DEFINICIÓN Y DETERMINACIÓN DE OLAS EN EL PLANO DE FASES

G.R. Rodríguez

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Física, Email: german.rodriguez@fisica.ulpgc.es

Resumen

En el presente trabajo se introduce una nueva forma de definición y determinación de las olas en un registro de oleaje, basada en la cinemática de la superficie libre del mar en un punto dado y su representación en el plano de fases. Con ello se pretende eliminar la conflictividad existente al respecto, generada por el uso de los diferentes criterios empleados generalmente para definir las distintas olas presentes en un registro de oleaje real.

Fundamentos Teóricos

Al analizar un tren de ondas regulares, los parámetros característicos de una onda individual, es decir, amplitud altura, periodo, etc. quedan perfectamente definidos. Por el contrario, debido a su elevada irregularidad, al analizar un registro de oleaje real no es posible definir dichos parámetros de un modo consistente y se recurre a diversos criterios que permiten realizar el análisis estadístico de dichos parámetros. Sin embargo, el uso de los diferentes criterios conduce generalmente a distintos resultados.

Los criterios más comúnmente empleados para definir una ola están basados en la representación de las fluctuaciones de la superficie libre frente al tiempo [1] y son: (a) el criterio de pasos ascendentes por cero, en el cual una ola queda definida por la oscilación de la superficie libre del mar (SLM) durante el periodo comprendido entre dos pasos ascendentes de ésta por el nivel medio del registro (NMR); (b) el criterio de pasos descendentes. Este criterio es bastante similar al anterior, pero en el se definen las olas individuales considerando las fluctuaciones de la SLM entre dos pasos descendentes del registro por el NMR; (c) el criterio de crestas, en el que una ola queda definida en función de las fluctuaciones de la SLM entre dos crestas o máximos consecutivos del registro. Obviamente, estos criterios sólo coinciden exactamente en el caso hipotético de un registro de oleaje de ancho de banda espectral nulo. Sin embargo, este hecho es prácticamente imposible encontrarlo en el mar, donde, a lo sumo, pueden observarse casos de oleajes correspondientes a un mar de fondo que presenten un espectro con ancho de banda infinitesimal. Incluso en estos casos, poco frecuentes, los diferentes criterios no conducen a resultados exactamente iguales.

El plano de fases es simplemente un plano en el cual las coordenadas son el desplazamiento, η, y la velocidad vertical de la superficie libre, $\dot{\eta}$, de modo que el parámetro tiempo no aparece explícitamente. Este tipo de representación retiene una mayor cantidad de información sobre el sistema que la representación usual de η frente a t. Del mismo modo, en lugar de emplear como variables el desplazamiento y la velocidad verticales, podemos utilizar como coordenadas del plano de fases la velocidad y la aceleración verticales. Mediante estas dos representaciones se obtiene una descripción completa del comportamiento cinemático de la superficie libre.

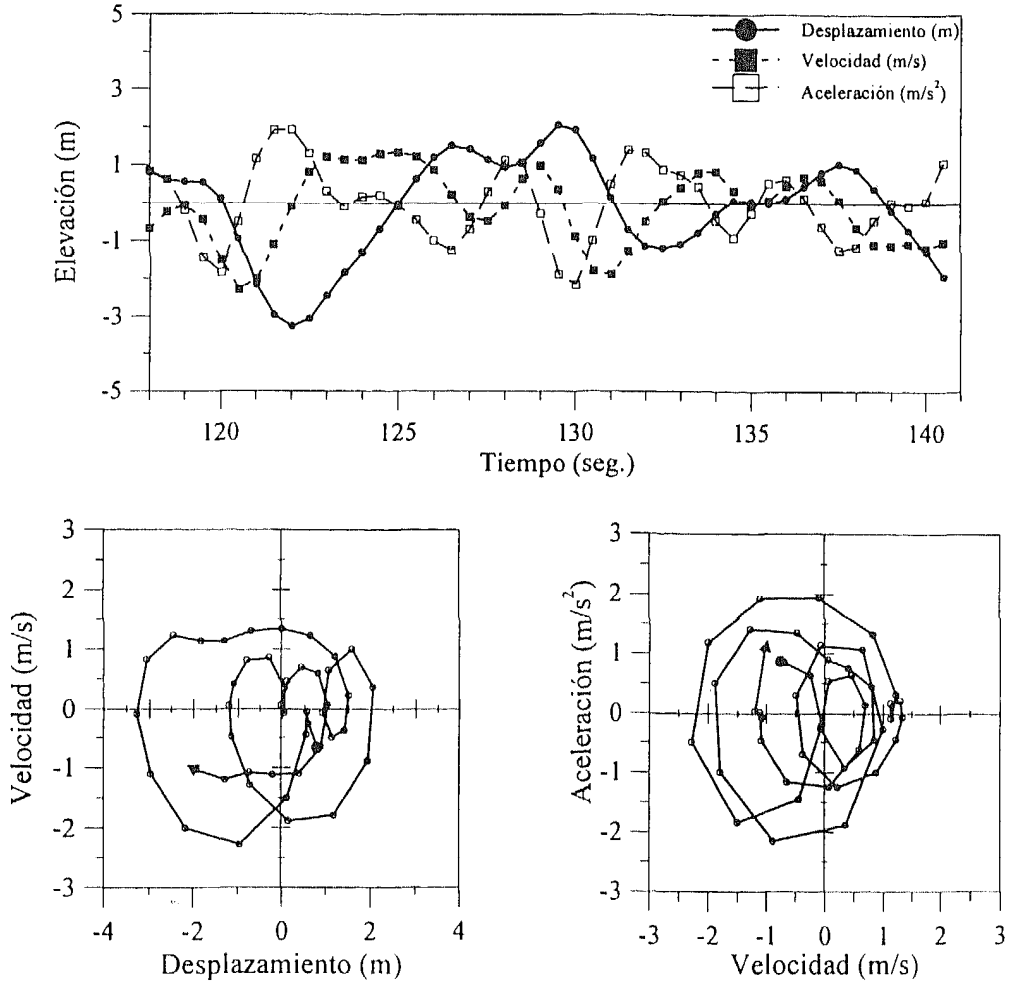
Considerando una serie temporal de las fluctuaciones de la superficie libre $\eta(t)$ registrada con un periodo de muestreo, Δt, durante un intervalo $T=N\cdot\Delta t$, podremos obtener las correspondientes series temporales de velocidad y aceleración mediante las siguientes expresiones en diferencias finitas

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

$$\dot{\eta}_i(t) = \frac{\eta_{i+1} - \eta_{i-1}}{2\Delta t} \qquad \ddot{\eta}_i(t) = \frac{\dot{\eta}_{i+1} - \dot{\eta}_{i-1}}{2\Delta t}$$

Nótese que los valores de la velocidad y la aceleración son estimados en términos de $2\Delta t$, en lugar de Δt. El motivo de estimar dichas magnitudes de esta forma es que al ser estimadas en base a un único intervalo temporal finito los valores de las respectivas derivadas corresponden a un punto intermedio entre dos muestras sucesivas. De este modo, al no corresponderse en el tiempo los desplazamientos con las magnitudes derivadas pueden producirse errores al relacionar estas magnitudes. Considerando dos intervalos de muestreo finitos podemos estimar, a partir de dos valores alternos del desplazamiento, la velocidad y la aceleración asociadas al desplazamiento en el instante t_i, admitiendo como hipótesis que la línea que une los desplazamientos verticales en los instantes t_{i-1} y t_{i+1} posee la misma pendiente que la curva $\eta(t)$ en el instante t_i.

En las siguientes figuras se muestran, a modo de ejemplo, un segmento de una serie temporal de oleaje y las representaciones en el plano de fases para los desplazamientos y la velocidad y para la velocidad y la aceleración.



Referencias

[1] M.K. Ochi, *Stochastic analysis and probabilistic prediction of random seas*, Advances in Hydrosciences (1982) 217-375.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004