

# Física II, Ondas

## Oscilaciones Forzadas



Profesor: Pedro Labraña  
Departamento de Física,  
Universidad del Bío-Bío

Carrera: Ingeniería Civil en Informática  
Créditos: 5

# Movimiento Oscilatorio

..., *Relación Entre el Movimiento Armónico Simple y el Movimiento Circular Uniforme (Análisis de Fasores)*, Oscilaciones Forzadas y Resonancia, Movimiento Amortiguado.

## Oscilaciones forzadas

Una situación muy común es la de un sistema que puede oscilar debido a las fuerzas restaurativas pero al cual, adicionalmente, se le aplica permanentemente una fuerza externa  $F$  que puede ser dependiente del tiempo. Este tipo de sistema está descrito por una ecuación como la siguiente:

$$F_T = -K(x - l_0) + F_E(t)$$

(Ver pizarra, dibujo)

Una posibilidad es forzar el sistema con una fuerza que sea periódica pero de un periodo diferente al del sistema. Esto es, consideramos una fuerza externa de la forma:

$$F_E(t) = F_0 \text{Cos}[wt]$$

Caso libre

$$X(t) = A \text{Cos}(w_0 t + \delta)$$

$$w_0 \equiv \sqrt{\frac{k}{m}}$$

En este caso la ecuación de movimiento queda

$$\frac{d^2 X}{dt^2} + \frac{k}{m} X = \frac{F_0}{m} \text{Cos}[wt]$$

$$\frac{d^2 X}{dt^2} + w_0^2 X = \frac{F_0}{m} \text{Cos}[wt]$$

Imponemos una solución del siguiente tipo (adivinamos)

\*  $X(t) = A \text{Cos}[wt]$

Es decir una solución donde la masa oscilará con la frecuencia de la fuerza externa. Diremos que esta será la solución una vez que el sistema este en el denominado estado estacionario.

Luego probamos si nuestra “función \*” es realmente una solución de la ecuación de movimiento. Encontramos que será una solución sólo si la constante A vale un determinado valor (ver pizarra). Luego tenemos que la solución será:

$$X(t) = \frac{F_0}{m [w_0^2 - w^2]} \text{Cos}[wt]$$

Solución:

$$X(t) = \frac{F_0}{m [w_0^2 - w^2]} \text{Cos}[wt]$$

La escribimos de una manera más adecuada:

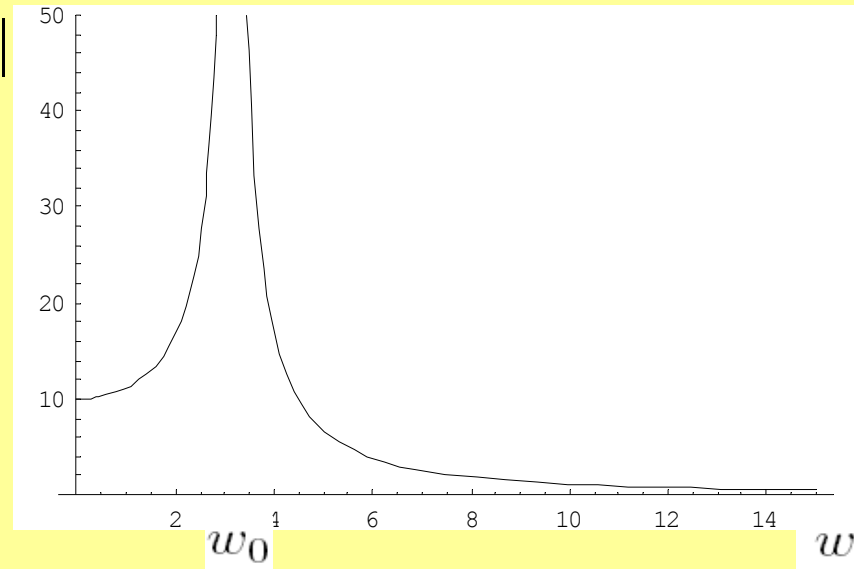
$$X(t) = \frac{F_0}{m |w_0^2 - w^2|} \text{Cos}[wt + \delta]$$

Donde

$$\delta = \begin{cases} \delta = 0 & w < w_0 \\ \delta = \pi & w > w_0 \end{cases}$$

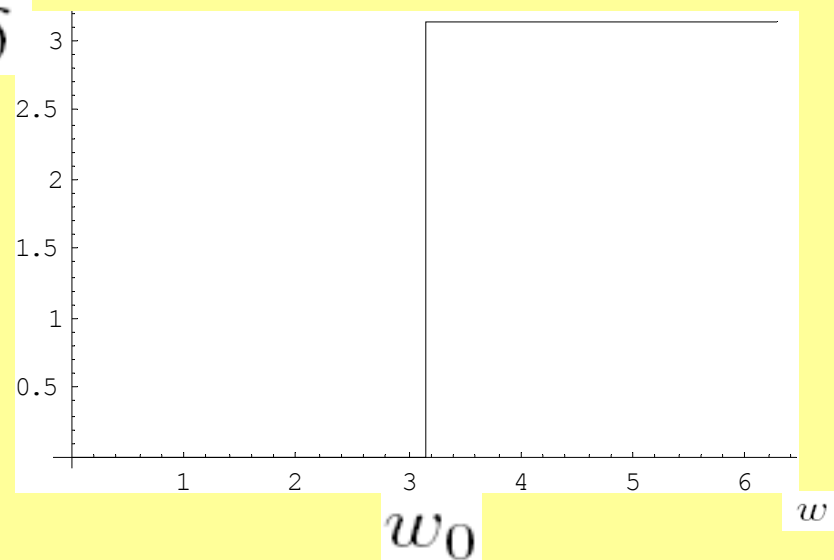
$$\frac{F_0}{m |w_0^2 - w^2|}$$

|A|



$$\delta = \begin{cases} \delta = 0 & w < w_0 \\ \delta = \pi & w > w_0 \end{cases}$$

$\delta$



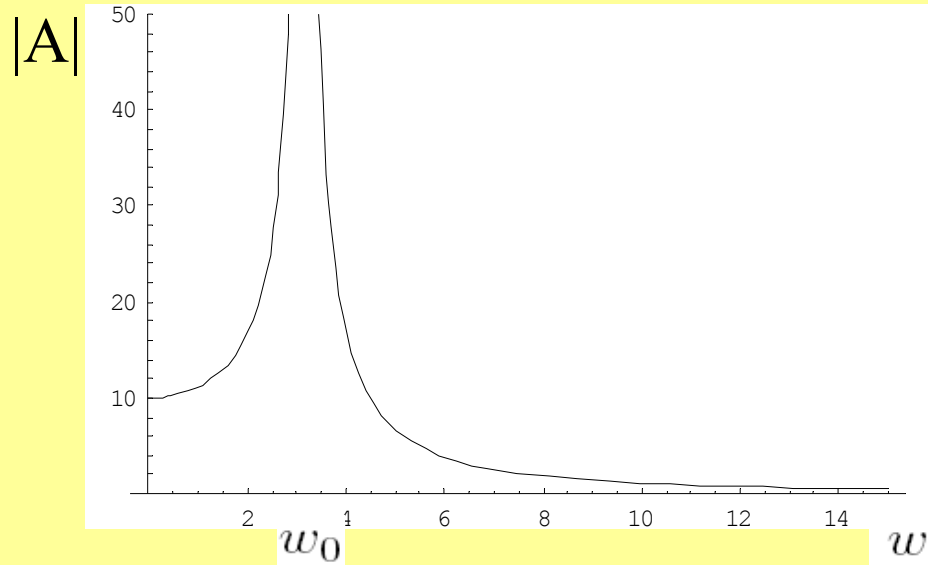
Ver animación

# Resonancia I

El fenómeno de resonancia se manifiesta en este sistema. De hecho podemos notar que la amplitud de oscilación para la vibración forzada ( $A$ ) alcanza un máximo cuando la frecuencia de la fuerza externa es igual a la denominada frecuencia de resonancia del sistema. En este caso la frecuencia de resonancia del sistema corresponde a la frecuencia natural de oscilación ( $\omega_{\text{res}} = \omega_0$ ).

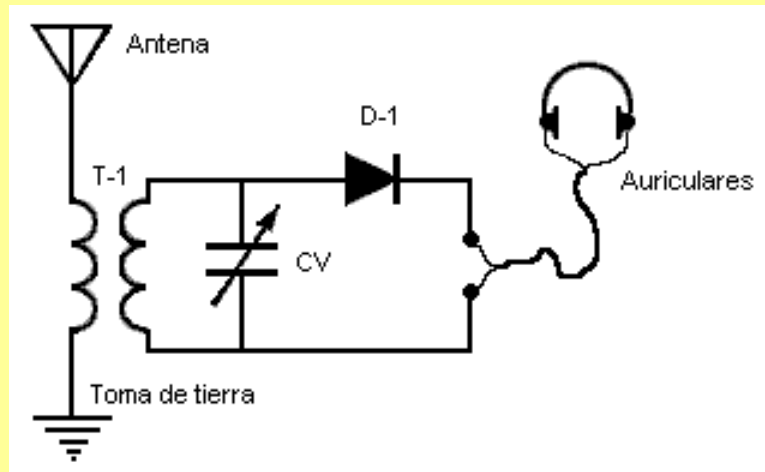
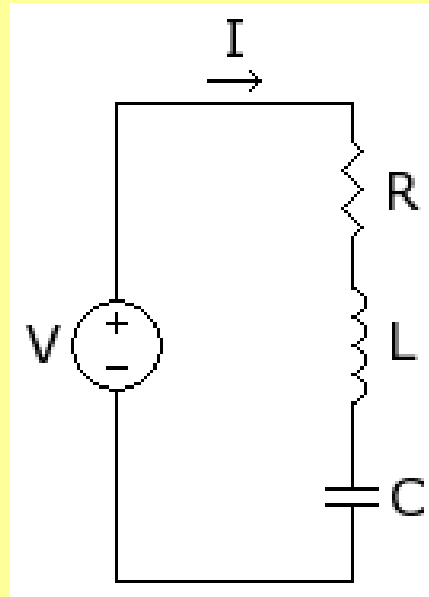
Notemos que en este caso (oscilaciones forzadas sin considerar fuerzas de roce) nuestras ecuaciones predicen que la amplitud de oscilación en resonancia es un valor infinito (independiente de cuanto vale  $F_0$ ).

$$\frac{F_0}{m |\omega_0^2 - \omega^2|}$$



Ver ejemplos en la clase

# Circuitos RLC



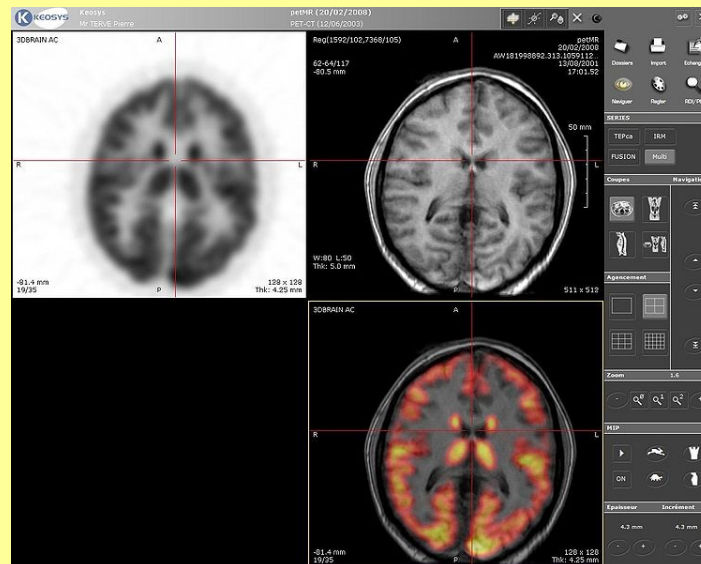
Radio Galena

# Resonancia Magnética Nuclear

Una imagen por resonancia magnética (IRM), también conocida como tomografía por resonancia magnética (TRM) o imagen por resonancia magnética nuclear (NMRI, por sus siglas en inglés) es una técnica no invasiva que utiliza el fenómeno de la resonancia magnética para obtener información sobre la estructura y composición del cuerpo a analizar. Esta información es procesada por ordenadores y transformada en imágenes del interior de lo que se ha analizado.

Todos los núcleos que poseen un número impar de protones o neutrones tienen un momento magnético y un momento angular intrínseco, en otras palabras, tienen un spin  $> 0$ .

La RMN estudia los núcleos atómicos al alinearlos a un campo magnético constante para posteriormente perturbar este alineamiento con el uso de un campo magnético alterno, de orientación ortogonal. La resultante de esta perturbación es el fenómeno que explota las distintas técnicas de RMN. El fenómeno de la RMN también se utiliza en la RMN de campo bajo, la RMN de campo terrestre y algunos tipos de magnetómetros.



## El Microondas

Un horno de microondas es un electrodoméstico usado en la cocina para calentar alimentos que funciona mediante la generación de ondas electromagnéticas en la frecuencia de las microondas, en torno a los 2,45 GHz.

Los alimentos contienen normalmente moléculas de agua, éstas tienen la característica de un dipolo eléctrico (parecido a un imán pero estos tienen un dipolo magnético), es decir, poseen un extremo con carga positiva y un extremo con carga negativa.

El campo electromagnético generado en el horno mueve literalmente las moléculas de agua orientándolas en una dirección. Pero apenas las moléculas de agua se orientan en una dirección determinada, el campo eléctrico se invierte, con lo que todas las moléculas de agua cambian su posición (rotan). Estas inversiones de la orientación del campo electromagnético suceden rápidamente, a razón de 2.450 millones de veces por segundo, lo que produce calor por la agitación molecular (el calor está directamente relacionado con la vibración o agitación molecular). Por tanto, el alimento se calienta por excitación de las moléculas de agua, que se están moviendo, girando sobre sí mismas, a gran velocidad.

## Algunos ejemplos mecánicos

¿Como romper una copa de cristal?

- a) Por interacción directa
- b) Sin tocarla (interacción indirecta)

Ver video 1

Como romper algo mucho más grande

Ver video2

Puente de Takoma (EEUU)

Fin