberemos tener instalada la misma herramienta “VLC” donde nos dirigiremos a la opción o bandeja de red.



Figura 9. Ingreso de aplicativo desde iPhone

En el apartado de red, tendremos varias opciones como: nube, emisión de red, descargas y compartir mediante wifi del dispositivo.



Figura 10. Ingresamos “Abrir Emisión de Red”

Ingresaremos la URL, la cual hace referencia al protocolo, dirección ip y puerto

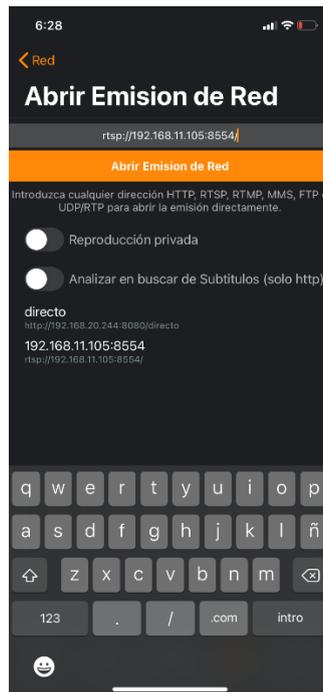


Figura 11. URL del dispositivo emisor "Servidor de Streaming"

Al realizar una conexión, se realiza una carga de buffer para evitar cortes más adelante.

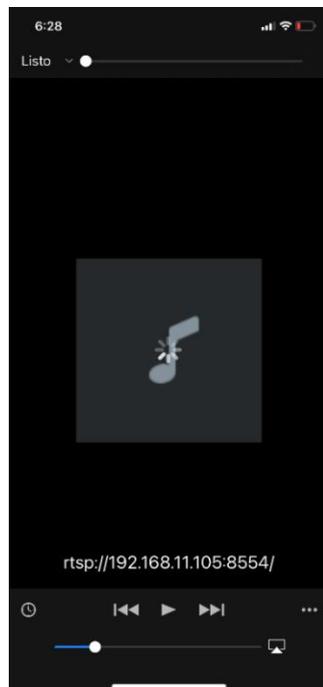


Figura 12. Se realiza una carga de buffer

Podremos visualizar la reproducción que el servidor mantenga activo.



Figura 13. Se visualiza video mediante Streaming

Realizando una captura en la red local, localizaremos y analizaremos los protocolos.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
5494	86.154646	192.168.11.102	192.168.11.104	RTSP	178	OPTIONS rtsp://192.168.11.104:8554/ RTSP/1.0
5495	86.180967	192.168.11.104	192.168.11.102	RTSP	179	Reply: RTSP/1.0 200 OK
5496	86.189329	192.168.11.102	192.168.11.104	TCP	60	63486 → 8554 [ACK] Seq=125 Ack=126 Win=262016 Len=0
5497	86.190994	192.168.11.102	192.168.11.104	RTSP	204	DESCRIBE rtsp://192.168.11.104:8554/ RTSP/1.0
5498	86.223464	192.168.11.104	192.168.11.102	TCP	259	8554 → 63486 [PSH, ACK] Seq=126 Ack=275 Win=1049344 Len=205 [TCP segment of a reassembled PDU]
5499	86.239217	192.168.11.102	192.168.11.104	TCP	60	63486 → 8554 [ACK] Seq=275 Ack=331 Win=261888 Len=0
5500	86.239292	192.168.11.104	192.168.11.102	RTSP/...	605	Reply: RTSP/1.0 200 OK
5501	86.244306	192.168.11.102	192.168.11.104	TCP	60	63486 → 8554 [ACK] Seq=275 Ack=882 Win=261568 Len=0
5502	86.246254	192.168.11.102	192.168.11.104	RTSP	237	SETUP rtsp://192.168.11.104:8554/trackID=4 RTSP/1.0
5503	86.275949	192.168.11.104	192.168.11.102	RTSP	325	Reply: RTSP/1.0 200 OK
5504	86.293999	192.168.11.102	192.168.11.104	TCP	60	63486 → 8554 [ACK] Seq=458 Ack=1153 Win=261824 Len=0
5505	86.293999	192.168.11.102	192.168.11.104	RTSP	264	SETUP rtsp://192.168.11.104:8554/trackID=5 RTSP/1.0
5506	86.325055	192.168.11.104	192.168.11.102	RTSP	325	Reply: RTSP/1.0 200 OK
5507	86.334402	192.168.11.102	192.168.11.104	TCP	60	63486 → 8554 [ACK] Seq=668 Ack=1424 Win=261824 Len=0
5516	86.334402	192.168.11.102	192.168.11.104	RTSP	221	PLAY rtsp://192.168.11.104:8554/ RTSP/1.0
5520	86.367531	192.168.11.104	192.168.11.102	RTSP	397	Reply: RTSP/1.0 200 OK
5521	86.388053	192.168.11.102	192.168.11.104	TCP	60	63486 → 8554 [ACK] Seq=835 Ack=1767 Win=261760 Len=0
5561	86.603262	192.168.11.102	192.168.11.104	TCP	60	[TCP Keep-Alive] 63486 → 8554 [ACK] Seq=834 Ack=1767 Win=262144 Len=0
5562	86.603321	192.168.11.104	192.168.11.102	TCP	54	[TCP Keep-Alive ACK] 8554 → 63486 [ACK] Seq=1767 Ack=835 Win=1048832 Len=0
15043	144.534383	192.168.11.102	192.168.11.104	RTSP	211	GET_PARAMETER rtsp://192.168.11.104:8554/ RTSP/1.0

> Frame 5499: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface \Device\NPF\_{40C2A0AF-9872-40A6-8B4C-E8C2C7E3AC61}, id 0  
> Ethernet II, Src: ee:50:ff:e6:c4:18 (ee:50:ff:e6:c4:18), Dst: HewlettP\_b6:47:98 (f8:b4:6a:b6:47:98)  
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.11.102, Dst: 192.168.11.104  
> Transmission Control Protocol, Src Port: 63486, Dst Port: 8554, Seq: 275, Ack: 331, Len: 0

Figura 14. Análisis de transmisión Servidor – iPhone

**Cuatro comparativo de Protocolos**

	<b>HTTP</b>	<b>RTSP</b>	<b>RTP/MPEG</b>	<b>UDP</b>
<b>Pros</b>	No se necesitan complementos, latencia de menos de un segundo, códecs compatibles	Compatibilidad con multidifusión, almacenamiento en búfer bajo, compatibilidad con plataforma amplia	Alta calidad, estabilidad, latencia de menos de un segundo, fuerte compatibilidad con códecs	Latencia ultra baja y comunicación en tiempo real
<b>Contra</b>	Inestabilidad debido a una latencia inferior a un segundo	Códecs antiguos, seguridad algo baja, latencia relativamente alta	Soporte de plataforma débil, sin reproducción	Menor calidad de video, inestabilidad debido a una latencia de menos de un segundo, soporte débil
<b>Códec Video</b>	H.264	VP8, VP9, H.264	Agnostic Códec	H.264
<b>Códec Audio</b>	AAC	Opus	Agnostic Códec	Opus
<b>Latencia</b>	Menos a 1 seg	3-30 seg	Menos a 1 seg	Menos a 1 seg

**RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

Colocar los resultados obtenidos en la práctica.

**CONCLUSIONES:**

Colocar las conclusiones de la práctica.

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**N. PRÁCTICA:**

3

**TÍTULO PRÁCTICA:** Configuración e implementación de banco de prueba de televisión digital terrestre ISDBT con decodificador y antena ISDBT

**OBJETIVO GENERAL:**

Configurar e implementar banco de pruebas de televisión digital terrestre ISDBT con decodificador y antena ISDBT.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Configurar decodificador ISDBT.
- Configurar parámetros de ISDBT para banco de pruebas.
- Analizar el comportamiento de las señales ISDBT.

**INSTRUCCIONES**

1. Leer el manual de práctica para el desarrollo de esta.
2. Se deben utilizar los equipos del banco de pruebas de forma responsable y calificada.
3. Trabajar de manera grupal para el desarrollo de la práctica.
4. Ordenar el sitio de práctica luego del desarrollo de esta práctica.

## ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

### Procedimiento de conexión

Para este dispositivo tendremos como entrada la antena ISDBT, como salida tendremos los conectores RCA

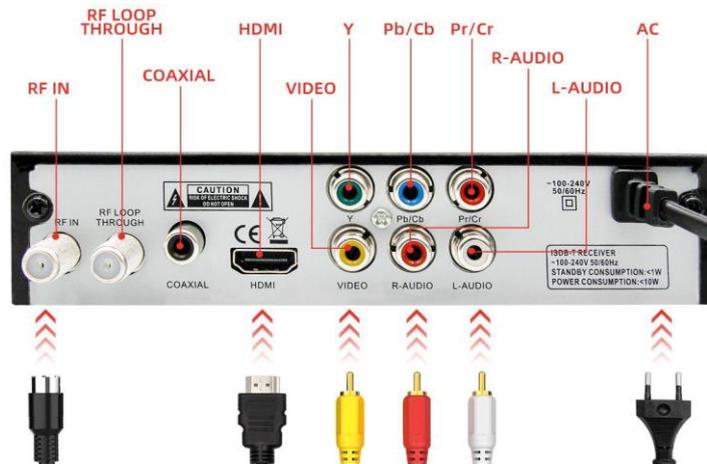


Figura 1. Diagrama de conexión posterior

Frontalmente podremos apreciar la entrada USB y botones físicos que nos permitirán cambiar de canal y encender o apagar el equipo.



Figura 2. Diagrama de conexión frontal

### Que materiales se usa

- Cable de alimentación
- Cable RCA de audio y video
- Antena ISDBT
- Decodificador ISDBT
- Pantalla

### Instalación de la antena

La antena ISDBT nos ayudará con la recepción de señal digital, para este procedimiento la antena será instalada dentro del domicilio, tendrá una gran importancia lo cerrada que sea esta área, ya que si tendrá consecuencias en la recepción de señal.



Figura 3. Antena ISDBT

### Fotos de los equipos

Decodificador ISBDT-800 de la marca Omega, nos permitirá la recepción de canales digitales HD, con el rango de recepción local.



Figura 4. Equipo ISBDT-800

Al iniciar el equipo se observa la siguiente figura



Figura 5. Pantalla inicial de la marca

Visualizaremos las opciones Media Player que nos permite el dispositivo, PVR, reproducción mediante USB como, música, video e imágenes.

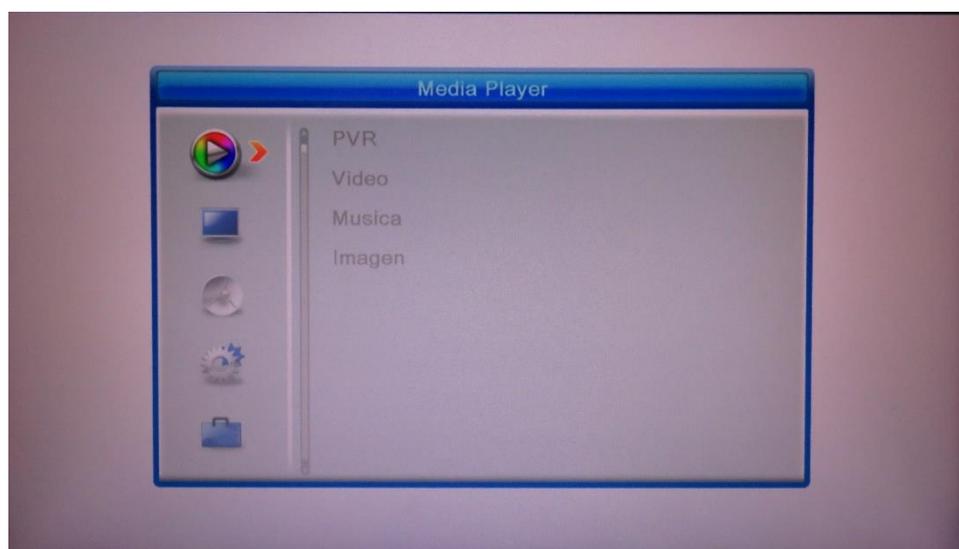


Figura 6. Menú de configuración "Media Player"

Menú de edición de canales, canales de Tv, canales de radio y la opción de restaurar.

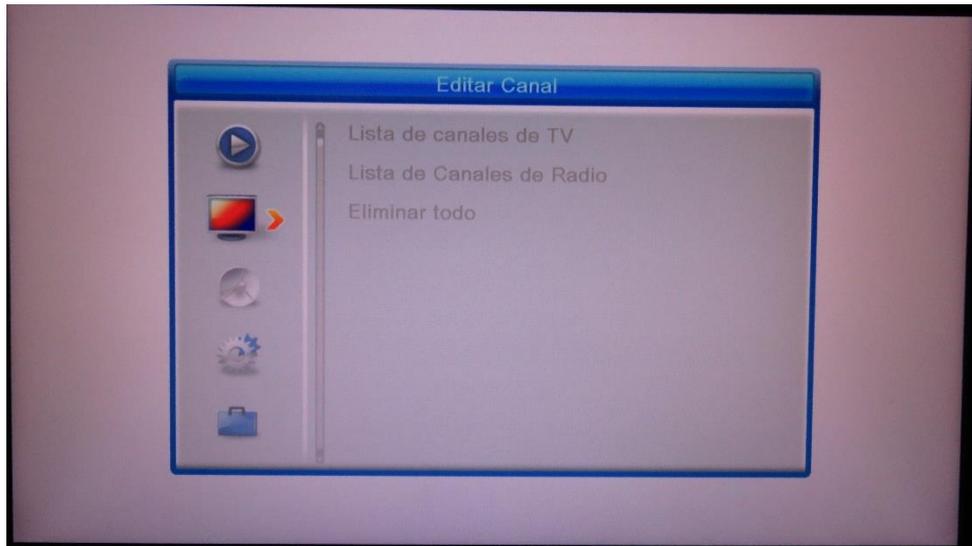


Figura 7. Menú de configuración "Editar Canal"

Menú donde podremos realizar configuración y búsqueda de canales.

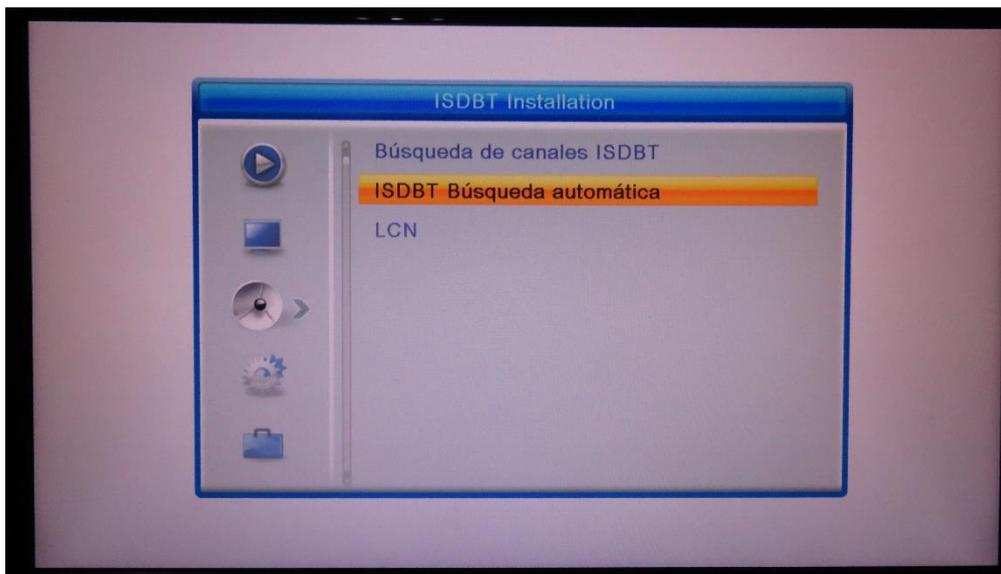


Figura 8. Menú de configuración "ISDBT Installation"

Menú de sistema, donde configuraremos idioma, formatos de TV, resolución de pantalla, fecha y hora, control parental, configuración de entrada, categoría de favoritos.

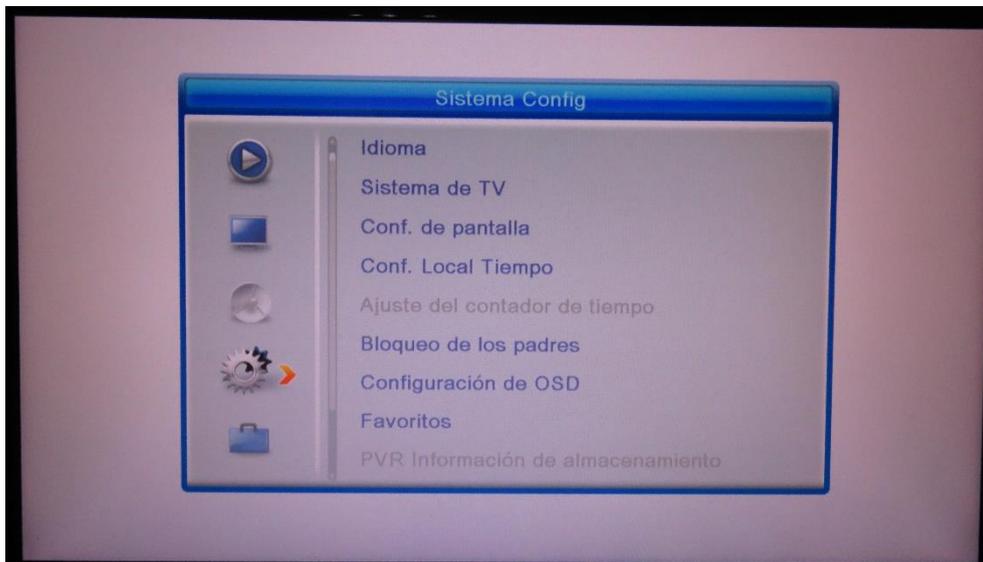


Figura 9. Menú de configuración "Sistema Config"

Iniciando con el proceso de búsqueda de canales, visualizaremos por defecto la búsqueda de señal VHF, seleccionaremos búsqueda por frecuencia, el equipo guarda por defecto un rango de frecuencia, un ancho de banda, el equipo no cuenta con tarjeta de red lo que no permite la posibilidad de canales IPTV, canal de señal e intensidad de señal.

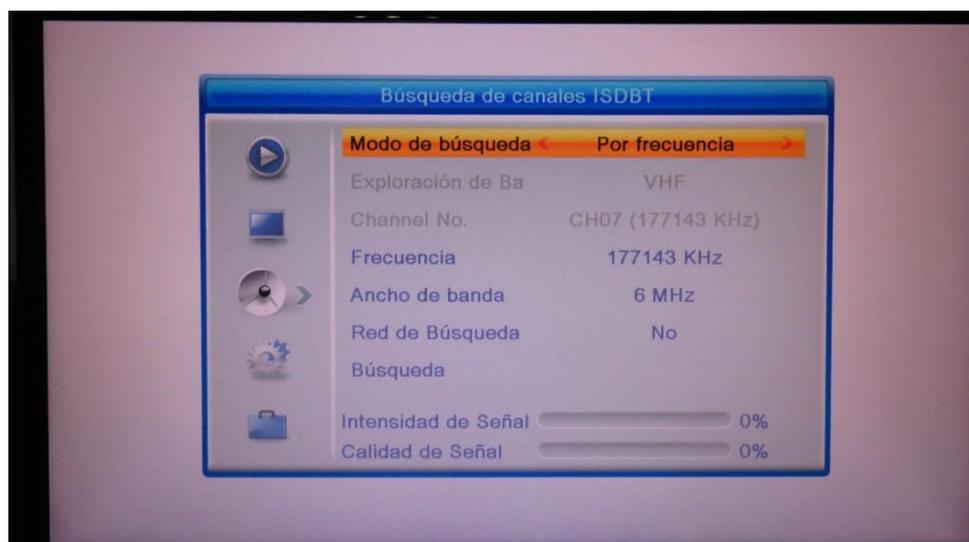


Figura 10. Configuración de búsqueda

Para una búsqueda automática y predeterminada seleccionaremos el país ya que cada región tendrá un rango de frecuencias

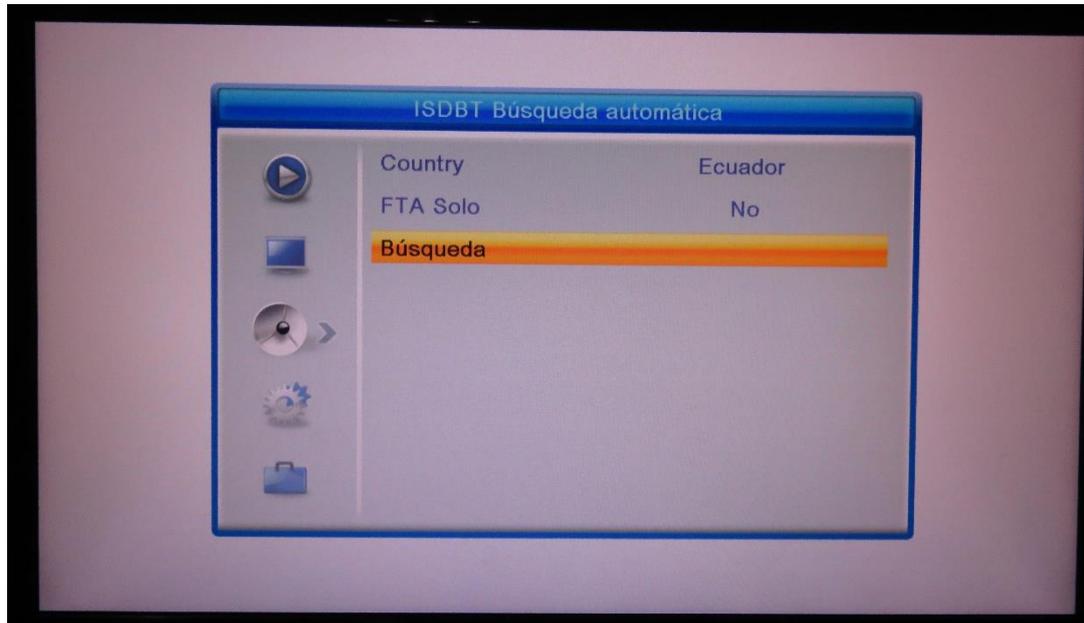


Figura 11. Especificaciones de búsqueda

Inicia el proceso de búsqueda de canales de tv y radio.

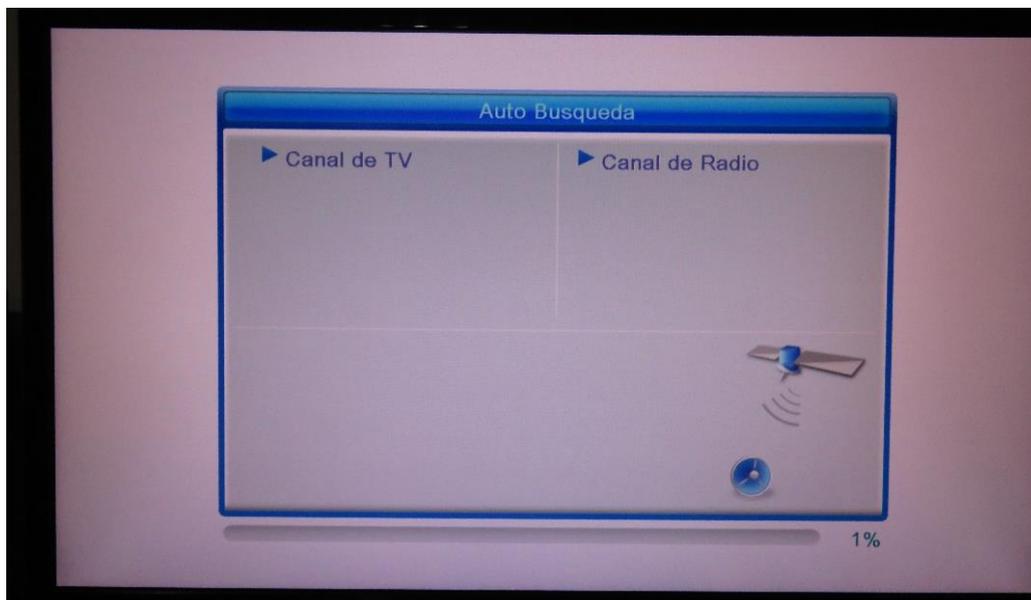


Figura 12. Realizando búsqueda

Podremos visualizar, los canales receptados, la lista de frecuencias recibidas correctamente y el porcentaje de búsqueda.

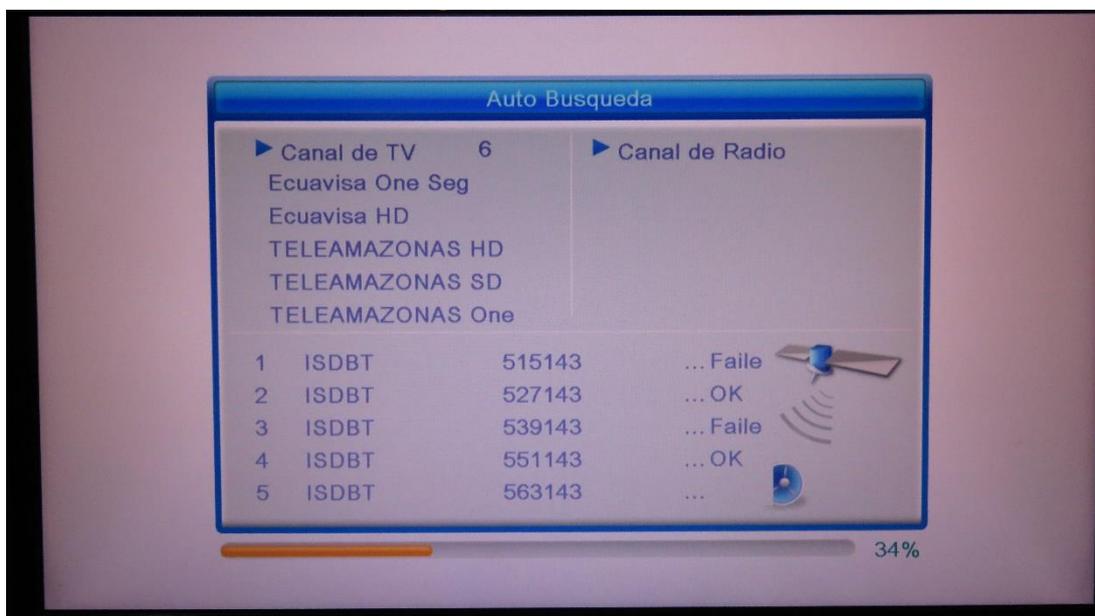


Figura 13. Búsqueda automática de canales de TV

Completar los parámetros observados de frecuencia de acuerdo con los canales de la tabla encontrados

Tabla 1. Canales y Frecuencias

Canal	Frecuencia
Ecuavisa HD	527143
RTS HD	539143
Teleamazonas HD	551143
Ecuador TV HD	515143
TC HD	563143
OromarTV HD	599143
RTU HD	635143

Podremos visualizar los canales recibidos correctamente, de acuerdo con la configuración previa.



Figura 14. Visualización de canales

En caso de que no hayamos receptado señal o calidad, deberemos buscar una mejor cobertura.

Aprovechando las múltiples funciones del equipo, el estudiante reconocerá las opciones media player, con el fin de utilizar las destrezas para contemplar la creación de un catalogo de funciones streaming, como lo es videos, música e imágenes, que ingresaremos mediante memoria USB.

Observaremos que nuestra entrada USB, detallando a continuación:

**PVR:** Grabar audio y video reproducido en el decodificador

**Video:** Reproducir videos en un amplio formato, con calidad

**Música:** Reproducir música en un amplio formato, con calidad

**Imagen:** Visualizar imágenes en diferentes formatos.

Menú Media Player, encontraremos las opciones a reproducir desde nuestra entrada USB

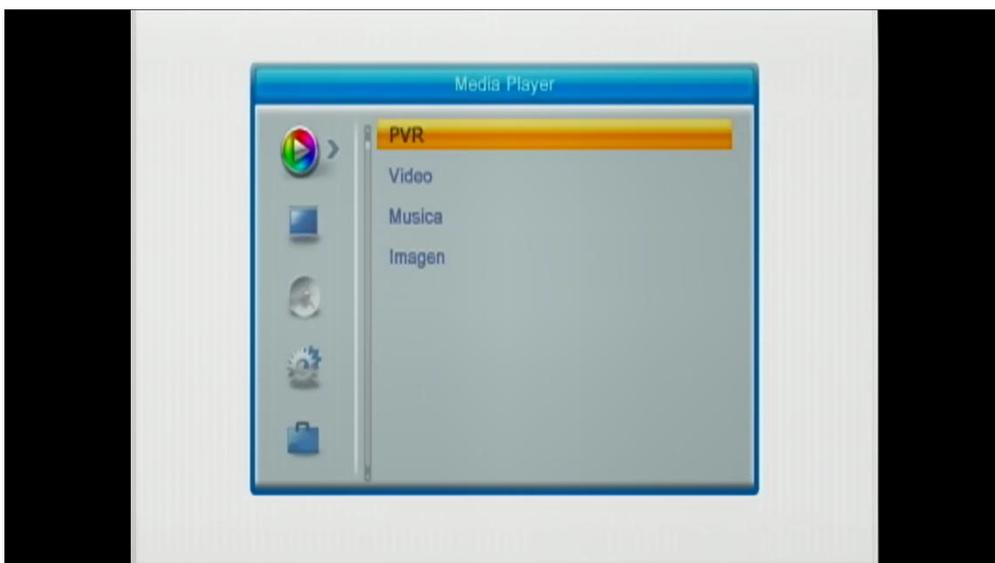


Figura 15. Menú Media Player

Utilizando la función PVR, podremos grabar las imágenes capturados en nuestros canales digitales, con un máximo de grabación que lo limitara nuestro dispositivo USB, tamaño de almacenamiento. Ejemplo en la figura 12, de 2 horas.



Figura 12. Modo PVR

Para detener la grabación, nos mostrara un mensaje donde visualizaremos los minutos grabados, con la opción de continuar o finalizar.

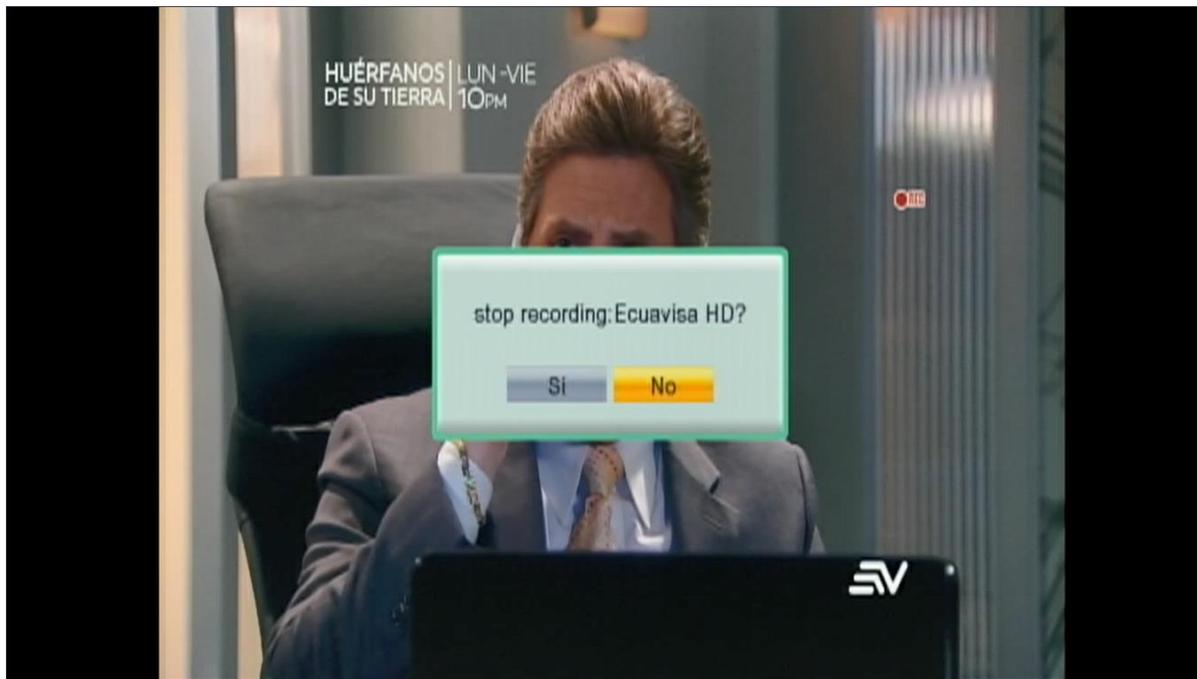


Figura 13. Detener grabación

Conociendo la opción de video, analizaremos las funciones que tiene nuestro decodificador

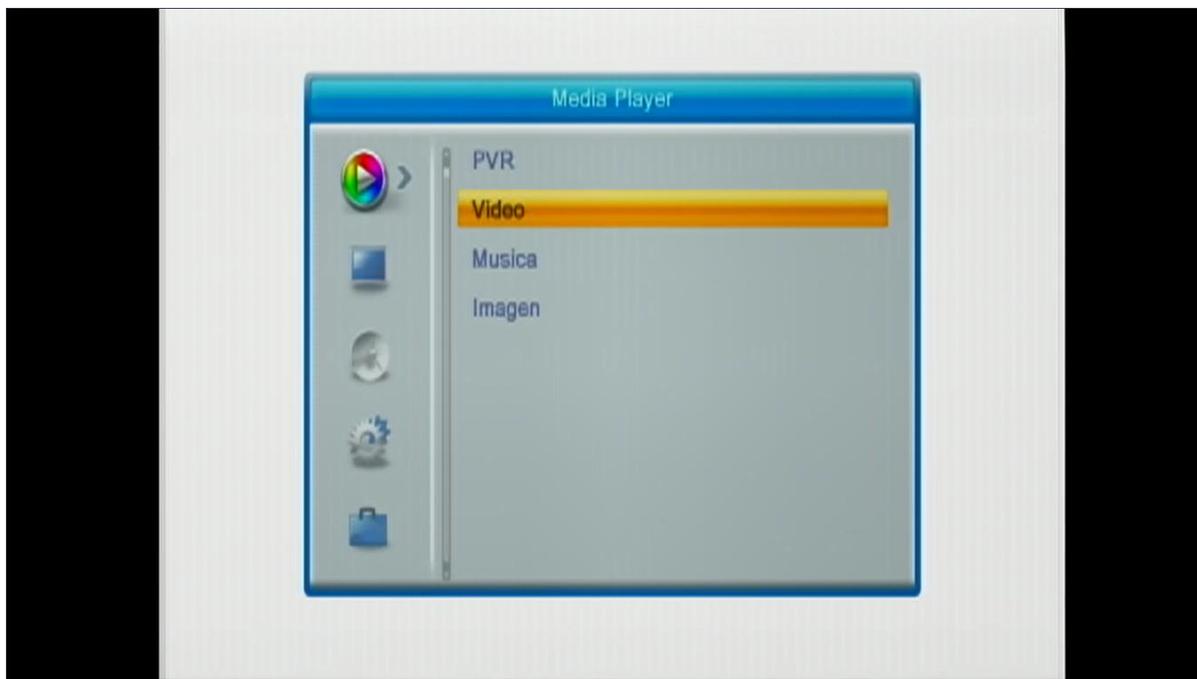


Figura 14. Video

Reconociendo la unidad USB, tendremos la opción de reproducir los archivos, sin embargo en la opción de video, realizaremos la prueba con un video en formato .MP4 la cual tendrá un peso de 700mb, visualizaremos como reproduce en calidad y si existe alguna lentitud.



Figura 15. Selección de video

Realizada la prueba, podemos apreciar la calidad de audio y video, sin ningún tipo de paralización, mostrando detalles como nombre de archivo y tiempo.



Figura 16. Reproducción de video

Conociendo la opción de musica, analizaremos las funciones que tiene nuestro decodificador

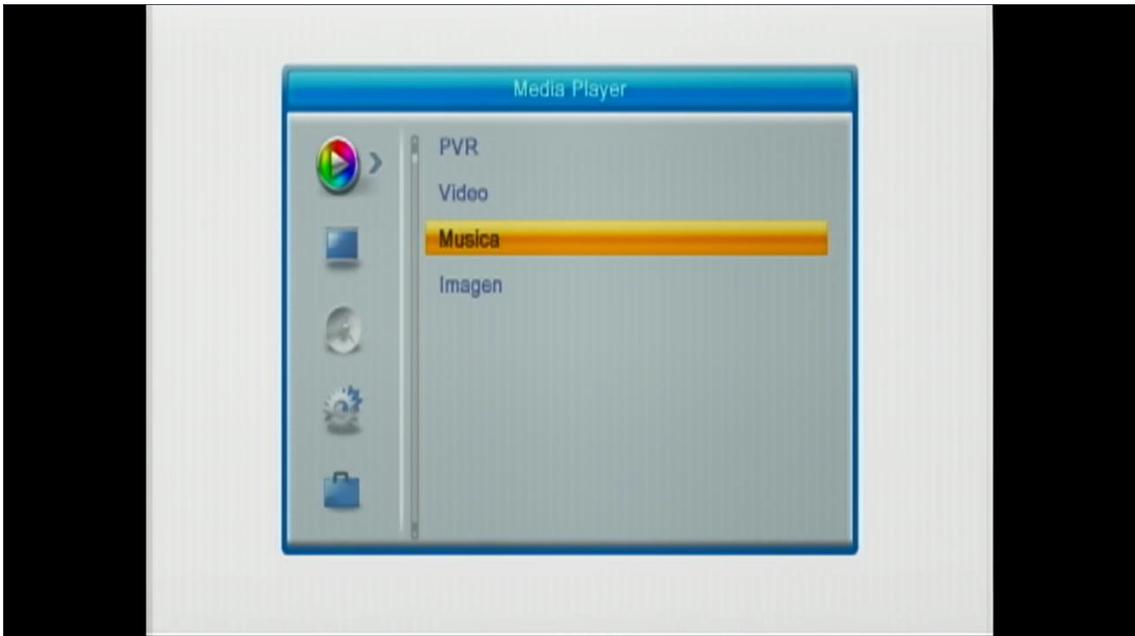


Figura 17. Musica

Reconociendo la unidad USB, tendremos la opción de reproducir los archivos, sin embargo en la opción de musica, realizaremos la prueba con un formato .MP3 el cual tendrá un peso de 3mb, visualizaremos como reproduce en calidad y si existe alguna lentitud.



Figura 18. Reproducción de archivo musical

Conociendo la opción de imagen, analizaremos las funciones que tiene nuestro decodificador

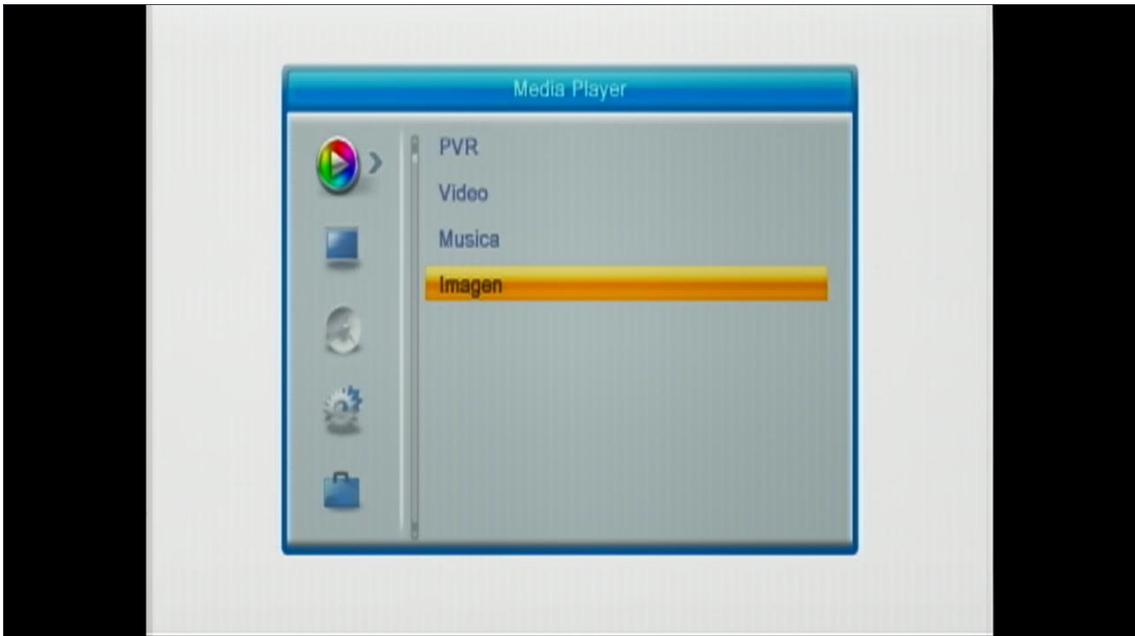


Figura 19. Imagen

Reconociendo la unidad USB, tendremos la opción de reproducir los archivos, sin embargo en la opción de Imagen, realizaremos la prueba con un formato .JPG el cual tendrá un peso de 1mb, visualizaremos en calidad y si existe alguna lentitud.

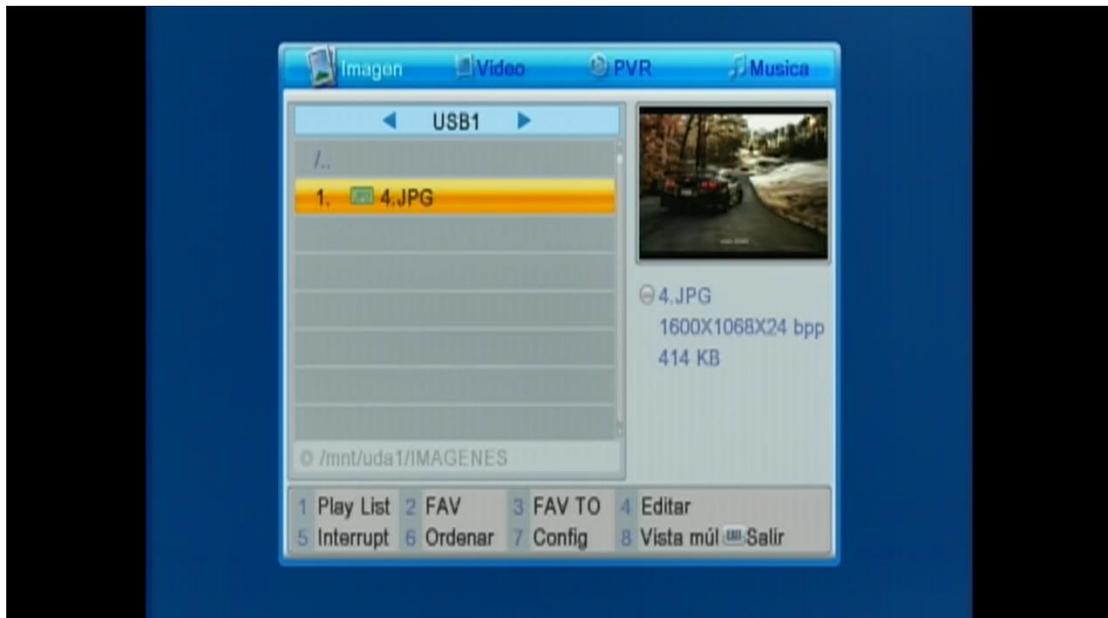


Figura 20. Reproducción de imagen

**RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

Colocar los resultados obtenidos en la práctica.

**CONCLUSIONES:**

Colocar las conclusiones de la práctica.

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**NRO. PRÁCTICA:**

4

**TÍTULO PRÁCTICA:** Análisis de señales de la capa física de la televisión digital terrestre ISDBT con USRP y Labview

**OBJETIVO GENERAL:**

Analizar señales de la capa física de la televisión digital terrestre ISDBT con USRP y Labview

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Configurar USRP para análisis de señales de RF de ISDBT.
- Configurar analizador de espectros con Labview y USRP.
- Análisis de capa física

**INSTRUCCIONES**

1. Leer el manual de práctica para el desarrollo de esta.
2. Se deben utilizar los equipos del banco de pruebas de forma responsable y calificada.
3. Trabajar de manera grupal para el desarrollo de la práctica.
4. Ordenar el sitio de práctica luego del desarrollo de esta práctica.

**ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

Como paso inicial y previas conexiones ya realizadas en prácticas anteriores, utilizando nuestra conexión la cual incluye la señal ISDBT recibida por su antena, realizaremos una conexión extra o puente, el cual conectaremos una salida del Split al USRP, junto a una conexión gigabit ethernet a nuestro PC.

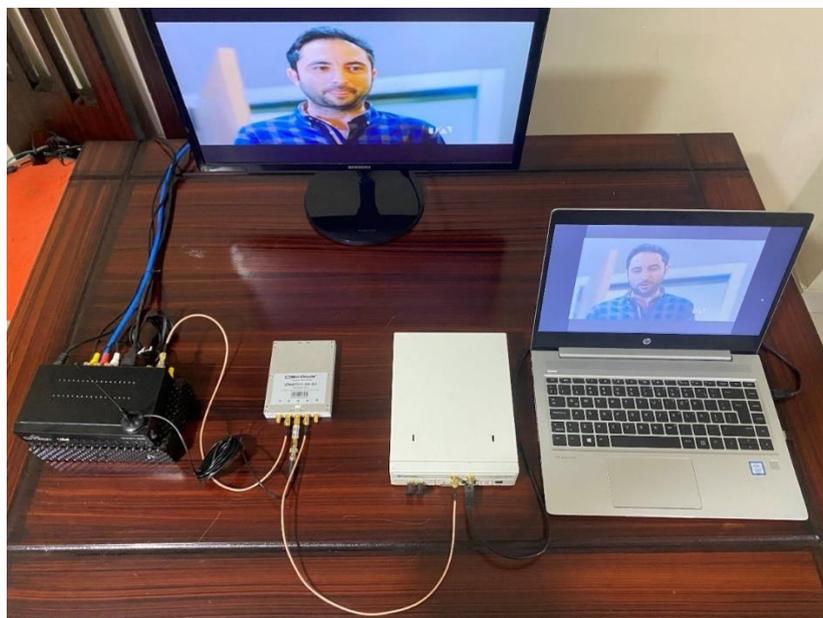


Figura 1. Instalación de hardware del banco de pruebas

Para el siguiente proceso realizaremos una configuración de parámetros en el aplicativo Labview, donde buscaremos la frecuencia de cada canal, tomando en cuenta la siguiente tabla con rangos de frecuencias, podremos realizar una búsqueda precisa en el rango de cada canal para visualizarlo y analizar cada resultado.

Realizando un análisis al canal Ecuavisa HD en la frecuencia 490 MHz, obtendremos los siguientes datos.

Canal		Frecuencia Canal (MHz)					
23		486...494					
Ecuavisa HD*18 19	Guayaquil	Guayaquil, Eloy Alfaro (Durán), Yaguachi Nuevo, Samborondón	Corporación Ecuatoriana de Televisión S.A.	SI	HD 2.1 / SD 2.2	23 UHF	18/10/2012
		Quito, Tabacundo, Cayambe, Sangolquí	Televisora Nacional Canal 8 C.A.	SI	HD 8.1 / SD 8.2	36 UHF	

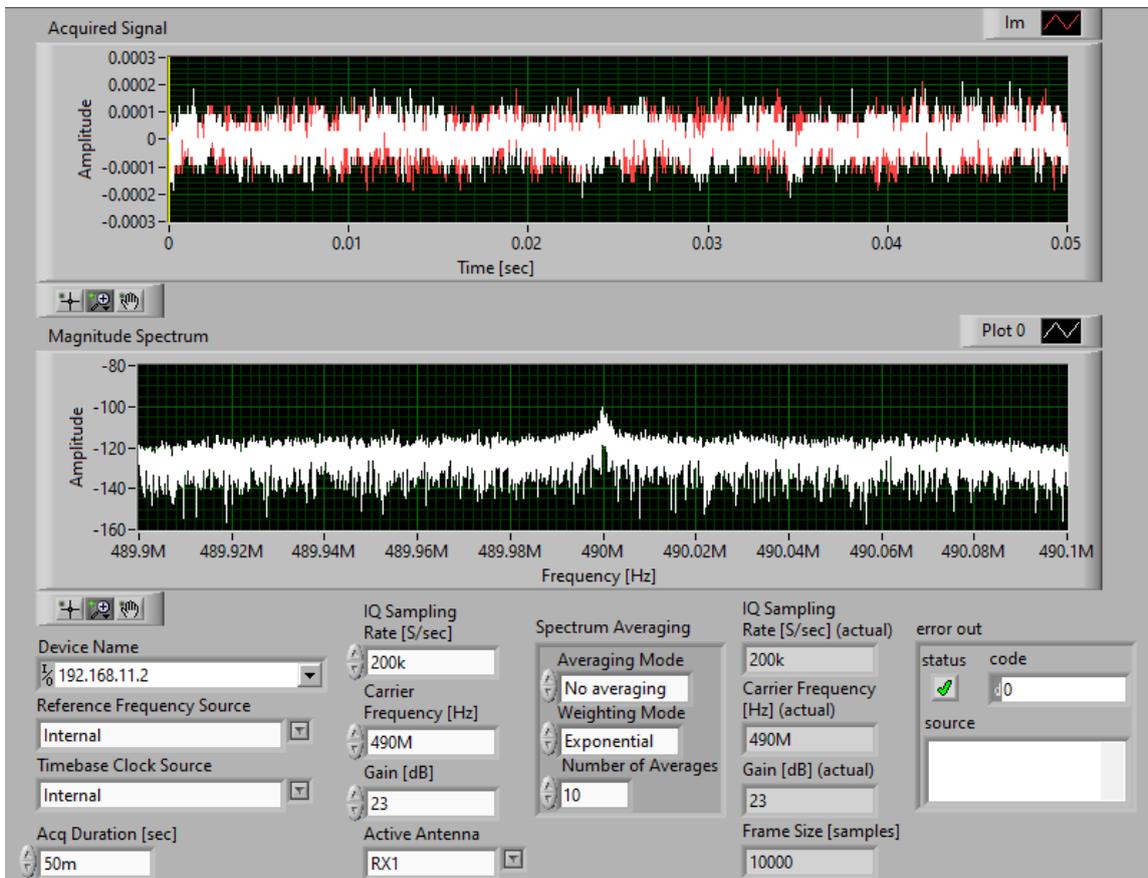


Figura 2. Análisis de espectro Ecuavisa HD

Realizando un análisis al canal Telemazonas HD en la frecuencia 562 MHz, obtendremos los siguientes datos.

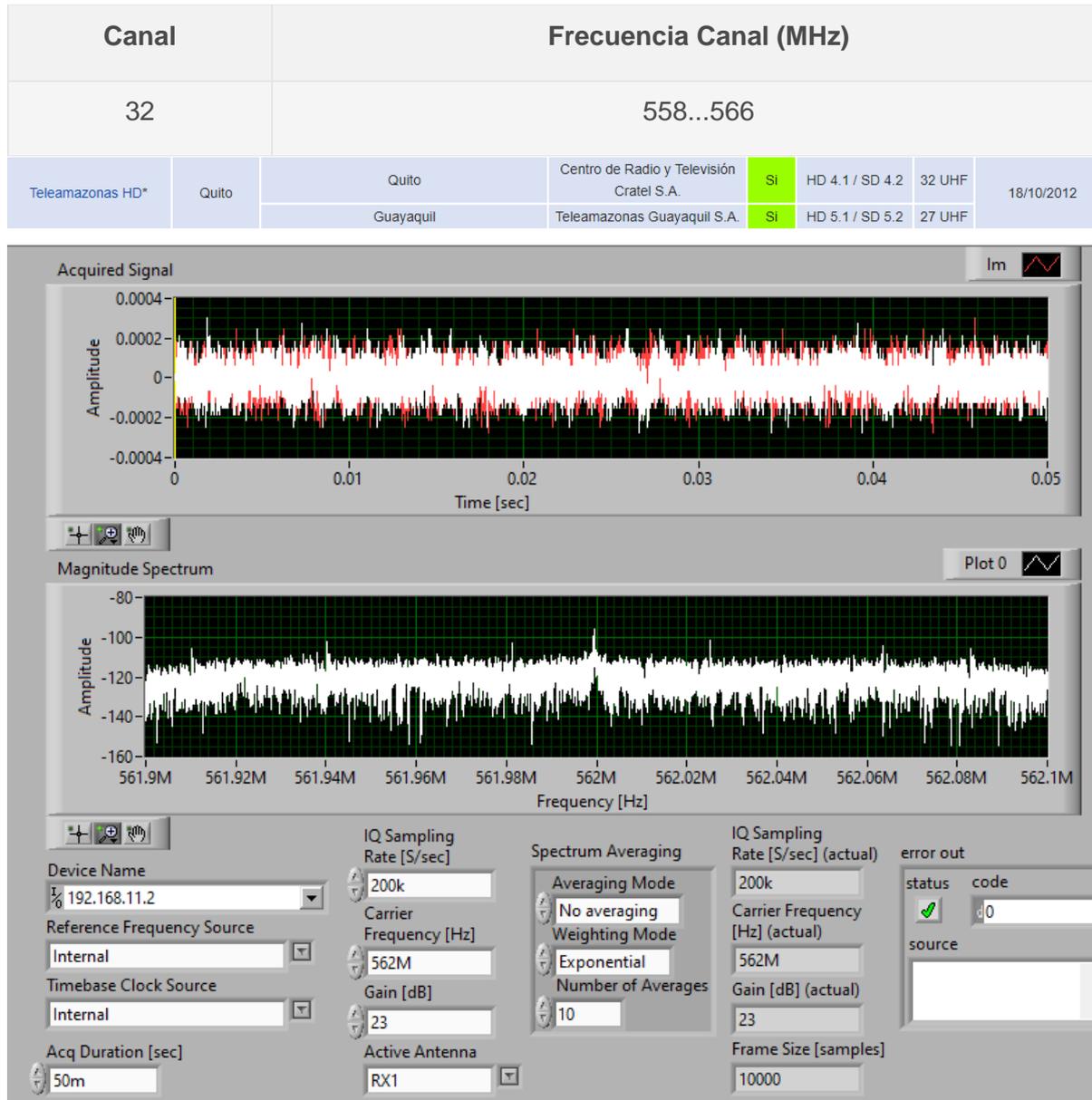


Figura 3. Análisis de espectro Telemazonas HD

Realizando un análisis al canal Telemazonas HD en la frecuencia 562 MHz, obtendremos los siguientes datos.

Canal		Frecuencia Canal (MHz)					
25		502...510					
Ecuador TV HD*15 16 17	Quito	Quito, Sangolquí, Machachi		Si	HD 7.1 / SD 7.2	26 UHF	06/01/2014
		Guayaquil, Eloy Alfaro (Durán), Yaguachi Nuevo, Samborondón		Si	HD 7.1 / SD 7.2	21 UHF	
		Telesión y Radio de Ecuador E.P.					

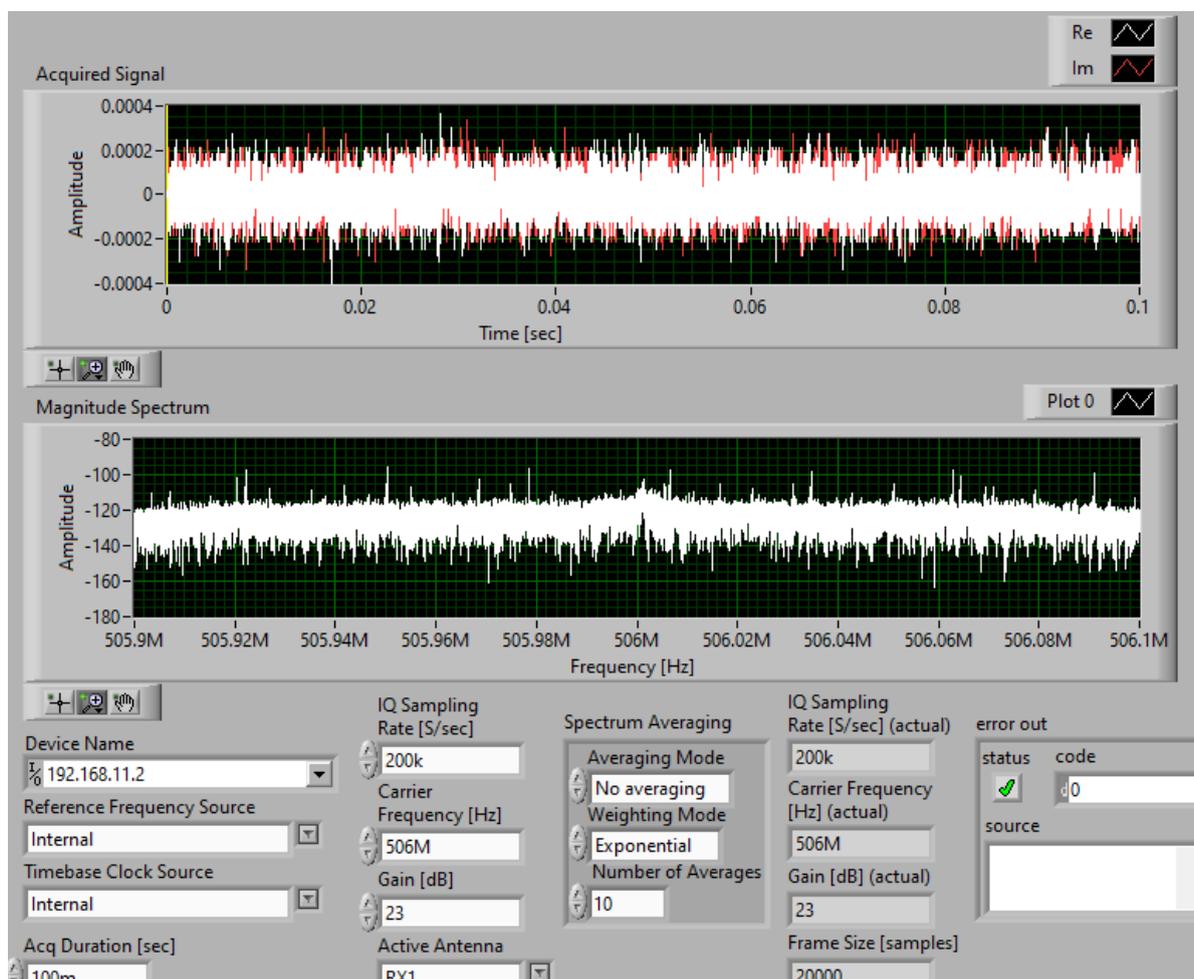


Figura 4. Análisis de espectro Ecuador TV HD

Para el conocimiento de los canales físicos y frecuencias deberemos conocer datos específicos de nuestro país, los cuales analizaremos en la siguiente tabla como Ciudad y Canal.

Marca	Ciudad de origen	Ciudades de cobertura	Operado por	Al aire	Canal Virtual	Canal Físico	Fecha de solicitud*
Ecuador TV HD <sup>15 16 17</sup>	Quito	Quito, Sangolquí, Machachi	Televisión y Radio de Ecuador E.P.	Si	HD 7.1 / SD 7.2	26 UHF	06/01/2014
		Guayaquil, Eloy Alfaro (Durán), Yaguachi Nuevo, Samborondón		Si	HD 7.1 / SD 7.2	21 UHF	
		Cuenca		No	N/D	? UHF	
Ecuavisa HD <sup>18 19</sup>	Guayaquil	Guayaquil, Eloy Alfaro (Durán), Yaguachi Nuevo, Samborondón	Corporación Ecuatoriana de Televisión S.A.	Si	HD 2.1 / SD 2.2	23 UHF	18/10/2012
		Quito, Tabacundo, Cayambe, Sangolquí	Televisora Nacional Canal 8 C.A.	Si	HD 8.1 / SD 8.2	36 UHF	
Espol TV <sup>20</sup>	Santa Elena	Santa Elena, Salinas, La Libertad	Escuela Politécnica del Litoral	No	N/D	? UHF	25/01/2013
		Guayaquil		No	N/D	? UHF	03/07/2017
Gamavisión HD <sup>21 22</sup>	Quito	Quito, Tabacundo, Cayambe, Sangolquí	Compañía Televisión del Pacífico Teledos S.A.	Si	HD 2.1 / SD 2.2	30 UHF	18/10/2012
		Guayaquil, Samborondón, Yaguachi Nuevo, Milagro, Eloy Alfaro (Durán)		No	HD 8.1 / SD 8.2	47 UHF	17/07/2015
OK TV - Tevecorp <sup>23</sup>	Machala	Machala, Paccha, El Guabo, Pasaje, Piñas, Santa Rosa, Zaruma	Tevecorp S.A.	No	N/D	27 UHF	18/10/2012
Oromar HD <sup>24</sup>	Manta	Manta, Portoviejo, Montecristi, Santa Ana, Rocafuerte, Jaramijó	Sistemas Globales de Comunicación HC GLOBAL S.A.	Si	HD 41.1	23 UHF	18/10/2012
		Quito		N/D***			
		Guayaquil		Si	HD 26.1	35 UHF	
RTS HD <sup>25 26</sup>	Guayaquil	Guayaquil, Samborondón, Yaguachi Nuevo, Milagro, Eloy Alfaro (Durán)	Telecuatro Guayaquil C.A.	Si	HD 4.1	25 UHF	23/03/2017
		Quito, Cayambe, Sangolquí, Tabacundo		No	HD 11.1 / SD 11.2	34 UHF	
RTU HD <sup>27 28 29</sup>	Quito	Quito, Sangolquí	46 UHF ABC	Si	SD 46.1 / SD 46.2	43 UHF	19/03/2013
		Guayaquil, Samborondón, Yaguachi Nuevo, Milagro, Eloy Alfaro (Durán)	Costanera	Si	SD 30.1 / Móvil 30.2	41 UHF	06/01/2014
		Santo Domingo de los Colorados, El Carmen, Pedro Vicente Maldonado	Compañía Radio Hit S.A.	Si	SD 25.1	? UHF	18/10/2012

Tabla 1. Canales físico - Región Ecuador

Subdivisión en canales de las bandas IV y V de UHF

Bandas	Canal	Frecuencia Canal (MHz)
B IV	21	470...478
	22	478...486
	23	486...494
	24	494...502
	25	502...510
	26	510...518
	27	518...526
	28	526...534
	29	534...542
	30	542...500
	31	550...558
	32	558...566
	33	566...574
	34	574...582
	35	582...590
	36	590...598

Tabla 2. Frecuencias de canal

Conociendo la codificación de nuestro programa, con pantalla visual en LabVIEW

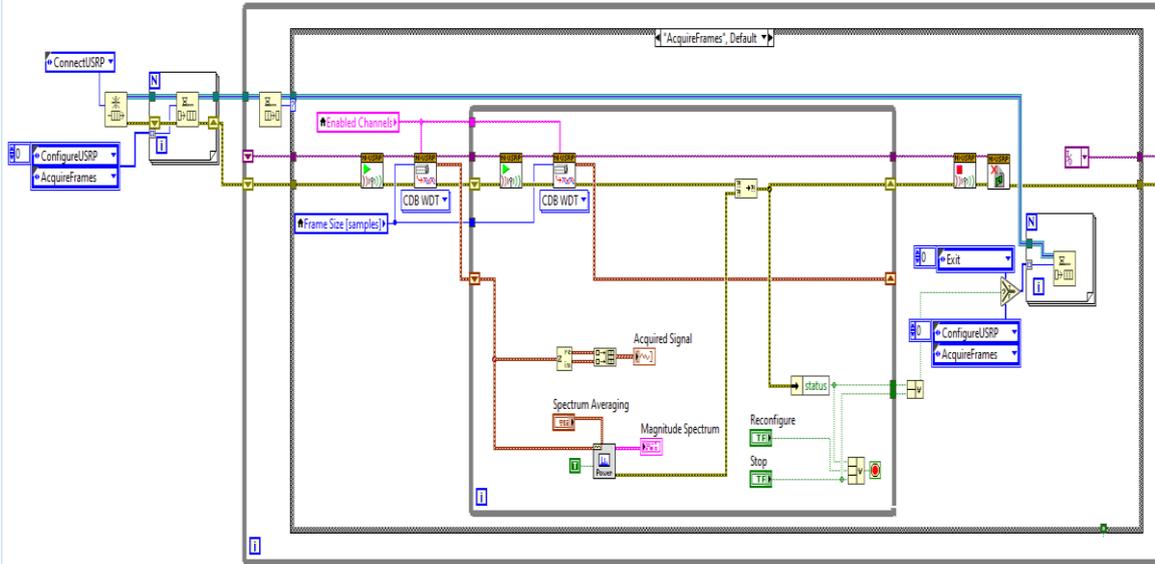


Figura 5. Arquitectura de LabVIEW USRP

**RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

Colocar los resultados obtenidos en la práctica.

**CONCLUSIONES:**

Colocar las conclusiones de la práctica.

**CARRERA:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ASIGNATURA:**

**NRO. PRÁCTICA:**

5

**TÍTULO PRÁCTICA:** Comparativa de señales de capa física de la televisión digital satelital, terrestre con USRP y Labview.

**OBJETIVO GENERAL:**

Analizar el espectro de la televisión digital terrestre ISDBT y la televisión digital satelital con USRP y Labview.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Configurar medición de potencia en Labview para señales satelitales
- Configurar USRP para la recepción de señales satelitales
- Analizar señales satelitales con Labview y USRP
- Comparar las señales satelitales y de ISDBT obtenidas a nivel de capa física.

**INSTRUCCIONES**

1. Los estudiantes deben leer previamente el manual de práctica para el desarrollo.

2. Los estudiantes deben utilizar los equipos del banco de prueba del laboratorio de una manera responsable y calificada para evitar daños en los equipos.

3. Los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de la práctica.

4. Se debe dejar en orden el sitio de práctica luego del desarrollo de esta.

**ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

## RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

Analizaremos la señal recibida por el decodificador, el cual será Telemazonas, donde encontraremos una señal de 1.2092 GHZ, estaremos analizando la señal con nuestro USRP y compararemos la forma de esta señal más adelante.

Detallando características del canal en estudio.

Canal	Frecuencia Canal (GHz)
193	1.2092G



Figura 1. Canal Telemazonas

Realizando cambios de configuración para estudiar la frecuencia específica del canal de televisión satelital, como frecuencia y numero de muestras para obtener un análisis lo mas limpio posible que nos permita el dispositivo. Tendremos como resultado la siguiente grafica.

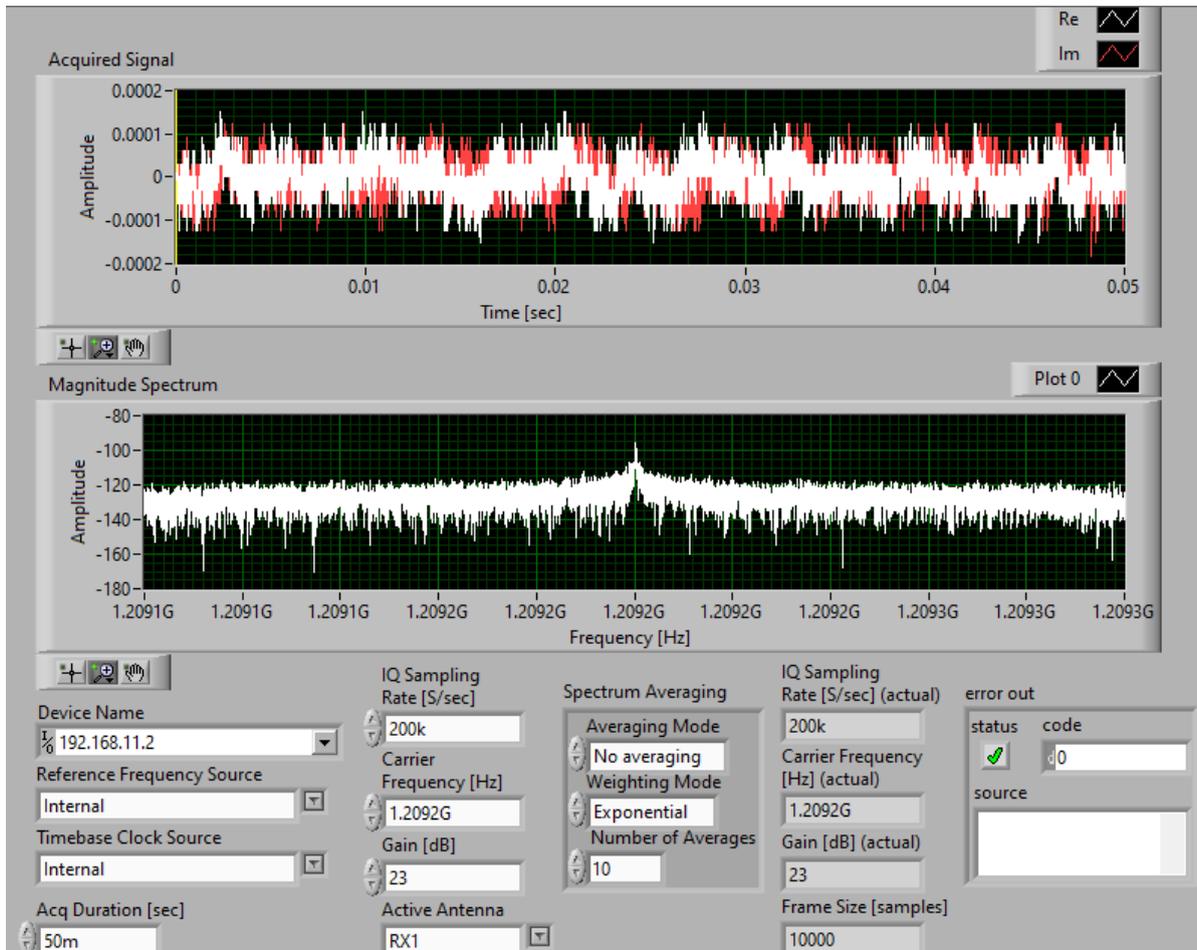


Figura 2. Análisis de canal configurado

### Análisis de señal satelital Discovery Science

Canal	Frecuencia Canal (GHz)
56	1.0930G

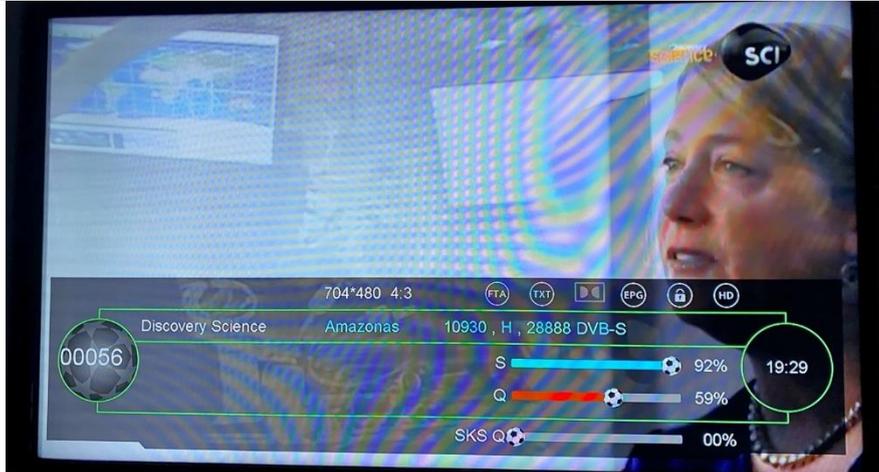


Figura 3. Canal Discovery Science

Realizando cambios de configuración para estudiar la frecuencia específica del canal de televisión satelital, como frecuencia y número de muestras para obtener un análisis lo más limpio posible que nos permita el dispositivo. Tendremos como resultado la siguiente grafica.

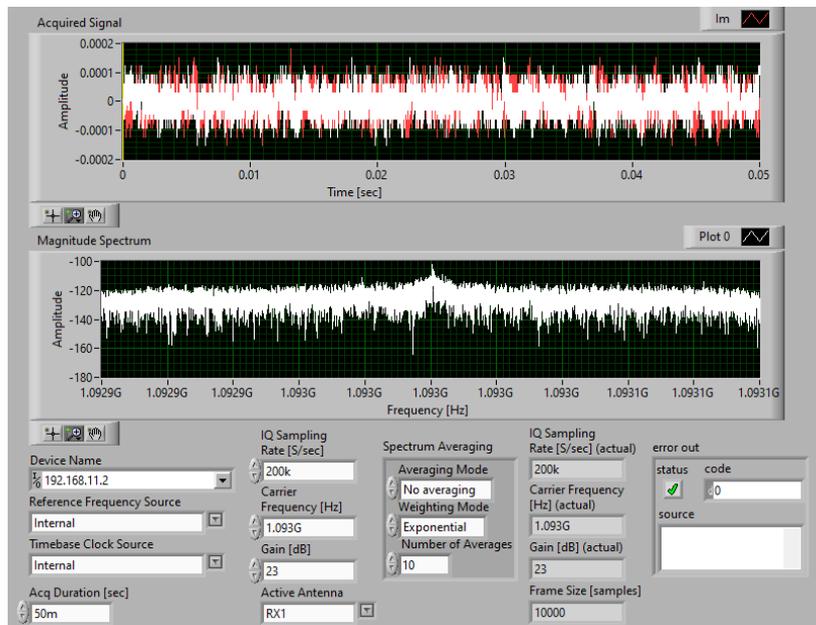


Figura 4. Análisis de canal configurado

## Análisis de señal satelital Discovery H&H

Canal	Frecuencia Canal (GHz)
52	1.0768G



Figura 5. Canal Discovery H&H

Realizando cambios de configuración para estudiar la frecuencia específica del canal de televisión satelital, como frecuencia y número de muestras para obtener un análisis lo más limpio posible que nos permita el dispositivo. Tendremos como resultado la siguiente gráfica.

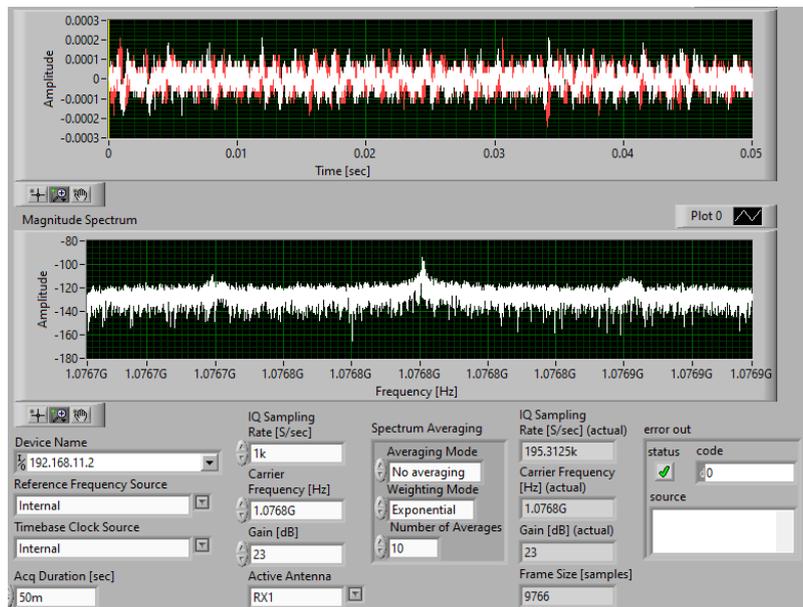
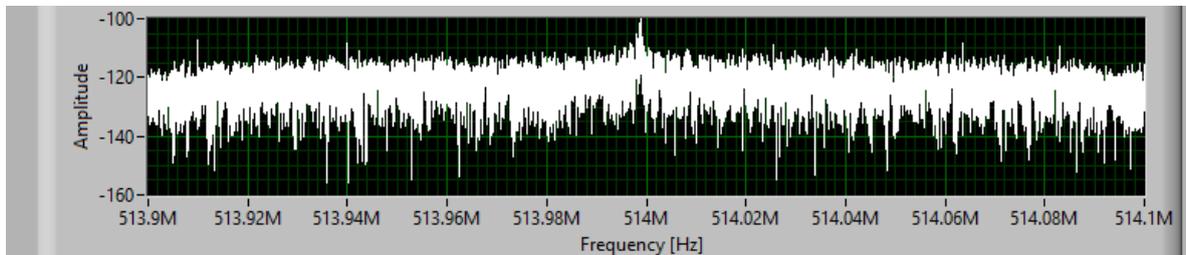


Figura 6. Análisis de canal configurado

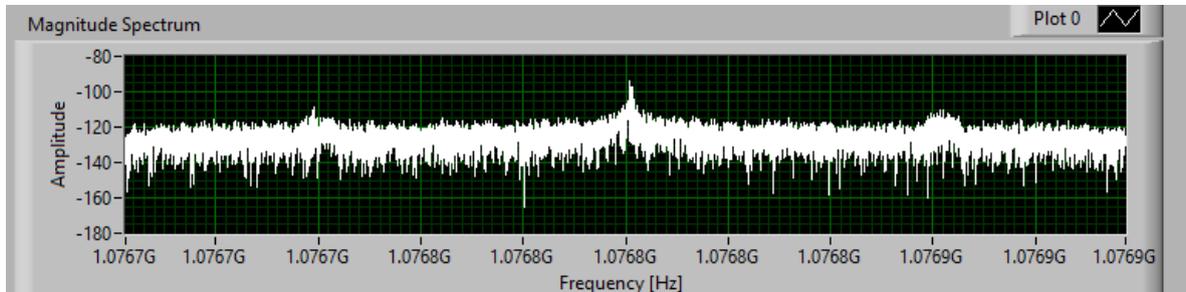
### Cuadro comparativo ISDBT – Satelital

ISDBT	Satelital
Portabilidad	Poca Portabilidad
Calidad de señal de video	Garantía de calidad de señal de video
Poca captura de canales	Amplia captura de canales
Frecuencia Mhz	Frecuencia en Ghz
Orientación unidireccional	Orientación direccional
Señal con ruido	Señal mas pura
Captura local	Captura internacional
Bajo ruido ambiental	Alto ruido ambiental

#### Señal ISDBT



#### Señal satelital



Podremos apreciar la diferencia de señales, la cual se muestran simultáneamente, para esto deberemos tener en cuenta que la señal satelital al permanecer en una frecuencia mas alta apreciaremos tendrá menos interferencias, la tecnología de captura como son la antena ISDBT y plato satelital, mantienen un importante cambio ya que la antena ISDBT captura señales locales y mucho mas ruido al ser una antena unidireccional, la diferencia con el plato satelital será la dirección especifica de conexión, interferencia ambientales si componente un inconveniente.

**RESULTADO(S) OBTENIDO(S):**

Colocar los resultados obtenidos en la práctica.

**CONCLUSIONES:**

Colocar las conclusiones de la práctica.