

LABORATORIO 7

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

1er cuatrimestre 2021

**Aplicación del efecto Josephson a la generación de señales arbitrarias con aplicaciones a la metrología**

Alumno: Pinto Zárate, José Daniel  
dann.2207@gmail.com

6 de enero de 2022

## Resumen

*El JAWS (Josephson Arbitrary Waveform Synthesizer) es un sintetizador de señales basado en el efecto Josephson. Cuando se conectan miles de junturas Josephson en serie, se puede aprovechar este efecto para generar señales arbitrarias. Para esto, se envían pulsos de corriente de alta frecuencia hacia esos arrays de junturas, sumergidas en Helio a 4.2K, y las mismas generan una tensión de salida que depende de constantes fundamentales, y por lo mismo tiene muy baja incertidumbre, del orden de los  $1\text{V}/10^10\text{V}$ . Existe un patrón específico de pulsos para cada señal que se quiera generar, y el mismo se obtiene mediante un algoritmo llamado modulación Sigma-Delta. En este trabajo se realizaron y comprobaron numéricamente distintos patrones de pulsos, generados mediante un algoritmo escrito siguiendo bibliografía especializada [?] [?]*

## 1. Introducción

### 1.1. Efecto Josephson

Cuando se conecta un número grande de junturas Josephson en serie, este efecto se amplifica dando lugar a la posibilidad de generar voltajes ordenes de magnitud mayores a los de la juntura simple.

Los niveles que se usan son  $n = 0, 1$

### 1.2. Modulación $\Sigma\Delta$

La modulación sigma delta es una técnica para representar una señal analógica a través de una señal digital de pocos valores. Intuitivamente, compensamos los pocos valores que podemos expresar digitalmente con representar muchos de esto para cada dato analógico que tengamos.

A continuación se describe el método muy resumidamente [?].

Se parte de una señal temporal idealizada que llamamos  $x(t)$ , que representa la señal que queremos generar. Para ilustrar, supongamos que la señal es de tensión, pero puede ser cualquier otro tipo de señal.

A  $x(t)$  se le realiza un muestreo temporal, i.e. quedarse con muestras de la misma a intervalos de tiempo iguales  $T_s$ , obteniendo una señal discretizada en el tiempo  $x[n]$ .

Luego, se discretiza la tensión, lo que quiere decir que de todo el continuo de tensiones, solo nos quedaremos con un conjunto finito de valores. En nuestro caso son 2, que definen los límites del rango de la señal que podremos generar.

La ventaja de este método particular es que tiene la particularidad de tener mucha fidelidad a la señal original, y la desventaja es que requiere mucho poder de cómputo frente a otras técnicas de conversión digital. Una comparación de algunas de estas técnicas se muestra en la figura ??

## 2. Descripción de la Simulación & Experimento

En este trabajo se implementó desde cero, siguiendo diferentes publicaciones ([?], [?]). Esto permitió explorar

diferentes aspectos del método que no eran muy accesibles desde otras implementaciones, de manera muy sencilla. Las implementaciones anteriores contienen optimizaciones adicionales que mi código no tiene. La más conocida es el paquete de Matlab de Richard Scherier [?], sobre la cual se basa el paquete de Python de Venturini deltasigma. Este último paquete fue usado para contrastar cualitativamente los pulsos generados por nuestro código, además de los resultados obtenidos en simulaciones numéricas de distintas fuentes [?], [?].

## 3. Resultados y Análisis

Usando nuestro script [?], generamos los pulsos correspondientes a una señal DC para reproducir los resultados que se muestran en [?]. En la figura