

1 Muestreo sub-nyquist

1.1 Señal a muestrear

La señal a muestrear es

$$Xc(t) = A_{max}(\frac{1}{2}\cos(2\pi 1.8f_{in}) + \cos(2\pi 2f_{in}t) + \frac{1}{2}\cos(2\pi 2.2f_{in}t))$$

Con $f_{in} = 1.2kHz$

La cuál la podemos pensar como una señal compuesta por tres componentes

Frecuencia (kHz)	Fase (°)	Amplitud	Potencia
2.4	0	1	1
$2.4 + 0.24$	0	$1/4$	$1/4$
$2.4 - 0.24$	0	1	1

Figure 1: Composición de la señal AM de entrada

Por lo tanto, la señal a estudiar tiene un ancho de banda $B = 480Hz$ y una $f_c = 2.4kHz$

1.2 Breve idea teórica

1.3 Cálculo de f_s

Utilizando la expresion conocida

$$\frac{2f_s + B}{m + 1} < f_s < \frac{2f_s - B}{m}$$

se calcularon los f_s permitidos para el muestreo subnyquist. Los resultados fueron los siguientes

m	$f_{min}(kHz)$	$f_{max}(kHz)$
<i>nyquist</i>	5.28	∞
1	2.64	4.32
2	1.76	2.16
3	1.32	1.44
4	1.056	1.08

Figure 2: Frecuencias f_s permitidas

1.4 Simulaciones con Llave analógica

Se estudió mediante software el efecto sobre el espectro de la señal AM a muestrear al aplicar un muestreo a distintas frecuencias subnyquist utilizando llave analógica con *Dutycycle* = 25% Se muestran a continuación los resultados

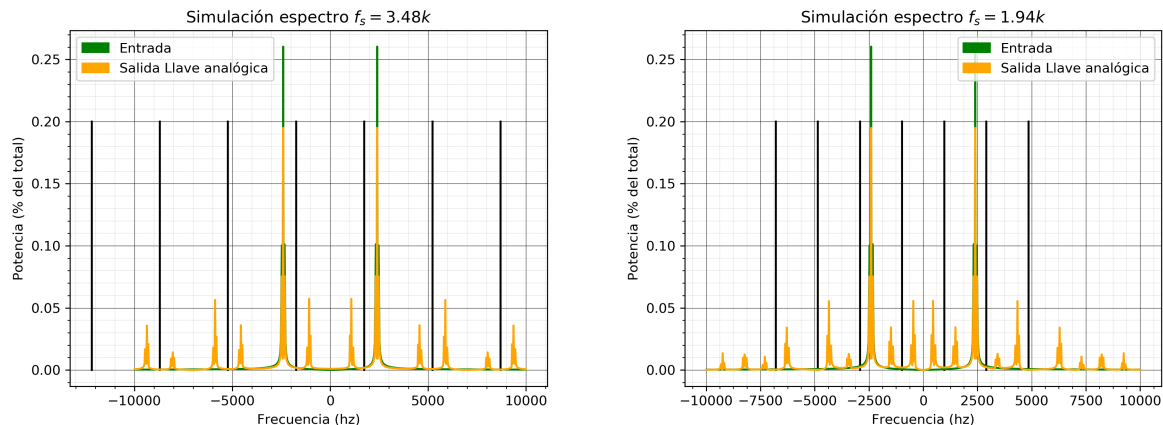


Figure 3: Simulación Sub-nyquist $f_s = 3.48kHz(m = 1)$ (izquierda), $f_s = 1.94kHz(m = 2)$ (derecha)

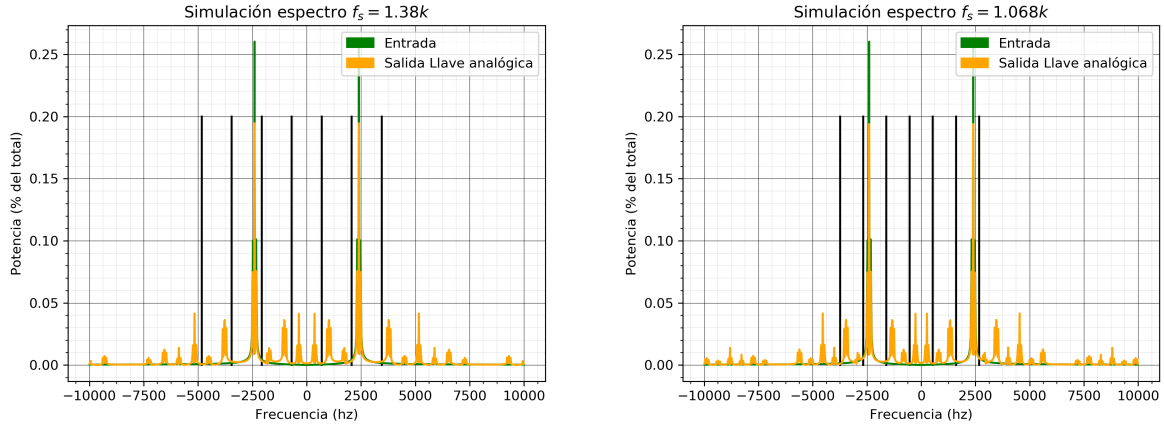


Figure 4: Simulación Sub-nyquist $f_s = 1.38kHz(m = 3)$ (izquierda), $f_s = 1.068kHz(m = 4)$ (derecha)

1.5 Simulaciones con sample and Hold

Se simuló sample and hold con un *dutycycle* = 5% para distintos valores de f_s

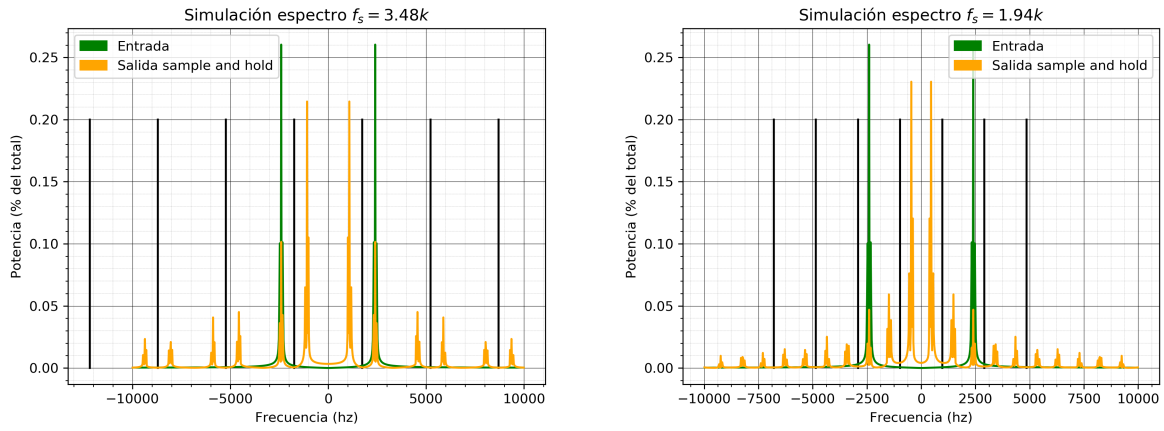


Figure 5: Simulación sub-nyquist $f_s = 3.48kHz(m = 1)$ (izquierda) $f_s = 1.94kHz(m = 2)$ (derecha)

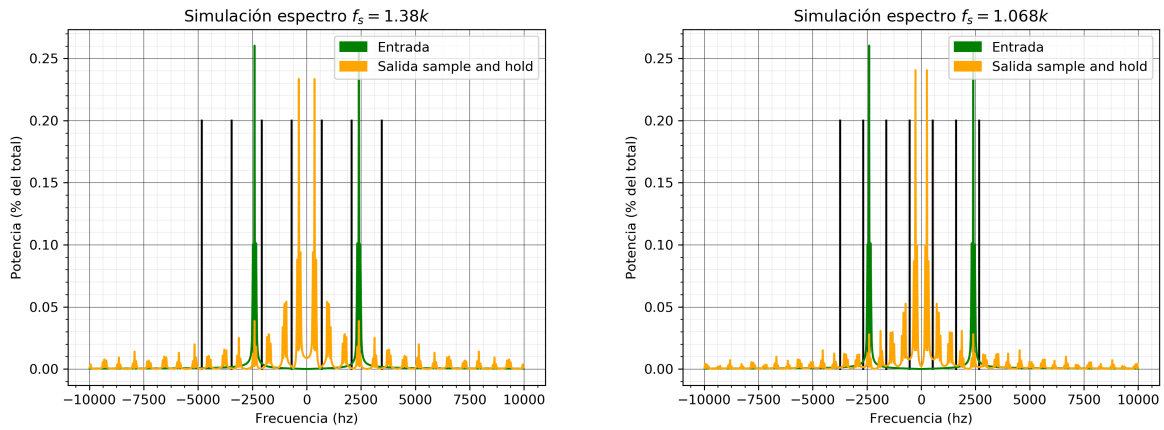


Figure 6: Simulación sub-nyquist $f_s = 1.38kHz(m = 3)$ (izquierda), $f_s = 1.068kHz(m = 4)$ (derecha)

Se observa que los espectros de la banda central son de una amplitud mayor que en el caso de la llave analógica.

1.6 Mediciones

Se procedió a medir los espectros para el caso $m = 4(f_s = 1.07Khz)$ con llave analógica con duty 25%, y sample and hold con duty 5%

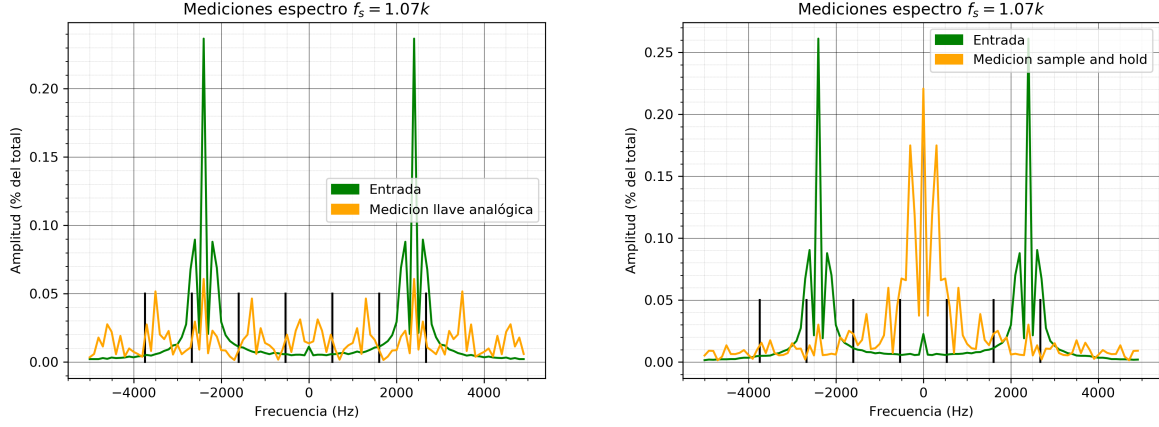


Figure 7: Mediciones sub-nyquist $f_s = 1.07Khz$ solo sample and hold (izquierda), solo llave analógica (derecha)

Se observa que se verificó que la llave analógica atenuó en una medida mucho mayor las frecuencias bajas, que fue lo mismo que se observó en la simulación. Esto se debe a que la llave analógica en general tiende a disminuir en una medida mucho mayor el valor medio de la señal debido a que produce que la señal sea nula en una importante proporción del periodo, al mismo tiempo que provoca una cantidad considerable de saltos abruptos en la señal, lo cuál se traduce en la prescencia de frecuencias altas que en la entrada no estaban.

El sample and hold en ese sentido es menos invasivo, debido a que no produce saltos abruptos tan pronunciados y por lo tanto no amplifica tanto las altas frecuencias, pero no obstante amplifica en una mayor medida la continua ya que produce que la señal permanezca constante en algunos intervalos de tiempo.