

16. Frecuencia de resonancia y frecuencia propia

Friedrich Herrmann. Universidad de Karlsruhe, Alemania
Georg Job. Universidad de Hamburgo, Alemania
Nelson Arias Ávila. Universidad Distrital, Bogotá, Colombia

Tema:

En algunos textos al tratar las oscilaciones forzadas se insiste en que la frecuencia de resonancia no es exactamente (solo aproximadamente) igual a la frecuencia propia o natural del oscilador.

Defectos:

Al parecer la naturaleza no ha conseguido presentar las cosas de manera razonable; al comienzo se aprende que hay resonancia cuando el oscilador se mueve al ritmo de la excitación, entonces el movimiento del oscilador es muy fuerte. Pero al mirar más de cerca se nota que no es como se esperaba, es como si hubiera un aguafiestas, la frecuencia de resonancia y la frecuencia propia no coinciden exactamente. Entonces, ¿es válida la idea que se tenía del fenómeno? ¿Es falso que haya resonancia cuando la excitación está en concordancia con el oscilador?

Es fácil resolver esta incongruencia al considerar que resonancia implica que la energía absorbida y disipada por el oscilador tiene un valor máximo, en función de la frecuencia. Ya que $P = \mathbf{v} \cdot \mathbf{F}_0$, dicho máximo se encuentra en la misma frecuencia donde la velocidad alcanza su valor máximo, cuando la amplitud de \mathbf{F}_0 es constante. (El argumento es análogo cuando la amplitud de la velocidad se mantiene constante). La frecuencia del máximo de la velocidad coincide exactamente con la frecuencia propia. Es obvio que entonces el máximo de la amplitud de la posición se encuentra desplazado, así como el máximo de la aceleración.

De $x(t) = x_0(\omega) \cdot \text{sen}(\omega t)$, se obtiene que:

$$dx/dt = \omega \cdot x_0(\omega) \cdot \cos(\omega t) = v_0(\omega) \cdot \cos(\omega t), \text{ y}$$

$$d^2x/dt^2 = -\omega^2 \cdot x_0(\omega) \cdot \text{sen}(\omega t) = a_0(\omega) \cdot \text{sen}(\omega t)$$

Si la amplitud de la velocidad $v_0(\omega) = \omega \cdot x_0(\omega)$ tiene un valor máximo a una frecuencia ω_{res} , entonces ni la amplitud de la posición $x_0(\omega)$, ni de la aceleración $a_0(\omega) = -\omega^2 \cdot x_0(\omega)$ pueden tener un máximo a dicha frecuencia. El valor "falso" de la frecuencia de resonancia resulta del hecho de considerar la magnitud equivocada, es decir, la posición del oscilador en lugar de su velocidad. Al considerar varias magnitudes distintas en función de la frecuencia, se observará que el máximo correspondiente a cada magnitud se encuentra en una posición diferente en el eje de las frecuencias. Nadie concluiría de esta observación que la frecuencia de resonancia depende de la magnitud considerada.

Origen:

Se tiene la tendencia a destacar en primer plano las magnitudes que reflejan lo que “vemos” con nuestros sentidos. Se suele considerar un problema mecánico solucionado cuando se conoce la trayectoria de los cuerpos, es decir las posiciones en función del tiempo.

Eliminación:

Es necesario aprender que en mecánica las magnitudes fundamentales son las magnitudes dinámicas momento y energía. Entonces, no se debe definir la resonancia por medio de la amplitud de la posición –lo aparente–, sino por la energía absorbida o disipada.