

Entregable Nº 3. Primera versión funcional del sistema

Responsable	Alberto Rodríguez
Participantes	Ernesto Ávila
Estado	Finalizado (100 %)
Fecha de entrega	15 de julio de 2025

Diseño de los modelos para calibración

Para poder ajustar las distancias que miden las antenas del sistema, se han desarrollado unos modelos de cráneo y cerebro que permitan la calibración de las antenas. Esta calibración de distancias es adicional a la calibración electrónica que se realiza en el VNA, y que se implementa de forma independiente para cada una de las antenas hasta el conector SMA, eliminando la influencia de los conmutadores y cables del sistema en las medidas. El modelo de cerebro se ha pintado con una pintura metálica para que las reflexiones debidas al mismo sean únicas y de amplitud importante, lo que facilita la calibración del sistema y la determinación de la distancia antena-cerebro.

En la figura 1 se muestra una imagen del sistema implementado con el laboratorio, donde se puede observar el modelo de casco implementado (una de las versiones avanzadas del mismo), las antenas situadas en el casco y conectadas con el subsistema de conmutación y los modelos de cráneo y de cerebro metalizado para calibración.

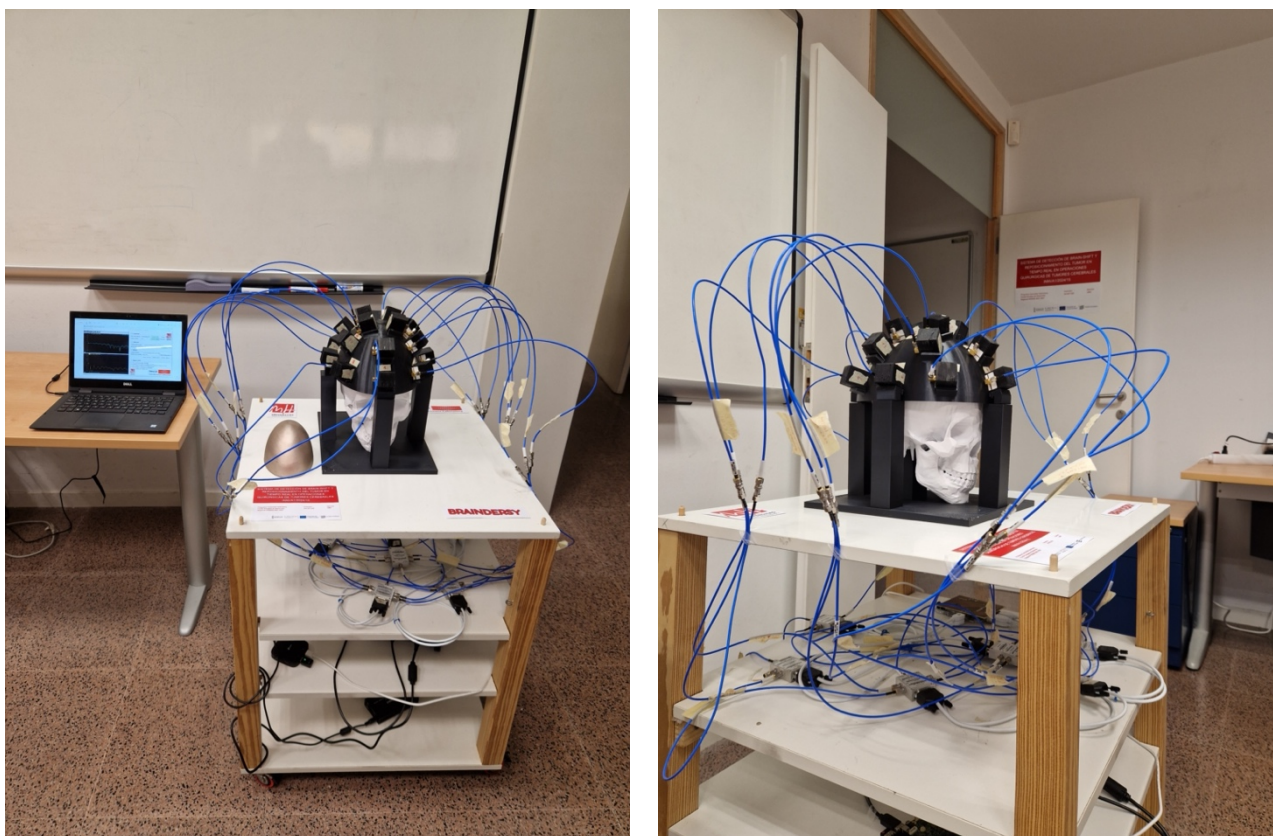


Figura 1. Set-up funcional del sistema implementado en el laboratorio, junto con el modelo de cerebro metálico utilizado para la calibración de las antenas.

Toma de medidas y correcciones

Una vez puesto a punto el set-up experimental, se han realizado una serie de medidas con las antenas para comprobar que todo funciona correctamente y que el proceso de medida y calibración son los correctos.

Ajustes de los algoritmos de calibración del sistema

Los algoritmos de procesado de señales implementados realizan la transformación de las señales en el dominio de la frecuencia, tal y como son adquiridas con el Analizador Vectorial de Redes, en señales en el dominio del tiempo, donde se pueden determinar e interpretar las diferentes reflexiones sufridas por la señal emitida por cada una de las antenas y que son producidas por la diferencia en cuanto a propiedades dieléctricas del cráneo, cerebro e incluso del posible tumor. Para obtener las señales temporales de cada una de las antenas se realizan una serie de cálculos y transformaciones, que se resumen en el diagrama de flujo que se presenta en la figura 2.

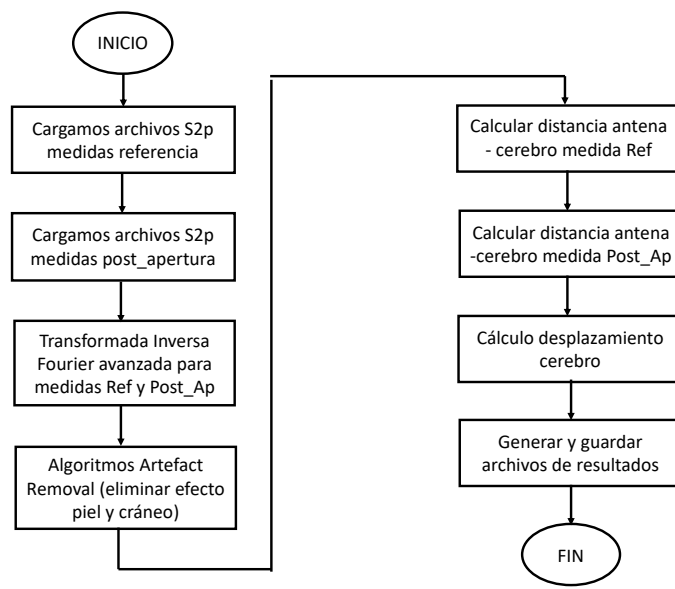


Figura 2. Diagrama de flujo de los algoritmos implementados para la calibración y obtención de resultados del sistema.

Todos los cálculos, transformaciones y procesado de las señales necesarios se han implementado en un script en Python. Este programa recoge las señales obtenidas en el proceso de medida (guardadas en formato Touchstone s2p) y genera un documento de texto con el desplazamiento detectado en la posición del cerebro para cada una de las antenas. En la figura 3 se muestra, a modo de ejemplo, el tipo de documento que se genera con los algoritmos de procesado implementados. Este documento será el que se utiliza posteriormente en el cálculo del desplazamiento del cerebro y tumor con el simulador de propiedades mecánicas.

```
# BRAINDERSY
# Resultados desplazamiento cerebral paciente N° 07
# Fecha realización 14/11/2025
# Hora 12:14
# Fecha última calibración electrónica del sistema 03/11/2025
# Distancias mostradas en milímetros
#
# Antena  Distancia pre  Distancia post  Diferencia
# 1      19.9          19.9          +0.0
# 2      20.0          20.1          +0.1
# 3      20.0          20.0          +0.0
# 4      19.9          19.9          +0.0
# 5      20.0          20.0          +0.0
# 6      20.1          20.1          +0.0
# 7      20.0          25.5          +5.5
# 8      20.0          26.2          +6.2
# 9      20.0          22.0          +2.0
# 10     20.0          19.0          -1.0
# 11     20.0          20.0          +0.0
# 12     20.0          20.0          +0.0
# 13     19.9          19.9          +0.0
# 14     20.0          28.3          +8.3
# 15     20.2          26.3          +6.1
# 16     20.0          20.0          +0.0
# 17     20.1          20.1          +0.0
# 18     20.0          20.0          +0.0
```

Figura 3. Contenido del documento de texto que se genera con los algoritmos de procesado donde se almacena el desplazamiento cerebral detectado por cada una de las antenas.

Junto con este documento, se entregan el código de los algoritmos implementados para la calibración y validación del sistema.