

**Seismic Analysis of Structures**, por Tushar K. Datta., John Wiley & Sons, 2010, 454 páginas, ISBN 978-0-470-82461-0. Revisado por Juan C. Herrera, Profesor Asociado, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana- Cali, Colombia.

En el campo de la ingeniería estructural, el tópico de ingeniería sísmica ha comprendido tradicionalmente diferentes áreas tales como sismología, respuesta sísmica de suelos, análisis y diseño sísmico entre otros. Cada uno de estos temas es de gran extensión y se podría cubrir en un texto exclusivo. En general, los diversos libros existentes de ingeniería sísmica disponibles que se usan en cursos graduados cubren estas temáticas en diferentes proporciones. El presente libro del profesor Tushar K. Datta (asociado al *Indian Institute of Technology, Delhi, India*) se puede considerar como un libro de texto dedicado exclusivamente al análisis sísmico de estructuras. Este nuevo libro reúne temas conceptuales tratados tradicionalmente en textos de dinámica estructural, interacción dinámica suelo-estructura e ingeniería sísmica geotécnica entre otros, y se presenta de forma integral para la comunidad de ingenieros estructurales. Ofrece un tratamiento de todos los aspectos del análisis sísmico de estructuras, abarcando desde los aspectos sismológicos hasta el control sísmico de estructuras. El libro se divide en nueve capítulos. A continuación se hace una breve descripción del contenido de los capítulos del libro.

En el primer capítulo (“Seismology”) se presenta lo relativo a las características de los sismos incluyendo temas clásicos tales como la teoría de placas tectónicas, tipos de fallas, causas de los terremotos, propagación de ondas sísmicas, parámetros para la medición de la intensidad de los terremotos, efectos direccionales de los sismos, modificación de las ondas sísmicas debido a la naturaleza del suelo, el enfoque determinístico (DSHA) y probabilístico (PSHA) para el análisis de la amenaza sísmica. Se presentan asimismo los conceptos de riesgo sísmico y de microzonificación basado en el análisis de la amenaza.

El Capítulo 2 (“Seismic Inputs for Structures”) está dedicado al tipo de información sísmica necesaria para realizar los diversos tipos de análisis sísmico. En el contexto del análisis y del diseño sísmico de estructuras, el tipo de información requerida depende de la naturaleza del análisis que se va a realizar. El tipo de datos sísmicos se utiliza para el análisis y el diseño determinístico de estructuras y edificios, mientras que la información probabilística se usa para el análisis de vibraciones aleatorias en estructuras, el análisis de riesgo sísmico, y la estimación del daño en estructuras para sismos futuros. Aquí se analizan los diferentes tipos de registros sísmicos comúnmente usados, como son los registros de aceleraciones, velocidades y desplazamientos. Seguidamente se presentan los conceptos de contenido de frecuencias de los sismos y se ofrecen brevemente los aspectos teóricos de la Transformada Rápida de Fourier (FFT) y su forma inversa (IFFT), así como lo concerniente a los espectros de Fourier, ampliamente utilizados en Ingeniería Sísmica. Se incluyen ejemplos de aplicación de la Transformada de Fourier usando MATLAB. A continuación se estudian los espectros de respuesta en sus diferentes representaciones (espectros de aceleración, velocidad y desplazamiento) y los espectros de Energía y los espectros de Fourier para la caracterización de terremotos. El siguiente tópico que se estudia es el clásico tema de la construcción del espectro de respuesta de diseño, ampliamente usado en los códigos a nivel mundial.

El Capítulo 3 (“Response Analysis for Specified Ground Motions”) cubre los diferentes métodos de análisis en sistemas de un grado de libertad y múltiples grados de libertad. Se estudian las ecuaciones de movimiento para excitaciones en múltiples apoyos, presentándolas también en la forma “espacio-estado”. Se presentan a continuación los métodos de análisis en el dominio del tiempo, tales como la integral de Duhamel y el método beta de Newmark, el análisis en el dominio de la frecuencia usando la Transformada Rápida de Fourier (FFT) y análisis modal, tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia, usando las ecuaciones de “espacio-estado”. El capítulo incluye numerosos ejemplos de aplicación y un apéndice introductorio a SIMULINK, programa asociado a MATLAB.

El Capítulo 4 (“Frequency Domain Spectral Analysis”) tiene como objetivo presentar los conceptos del análisis espectral de estructuras considerando el movimiento del terreno como un proceso aleatorio estacionario. Este es uno de los métodos más usados en el análisis de vibraciones aleatorias. El capítulo comienza con la descripción de los procesos aleatorios estacionarios, seguido del tema de series e integrales de Fourier. Posteriormente se estudian las funciones de auto-correlación y correlación cruzada, así como las funciones de densidad espectral más usadas. A continuación se presenta el sistema SISO (“Single Input-Single Output System”) y los sistemas de múltiples grados de libertad, incluyendo excitaciones sísmicas en múltiples apoyos. Se discuten además los temas de análisis modal espectral y análisis espectral usando la formulación en ecuaciones de “espacio-estado”.

El Capítulo 5 (“Response Spectrum Method of Analysis”), discute el método del espectro de respuesta en sistemas de múltiples grados de libertad, el cual es ampliamente usado por los ingenieros estructurales. Primero porque este método proporciona una técnica para realizar un análisis estático de cargas laterales equivalentes para fuerzas sísmicas.

Segundo, porque permite una comprensión clara de la contribución de los diferentes modos de vibración a la respuesta sísmica de la estructura. Asimismo, proporciona un método simplificado para calcular las fuerzas sísmicas de diseño para los diferentes elementos de una estructura. Por último, también es útil en la evaluación aproximada de la confiabilidad y seguridad estructural para cargas sísmicas. El capítulo comienza con la descripción del concepto de fuerza lateral equivalente, y a continuación se describe el método de espectro de respuesta para excitaciones sísmicas en un solo apoyo. Se discuten las reglas más usadas de combinación modal (SRSS, CQC) y se incluyen aplicaciones para pórticos planos y tridimensionales. Seguidamente se extiende el método de espectro de respuesta para excitaciones sísmicas en múltiples apoyos y para sistemas secundarios. Finalmente, se presenta el método de análisis del coeficiente sísmico usado en la mayoría de códigos sísmicos a nivel mundial.

El Capítulo 6 (“Inelastic Seismic Response of Structures”) presenta los métodos de análisis para la respuesta no-lineal de estructuras y los aspectos fundamentales del comportamiento inelástico de elementos estructurales para fuerzas sísmicas. Se discute el tópico de análisis no-lineal de estructuras para fuerzas sísmicas, la solución de las ecuaciones de movimiento en el dominio del tiempo para sistemas de un grado de libertad. Para sistemas de múltiples grados, se presentan las soluciones teniendo en cuenta la interacción bi-direccional de fuerzas. A continuación se incluye el tema de análisis sísmico inelástico de pórticos de varios pisos y el método del empuje lateral (“Pushover”). Por último, se estudian los conceptos de demanda de ductilidad y de espectro de respuesta inelástico.

El Capítulo 7 (“Seismic Soil-Structure Interaction”) está dedicado al tópico de interacción suelo-estructura e inicia con la teoría de la propagación de ondas sísmicas y presenta el problema en la formulación por medio de elementos finitos. Continúa con el análisis de la respuesta del terreno por medio de la Transformada Rápida de Fourier (FFT), así como el análisis lineal y no-lineal en el dominio del tiempo. Posteriormente se estudia la interacción dinámica suelo-estructura mediante el método directo y el método de la sub-estructura, el análisis modal usando la técnica de la sub-estructura y el método de análisis aproximado usando amortiguamiento modal equivalente. Finalmente se presenta el análisis de la respuesta sísmica considerando la interacción suelo-pilote-estructura y el análisis sísmico de estructuras enterradas.

El Capítulo 8 (“Seismic Reliability Analysis of Structures”) está dedicado al análisis de confiabilidad sísmica de estructuras. Se discuten los diferentes tipos de incertidumbre en el análisis de confiabilidad y los métodos para estimar probabilidades de falla, tales como el método de Hasofer-Lind, el método de segundo orden y los métodos basados en simulación. A continuación se presentan algunas técnicas para el análisis de confiabilidad, incluyendo el uso del espectro de amenaza uniforme y el análisis de confiabilidad de estructuras usando parámetros de riesgo sísmico del sitio. También se presenta el tópico asociado de la estimación de la matriz de probabilidad de daño en pórticos de varios pisos y finalmente se discute un método de análisis simplificado para el riesgo sísmico de estructuras.

En el Capítulo 9 (“Seismic Control of Structures”) se estudia el control pasivo, el control activo y el control semi-activo de estructuras para fuerzas sísmicas. En la parte de sistemas de control pasivo se describen brevemente algunos de los aisladores de uso actualmente, tales como los de goma laminada (LRB) y los sistemas de péndulo con fricción (FPS). Se discute el diseño de sistemas de aislamiento de base y el análisis de estructuras con aislamiento de base usando el método del espectro de respuesta y análisis cronológico no-lineal. A continuación se estudian los amortiguadores de masa sintonizada (“Tuned Mass Dampers”) por los métodos de análisis modal, directo y en la formulación de “espacio-estado”. Seguidamente se estudian los amortiguadores viscoelásticos y los diferentes tipos de elementos para su modelación. Se presenta el análisis dinámico de estructuras con múltiples grados de libertad con estos tipos de amortiguadores. En la parte de control activo se discuten los algoritmos de control óptimo más usados y su implementación. Finalmente, se presenta una introducción al control semi-activo de estructuras usando amortiguadores semi-activos hidráulicos.

El revisor recomienda este texto para los cursos graduados de ingeniería sísmica estructural y dinámica estructural avanzada y como texto de referencia para otros cursos como uno de dinámica de suelos y para aquellos investigadores realizando tesis en estos temas. También será de gran utilidad a los ingenieros que trabajen en análisis y diseño sísmico de estructuras.