APLICACIONES MÉDICAS DE LOS ULTRASONIDOS EN EL IGIC

Noé Jiménez, Nuria González-Salido, Diego Míguez, Luís Salmerón, Charles Lemort, Serge Dos Santos, Francisco Castells, Marcelino Ferri, Pedro Alonso, Javier Redondo, Bernardino Roig, Rubén Picó, Yuri Makov, Víctor Sánchez-Morcillo, Elisa Konofagou, Francisco Camarena



- Instituto de Investigación para la Gestión Integrada de Zonas Costeras (IGIC), UPV.
- INSERM CNRS, Université François Rabelais Blois, France.
- Departamento de Sistemas Informáticos y Computación (DSIC), UPV.
- Instituto de Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones Avanzadas (ITACA), UPV.
- Physics Faculty, Department of Acoustics, Moscow State University, Russia
- Department of Biomedical Engineering, Columbia University, New York, NY, USA

ÍNDICE

- *Objetivos*
- *Aplicaciones*
- *Líneas de trabajo*
- *Conclusiones*

Objetivos

Conocimientos de carácter fundamental en el campo de los Ultrasonidos

→ Aplicaciones Médicas

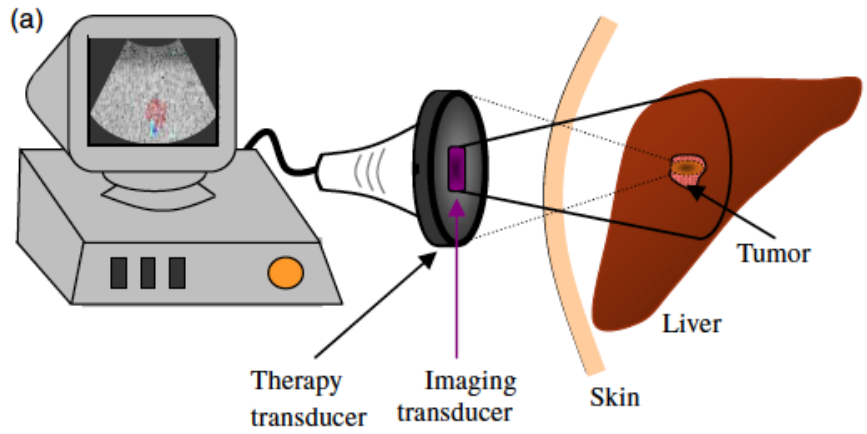
1. Haces de Ultrasonidos
2. FDTD, FEM, PSTD
3. Propagación en vegetales
4. Cristales de sonido
5. Dinámica no lineal en burbujas

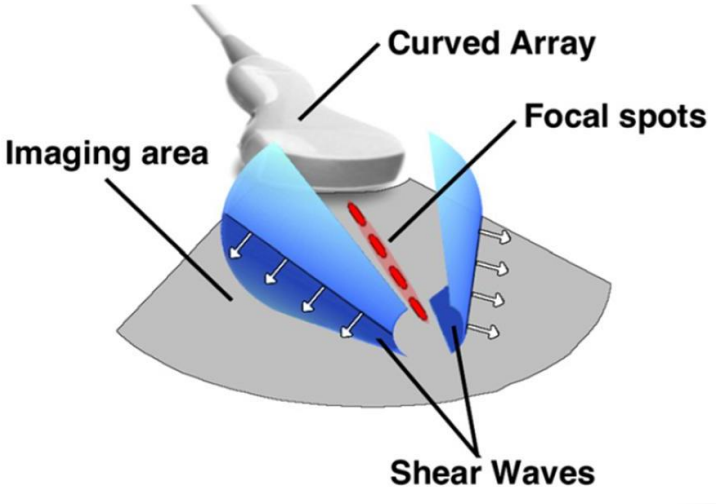
→

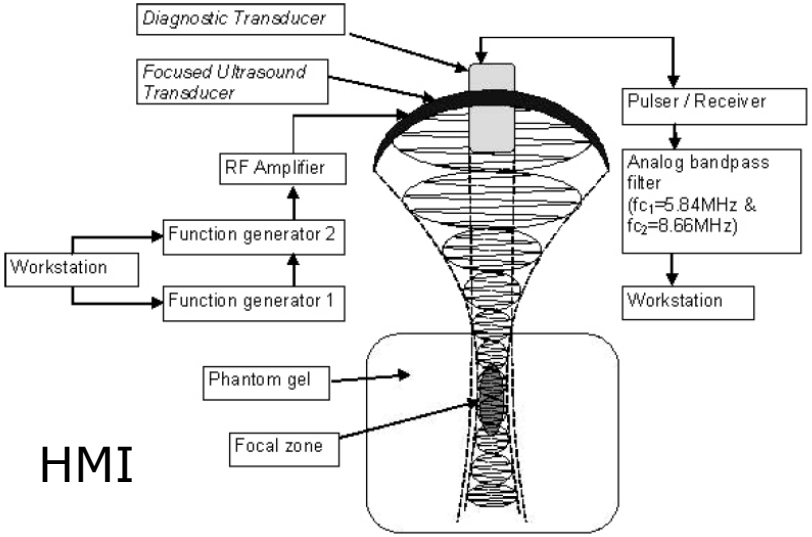
1. Elastografía
2. Elastografía con Fuerza de Radiación
3. Imagen ultrasónica
4. Caracterización HIFU y FUS
5. Propagación Transcranial
6. Caracterización elástica órganos

Aplicaciones

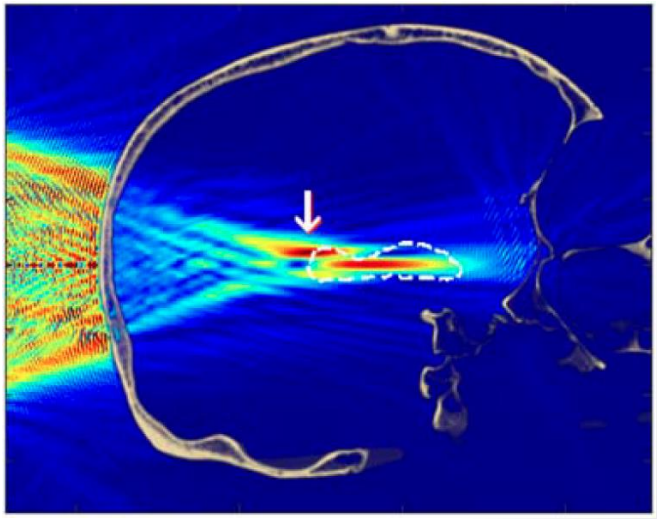
1 Objetivos
2 Aplicaciones
3 Líneas
4 Línea 1
5 Línea 2
6 Línea 3
7 Conclusiones







HMI



Líneas

Línea 1 Simulación

- Propagación no lineal
- Condiciones iniciales libres
- Condiciones de contorno complejas
- Sin requisito de paraxialidad del haz
- Backstattering.

* Harmonic Motion Imaging
* Shear imaging
* HIFU calibration
* BBB Opening

Línea 2 Laboratorio

- Desarrollo phantoms
- Tratamiento de la señal A-Scan
- Laboratorio Phased-Array
- Caracterización haces US de potencia

* Harmonic Motion Imaging
* Shear imaging
* Síndrome Miosfacial
* HIFU y FUS calibración

Línea 3 Modelos

- Fuerza de radiación
- Viscoelasticidad
- Micro-burbujas
- Scattering

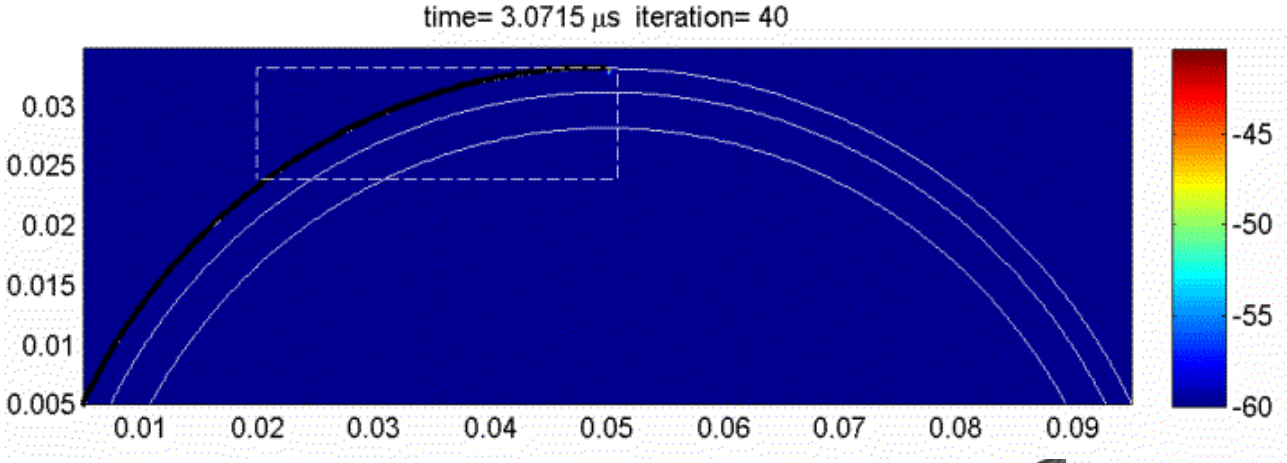
* Harmonic Motion Imaging
* Shear imaging
* BBB Opening

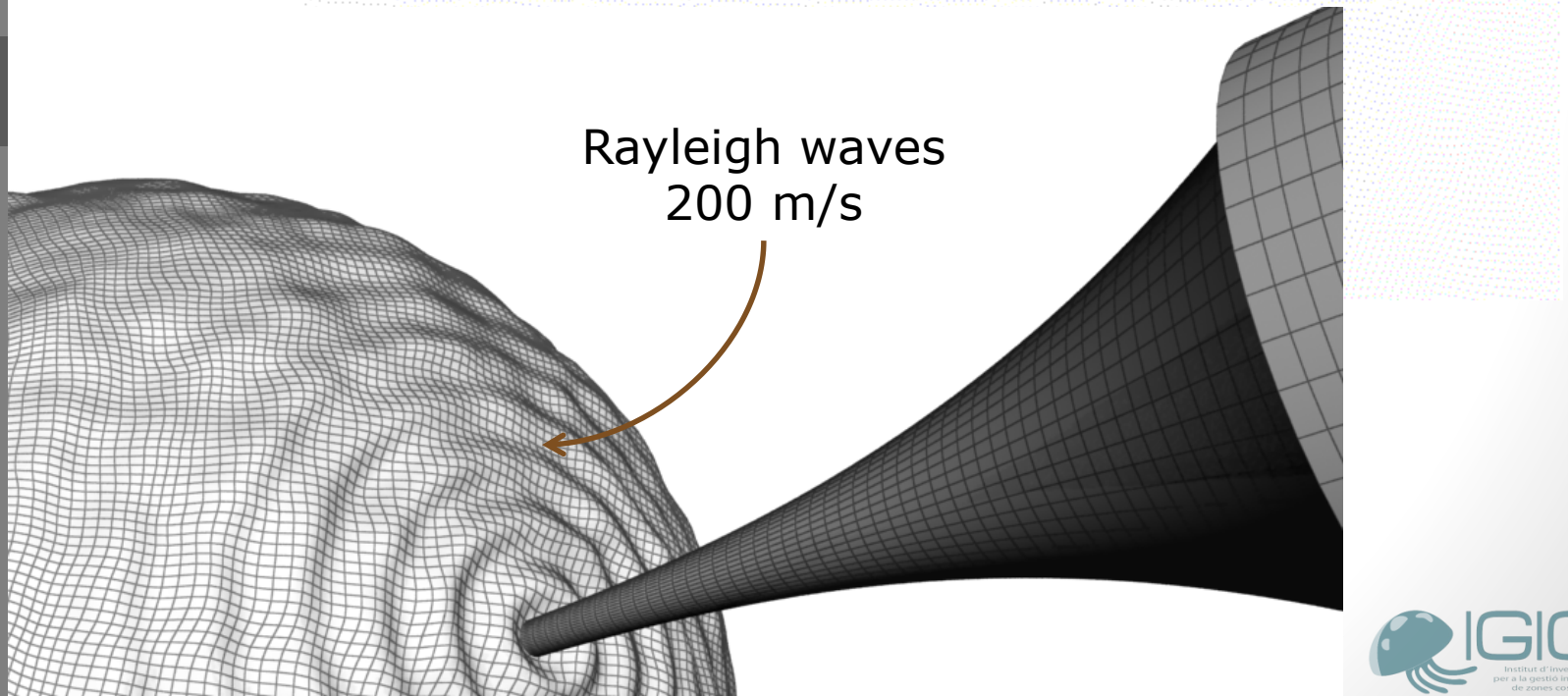
Línea 1 Simulación

1 Objetivos
2 Aplicaciones
3 Líneas
4 Línea 1
5 Línea 2
6 Línea 3
7 Conclusiones

Antecedentes: Propagación en vegetales. Modelo de sólidos.

FDTD

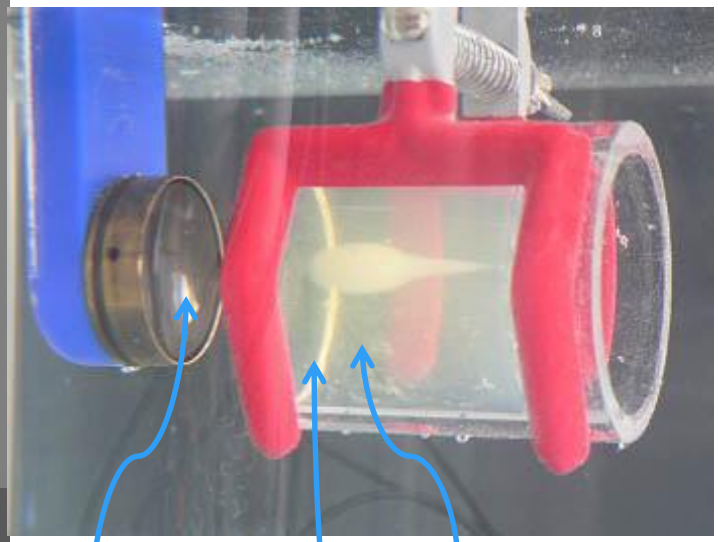




Línea 1 Simulación

Haces de ultrasonidos. Modelo fluidos.

1 Objetivos
2 Aplicaciones
3 Líneas
4 Línea 1
5 Línea 2
6 Línea 3
7 Conclusiones



KZK

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t' \partial z} = \frac{c_0}{2}\left(\frac{\partial^2 p}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial p}{\partial r}\right) + \frac{\delta}{2c_0^3}\frac{\partial^3 p}{\partial t'^3} + \frac{\beta}{2\rho_0 c_0^3}\frac{\partial^3 p^2}{\partial t'^2}$$

No linealidad
Absorción
Difracción
Ondas de choque

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0$$

$$\rho\left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v}\nabla)\mathbf{v}\right) + \nabla p - \eta \nabla^2 \mathbf{v} - \left(\eta_B + \frac{1}{3}\eta\right)\nabla(\nabla \cdot \mathbf{v}) = 0$$

$$p' = c_0^2 \rho' + \frac{c_0^2}{\rho_0}\frac{B}{2A}\rho'^2 - \kappa\left(\frac{1}{C_V} - \frac{1}{C_p}\right)\nabla \cdot \mathbf{v}$$

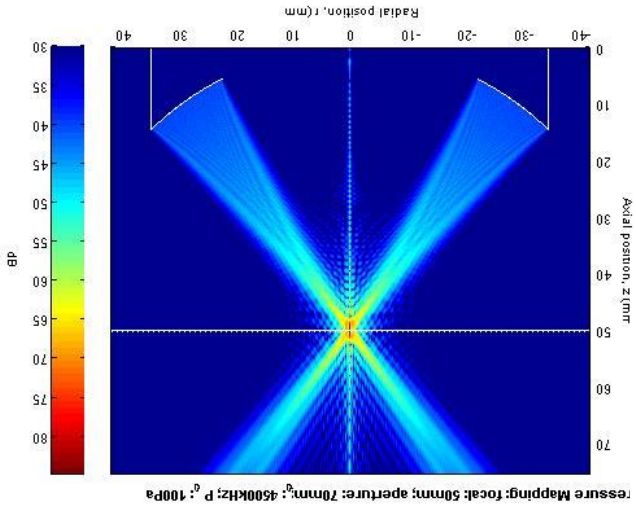
No linealidad
No paraxialidad
Bckscattering
Condiciones de contorno
Onda de choque

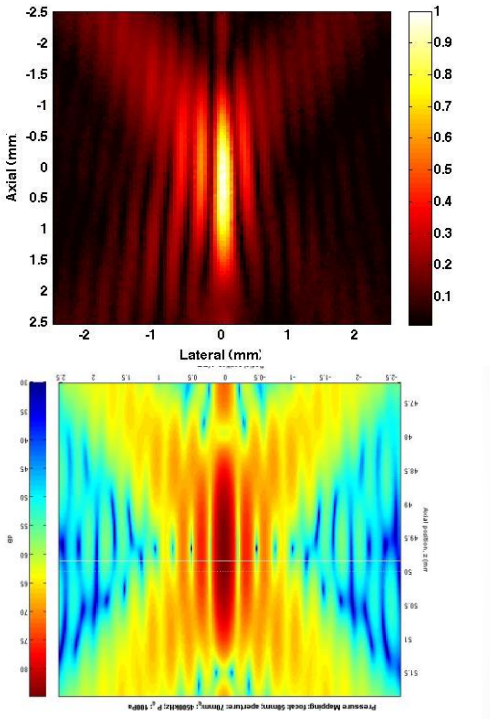
Línea 1 Simulación Trabajos actuales:

HMI

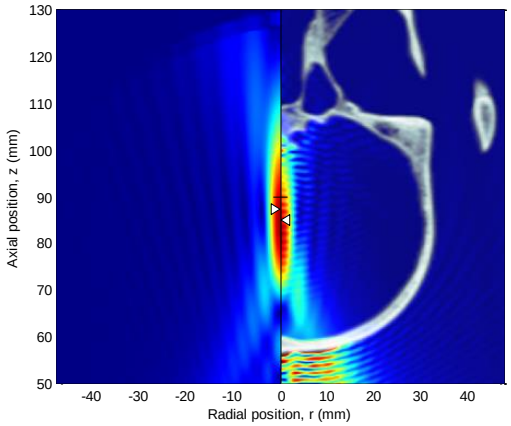
D= 70 mm
R= 50 mm
f_0= 4.5 MHz
f-number = 0.7

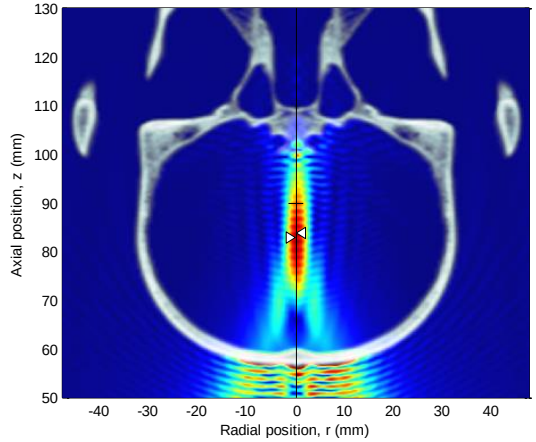
-Cond. iniciales
-No paraxialidad
-Cond. contorno





Transcraneal



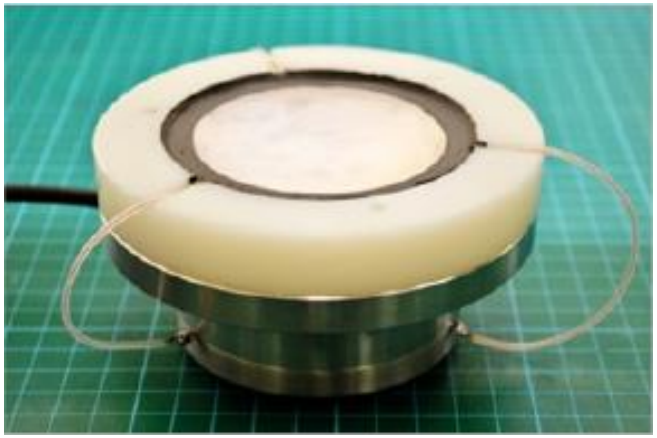


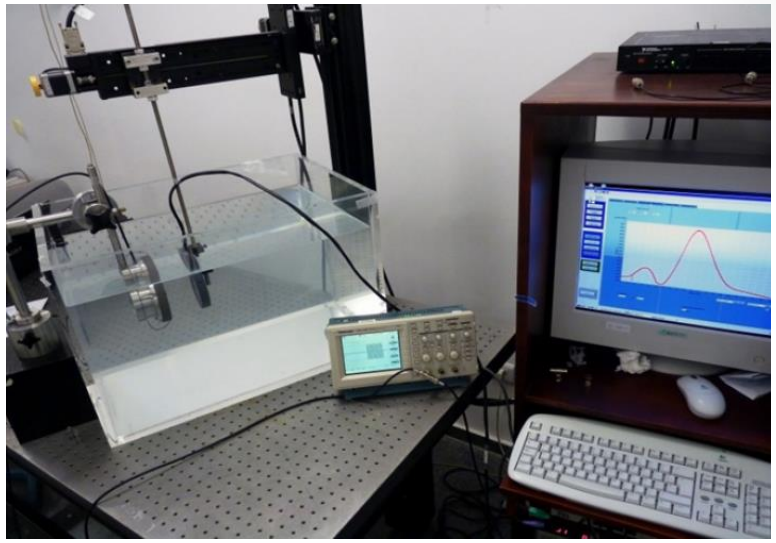
-Cond. Contorno
-No linealidad

Línea 2 Laboratorio

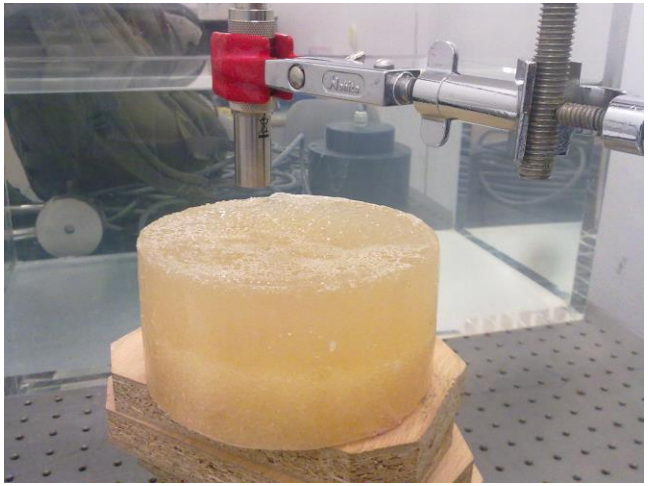
1 Objetivos
2 Aplicaciones
3 Líneas
4 Línea 1
5 Línea 2
6 Línea 3
7 Conclusiones

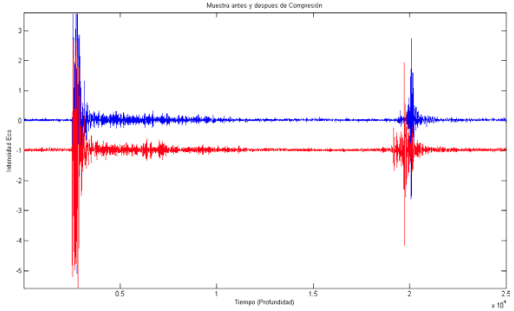
Transductores y haces focalizados:





Elastografía:

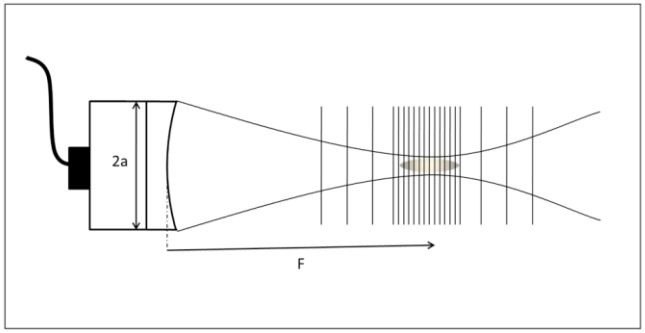


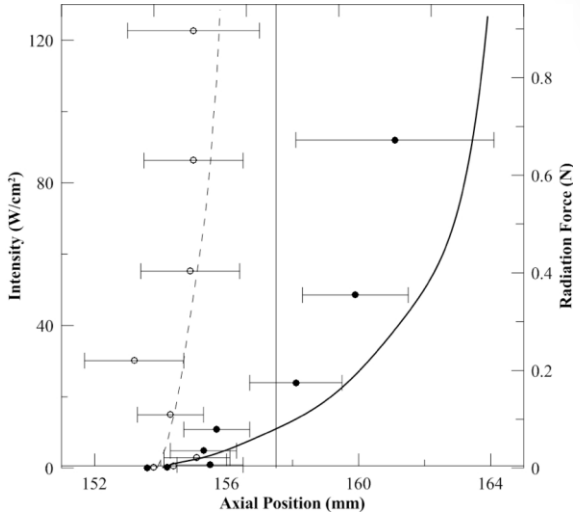


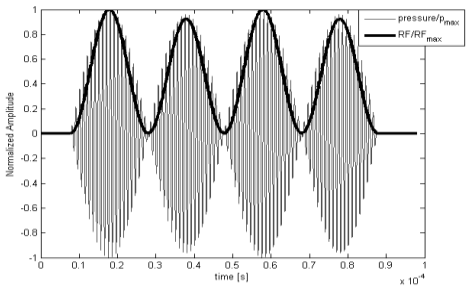
Línea 3 Modelos

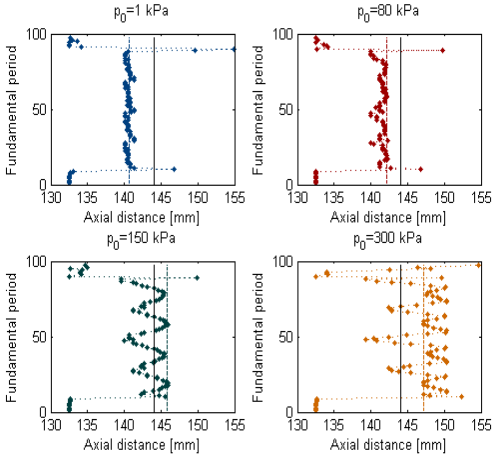
Fuerza de Radiación en haces de Ultrasonidos:

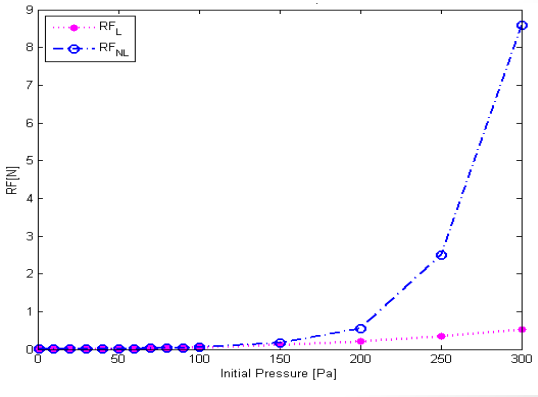
1 Objetivos
2 Aplicaciones
3 Líneas
4 Línea 1
5 Línea 2
6 Línea 3
7 Conclusiones

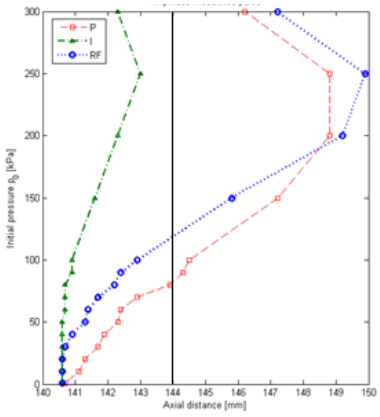












Aplicaciones médicas de los ultrasonidos en el IGIC

Línea 3 Modelos

Modos superficiales en micro-Burbujas:

1 Objetivos
2 Aplicaciones
3 Líneas
4 Línea 1
5 Línea 2
6 Línea 3
7 Conclusiones

Conclusiones

- Se están desarrollando códigos numéricos capaces de simular la propagación de haces de ultrasonidos en aplicaciones médicas como: HIFU, FUS, HMI o Transcraneal.
- Estos códigos son más realistas que los utilizados hasta la fecha.
- Estos códigos son más versátiles que los utilizados hasta la fecha.
- Se ha predicho la influencia de los efectos no lineales en la propagación transcraneal de ultrasonidos.
- Se han desarrollado los laboratorios de haces de US de transductores y de elastografía.
- Se están desarrollando las herramientas de anáilisis elastográficas.
- Se ha caracterizado el efecto de desplazamiento de foco de presión, intensidad y Fuerza de Radiación en haces de US de focalización intermedia.
- Este efecto es suceptible de ser utilizado para la implementación de nuevas técnicas de imagen elastográfica.
- Los efectos no lineales han permitido determinar con mayor exactitud el valor y la posición en el eje de la fuerza de radiación en aplicaciones HMI.
- Se ha implenetado un dispositvo experimental con péndulos acoplados para el modelado de los modos superficiales de oscilación de burbujas.
- Estos modelos permiten estudiar la interacción entre haces US y micro-burbujas

IGIC
Institut d'investigació per a la gestió integrada de zones costaneres

TECNIACUSTICA
Cáceres · 2011

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Gracias por su atención

