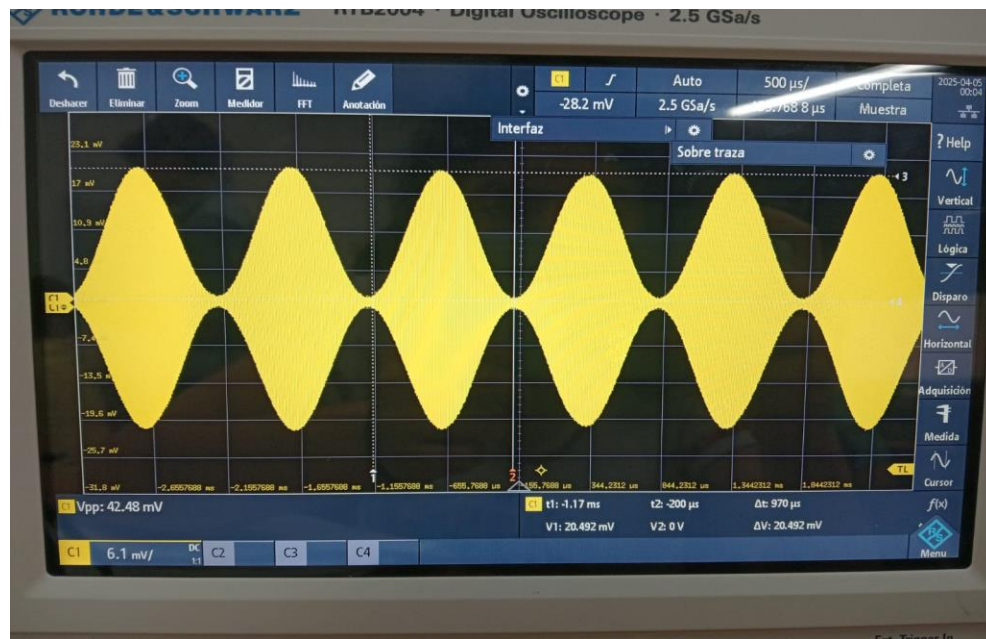


# LABORATORIO 3

Néstor Santiago Ulloa Reyes – 2215739

Juana Valentina Medina Caro - 2215586

## Modulaciones lineales

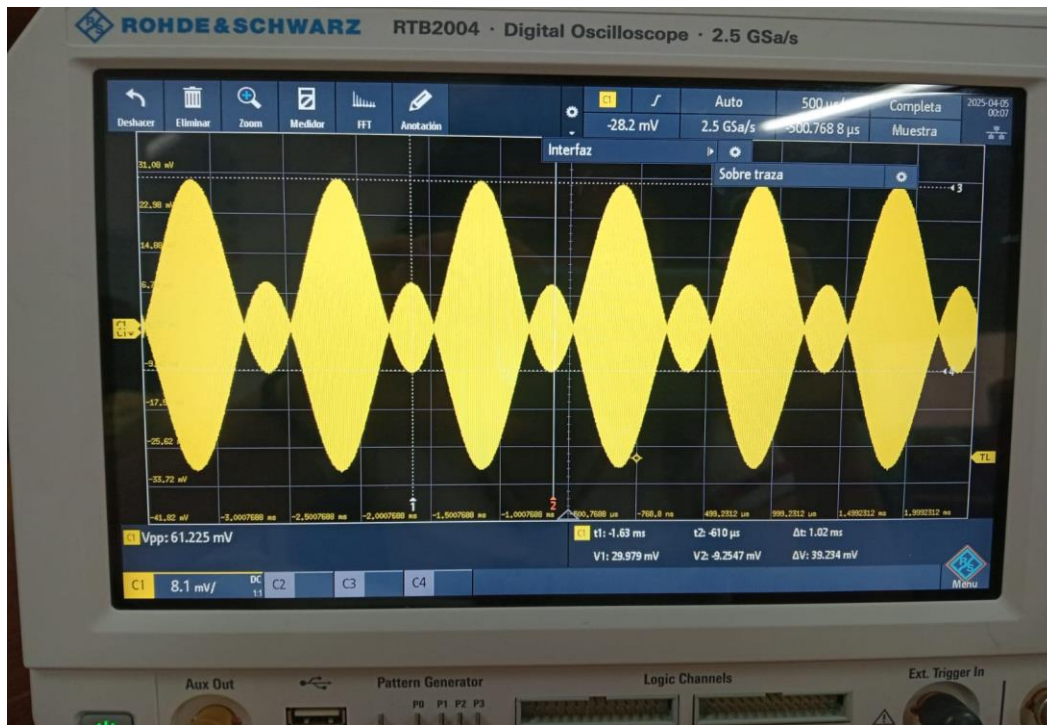


$K_a \cdot a_m = 1$ , Espectro de la señal modulada.

El resultado observado en el osciloscopio nos muestra que:

- hay una modulación de amplitud balanceada, donde la envolvente representa la forma de la señal moduladora.
- No hay distorsión por submodulación ( $K_a \cdot a_m < 1$ ), ni por sobre modulación ( $K_a \cdot a_m > 1$ ) lo cual es muy bueno para asegurar una transmisión clara y eficiente.

En este caso,  $K_a \cdot A_m = 1$  indica una modulación muy buena ya q se aprovecha muy bien el espectro, ayudándonos a la hora de la recuperar de la señal en el receptor. Esta configuración muy usada en sistemas analógicos básicos como transmisiones de AM en radio.



*$K_a * a_m = 1.9$ , Espectro de la señal modulada.*

El resultado observado en el osciloscopio nos muestra que:

- La envolvente de la señal se invierte en algunos puntos, lo que nos dice es que, se cruza el eje cero, esto implica que ya no representa bien la señal moduladora.
- El patrón muestra partes donde la envolvente es más pequeña que el valor de la portadora en reposo, generando distorsión.

Esto nos dice que la modulación ha sobrepasado el 100 %, y por lo tanto se ha producido sobre modulación.

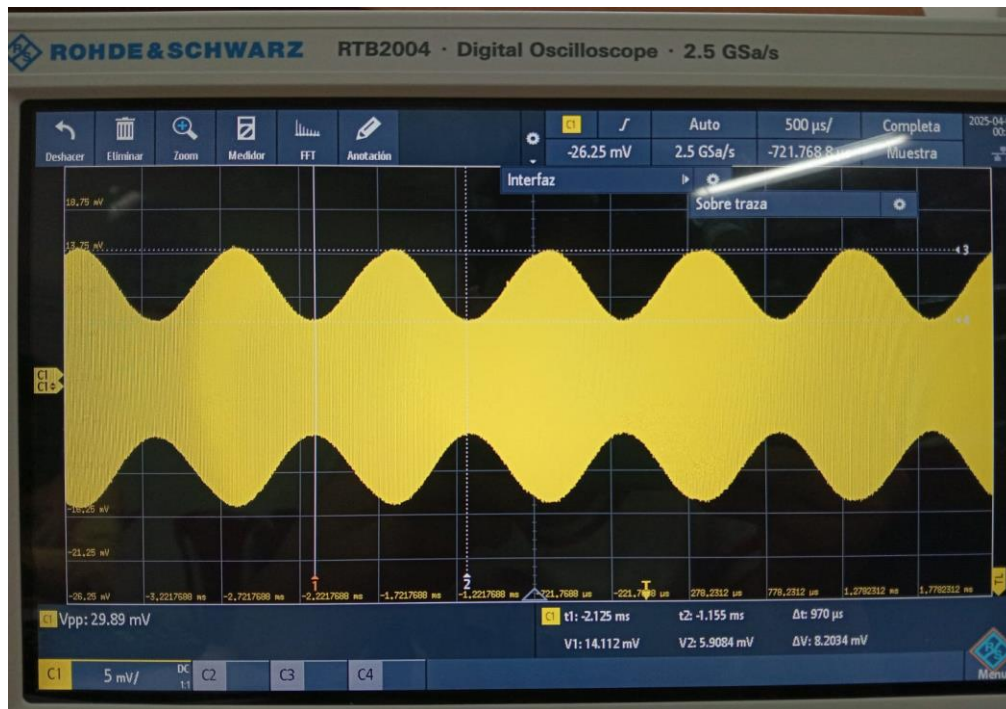
### **Qué pasa con el ancho de banda:**

La señal modulada puede contener componentes espectrales adicionales debido a la no linealidad, aunque teóricamente las bandas laterales seguirán en su puesto por decirlo así.

### **Y con la energía....**

Parte de la energía transmitida se destina a componentes que no contribuyen a la reconstrucción útil de la señal.

Lo mostrado para  $K_a * A_m = 1.9$  nos muestra un caso de sobre modulación, lo cual afecta la señal demodulada. Aunque puede parecer que se aprovecha mejor la potencia de la portadora, la calidad de la transmisión se deteriora. En sistemas reales, este tipo de modulación se evita, y se busca mantener  $K_a * A_m < 1$ .



*$K_a \cdot a_m = 0.4$ , Espectro de la señal modulada.*

A partir de lo tomado en el osciloscopio, se puede observar:

- La envolvente no llega a tocar el eje cero en ningún momento.
- La variación en la amplitud de la señal portadora es suave y simétrica.
- La portadora sigue dominando y es visible, lo que nos dice q tiene poca presencia de la señal moduladora.

### Que vemos con esta submodulacion?

Aunque la modulación es baja, la señal puede ser recuperada correctamente mediante la detección de envolvente, sin tener riesgo de que la fase se invierta.

### Y la eficiencia...

Como las bandas laterales contienen poca energía (debido a la baja amplitud de la señal moduladora), la información transmitida es débil en comparación con la potencia de la portadora.

Esto implica una baja eficiencia de potencia.

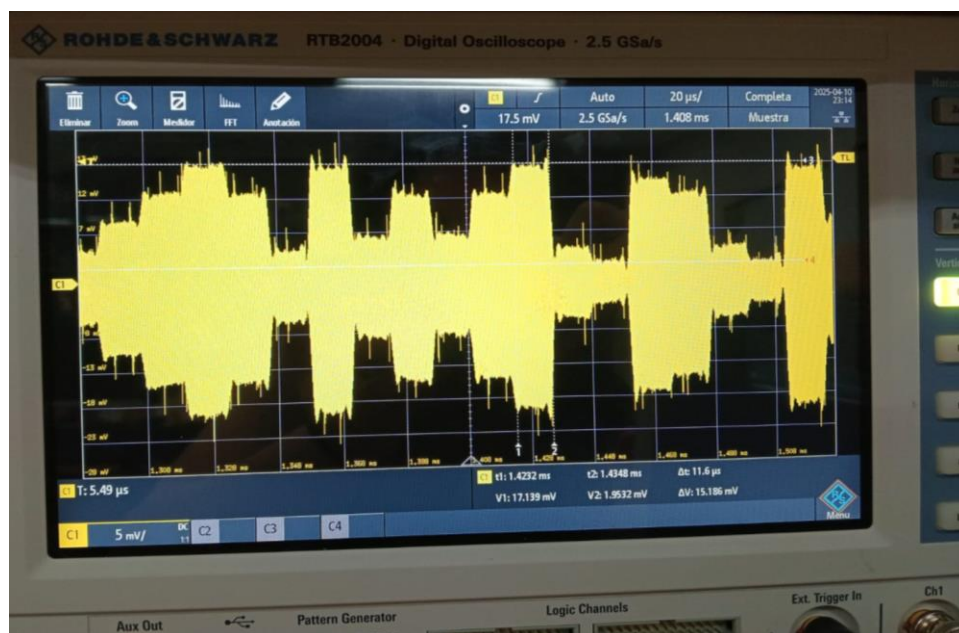
### Menor riesgo de distorsión:

A diferencia de la sobremodulación, esta configuración es segura pero poco eficiente.

Esta señal modulada con  $K_a \cdot A_m = 0.4K$  nos deja ver un caso de submodulación, en el cual la información se transmite con menor potencia respecto a la portadora. Aunque evitamos la distorsión por inversión de la fase, esta configuración nos cobra eficiencia energética y aprovechamiento del canal. Esto se busca en transmisiones donde se le da prioridad a la estabilidad por encima del rendimiento espectral.

## Modulación Amplitud

### Modulacion al 75%



*Respuesta en frecuencia y en tiempo para Modulaci3n al 75%.*

La imagen del analizador de espectro, nos muestra la distribución de potencia de la señal en el dominio de la frecuencia.

### **¿Qué está pasando?**

- Hay un pico central fuerte ubicado alrededor de los 100 MHz, que representa la portadora de la señal.
- No se observan armónicos ni componentes fuera del canal definido (400 kHz), lo que indica que la señal está bien contenida en su banda asignada.

El espectro no nos muestra una modulación digital por amplitud (ASK) bien definida, con portadora central fuerte y bandas laterales limpias, representando datos digitales transmitidos a través de cambios discretos de amplitud. El índice de modulación del 75 % se traduce en un equilibrio adecuado entre portadora y bandas laterales.

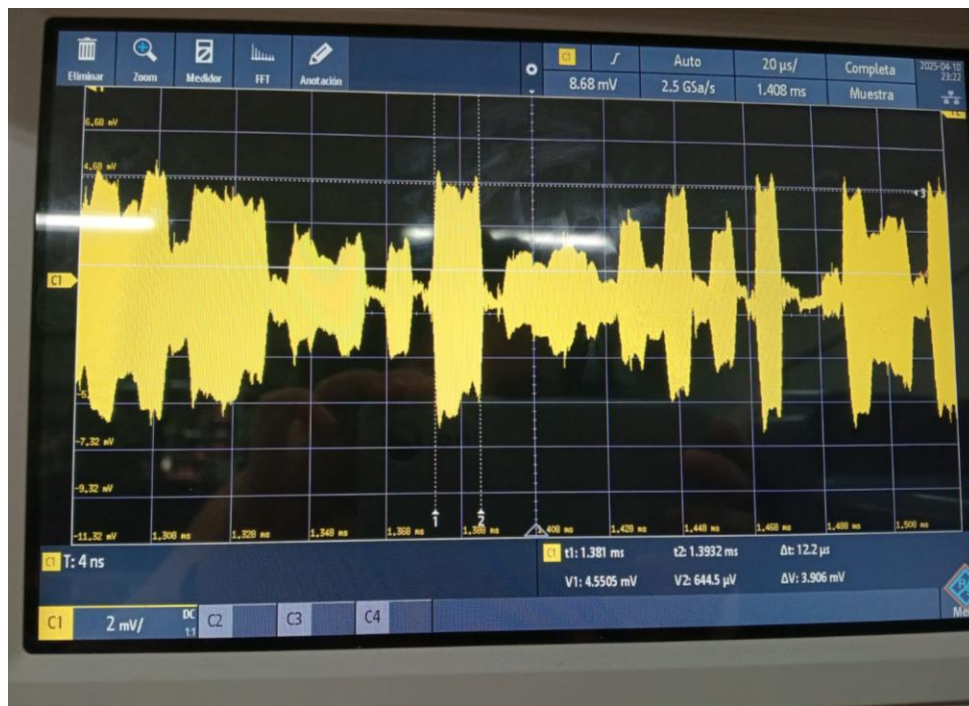
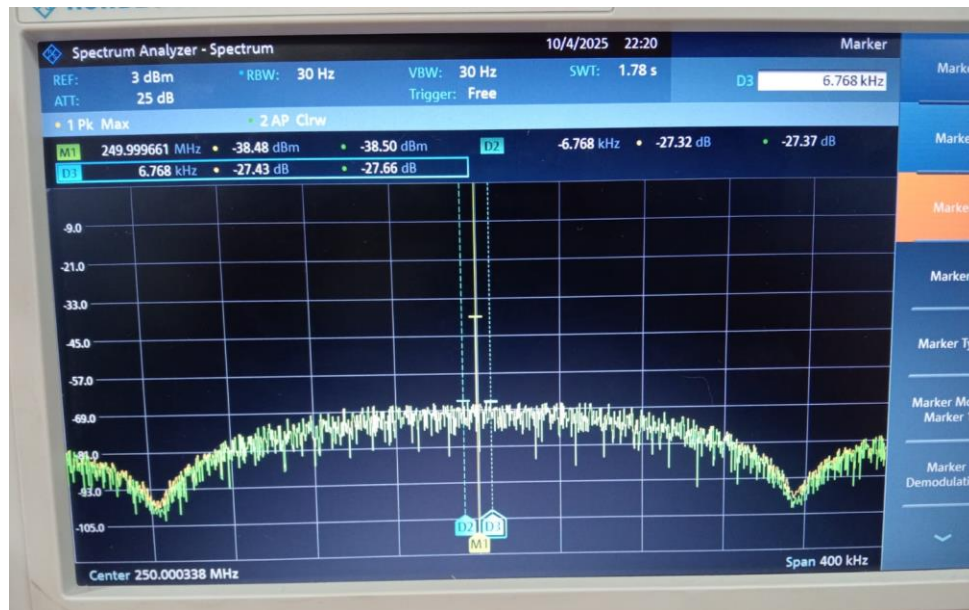
### **¿Qué está pasando en el tiempo?**

- La señal presenta una portadora de alta frecuencia con una envolvente que cambia de manera brusca, lo que sugiere que está modulada por una señal digital.
- Aquí observamos bloques rectangulares de distinta amplitud y duración, que representan diferentes símbolos digitales.
- Los cambios abruptos en la envolvente indican transiciones entre bits “1” y “0”.
- Dado que el índice de modulación es del 75 %, esto nos dice que la amplitud del bit “1” es el 75 % superior al nivel mínimo (o nivel de referencia), lo cual se ve reflejado en que los niveles de amplitud cambian bastante, pero no llegan a cero ni sobrepasan el 100 %.

Esta señal es una modulación ASK donde los bits se codifican cambiando la amplitud de una portadora. La señal que se observa en el osciloscopio es completamente digital en su estructura, y la envolvente corresponde al patrón de datos digitales transmitidos. Podemos decir que los datos están codificados binariamente con amplitudes discretas, en una proporción determinada por la modulación al 75 %.



## Modulación al 100%



*Respuesta en frecuencia y en tiempo para Modulación al 100%.*

**En el analizador de espectro se observa:**

- Una portadora central en aproximadamente 250 MHz.
- El espectro tiene una forma simétrica, con contenido espectral bien distribuido y sin distorsión.

### **¿Qué está pasando?**

La señal digital modulada (probablemente ASK) ha generado un espectro donde:

- Como la modulación es al 100 %, cuando se transmite un “0” la portadora desaparece totalmente, y cuando se transmite un “1” aparece con su máxima amplitud.
- Esto genera una mayor variación de amplitud en el tiempo y un espectro más definido, pero más sensible al ruido.

### **Y en el dominio del tiempo...**

En esta imagen se observa:

- Una portadora de alta frecuencia claramente interrumpida por secciones planas (sin señal).
- La envolvente tiene momentos donde la señal cae completamente a cero, lo cual no ocurriría en los casos de modulación al 75% o menor.

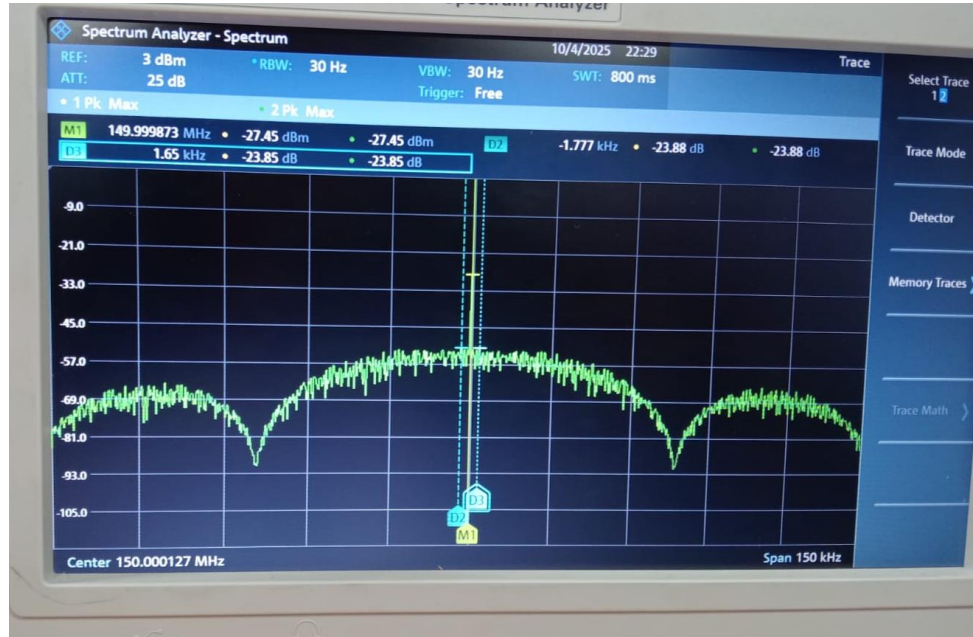
### **¿Qué está pasando?**

- La portadora es totalmente eliminada cuando se transmite un bit “0”. Esto es característico de modulación ASK con índice del 100 %.
- La envolvente de la señal muestra una secuencia de bits en la que es fácil identificar los “1” (alta amplitud) y los “0” (ausencia de señal).

Observamos una modulación digital por desplazamiento de amplitud (ASK) con índice del 100 %, lo que significa:

- La amplitud de la portadora representa directamente el bit transmitido.
- Los bits “1” se codifican como portadora presente a máxima amplitud.
- Los bits “0” se codifican como ausencia total de señal.

## Modulación al 150%



*Respuesta en frecuencia y en tiempo para Modulación al 150%.*

En el analizador de espectro..

¿Qué se observa?

- Una portadora centrada en 150 MHz.

Qué está pasando?



- Debido al índice de modulación  $> 1$  (150 %), la señal moduladora está provocando que la envolvente se invierta en algunos momentos, generando un espectro con mayor contenido de frecuencia.
- Puede aparecer distorsión espectral, aunque no muy marcada en este caso.

### Conclusión:

La sobremodulación digital ha provocado una mayor dispersión de energía espectral, sin destruir la estructura del espectro, pero sí puede complicar la demodulación.

### En el osciloscopio..

#### ¿Qué se observa?

- Una portadora de alta frecuencia con una envolvente fuertemente deformada.
- En varias zonas, la envolvente cae a cero y cambia de fase (es decir, hay inversión de señal).
- Las transiciones entre niveles de amplitud son **pronunciadas**, propias de una señal digital sobremodulada.

#### ¿Qué está pasando?

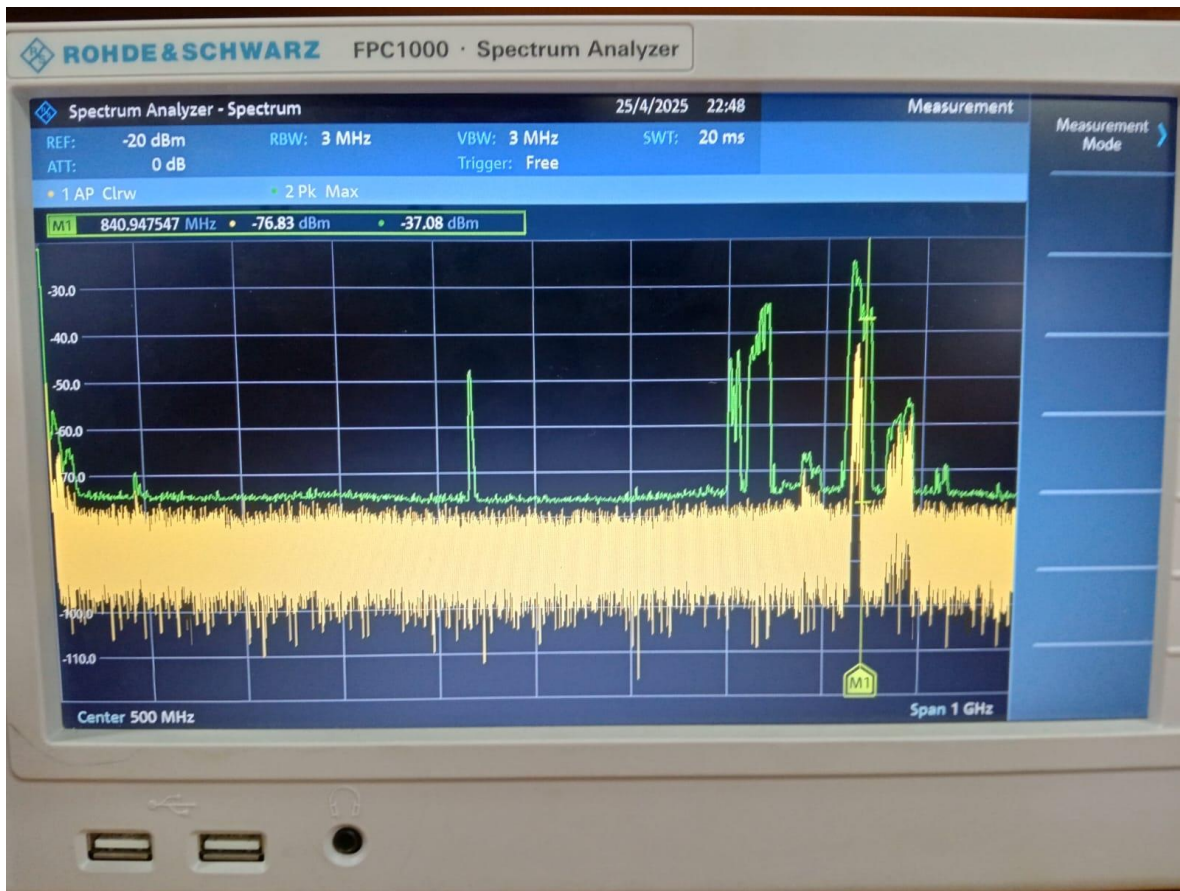
- En este tipo de modulación digital, un índice del 150 % significa que la portadora está siendo “empujada” más allá de su valor baseo normal, haciendo que en algunos bits la señal se invierta (cambie de fase).
- Esto complica la demodulación, ya que un detector de envolvente no puede reconstruir correctamente la señal cuando hay cambios de signo o inversión de fase.
- Visualmente, se nota una señal más inestable por decirlo así, con picos y valles pronunciados, y zonas donde desaparece o cambia de dirección bruscamente.

Este caso representa una sobremodulación digital por amplitud (ASK) al 150 %, lo cual se caracteriza de la siguiente manera:

	Qué se observa	Qué significa
<b>Espectro</b>	Portadora a 150 MHz,	La señal moduladora es más fuerte que la portadora, generando mayor ancho de banda y posible distorsión

	Qué se observa	Qué significa
Tiempo	Envolvente se invierte, cambia de fase, y hay secciones de caída total	La señal está sobremodulada, lo que impide una recuperación simple y puede inducir errores de interpretación de bits

## Señales correspondientes a controles y redes móviles



*Respuesta en frecuencia y en tiempo para Modulación al 150%.*

en la imagen se observa el comportamiento espectral de una llamada telefónica hecha en el laboratorio dicho comportamiento lo pudimos observar en el rango de frecuencias de 840MHz con un pico de -25dB