

Propuesta Laboratorio 6 y 7

Tema: Análisis, simulación y construcción de una sonda criogénica para un sistema Josephson

Tutor: Dr.-Ing. Ricardo Iuzzolino

Co-Tutor: Lic. Mariano Real

Lugar: Departamento de Metrología Cuántica - INTI

Introducción

La unidad de tensión eléctrica, el volt, es definida en función de constantes fundamentales y realizada en los distintos institutos nacionales de metrología por medio de dispositivos que hacen uso del efecto Josephson [1], [2]. Estos dispositivos pueden ser considerados como un sistema que transforma frecuencia en tensión donde la tensión en una juntura Josephson viene dada por

$$V_J = n \frac{h}{2e} f \quad (1)$$

donde n , es un número entero; f , frecuencia; h , la constante de Plank y e , la carga del electrón, así la frecuencia y tensión quedan relacionadas por una combinación de constantes fundamentales.

En la actualidad se están empleando distintos dispositivos de juntas Josephson para la realización del volt. El sistema denominado convencional o Josephson Voltage Standard (JVS) que consiste en un set de juntas Josephson histeréticas Superconductor-Aislante-Superconductor (SIS) [3] que permite obtener una tensión continua muy precisa. El segundo sistema utilizado se basa en juntas del tipo Superconductor-Normal-Superconductor (SNS) y donde el dispositivo y sistema de control permiten activar las distintas juntas por una corriente continua [4]. En este caso los sets de juntas Josephson están agrupados en forma binaria permitiendo controlar la tensión generada. Se los denomina sistemas Josephson programables (PJVS) ya que, si controlamos temporalmente su corriente continua de polarización, es posible generar formas de ondas senoidales, rectangular o triangular aproximadas por escalones que responden también a la ecuación (1).

El último sistema, el cual será caso de esta materia, es el sistema de array Josephson pulsado [5], con este sistema se pueden generar formas de onda arbitrarias y el sistema es conocido como sistema Josephson arbitrario (JAWS).

El laboratorio de efecto Josephson, perteneciente al Departamento de Metrología Cuántica del INTI, cuenta los sistemas mencionados.

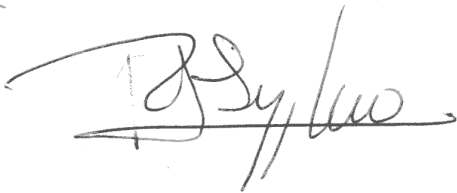
Plan de trabajo

El trabajo propuesto consiste en una primera etapa de lectura bibliográfica correspondiente al efecto Josephson y en particular al sistema Josephson pulsado (L6). Esto permitirá a los alumnos abordar luego simulaciones de tipo sigma-delta para la generación de señales eléctricas arbitrarias, diseñar una sonda criogénica donde se montará el dispositivo JAWS. Dado que estos dispositivos funcionan a partir de una entrada de pulsos programada se realizarán también simulaciones por elementos finitos de la propagación de los pulsos de microondas (15 GHz) en la guía de ondas de la sonda y del dispositivo.

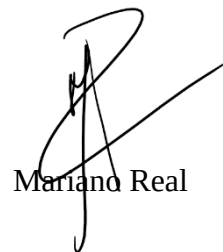
En la segunda etapa (L7) se pasará a construir y probar la sonda diseñada, donde se estudiará experimentalmente la propagación de pulsos en la guía de ondas y la respuesta del dispositivo Josephson. Se pasará luego a generar y medir las distintas señales estudiadas en las simulaciones sigma-delta para comprobar el funcionamiento del dispositivo y estudiar sus limitaciones.

Bibliografia

- [1] B. D. Josephson, "The discovery of tunnelling supercurrents," *Rev. Mod. Phys.*, vol. 46, no. 2, pp. 251–254, Apr. 1974, doi: [10.1103/RevModPhys.46.251](https://doi.org/10.1103/RevModPhys.46.251).
- [2] Tinkham, Michael. *Introduction to superconductivity*. Courier Corporation, 2004.
- [3] R. Pöpel, "The Josephson Effect and Voltage Standards," *Metrologia*, vol. 29, no. 2, p. 153, 1992.
- [4] F. Mueller *et al.*, "1 V and 10 V SNS Programmable Voltage Standards for 70 GHz," *Applied Superconductivity, IEEE Transactions on*, vol. 19, no. 3, pp. 981–986, Jun. 2009, doi: [10.1109/TASC.2009.2017911](https://doi.org/10.1109/TASC.2009.2017911).
- [5] O.F. Kieler, R. Iuzzolino, J. Kohlmann, "Sub- μm SNS Josephson Junction Arrays for the Josephson Arbitrary Waveform Synthesizer," *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 2009.



Dr.-Ing. Ricardo J. Iuzzolino



Mariano Real