UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2025/2026

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-328-2025/2026

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Simulación Monte Carlo de la dosimetría en mamografía: influencia de factores externos e internos en la dosis depositada en la mama.

Descripción general (resumen y metodología):

En la actualidad, existen múltiples métodos de estimación de la dosis que recibe la mama en diferentes pruebas mamográfica. Este hecho por sí solo introduce incertidumbre, ya que a menudo es imposible distinguir qué modelo es utilizado internamente por un sistema de imagen específico. Además, todos los modelos actuales tienen diversas limitaciones, por ser modelos excesivamente simplificados de la mama y su composición, o modelos simplistas del sistema de imágenes. Muchas de estas simplificaciones fueron necesarias, en su mayor parte, debido a la necesidad de limitar el coste computacional de obtener los coeficientes de conversión de dosis requeridos hace décadas, cuando estos modelos se implementaron por primera vez. Sin embargo, hoy en día, con los avances en potencia de cálculo, y para abordar la mayoría de las limitaciones conocidas de los métodos anteriormente usados para estimar la dosis, se ha desarrollado, implementado y probado un nuevo método para estimar la dosimetría en pruebas mamográficas, basado en nuevos modelos de mama, y que ha sido recientemente publicado (TG-282). Este modelo, desarrollado conjuntamente por la American Association of Physicists in Medicine y la European Federation for Organizations of Medical Physics, es aplicable a la mamografía estándar, a la tomosíntesis digital de mama y a sus variantes con contraste. Debido al gran número de coeficientes de conversión de dosis resultantes del modelo desarrollado y a la relativa complejidad de los cálculos necesarios para aplicarlo, se incluye con este documento además un programa gratuito, para aplicar el método de dosimetría desarrollado.

El objetivo de este trabajo es comprender las bases fundamentales que permiten obtener la dosis deposita en la mama en diferentes pruebas mamográficas con este nuevo método propuesto en el TG-282, y analizar las diferencias que se obtienen en función del modo de operación del mamógrafo o de las características de la mama. Además, con un modelo sencillo, se hará un estudio previo usando el código PENELOPE, para así comparar las predicciones con el modelo desarrollado en el TG-282, donde se ha considerado el código GEANT4.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

1. • Estudio del proceso de interacción de rayos X con la materia.
2. • Fundamento físico de la radiografía: comprensión de las características específicas de la prueba mamográfica.
3. • Obtención de diferentes espectros de rayos X de uso en mamografía: uso del código SpekPY y PENELOPE.
4. • Análisis mediante un modelo sencillo con el código PENELOPE de la dosis depositada en la mama, en función del tipo de tejido y del tipo de haz considerado.
5. • Estudio del nuevo modelo propuesto en el TG-282 para el cálculo de dosis en mamografía: análisis de los resultados para diferentes configuraciones.
6. • Comparación de resultados

Metodología:

Se comenzará estudiando las bases físicas de la interacción de haces de fotones con la materia, sobre todo en el rango energético de interés en mamografía. Así mismo, se entenderá el fundamento físico de la mamografía, y se generarán, usando los código SpekPY y PENELOPE, diferentes haces típicos empleados en mamografía. Usando alguna de estas configuraciones, se procederá a hacer una simulación con una geometría sencilla de mama, que permita entender cómo es la deposición de dosis en la mama, para diferentes configuraciones tanto del tipo de haz como de la composición de la mama. Una vez realizado dicho estudio, se procederá a analizar el nuevo método propuesto en el TG-282 para realizar dosimetría en pruebas mamográficas, estudiando las difererentes magnitudes de interés que intervienen en dicho modelo, así como sus resultados relativos a varios modos de configuración.

Bibliografía básica:

[1] G.R. Hammerstein et al., Radiology **130**, 485-491 (1979).
[2] E.D. Pisano et al., Semi. Surg. Oncol. **20**, 181-186 (2001).
[3] D.R. Dance, Phys. Med. Biol. **35**, 1211-1219 (1990).
[4] R. Dance et al., Phys. Med. Biol. **45**, 3225-3240 (2000).
[7] Joint AAPM Task Group 282/EFOMP Working Group Report: Breast dosimetry for standard and contrast-enhanced mammography and breast tomosynthesis. Med. Phys. **51** 712 (2024).
[8] F. Salvat, J.M. Fernández-Varea and J. Sempau, “PENELOPE- A code system for Monte Carlo simulation of electron and photon transport”. Nuclear Energy Agency, Paris (2014).

[9] R. Bujila et al., Physica Medica. **75** , 44-54 (2020).

[10] G. Poludniowski et al., Med. Phys. **48** , 3630-3638 (2021).

[11] J.M. Boone, Med. Phys. **29**, 869-873 (2002)

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARTA ANGUIANO MILLÁN

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Correo electrónico: mangui@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: Lucía Cámara Cámara

Correo electrónico: lucycc07@correo.ugr.es