

Propuesta de Laboratorio – Grupo óptica biomédica

CARACTERIZACIÓN DE FANTOMAS SÓLIDOS POR MEDIO DE LA TECNICA DE CONTEO DE FOTONES

Responsables: Dra. D. Iriarte, Dr. J. Pomarico

Introducción:

La detección temprana del cáncer de mamas, que es una de las principales causas de muerte entre las mujeres, constituye un desafío siempre vigente. La modalidad estándar actual para imágenes mamográficas siguen siendo los Rayos-X, que tienen un muy alto grado de resolución espacial y de eficiencia de detección pero la mala discriminación entre lesiones benignas y malignas sigue siendo un problema mayor. Algunas técnicas complementarias, como la resonancia magnética con realce de contraste han producido algunas mejoras en la detección del cáncer de mamas, pero sin poder discernir entre tumores malignos y benignos. Es entonces altamente deseable el desarrollo de métodos complementarios que faciliten tanto información estructural como óptica de las lesiones, y que sondeen el medio de manera no invasiva. Es decir, se requiere *detectar, localizar y caracterizar un objeto oculto en un medio biológico sin alterar el medio circundante*. El empleo de luz en el infrarrojo cercano puede cumplir con todos esos requisitos. Esto se debe a que los tejidos tienen una ventana espectral entre 700 y 900 nm donde el transporte de fotones es dominado por difusión y no por absorción. En principio es entonces posible utilizar métodos ópticos / espectroscópicos (denominados genéricamente NIRS: Near Infrared Spectroscopy) para determinar las propiedades ópticas (coeficientes de absorción y de difusión) en tejidos biológicos. La principal razón para ello es que la técnica NIRS permite estimar la concentración de hemoglobina y discriminar entre oxy- y deoxyhemoglobina, permitiendo detectar carcinomas por medio de una “imagen” de la angiogénesis en tejidos tumorales. Sin embargo, precisamente el alto grado de difusión sufrido por los fotones antes de abandonar el tejido hace que la información espacial se deteriore fuertemente, imponiendo severos desafíos a la construcción de imágenes a partir de la información primaria obtenible con NIRS. De este modo, se requiere aún investigación básica en el tema para lograr mejorar la resolución de las imágenes NIRS.

Plan de Trabajo detallado

De acuerdo a lo expuesto más arriba, el objetivo central de este trabajo es el estudio y desarrollo de un instrumento básico de investigación que permita obtener imágenes (en principio 2D) de la ubicación de inclusiones en medios turbios, así como sus propiedades ópticas (coeficiente de absorción, μ_a y coeficiente reducido de scattering, denominado μ_s').

En el marco de este trabajo, el alumno podrá aprender y entrenarse en los siguientes aspectos:

- 1) Construcción de un fantoma de estado sólido con inclusiones inmersas.
- 2) Puesta a punto de la técnica de conteo de fotones individuales (TCSPC)
- 3) Automatización via LabView del sistema de adquisición y procesamiento de los datos.

Si bien existen diversas geometrías posibles se propone explorar, al menos en un comienzo, la configuración denominada “de Placa” o “Slab” en la cual el medio difusivo a ser estudiado se encuentra contenido entre dos placas planas paralelas. Esta configuración permite utilizar un único par emisor – detector (enfrentados uno a otro), que pueden ser desplazados en forma solidaria, uno sobre cada una de las caras, permitiendo así “barrer” toda la superficie. La Figura 1 pone de manifiesto esta situación en forma esquemática, mostrando también el equipamiento básico a utilizar y los principios básicos de funcionamiento de la técnica.

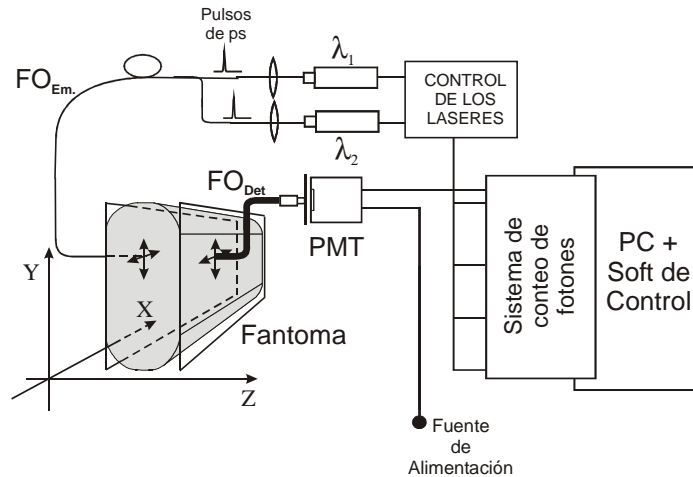


Figura 1
Esquematización de la geometría a utilizar en el desarrollo del trabajo.

En el sistema que se utilizará, pulsos de muy corta duración emitidos por láseres de diodo son guiados por medio de una fibra óptica (FO_{Em}) hasta el punto de coordenadas (x, y) de una de las caras del medio a investigar. Éste está constituido por un fantoma con propiedades ópticas que emulan a los tejidos biológicos. En las mismas coordenadas (x, y) de la cara opuesta se coloca otra fibra óptica (FO_{Det}) para colectar y guiar la luz emergente en esa posición hasta el detector (Fotomultiplicador: PMT). La señal eléctrica emitida por el PMT, es analizada en un sistema de Time Correlated Single Photon Counting (TCSPC), que está sincronizado con los pulsos emitidos por el láser. El resultado muestra la distribución de tiempos de vuelo de los fotones (Distribution of Times of Flight: DTOF), que atravesaron el fantoma y brinda información sobre las propiedades del medio por el cual han viajado los fotones. Es necesario ahora convertir esta información básica en una “imagen” del medio evaluando las propiedades ópticas en cada posición del par emisor – detector de acuerdo a un modelo teórico adecuado.