

RESUMEN

Se resuelven en este trabajo problemas fuertemente no lineales mediante la implementación de algoritmos de series de potencias y del Método de Descomposición Ortogonal y Bases de Karhunen-Loeve. En particular se abordan problemas inherentes al comportamiento dinámico de cadenas y cables poco tensos. Se muestra que la herramienta resulta de utilidad para abordar ecuaciones y sistemas diferenciales no lineales, ya sean problemas de condiciones iniciales o de bordes. Se utilizan los algoritmos en series de potencias con dos propósitos diferentes, por un lado para el planteo de las ecuaciones diferenciales gobernantes y por otro para la resolución misma de los sistemas algebraicos diferenciales.

El Método de Descomposición Ortogonal (Expansión de Karhunen-Loève) se emplea, en el problema dinámico de cables para obtener un modelo de dimensión reducida.

De la metodología de series de potencias que se propone se destaca la versatilidad y potencialidad que se muestra mediante dos aplicaciones de características diferentes: un problema lineal de vibraciones libres de pórticos planos abiertos; y un problema fuertemente no lineal como es el de la sincronización de dos atractores de Lorenz.

En cuanto a las aplicaciones estudiadas, la dinámica en el plano de una cadena inextensible de un número arbitrario de tramos (eslabones) se resuelve mediante algoritmos de Series de Potencias en el tiempo para las incógnitas seleccionadas.

Se analiza también un modelo de plataforma en 2D con dos amarres. En su versión simple se modela como un oscilador de un grado de libertad con rigidez fuertemente no lineal proveniente de cambios en la geometría. A través de desarrollos algebraicos que involucran la inversión de series, se obtiene una expresión para el término no lineal sin truncado previo. Otras complejidades son también agregadas y resueltas satisfactoriamente con la misma metodología. Se incorpora un tercer grado de libertad: el ángulo de rotación de la plataforma; y se analizan modelos de pendiente arbitraria en el amarre ilustrando la performance de los algoritmos, mediante tablas comparativas, diagramas de trayectorias y diagramas de Poincaré.

Finalmente, se resuelve un problema de cables con el auxilio del Método de Descomposición Ortogonal Propio para encontrar una expresión de dimensión reducida para la dinámica partiendo de la solución de un problema más simple (dinámica de cadenas).

ABSTRACT

In this work, strongly non-linear problems are solved by implementing algorithms of power series and the Proper Orthogonal Decomposition Method (Karhunen-Loeve expansion). Problems inherent to the dynamic behavior of chains and slack cables are particularly discussed. It is shown that the tool becomes useful to approach non-linear differential equations and systems, either as initial conditions or boundary value problems. The algorithms in power series are used for two different purposes, on one hand to state the governing differential equations and on the other hand, for the solution itself with regard to the differential algebraic systems.

The Orthogonal Decomposition Method (Karhunen-Loève Expansion) is employed, in the dynamic problem of cables to obtain a model of reduced dimension.

From the power series methodology proposed, both the versatility and potentiality are highlighted and it is shown by means of two applications with different characteristics: a lineal problem of free vibrations of open plane frames; and a strongly non-linear problem which is that of the synchronization of two Lorenz attractors.

Regarding the studied applications, the dynamics of an inextensible chain in the plane with an arbitrary numbers of links is solved by means of power series algorithms expanded in the time variable for the selected unknowns.

A model with a 2D platform with two mooring cables is also analyzed. In its simpler version it is modeled as a one-degree of freedom oscillator with strongly non-linear stiffness derived from the geometry changes.

Through algebraic developments which involved the inversion of series, an expression for the non-linear term without previous truncation is obtained. Other complexities are also added and satisfactorily solved with the same methodology. A third degree of freedom is incorporated: the rotation angle of the platform; and models of arbitrary slopes in the anchorage are analyzed plots and Poincaré diagrams.

Finally, a problem of cables is solved with the help of the Proper Orthogonal Decomposition Method to find an expression of reduced dimension for the dynamics based on the solution of a simpler problem (chain dynamics)