



Posteriormente, en cada una de las señales se efectuaron distintos análisis con diversos algoritmos para determinar la estabilidad de la tensión de los escalones y su mínima incertidumbre.

Debido a las limitaciones de la varianza estándar [3], se utilizó la varianza de Allan, que permite distinguir distintos tipos de ruido y otorga una estimación de la incertidumbre Tipo A de las mediciones. Se utilizó el algoritmo tradicional de la desviación de Allan en lenguaje Python y se aplicó a los escalones de tensión para poder hacer un análisis de estabilidad e incertidumbre.

La desviación de Allan se visualiza en una gráfica de escala logarítmica, donde el eje de las ordenadas es la desviación de Allan y el eje de las abscisas es el tiempo de observación expresado en cantidad de muestras. En líneas punteadas se representa la densidad espectral de potencia de ruido blanco como una recta de pendiente -0.5. Esta recta sirve como referencia para determinar el punto en el que la desviación pasa a ser constante, lo que se podría aproximar con una recta de pendiente igual a 0, que representa la densidad espectral de potencia de ruido 1/f. Este punto donde la pendiente pasa de -0.5 a 0 nos da una estimación de la incertidumbre alcanzable por el sistema de medición para un dado tiempo de observación [4].

En la figura 3 se muestran las curvas de desviación de Allan de 2 niveles de tensión de una señal senoidal de 2 V pico a pico de amplitud, 62.5 Hz de frecuencia, 8 escalones por período y 32 kHz de frecuencia de muestreo. En la tabla 1 se detallan los valores de cada nivel de tensión junto a sus valores de incertidumbre (mínima para el tiempo de observación), los cuales fueron calculados a partir del desvío estándar correspondiente a la cantidad de muestras para cada tiempo de observación.

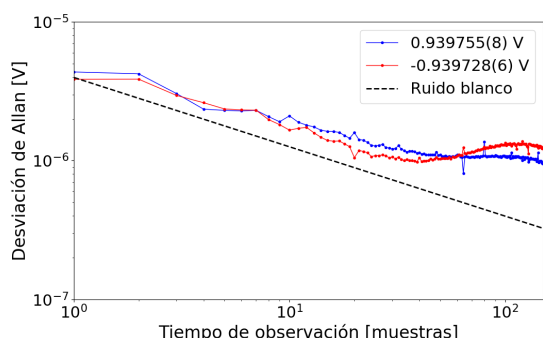


Figura 3: Resultados de la desviación de Allan.

Se realizaron varios análisis a distintas frecuencias, de los cuales se destaca que, para la configuración de 1 muestra por escalón y el tipo de muestreo DCV del multímetro, el mínimo tiempo de apertura que se puede utilizar en este sistema es de 15.625  $\mu$ s. El tiempo de muestreo utilizado para una señal de frecuencia de 62.5 Hz fue de 31.25  $\mu$ s, donde 25  $\mu$ s corresponde al tiempo de preparación requeridos por el multímetro, que establece así una cota de frecuencia. Un tiempo de apertura de 15.625  $\mu$ s corresponde a una resolución del multímetro de 18 bits.

Tabla 1: valores de tensión de la señal senoidal muestreada.

Valor de tensión [V]	Incertidumbre Tipo A [ $\mu$ V]	Tiempo de obs. [muestras]
0.0000104	9.6	44
0.6867466	7.6	105
0.9397553	7.9	43
-0.6867264	8.0	51
-0.9397283	6.4	39

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo, se mostraron las virtudes del sistema PJVS de 1 V, que nos permite aproximar señales alternas por escalones de tensión cuantizados, cuyo valor depende únicamente de constantes universales y de una frecuencia referida al patrón de tiempo nacional (reloj atómico de Cesio).

Se analizaron las mediciones obtenidas por medio de desviación de Allan, y se comprobó que para una frecuencia de 62.5 Hz la performance empeora para frecuencias de muestreo mayores a 32 kHz.

Este tipo de estudios explota las ventajas de los sistemas Josephson, capaces de generar tensiones extremadamente estables y cuantizadas, dependientes únicamente de constantes de referencia y de la frecuencia de microondas aplicada.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Josephson, B. D., "Possible new effects in superconductive tunnelling", Physics letters, vol. 1, no. 7, 1962, p. 251–253.  
 [2] Kohlmann, J.; Behr, R., "Development of Josephson voltage standards", Wiley-VCH, 07 2011.  
 [3] Allan, D. W., "Should the classical variance be used as a basic measure in standards metrology?", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. IM-36, no. 2, 1987, p. 646–654.  
 [4] Matejček, M.; Šostronek, M., "Computation and evaluation allan variance results," 2016 New Trends in Signal Processing (NTSP), 2016, p. 1–9.