

Práctica 7- Estudio y análisis de la absorción de la radiación electromagnética en función del volumen del receptor y en presencia de implantes pasivos metálicos.

Objetivos:

Esta práctica tiene por objetivo analizar dos aspectos: la interacción de las radiaciones con los tejidos biológicos en función del volumen de los mismos y el comportamiento cuando existen dispositivos metálicos implantados.

Contenidos:

- 1. Introducción.**
- 2. Realización de la práctica:**
 - 2.1. Análisis de la interacción en función del volumen receptor.**
 - 2.2. Análisis de la interacción ante implantes metálicos.**

1. Introducción

El primer punto trata un tema que ha sido y es de amplio debate por lo que respecta a la interacción de las radiaciones diferencial entre adultos y niños. Los niveles de radiación electromagnética absorbidos en la cabeza de un niño debido al uso de la telefonía móvil, en comparación con los de un adulto, es un tema que ha creado mucha controversia en los últimos años. Intentaremos evaluar la influencia del tamaño del tejido respecto de la absorción.

Debido a la gran irrupción de la telefonía móvil, en los últimos años han aparecido en la literatura trabajos que introducen la problemática de que la absorción en niños sea más intensa y con más penetración que en los adultos [1]. Gandhi et al. muestran como el nivel de pico de SAR en la cabeza de los niños es mucho mayor (53%), y como la penetración de los campos electromagnéticos más profunda. En cambio otros autores [2, 3] contradicen estos resultados, mostrando que los niveles de SAR son comparables y atribuyendo las diferencias a los modelos y técnicas de cálculo utilizadas.

Hay que tener en cuenta en este marco, que las normativas y directrices hasta el momento no consideran este punto y las especificaciones se han realizado pensando en adultos. La comunidad científica discrepa en los posibles efectos y diferencias. Nosotros intentaremos extraer a lo largo de la práctica nuestras propias conclusiones.

Por otro lado, hemos visto en la práctica anterior, como los diferentes tejidos biológicos tienen una respuesta claramente diferencial. Por lo tanto y teniendo en cuenta los estudios que hemos realizados podemos pensar que los implantes metálicos introducidos en el cuerpo, especialmente en las capas más superficiales, pueden tener un efecto por lo que respecta a la interacción entre la radiación y el tejido.

Diversos autores han realizado estudios analizando la influencia de los implantes en los tejidos biológicos por lo que respecta a la radiación electromagnética. Un resumen recopilatorio muy interesante fue realizado por Virtanen et al. [4], exponiendo el estado del arte en este tema y mostrando como estos estudios se encuentran en un estado incipiente. Es interesante también consultar el documento de Anderson and McIntosh [5] donde se describen algunos trabajos previos y los resultados obtenidos.

Los factores que influyen la interacción entre los implantes metálicos y la exposición a campos electromagnéticos externos al cuerpo son variados y complejos. Los principales son:

- La frecuencia de la fuente.
- La polarización del campo que incide respecto al cuerpo.
- El tamaño y geometría del cuerpo.
- Las propiedades dieléctricas de los tejidos.

La introducción de un objeto metálico en los tejidos puede perturbar la distribución de campos y concentrar SAR alrededor de él. El grado de interacción dependerá de diversos factores que hay que tener en cuenta:

- El tamaño del objeto metálico.
- La forma.
- Si posee discontinuidades o no.
- Su localización en el cuerpo.
- Los tejidos que rodean el implantes
-

Hay que tener en cuenta también que los implantes metálicos pueden ellos mismos generar campos adicionales, produciendo una redistribución del campo alrededor de ellos y cambios en los niveles de SAR.

muestra de manera esquemática los 4 mecanismos básicos que pueden producir un aumento de campo y consecuentemente de SAR en los tejidos alrededor del implante:

1. Incremento posible de SAR en los extremos del implante, en especial si el implante tiene el eje paralelo al campo.
2. Incremento posible de SAR en las discontinuidades del implante.
3. Incremento posible de SAR en geometrías de tipo “loop”, debido a la aparición de un campo inducido.
4. Incremento posible de SAR debido a interferencias constructivas con las capas adyacentes al tejido.

El tema es muy complejo y difícil de abordar. Los estudios experimentales son de difícil realización, y las modelizaciones son una herramienta fundamental para analizar las posibles interacciones. En este sentido, en esta práctica pretendemos hacer un estudio sencillo que nos permita analizar las interacciones, así como cuantificar los posibles cambios respecto a un tejido implantado respecto de otro sin implante.

Para la realización de la práctica utilizaremos el programa comercial XFDTD de la casa REMCOM. Podéis acceder a través del menú de programas a los manuales completos (“Users Guide” [6] y “Refernce Manual”, [7]) asociados al programa.

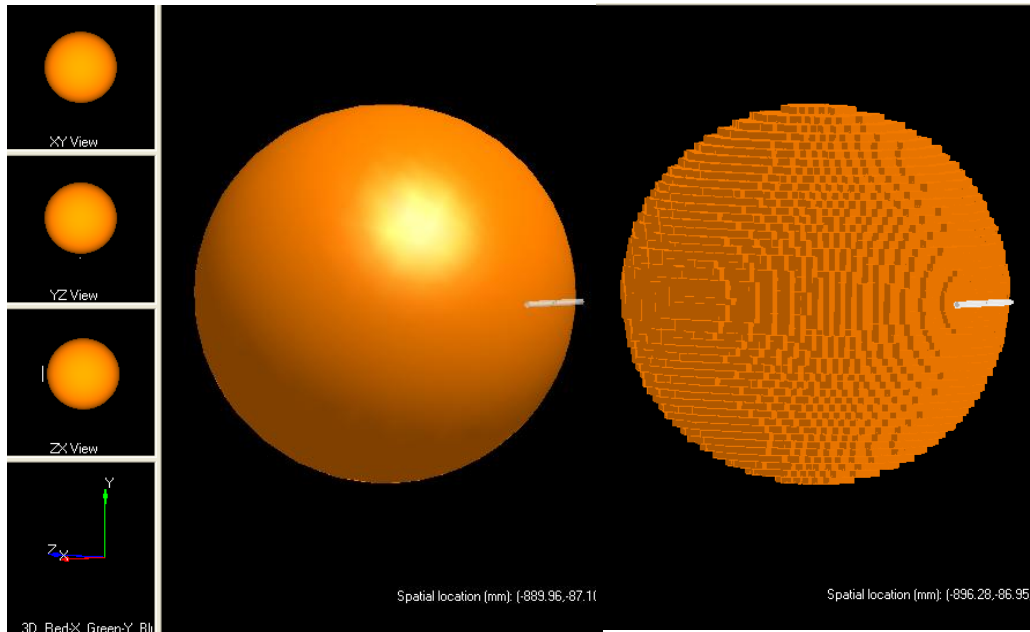
2. Realización de la práctica

Para realizar la práctica tened en cuenta que deberéis consultar la geometría y librería de materiales que encontraréis en el disco. Deberéis elegir los tejidos, anotar sus constantes asociadas y decidir en algunos momentos de la práctica la zona a estudiar. Podéis utilizad cualquiera de las mallas existentes: cabeza, hombre y/o mujer.

2.1.Análisis de la interacción en función del volumen receptor.

Para poder realizar el estudio propuesto en esta primera parte, y debido a la necesidad de reducir el tiempo de cálculo de las diferentes pruebas, generaremos un modelo simplificado de cabeza. En concreto utilizaremos una esfera que llenaremos de un material que reproducirá en promedio las constantes asociadas a los diferentes tejidos existentes. Para ello deberemos acceder a los ficheros de “biomesh” como el que se ilustra en la siguiente página, explorar los tejidos asociados y realizar una elección de parámetros promedios. Definiremos un nuevo material que aplicaremos a nuestra cabeza/esfera.

Una vez realizado el primer paso podéis leer el fichero .fdtd asociado a la práctica. En él encontrareis ya incorporada la geometría de la antena, así como una propuesta de esfera. Revisad las características del proyecto: materiales, mallado, colocación del port etc. Es recomendable entender la distribución del mallado y comprobar que esté correcto. Al igual que en la práctica anterior, hay que ser cuidadosos en los cambios que introduzcáis a lo largo de la realización de la práctica. Intentad no modificar la antena, ya que deberíais modificar la posición del port. Observaréis que se ha colocado la antena aproximadamente a 15mm de la esfera.



El mallado en la zona de la antena es de un milímetro mientras que para el resto de la geometría hemos conservado los 5mm. Se proponen las siguientes pautas para la realización de la práctica:

- Calculad en los planos XY los niveles de SAR, así como el campo eléctrico asociado.
- Evaluar los resultados teniendo en cuenta la potencia de emisión máxima de alrededor de 1mW y de 2W.
- La esfera propuesta tiene un radio de 12 cm. Se propone realizar de nuevo los cálculos con una esfera de 7 cm de diámetro. Hay que tener en cuenta que la distancia al port de la antena debe mantenerse si pretendemos comparar los resultados entre las dos esferas. Por lo tanto deberéis cambiar el radio y desplazar la esfera. También deberéis redefinir los planos para realizar el cálculo.
- Comparad los resultados obtenidos para las dos geometrías para los niveles de SAR.

- Comparad los resultados obtenidos para las dos geometrías para los niveles de campo eléctrico

Al igual que en las prácticas anteriores los ficheros que deberéis utilizar los encontraréis en el directorio asociado a la asignatura.

2.2 Análisis de la interacción ante implantes metálicos.

Para realizar el estudio introduciremos un modelo de “phantom” constituido por piel y hueso. Utilizaremos unos 3 mm de piel y unos entre 15-20mm de hueso. Radiaremos el tejido con una señal a 2.4GHz. Colocaremos el emisor a unos 10mm de la piel.

A continuación introduciremos entre la piel y el hueso una placa de implante de titanio ($\sigma=10^7$ S/m, $\epsilon_r=1$). Calcularemos en los dos casos el campo eléctrico y el SAR en los planos XY, YZ.

Es interesante observar las diferencias que se introducen tras introducir el implante justo en los planos anteriores y posteriores. En este caso es muy importante observar los resultados de los planos sin promediar, para poder contabilizar el efecto.

Se os propone estudiar la influencia del tamaño del implante, así como la existencia de discontinuidades en el mismo. Es interesante a visualización de las secuencias.

Podéis si así lo deseáis seleccionar una sección de malla real y aplicar un implante. Un ejemplo ilustrativo es una pierna, donde podemos sustituir el hueso por un metal y observar los cambios en los niveles de SAR.

INFORME DE LA PRÁCTICA:

Deberéis documentar los apartados realizados, exponer los resultados y discutirlos. Indicad los tejidos elegidos, parámetros de cálculo y consideraciones que creáis oportunas en cada caso.

Es importante que elaboréis vuestras propias conclusiones respecto al estudio que habéis realizado.

Bibliografía

- [1] O. P. Gandhi, G. Lazzi, and C. M. Furse, "Electromagnetic Absorption in the Human Head and Neck for Mobile Telephones at 835 and 1900 MHz," IEEE Proceedings of the 7th conference on Visualization, 1996.

- [2] Schönborn E., Burkhardt M., Kuster N., Differences in energy absorption between heads of adults and children in the near field of sources, Health Phys. 74, 160-168, 1998.

- [3] G. Bit-Babik, A. W. Guy, C-K. Chou, A. Faraone, M. Kanda, A. Gessner, J. Wang, and O. Fujiwara: Simulation of Exposure and SAR Estimation for Adult and Child Heads Exposed to Radiofrequency Energy from Portable Communication Devices. Radiation research 163, 580-590, 2005.

- [4] Anderson V., and R. McIntosh. Guidelines for the RF exposure assessment of metallic implants International emf dosimetry handbook anderson and mcintosh metallic implant guidelines nov 06

- [5] Hanna Virtanen, Jafar Keshvari, and Reijo Lappalainen. Interaction of Radio Frequency Electromagnetic Fields and Passive Metallic Implants_A Brief Review. Bioelectromagnetics 27:431-439 (2006).

- [6] Full-wave, 3D Electromagnetic Analysis Software. Reference Manual, version 6.4. Rencom, 2007.

- [7] Full-wave, 3D Electromagnetic Analysis Software. Users Guide, version 6.4. Rencom, 2007.