

1. Principios básicos

1.1. Ejercicio 1

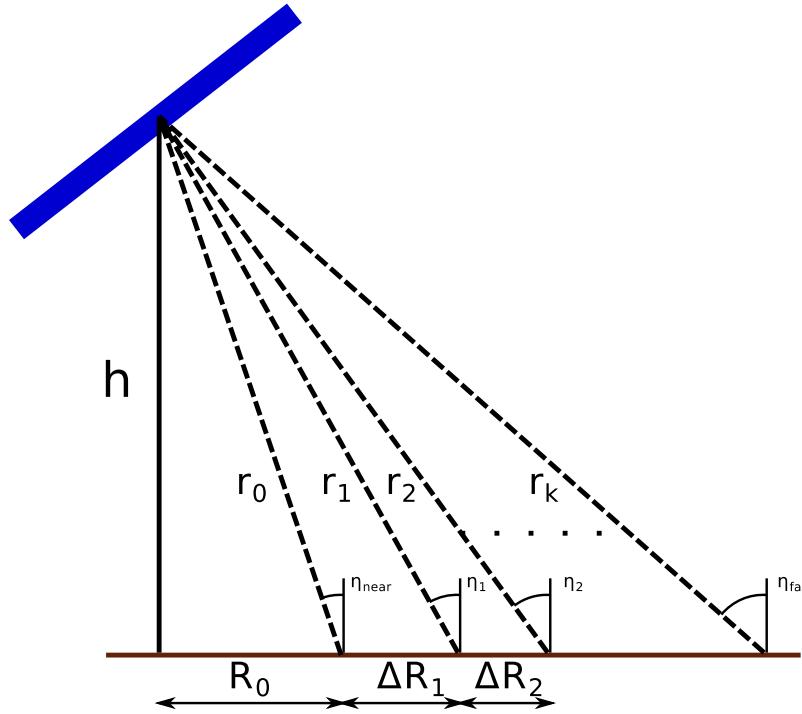


Figura 1: γ -rangos

$$R_n = \sin(\eta_n)r_n$$

$$\Delta R_n = R_n - R_{n-1}$$

$$\Delta R_n = \sin(\eta_n)r_n - \sin(\eta_{n-1})r_{n-1}$$

$$r_k = \frac{kcT_s}{2}$$

$$\gamma - rango_k = r_k = \frac{h}{\cos(\eta_k)}$$

$$\eta_k = \cos^{-1} \left(\frac{h}{r_k} \right)$$

Para poder graficar η_k y ΔR_k , necesitamos primero calcular r_o . Sabiendo que:

$$Fs = 50 \cdot 10^6$$

$$Ts = \frac{1}{Fs} = 50 \cdot 10^{-6}$$

$$h = 5375m$$

$$\eta_0 = \eta_{near} = 18,24$$

$$c = 299,792,458 \frac{m}{s}$$

Podemos calcular r_0 como $\frac{h}{\cos(\eta_0)}$ que resulta en

$$r_0 \approx 5659$$

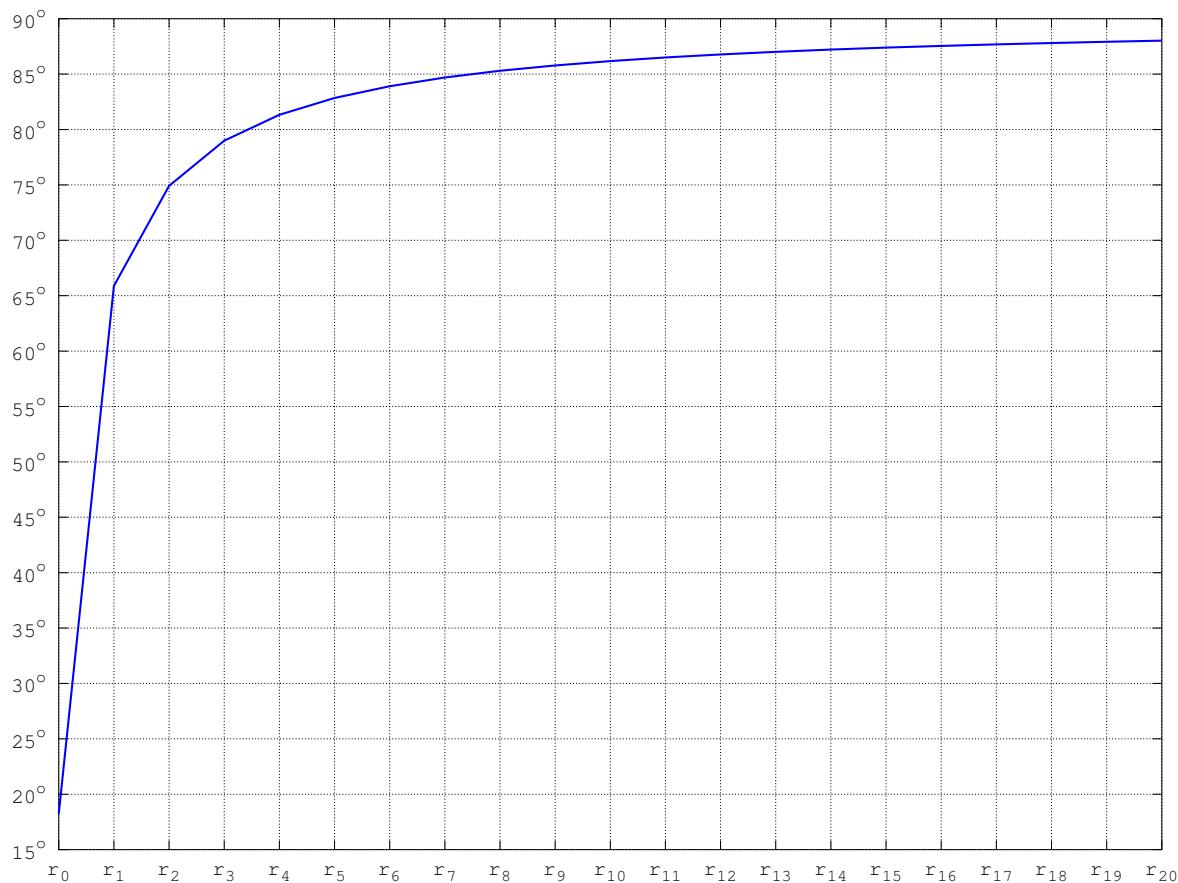
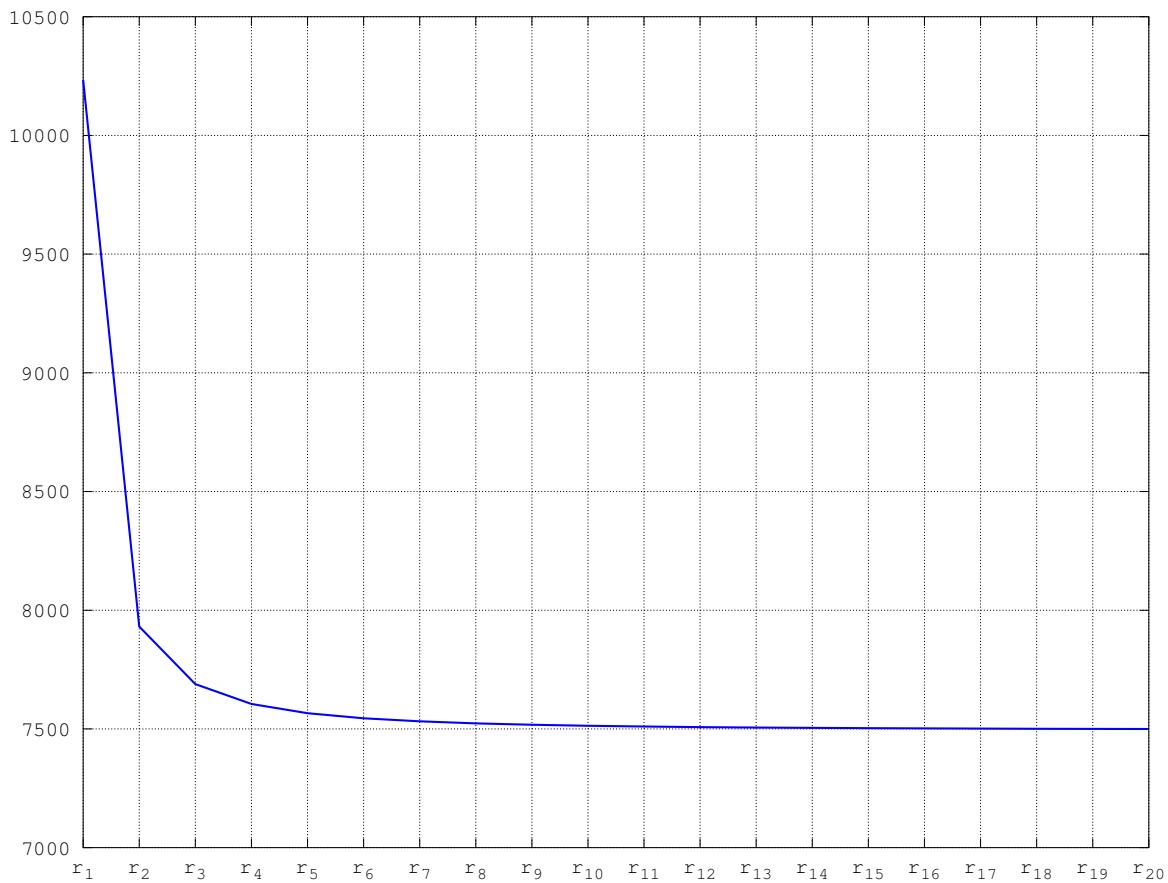


Figura 2: η en función del rango r_k

Figura 3: ΔR en función del rango r_k



2. Parte analógica

2.1. Ejercicio 2

La señal chirp se define como

$$\text{chirp}(t) = e^{j\theta(t)}$$

donde $\theta(t)$ es una función cuadrática del tiempo con forma

$$\theta(t) = k_1 t^2 + k_2 t$$

La frecuencia instantánea de la chirp es entonces:

$$f_{\text{inst}}(t) = 2k_1 t + k_2$$

Como la chirp barre frecuencias que van desde -20Mhz hasta 20Mhz en $10\mu s$:

$$f_{\text{inst}}(0) = 2k_1 0 + k_2 = k_2 = -20\text{Mhz}$$

Y al final

$$\begin{aligned} f_{\text{inst}}(10\mu s) &= 2k_1 10\mu s + k_2 = 20\text{Mhz} \\ 2k_1 10\mu s - 20\text{Mhz} &= 20\text{Mhz} \\ k_1 &= \frac{40\text{Mhz}}{2 10\mu s} \\ k_1 &= 2 \cdot 10^{12} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la fase instantánea es

$$f_{\text{inst}}(t) = 4 \cdot 10^{12} t^2 - 20 \cdot 10^6 t$$

En la figura 4 se puede ver el resultado de graficar las partes real e imaginarias de la chirp junto con la fase instantánea en función del tiempo.

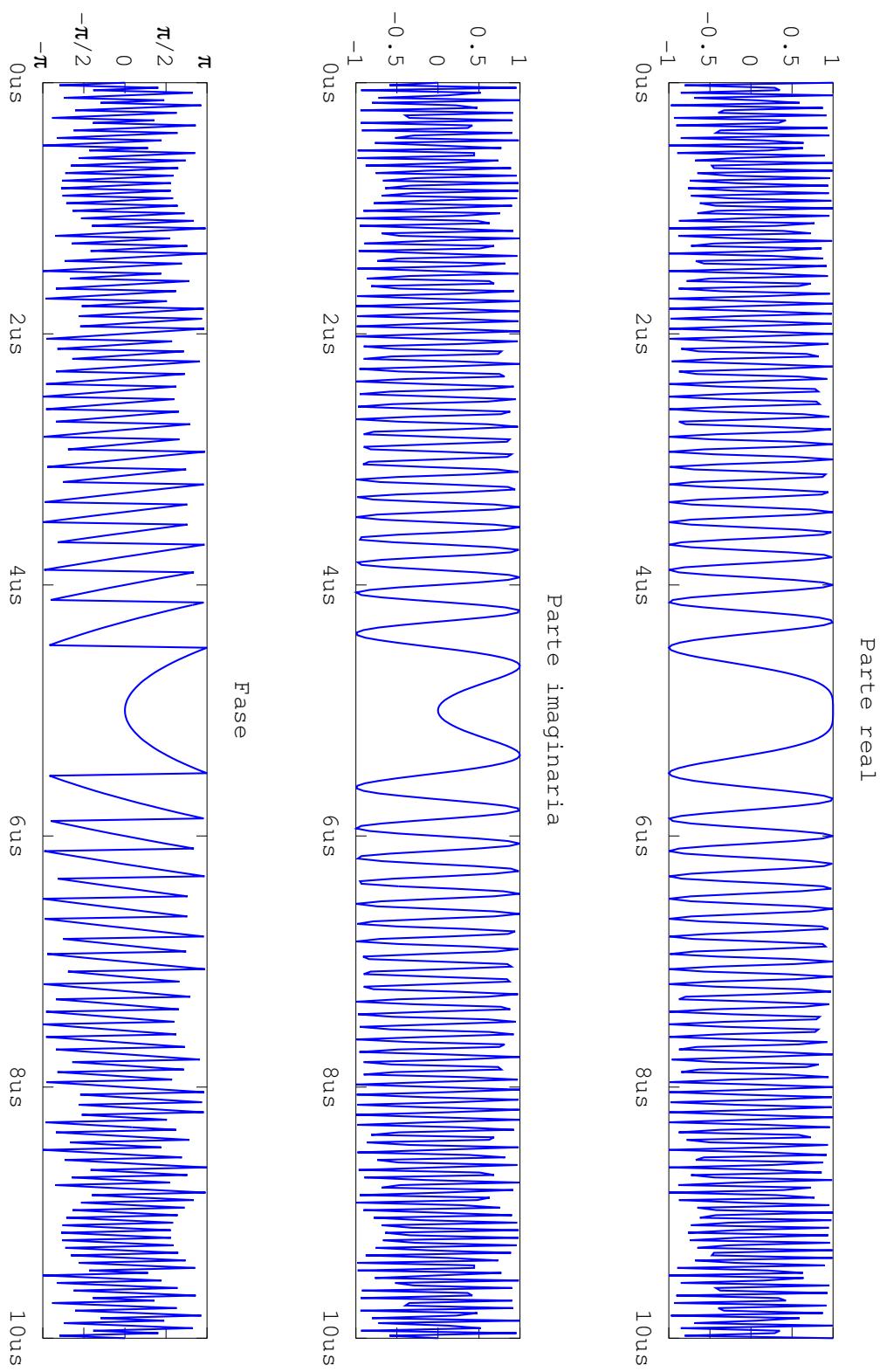


Figura 4: Chirp emitida por el SARAT (no modulada)

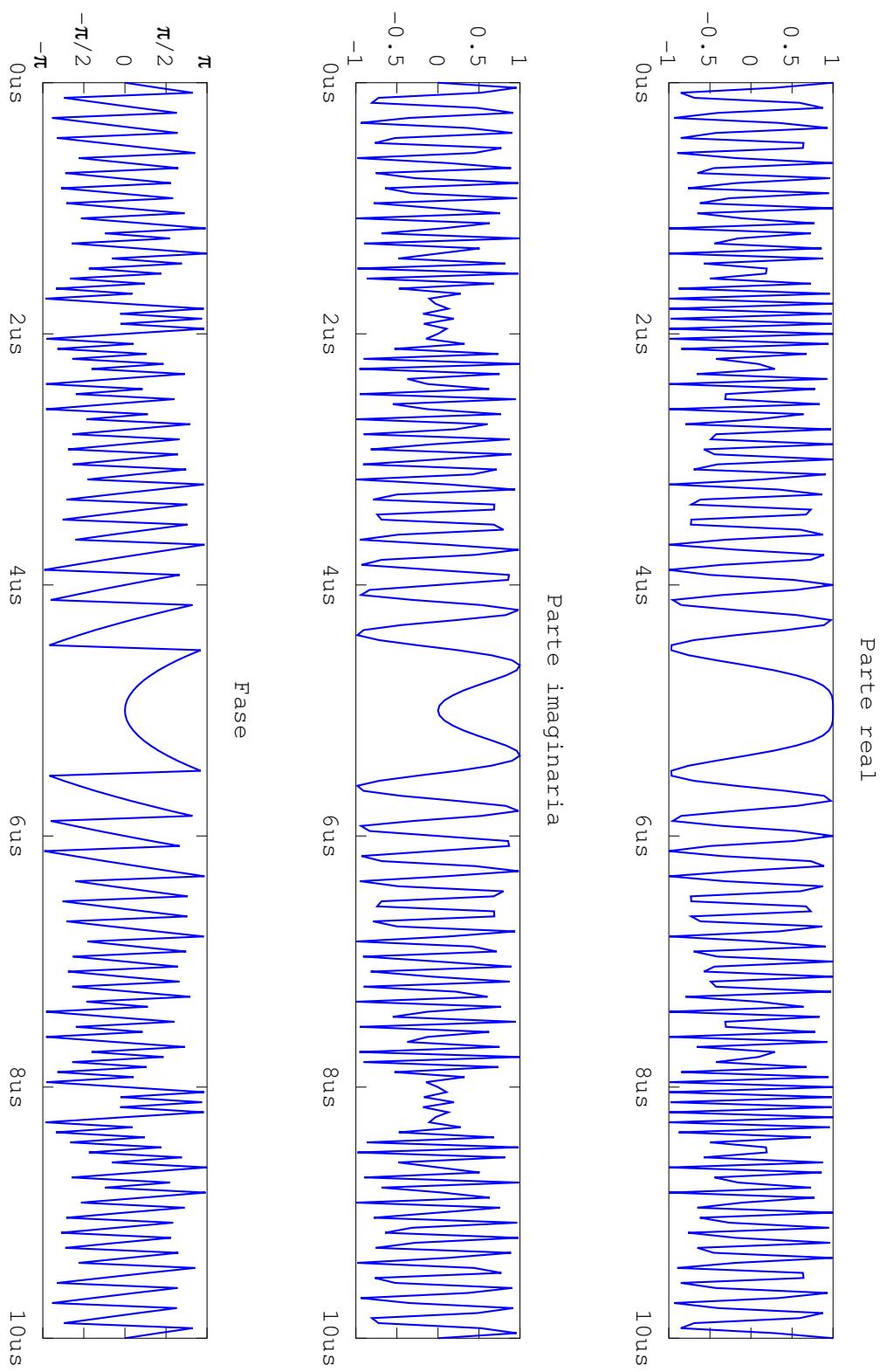


Figura 5: Chirp emitida por el SARAT (no modulada) submuestreada

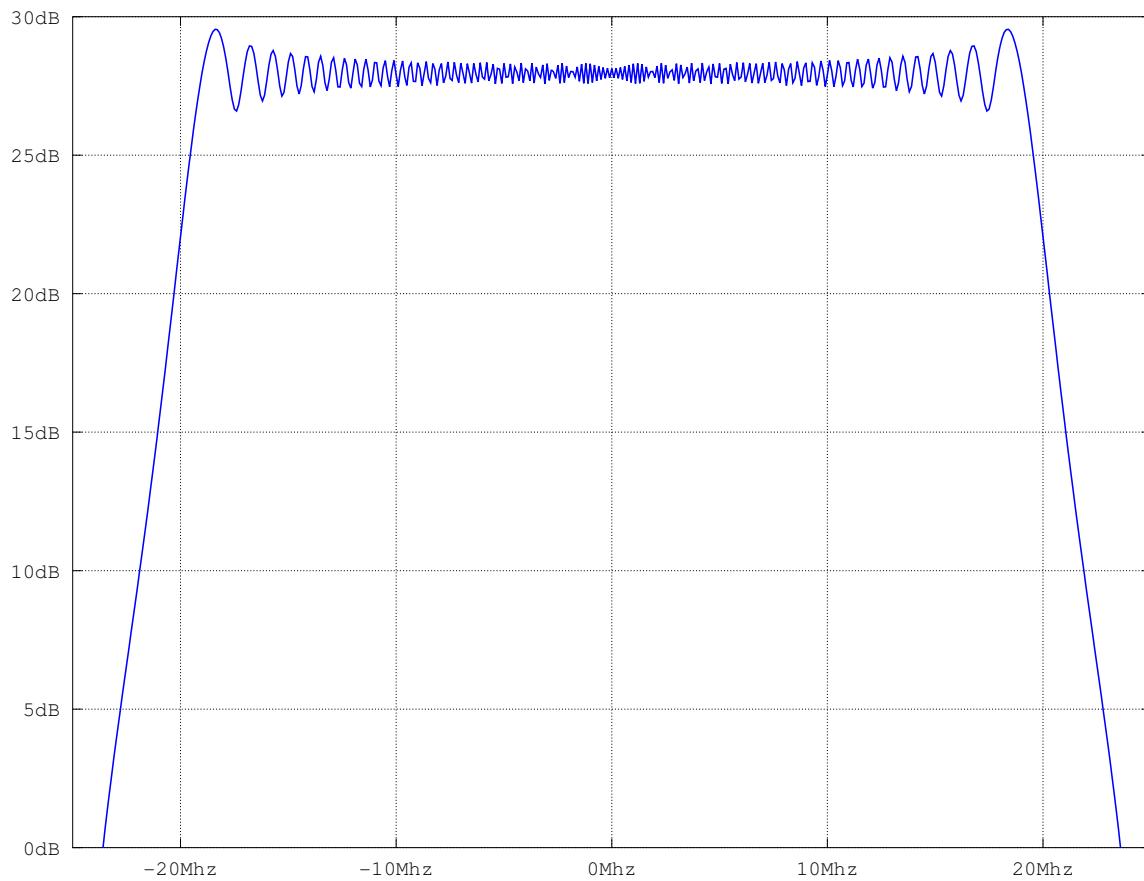


Figura 6: Espectro de la Chirp emitida por el SARAT (no modulada)

La chirp tiene una frecuencia máxima de 20Mhz y por Nyquist la mínima frecuencia de muestreo que podemos usar es 40Mhz, si no se satisface el criterio de Nyquist se producen resultados como el de la figura 5.

2.2. Ejercicio 3

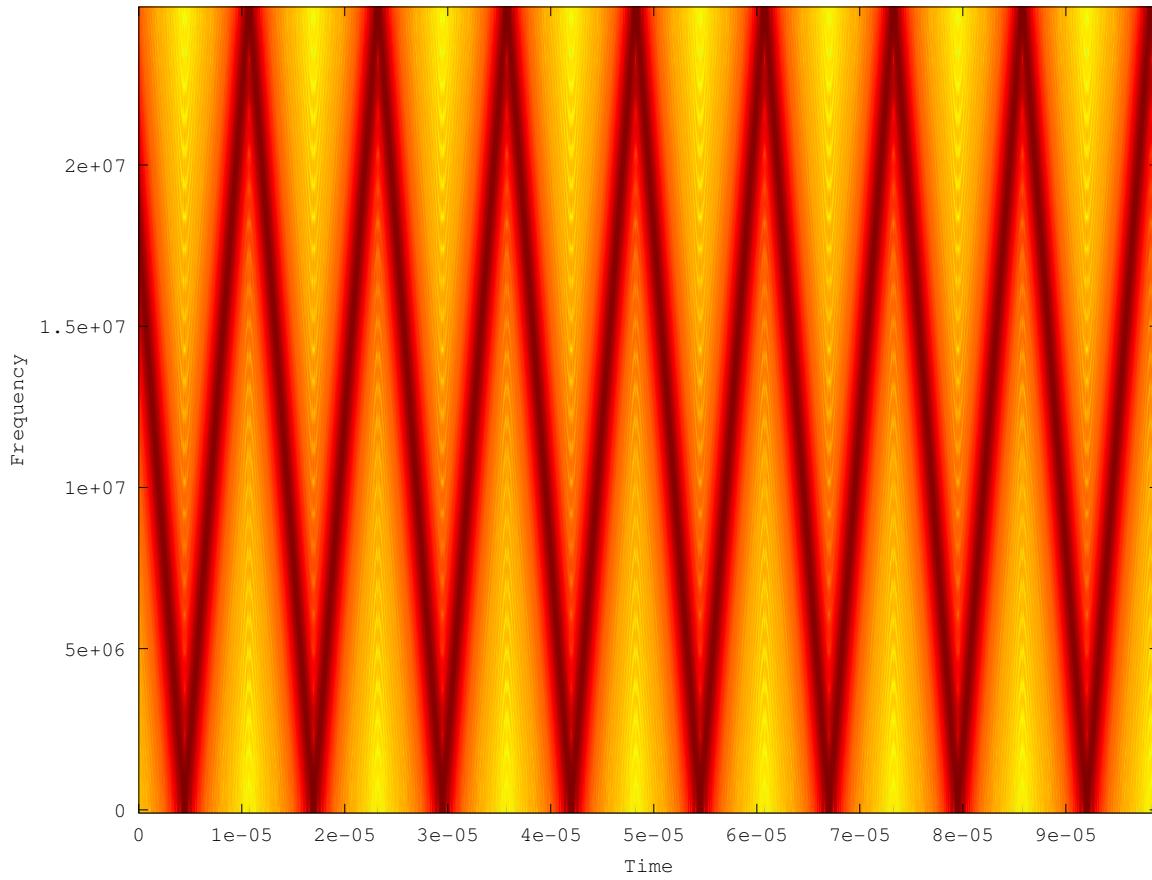


Figura 7: Espectrograma de la Chirp emitida por el SARAT (no modulada)

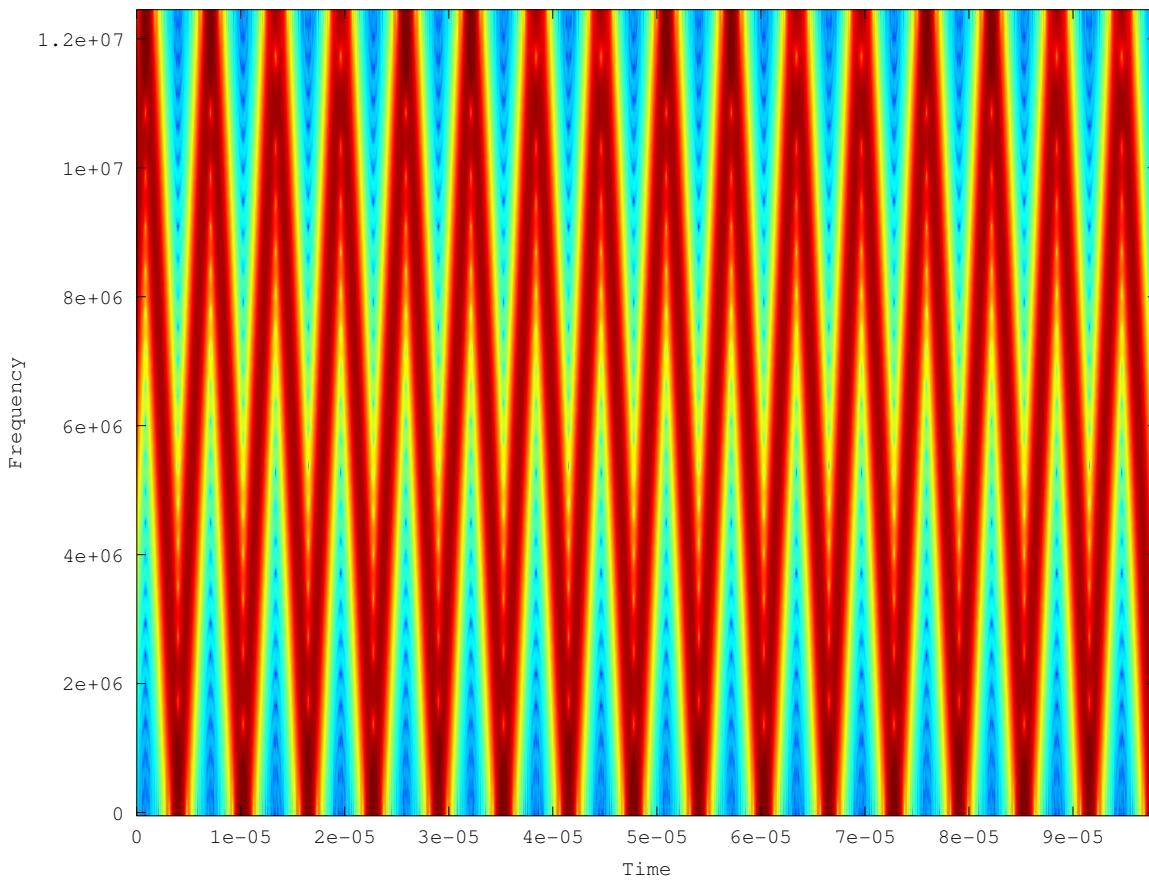


Figura 8: Espectrograma de la Chirp emitida por el SARAT (no modulada) submuestreada

2.2.1. TODO Tipo y ancho de ventana, explicación

2.3. Ejercicio 4

La chirp está definida como:

$$\text{chirp}(t) = e^{j\phi(t)}$$

Donde $\phi(t)$ es la fase en función del tiempo. Como ya se mostró en el punto 2, la frecuencia instantánea $\left(\frac{\partial\phi}{\partial t}\right)$ de la chirp (figura 9) es

$$f_{\text{inst}}(t) = 2k_1t + k_2$$

Donde k_2 es la frecuencia inicial y $2k_1$ es el incremento de frecuencia por unidad de tiempo.

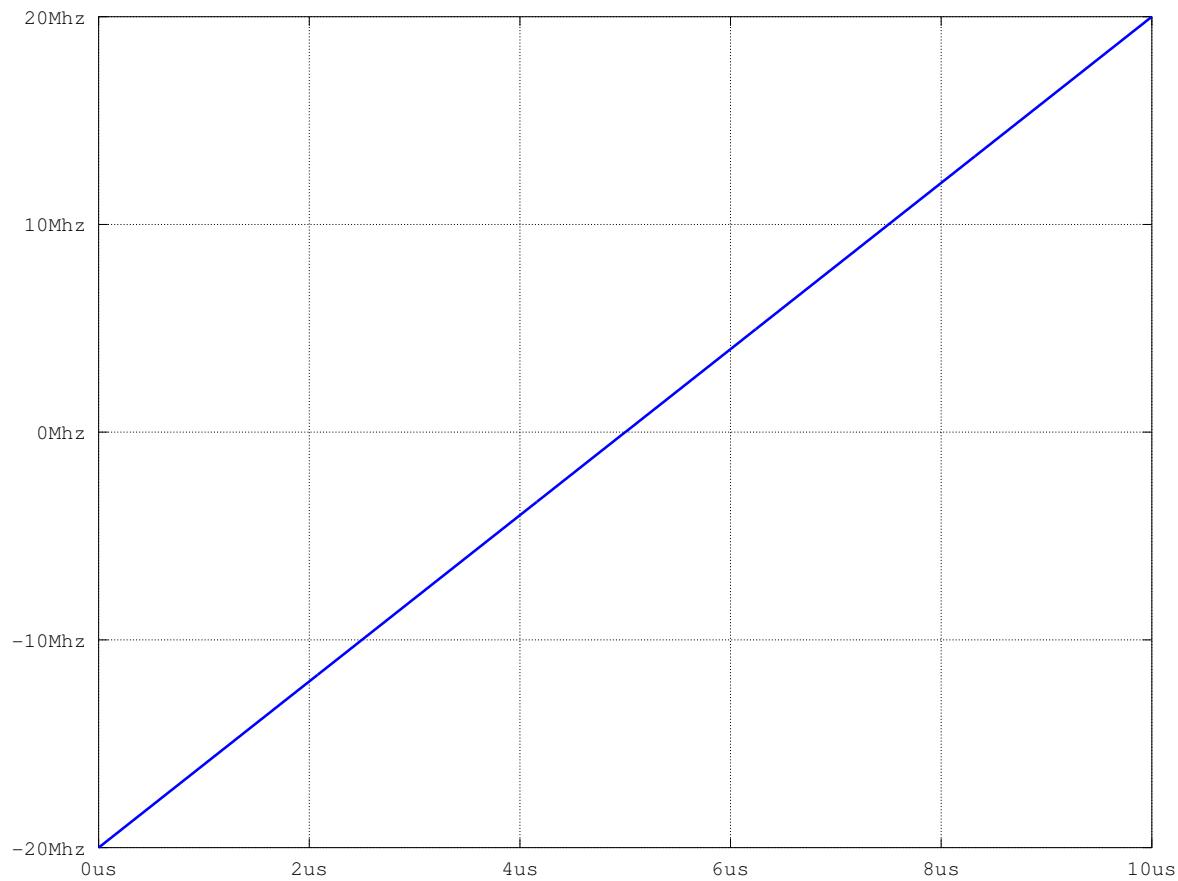


Figura 9: Frecuencia instantánea de la chirp

2.3.1. TODO ancho de banda formalmente

2.4. Ejercicio 5

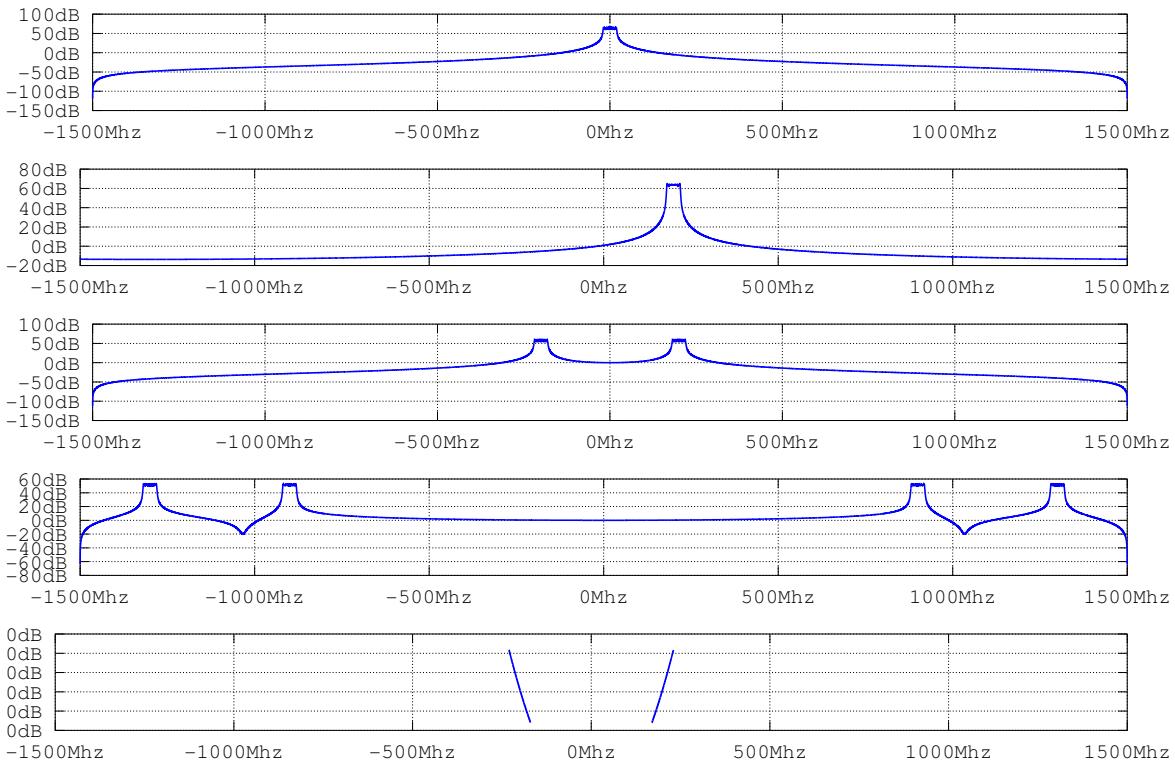


Figura 10: Espectro de las señales en las diferentes fases del modulador (ideal)

2.4.1. TODO atenuación (después de verificar que las cosas sean potables)

3. Parte digital

3.1. Ejercicio 9

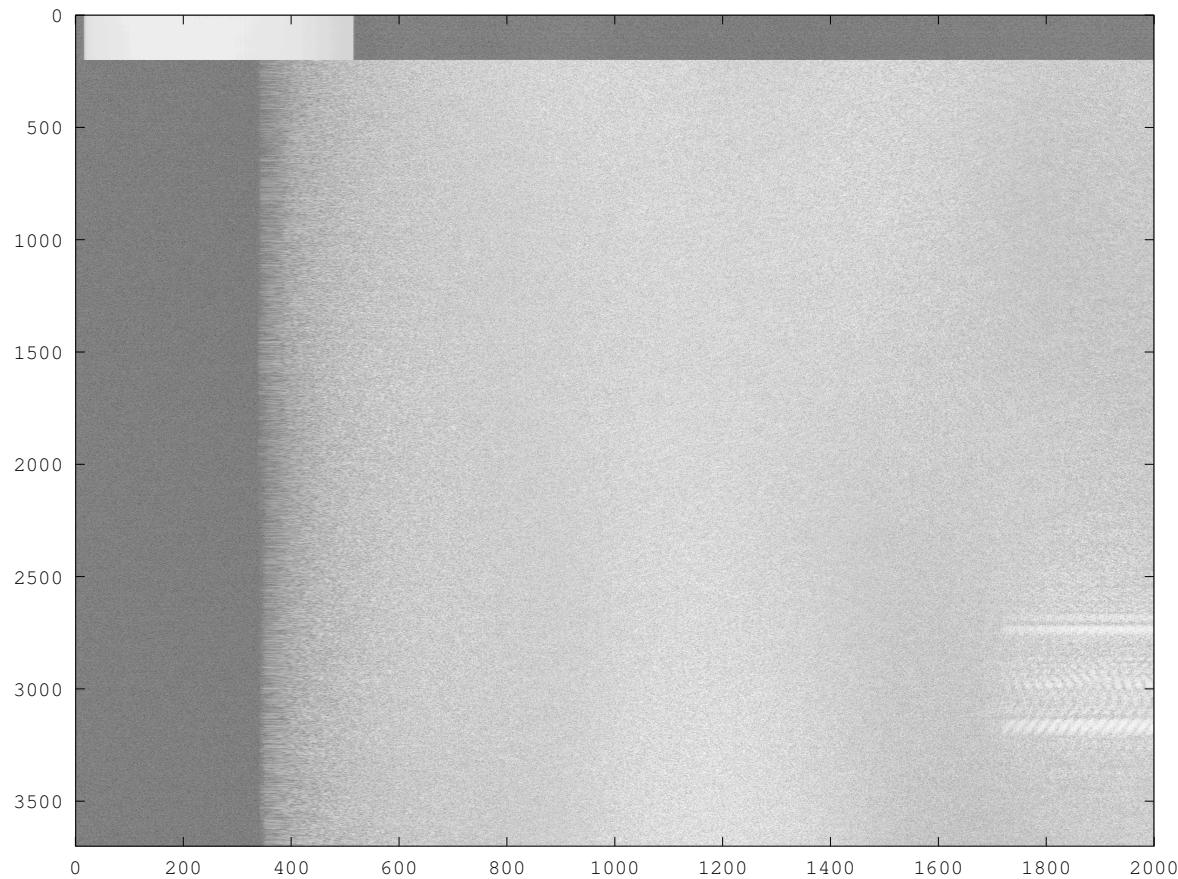


Figura 11: Datos crudos del SARAT (subset)

3.1.1. TODO cálculos

3.2. Ejercicio 10

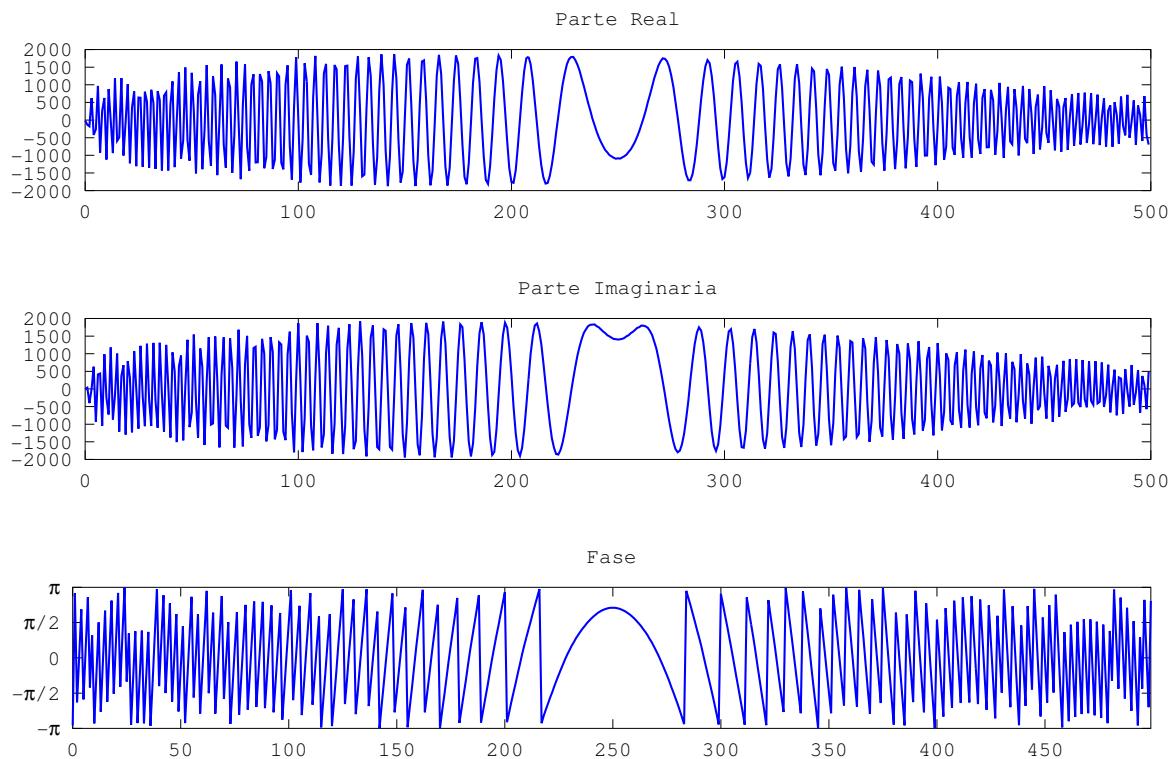


Figura 12: Chirp real del SARAT

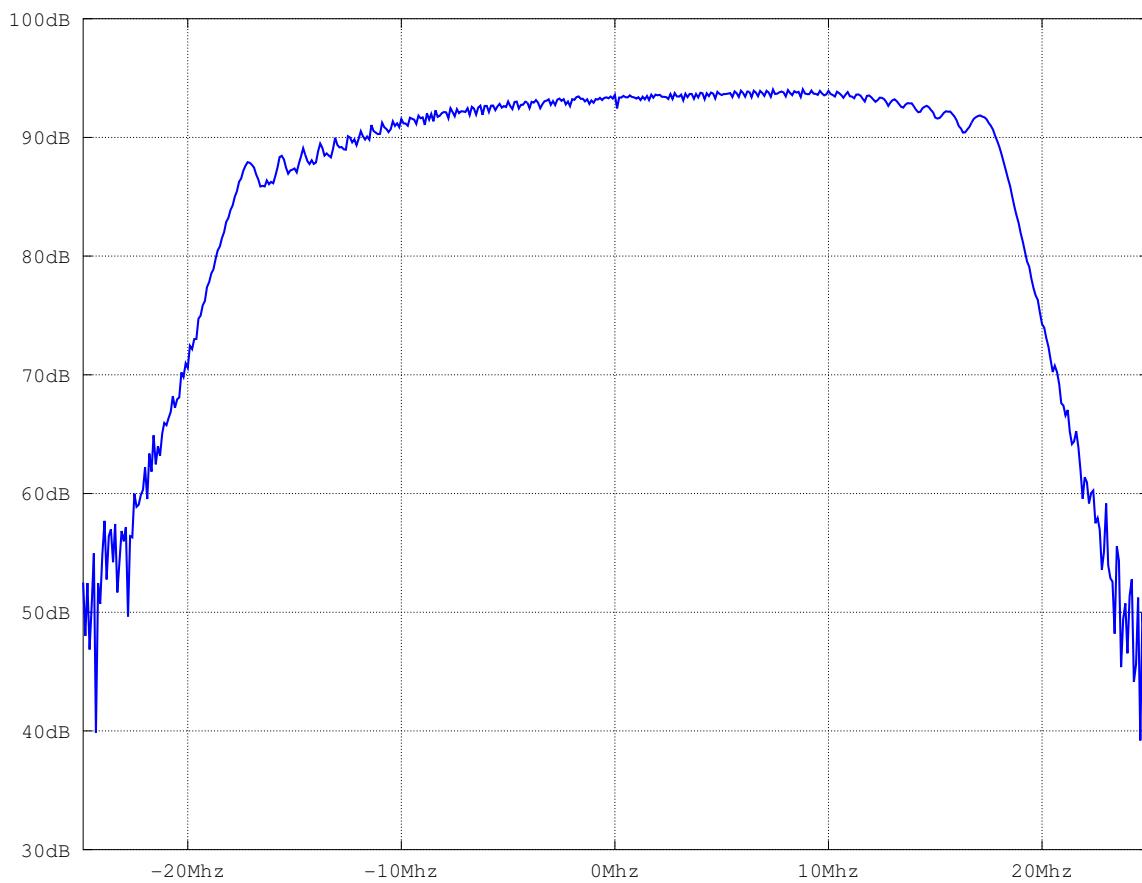


Figura 13: Chirp real del SARAT (espectro)

3.3. Ejercicio 11

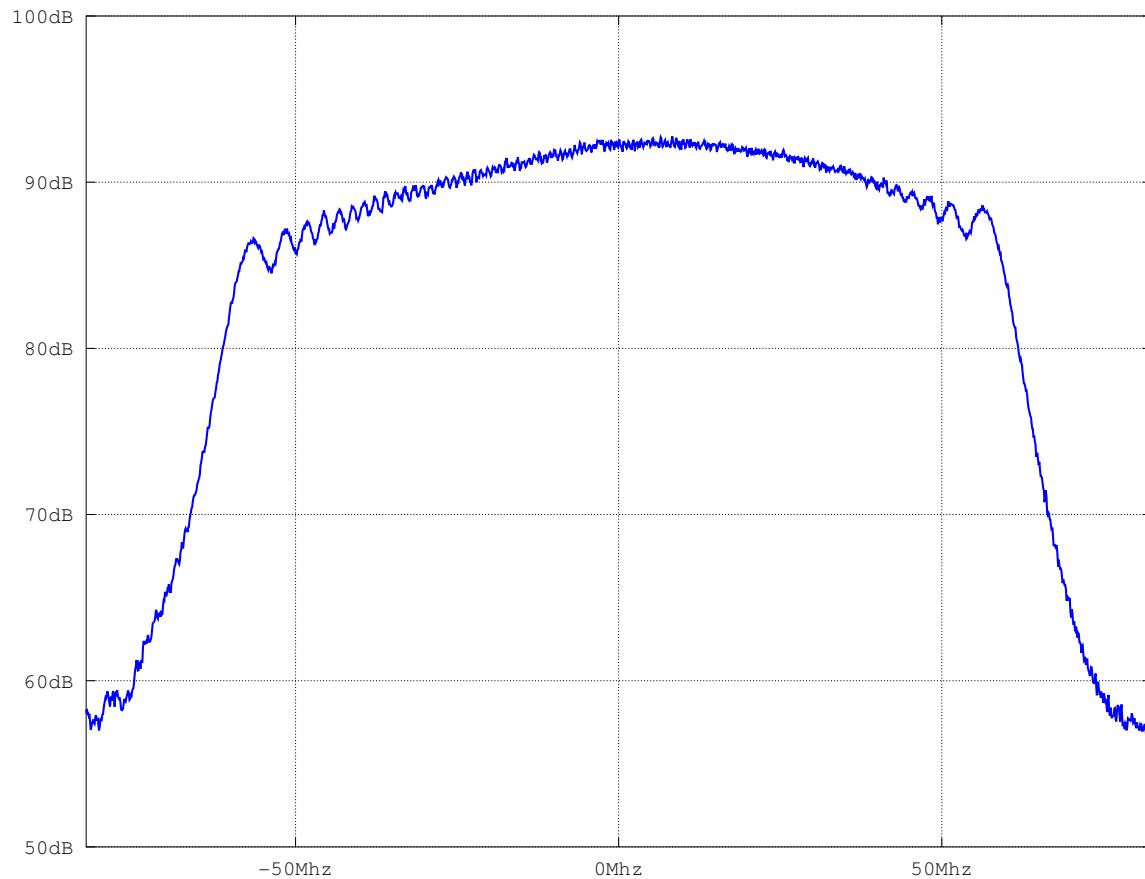


Figura 14: Modulo del espectro en rango

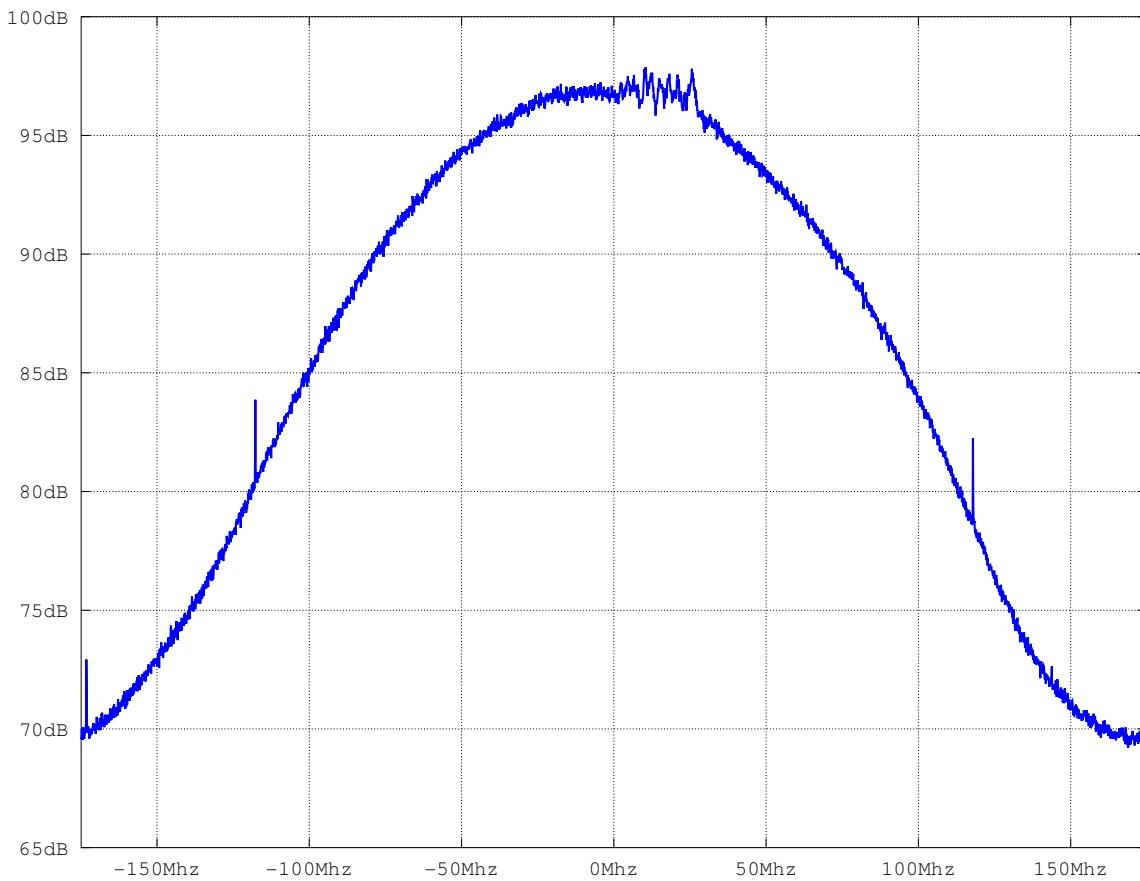


Figura 15: Modulo del espectro en azimuth

3.4. Ejercicio 12

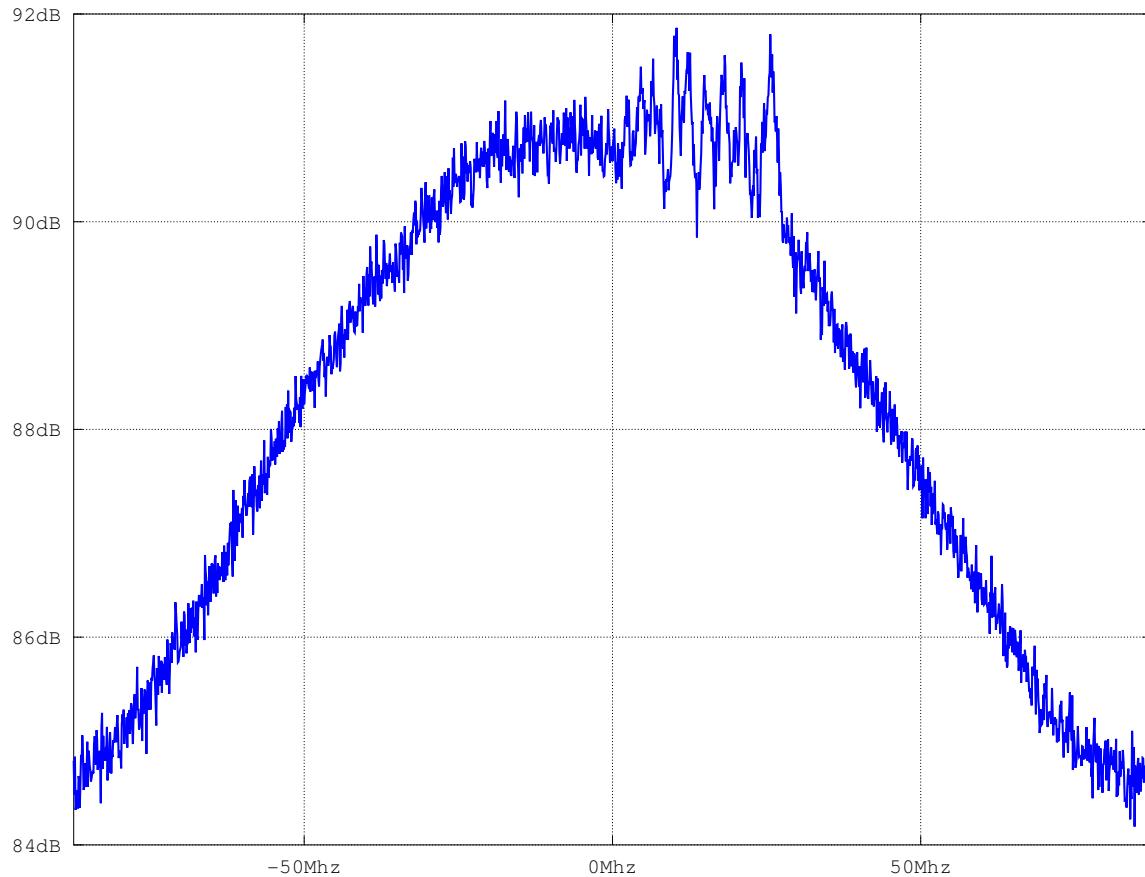


Figura 16: Modulo del espectro en azimuth (medio del PRF)



4. Compresión del pulso

4.1. Ejercicio 13

La correlación no es una operación commutativa. La relación entre la correlación de dos funciones con su transformada de Fourier es la siguiente:

$$\begin{aligned}\mathcal{F}[x[n] \star y[n]](\Omega) &= \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] \star y[n] e^{-j\Omega n} \\ &= \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] y^*[k-n] e^{-j\Omega n} \\ &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \sum_{n=-\infty}^{\infty} y^*[k-n] e^{-j\Omega n} \\ &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] Y^*(\Omega) e^{-j\Omega k} \\ &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] e^{-j\Omega k} Y^*(\Omega) \\ &= X(\Omega) Y^*(\Omega)\end{aligned}$$

4.1.1. TODO explicar la relación con la convolución. Contraejemplo de conmutatividad

4.2. Ejercicio 14

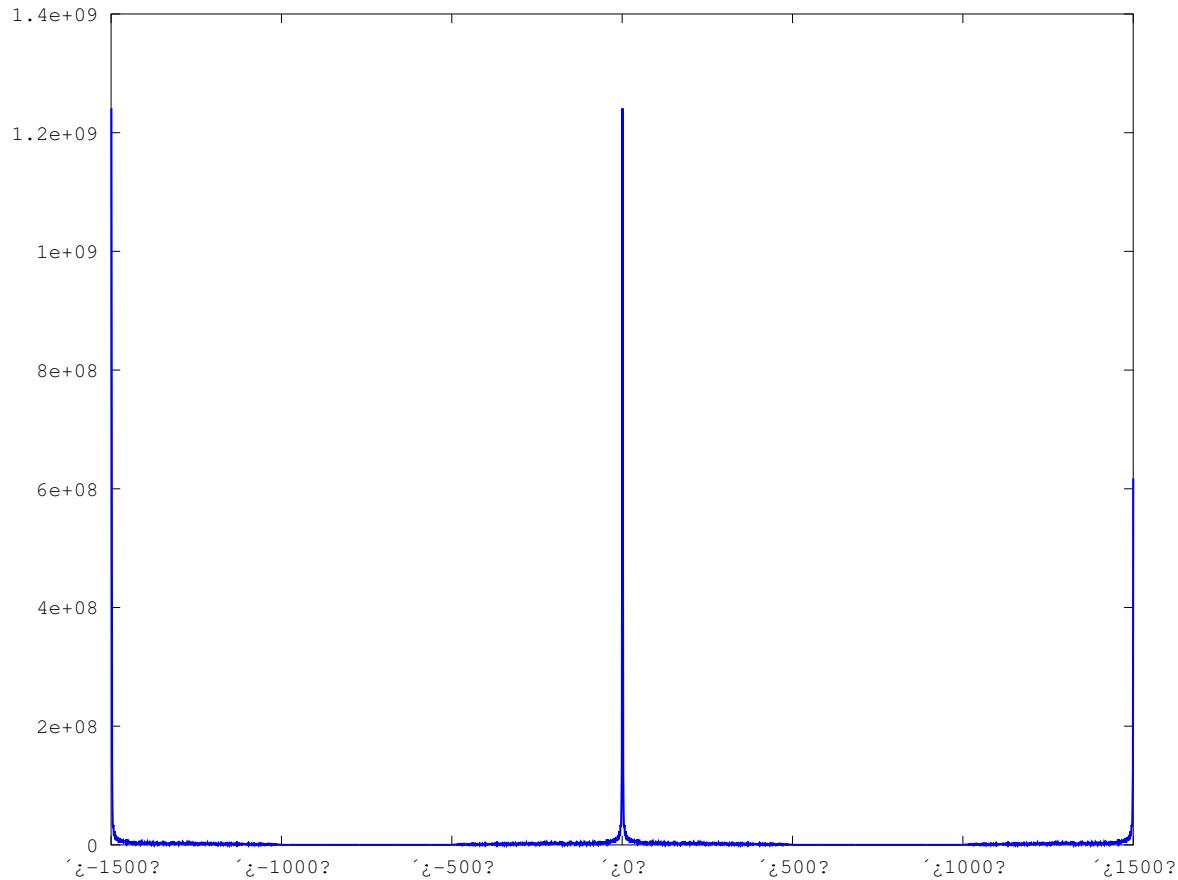


Figura 17: Autocorrelación de la chirp del SARAT

5. Compresión en rango

5.1. Ejercicio 17

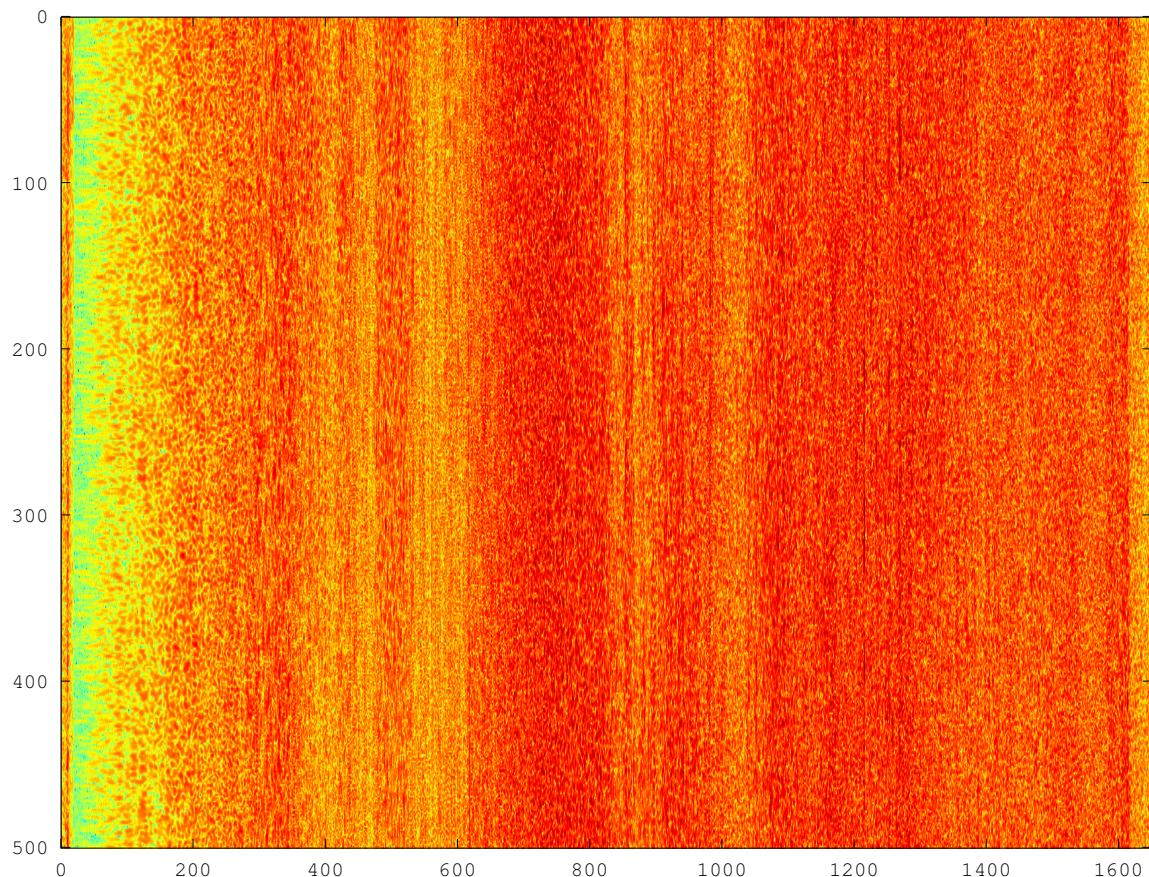


Figura 18: Compresion en rango



6. Compresión en azimuth



7. Algoritmo de compresión