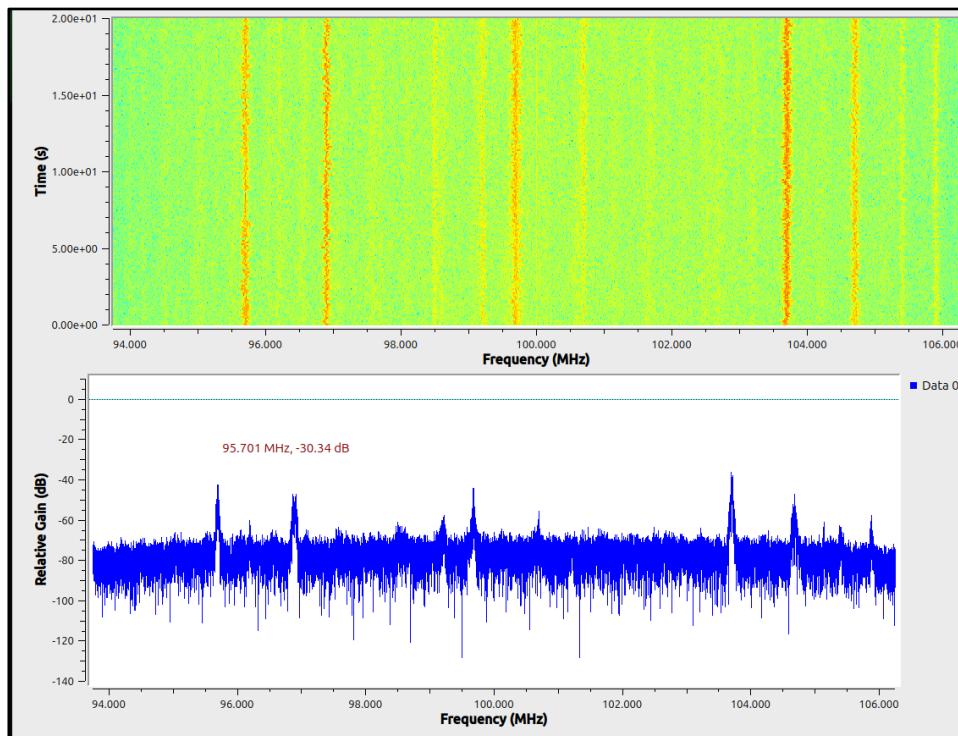
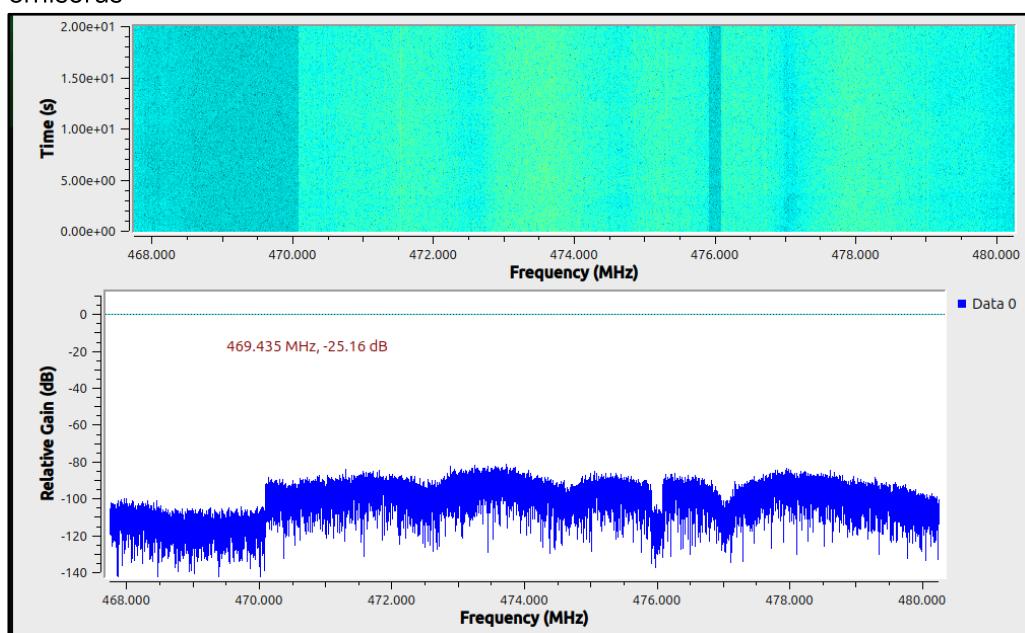


## Fase 1: Exploración y Descubrimiento (El Ojo Panorámico del SDR)

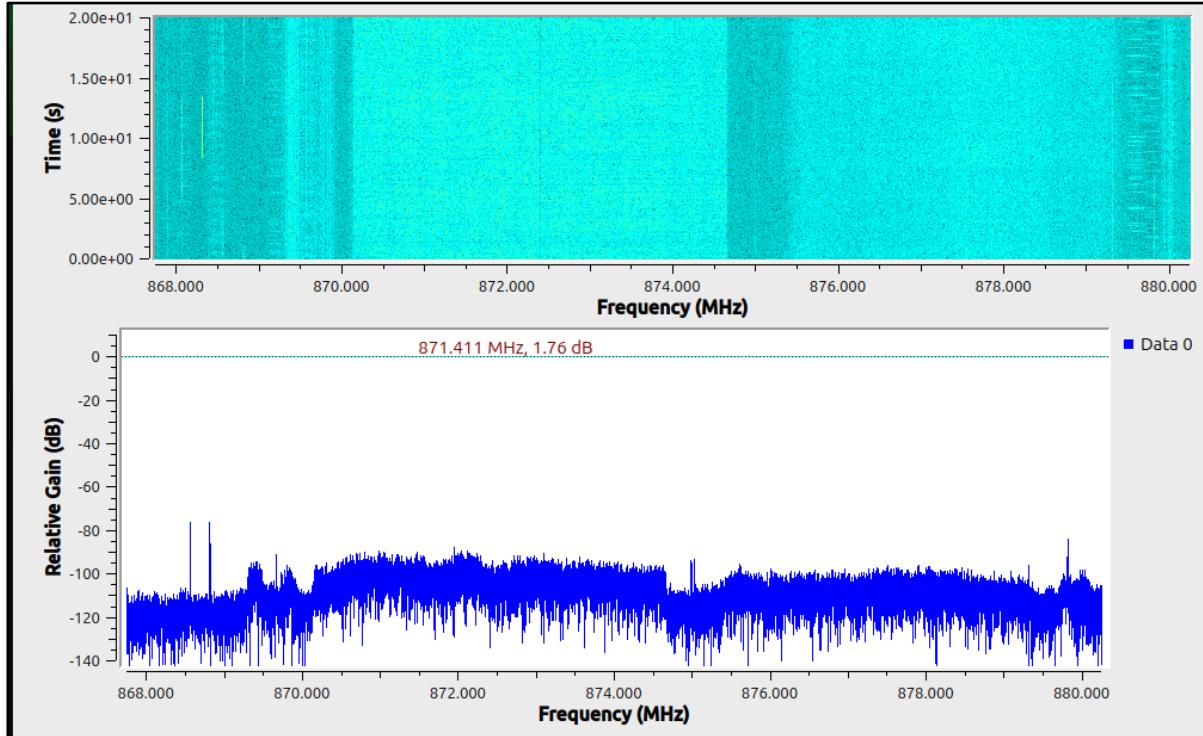
- Captar la señal más potente del espectro radioeléctrico en el laboratorio, tomarle una captura de pantalla y adjuntar la evidencia.



En el rango de los 100 mHz se encuentran distintas emisoras en este caso elegí la 95,7 la cual es Tropicana, esta aparece como un pico notable en el espectro, típico de estas emisoras



Otras interesantes son las frecuencias de televisión en este caso a los 470 mHz tenemos señales de por ejemplo TDT en este casos son portadoras anchas de 6 mHz y no picos como en las emisoras como TDT



y ya en frecuencias más altas en este caso de 870 encontramos señales de telefonía celular

En la exploración del espectro con la USRP se identificaron diferentes tipos de señales según la banda de frecuencia. En la zona de 100 MHz se observaron emisoras de radio FM comercial, como Tropicana 95.7 MHz, que aparece como un pico fuerte y definido típico de la modulación FM. Al avanzar hacia los 470 MHz, se detectan señales de Televisión Digital Terrestre (TDT) y servicios de radiodifusión de video, que se visualizan como bloques anchos en el espectro. Finalmente, en torno a los 870 MHz predominan las señales de telefonía celular (LTE/GSM/UMTS), que se manifiestan como canales amplios y potentes.



Frecuencia central (95 MHz): se seleccionó porque corresponde a la frecuencia en la que se encuentra la emisora de radio FM que se quería analizar, centrando así la observación en la señal de interés.

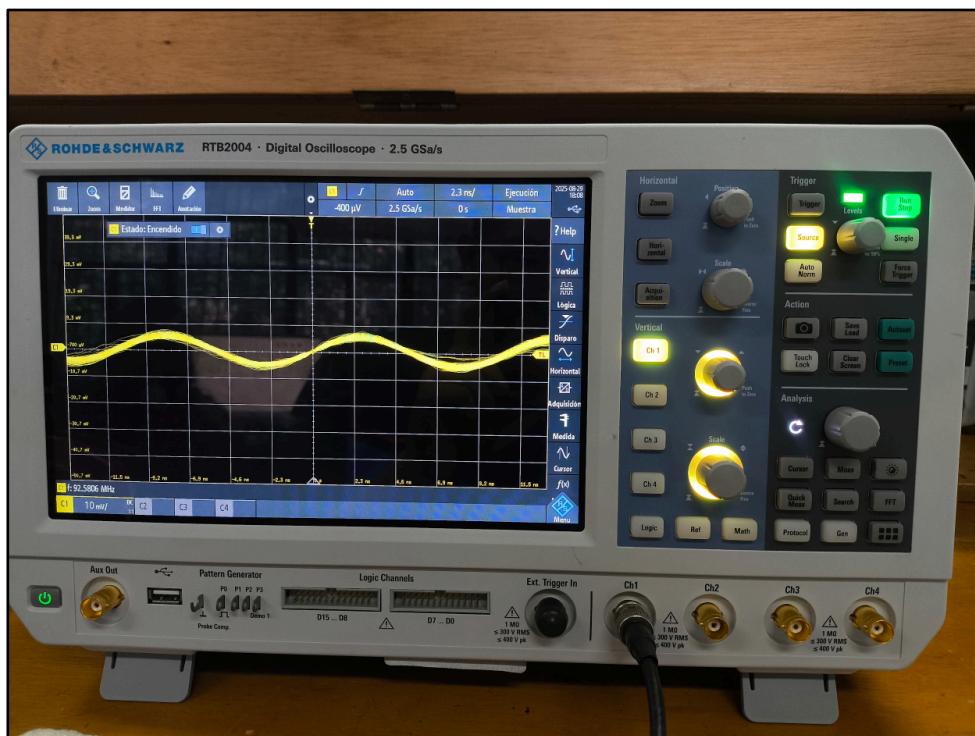
Potencia (-55 dBm): corresponde al nivel promedio medido en el analizador para la portadora de la emisora. Se tomó el valor estable de la traza promediada, en lugar del pico máximo, ya que representa mejor la potencia real recibida.

Ancho de banda (524.535 kHz): se determinó midiendo la señal entre los puntos de inicio y fin a -3 dB respecto al máximo. Esto permite cuantificar el espectro ocupado por la emisora.

RBW (100 kHz): se eligió este valor porque es suficientemente estrecho para diferenciar la forma de la señal sin que la medición tarde demasiado. Si fuera más ancho se perderían detalles, y si fuera más estrecho el barrido sería mucho más lento.

SPAN (10 MHz): se utilizó este span para visualizar varias emisoras vecinas alrededor de la frecuencia central, asegurando que la señal medida no estuviera aislada de su entorno espectral.

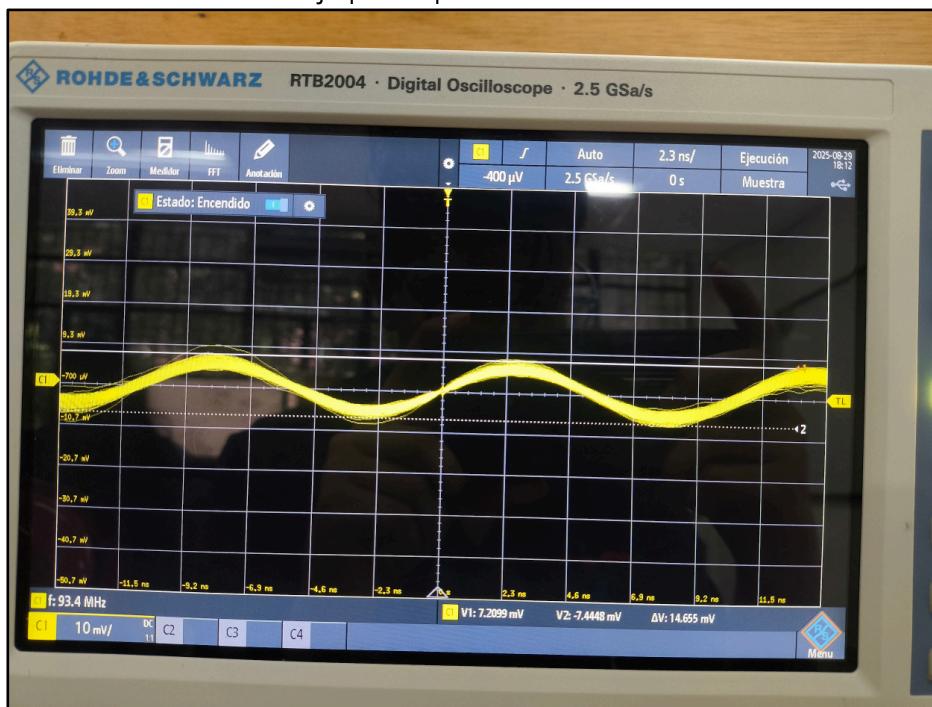
Fase 3. Visualización de una onda:



vamos a medir la frecuencia usando los cursosres



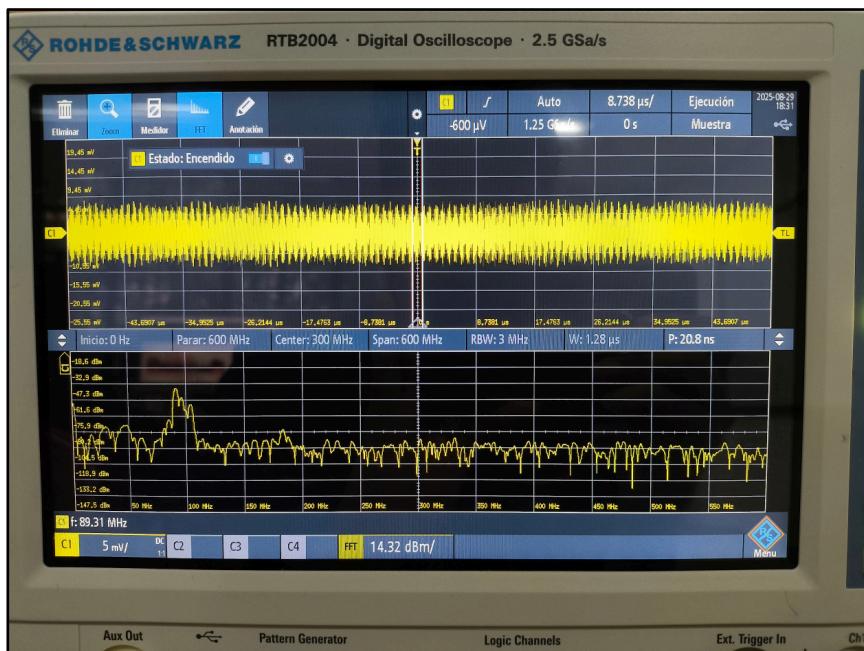
Tenemos una periodo de 10.948 ns por lo tanto son 91.3409 MHz  
Ahora se medirá el voltaje pico a pico usando los cursosres



Al usar los cursosres estos nos indican un voltaje pico a pico de 14.665 [mV]:

La señal observada es una onda senoidal de baja amplitud ( $\approx$ 14 mVpp), frecuencia alta ( $\approx$ 91 MHz, RF), estable y continua, con ligera presencia de ruido en la traza.

Y acompañamos con la señal en FFT



## Resultados y hallazgos

En la exploración con los tres equipos se observó la misma fuente RF pero con lecturas ligeramente distintas según el instrumento. El SDR permitió detectar fácilmente picos en el espectro y localizar emisoras (por ejemplo una portadora alrededor de 95 MHz), el analizador de espectro proporcionó una medida de potencia promediada ( $\approx -55$  dBm) y permitió estimar el ancho de banda ocupado ( $\approx 524$  kHz), y el osciloscopio mostró la forma de la señal en tiempo con medida de periodo y amplitud ( $T \approx 10.948$  ns  $\rightarrow f \approx 91.34$  MHz;  $V_{pp} \approx 14.665$  mV). Estas capturas y mediciones se adjuntan como evidencia de cada fase.

## Análisis y discusión

Comparativa de equipos: ¿con cuál fue más fácil encontrar la señal?

SDR (Software-Defined Radio): fue el equipo más rápido para explorar el espectro (barrer y ver picos). Ventaja: escaneo amplio y visual. Desventaja: precisión y calibración de potencia dependen del dongle, antena y configuración.

Analizador de espectro: ideal para medir potencia y ancho de banda con mejor resolución que el SDR. Ventaja: mediciones en dBm y control de RBW/Span. Desventaja: necesita terminación/ajuste y no muestra forma de onda en tiempo.

Osciloscopio: difícil para buscar señales RF en un rango amplio, pero excelente para ver la forma de onda en tiempo y medir  $V_{pp}$  y periodo. Ventaja: visualización temporal y posibilidad de FFT. Desventaja: resolución en frecuencia limitada (dependiente de la ventana de tiempo y sampling)

Precisión: ¿qué equipo ofrece la medida más confiable?

Para frecuencia y potencia, el analizador de espectro suele ser el más confiable . El SDR es bueno para localización y comparación, pero su referencia de frecuencia y calibración de potencia suelen ser menos precisas. El osciloscopio da buena precisión temporal (periodo/frecuencia por cursores si el muestreo es suficiente) pero su FFT y nivel en dBm son menos fiables a menos que:

El sampling y la ventana sean adecuados,y se tenga en cuenta la calibración.

(analizador  $\approx -55$  dBm, oscilo:  $f = 91.34$  MHz y  $V_{pp} = 14.665$  mV; SDR identificó la portadora en  $\sim 95$  MHz en la fase de exploración).

La conexión tiempo-frecuencia (explicación del "pico")

El "pico" en el analizador de espectro representa la energía concentrada en una frecuencia concreta: la portadora de la emisora. En el dominio del tiempo esa misma portadora se ve como una onda senoidal (periodo constante). La FFT del osciloscopio muestra la misma energía distribuida en frecuencia; si la portadora es pura, aparece como un pico estrecho. Si

la portadora tiene ruido, modulación o la medición tiene baja resolución (RBW grande, ventana corta), el pico se hace ancho o aparece un “piso” de ruido alrededor. En otras palabras:

Tiempo: ves ciclos y Vpp.

Frecuencia: ves dónde se concentra la energía (pico) y cuánto ancho ocupa (ancho de banda).

Desafíos al visualizar en el osciloscopio

Problemas detectados:

1.Al activar FFT el osciloscopio cambiaba la escala de tiempo automáticamente, por lo que la forma de onda en la parte superior dejaba de verse como sinusoidal.

Resumen de los equipos utilizados

SDR (Software Defined Radio): Es ideal para explorar el espectro de manera rápida y flexible. Permite barrer un rango amplio de frecuencias y localizar señales o picos de interés. Su ventaja principal es la amplitud de exploración y la facilidad para identificar la presencia de portadoras.

Analizador de Espectro: Es la herramienta más confiable para medir en frecuencia. Permite determinar con precisión la frecuencia central, la potencia en dBm y el ancho de banda ocupado. Es fundamental cuando se requiere exactitud y una visión detallada de cómo está distribuida la energía de la señal en el dominio de la frecuencia.

Osciloscopio: Es el instrumento clave para analizar en el tiempo. Permite observar la forma de onda directamente, medir amplitud pico a pico, periodo y frecuencia a partir del ciclo, así como estudiar la estabilidad y la presencia de ruido en la señal. Además, con la función de FFT, puede complementar la visión en frecuencia aunque con menor precisión que un analizador dedicado.