UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Programa de Doctorado en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales

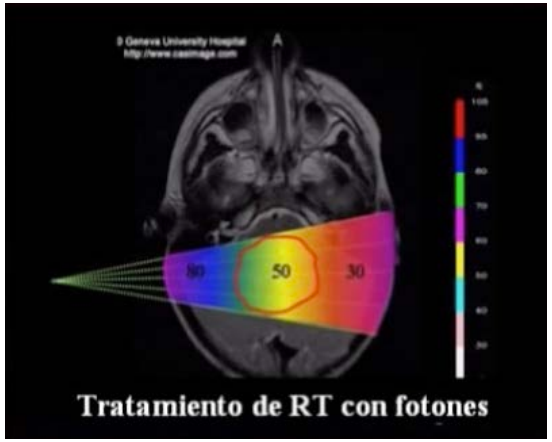
Caracterización y localización acústica de partículas para aplicaciones en hadronterapia

Jorge Enrique Otero Vega

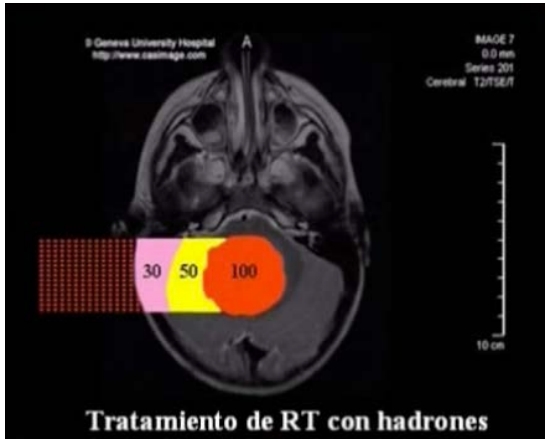
Tutores: Miguel Ardid
Alicia Herrero Debón
Iván Felix Enguix

I. Introducción

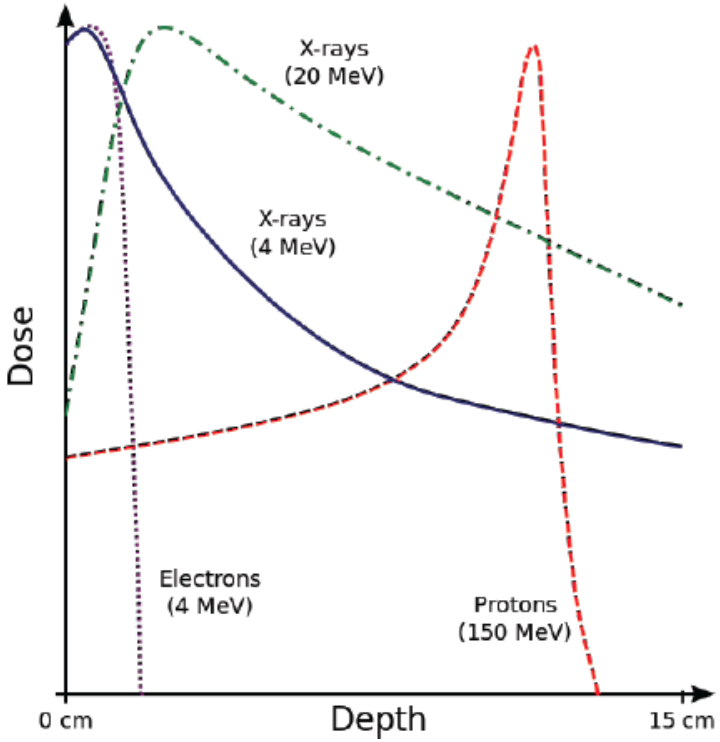
- Más de 13 millones de personas padecen algún tipo de cáncer (OMS 2015) y esta cifra sigue en aumento.
- La radiación con fotones conlleva afectar el tejido sano circundante, por lo que es muy difícil la radiación en tumores cercanos a órganos vitales.
- El objetivo principal de la radioterapia consiste en maximizar la dosis aplicada sobre la región del tumor sin irradiar el tejido sano circundante.
- Es necesario implementar tratamientos mas eficaces y seguros como la hadronterapia.
- Protones, partículas pesadas cuyo comportamiento en el tejido sigue la ley de Bragg
- Actualmente la localización de la zona a radiar se hace con rayos X



Tratamiento de RT con fotones



Tratamiento de RT con hadrones



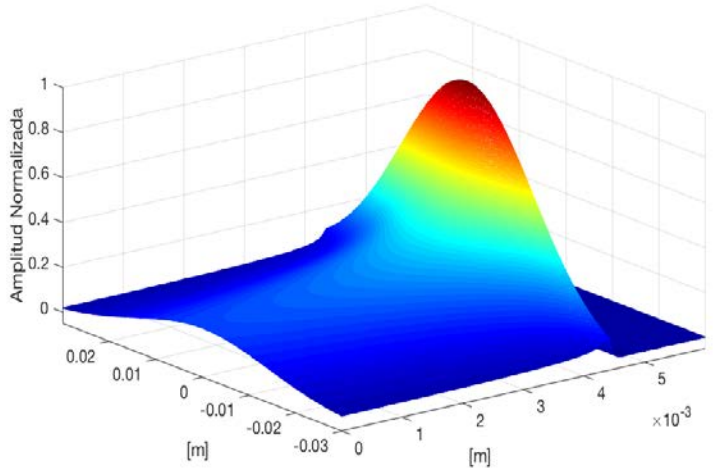
II. Deposición de energía

Solución modelo termoacústico

$$\bar{\nabla}^2 p(\vec{r},t) = -\frac{1}{c_s^2}\cdot\frac{\partial^2 p(\vec{r},t)}{\partial t^2} = -\frac{\alpha}{C_p}\cdot\frac{\partial^2 \epsilon(\vec{r},t)}{\partial t^2}$$

Motores termoacústicos

Transmision de señales



Modelo Pico de Bragg

$$D(z) = \Phi_0 \frac{e^{\zeta^2/4}\sigma^{1/p}\Gamma(1/p)}{\sqrt{2\pi}\rho p\alpha^{1/p}(1+\beta R_0)} \times \left[\frac{1}{\sigma}L_{-1/p}(-\zeta) + \left(\frac{\beta}{p} + \gamma\beta + \frac{\epsilon}{R_0}\right)L_{-1/p-1}(-\zeta)\right]$$

Comportamiento de partículas pesadas

Tubos de rayos X

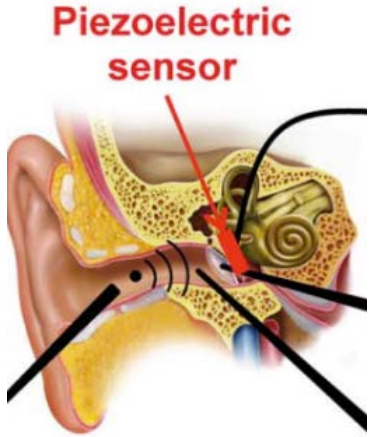
Optimización de cerámicas piezoeléctricas

Acelerómetros

Micrófonos Instrumentos musicales

Hidrófonos

Implantes auditivos



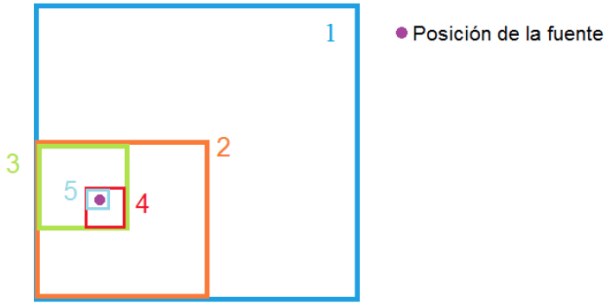
III. Método de localización

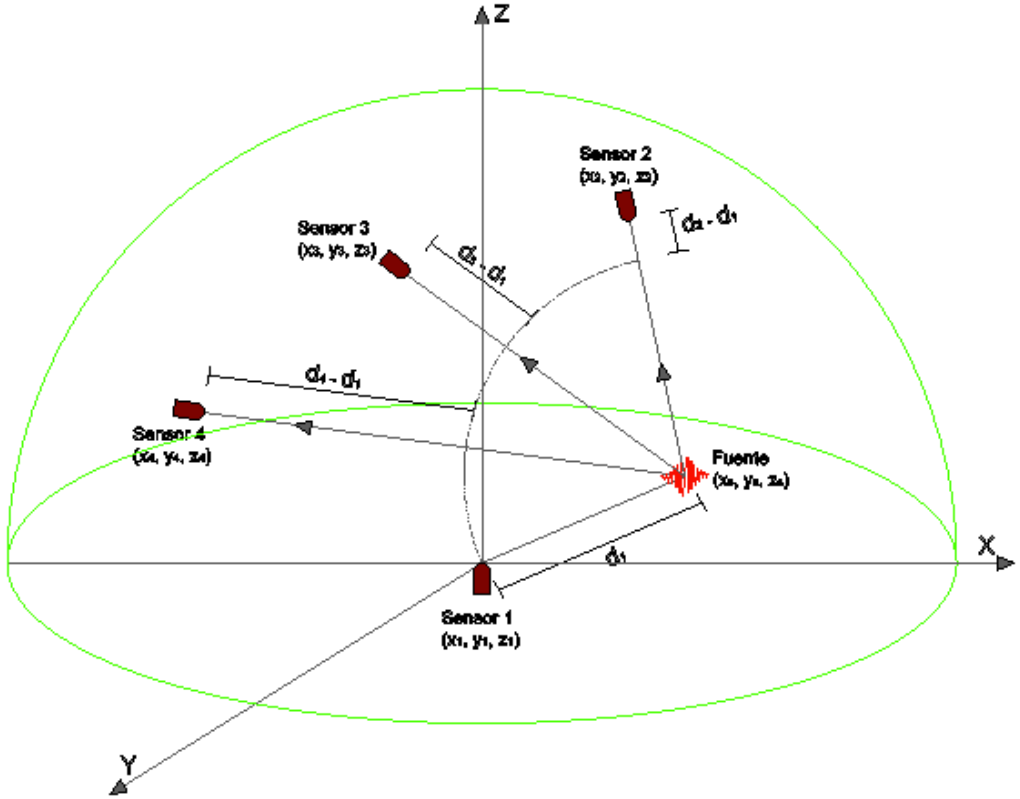
Localización acústica

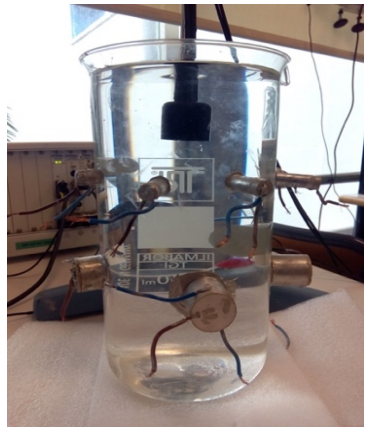
Búsqueda exhaustiva

Cruce de 4 esferas → $(x-a)^2+(x-a)^2+(x-a)^2=r^2$

Reducir el volumen →

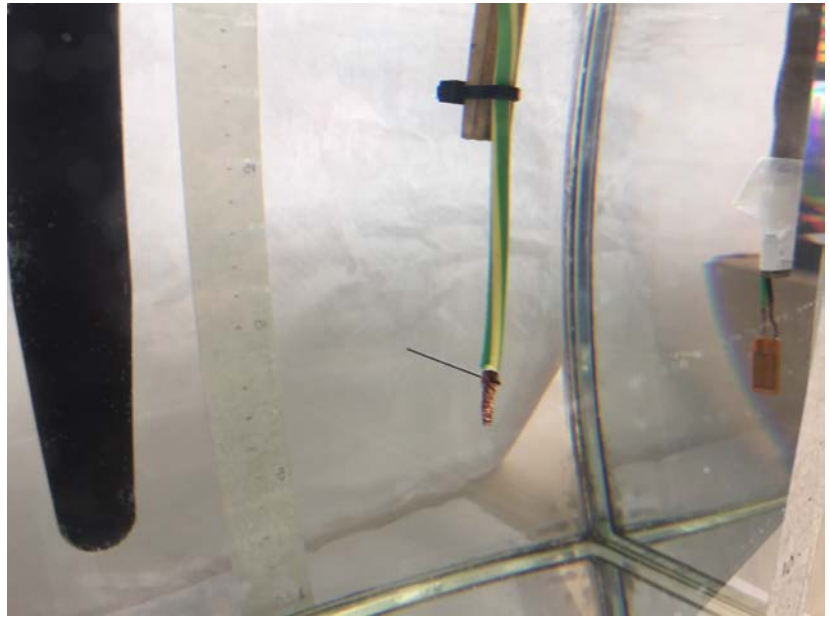


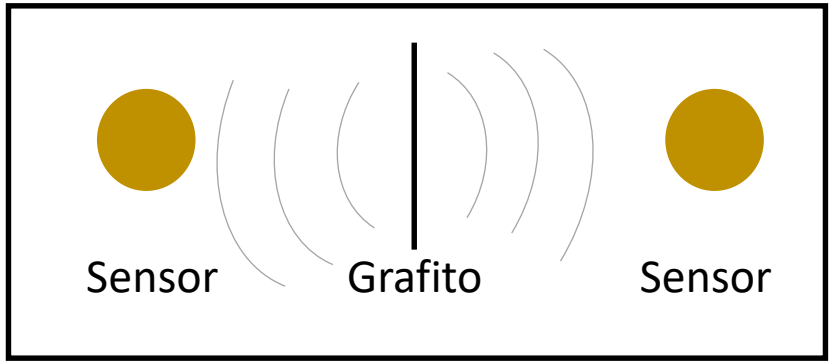




III. Técnicas

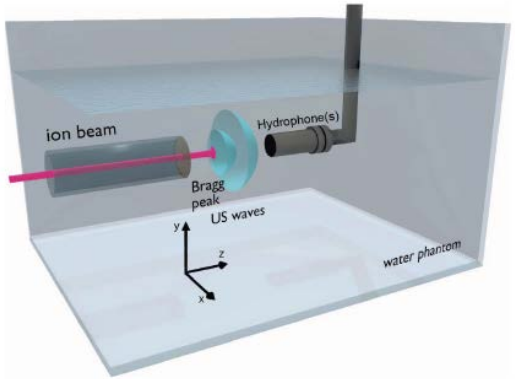
Estudio del comportamiento temoacústico con señales cortas pulsos bipolares

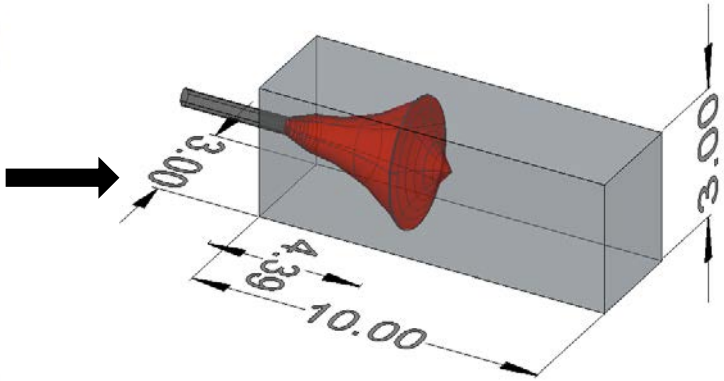




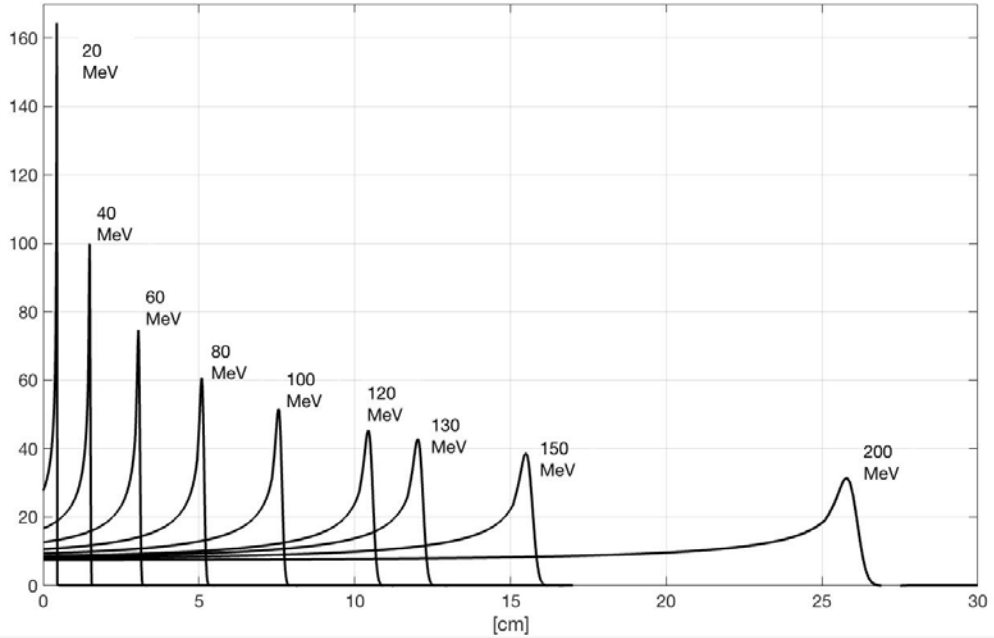
Descarga condensador
Sobre el grafito

Simulaciones haz de protones



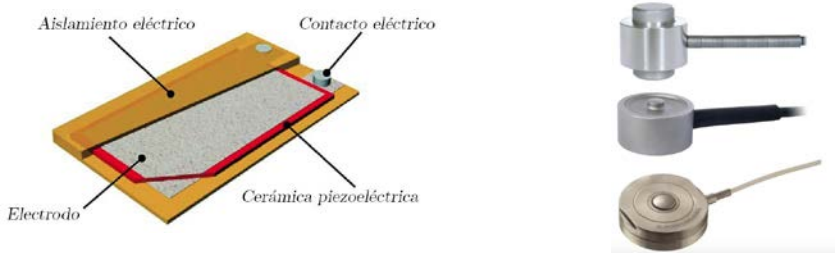


Pico de bragg

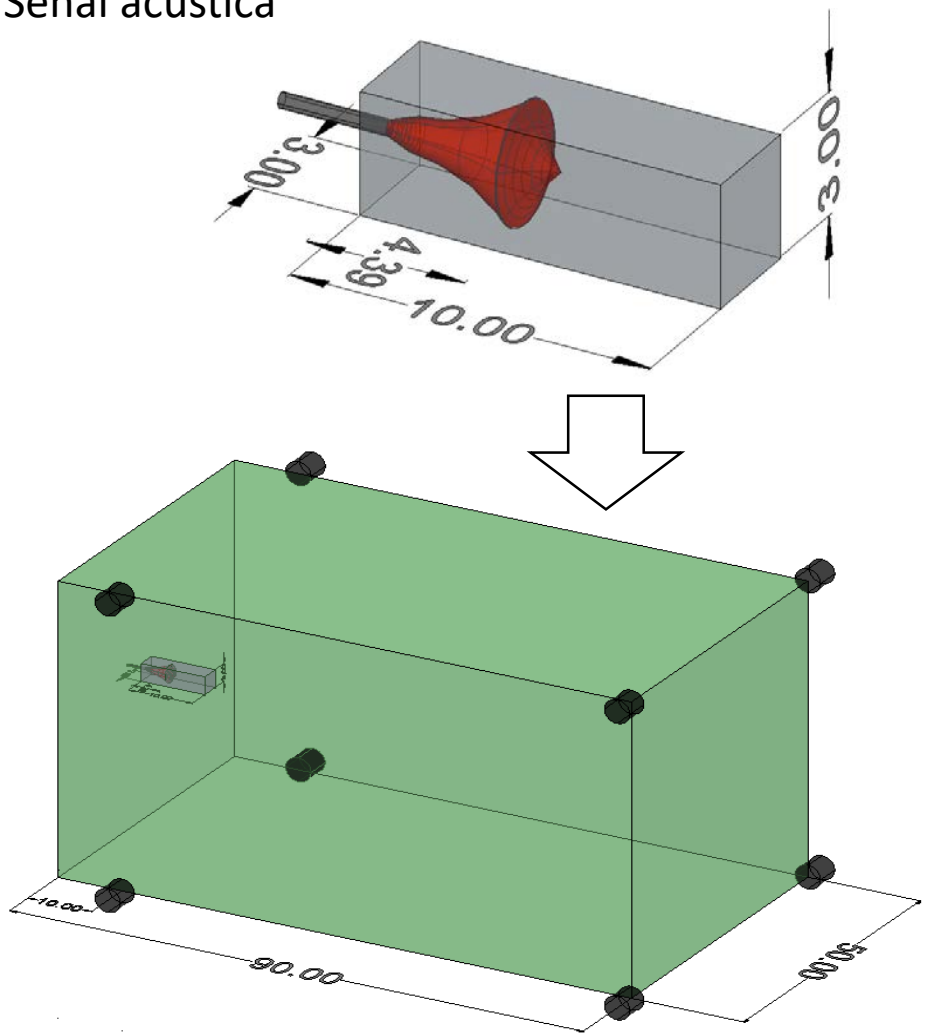


III. Resultados esperados

Sensores piezoeléctricos



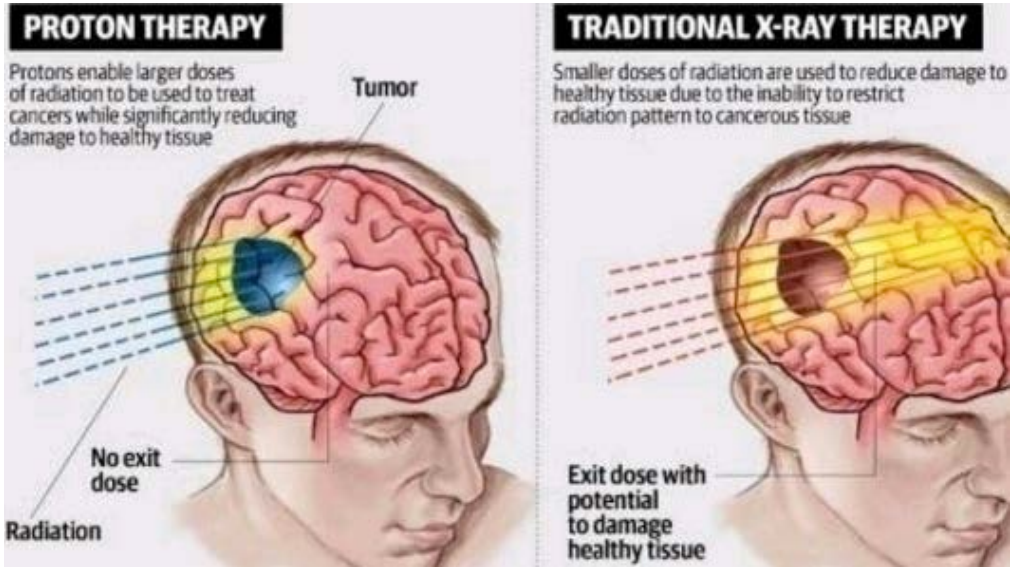
Señal acústica



Localización acústica

	Posición Real [mm]	Localización estimada [mm]	Diferencia [mm]	[MeV]
X	0.0	0.0±0.1	0.0±0.1	20
Y	0.0	0.0±0.1	0.0±0.1	
Z	4.3	2.8±1.5	1.5±1.5	
X	0.0	0.0±0.2	0.0±0.2	80
Y	0.0	0.0±0.2	0.0±0.2	
Z	50.8	50.8±0.1	0.0±0.1	
X	0.0	0.0±0.1	0.0±0.1	100
Y	0.0	0.0±0.1	0.0±0.1	
Z	75.7	76.2±0.4	0.5±0.4	

III. Aplicaciones

Al no ser una técnica invasiva solo haría falta fijar sensores superficiales sobre la piel, eso permitiría “escuchar” la señal recibida (pico de Bragg) debida haz de protones dentro del organismo, por lo cual se presenta como una alternativa a la localización tradicional con tomografía computarizada que si bien es precisa no se puede realizar en tiempo completamente real.

La hadronterapia será en algunos años la técnica más utilizada para radiar tumores pues presenta un menor riesgo biológico para el paciente y una mayor efectividad.