

Tarea 3

Diseño Sísmico de Sistemas de 1GDL

PREGUNTA 1

Implemente una rutina de Matlab capaz de resolver numéricamente la ecuación de movimiento para sistemas lineales. Puede implementar el método de recurrencia, el método de Newmark, o cualquier otro método que conozca. Si es que ya tiene implementada esta rutina de un curso anterior, puede utilizarla para esta tarea si lo desea.

Para el registro de Tarzana, de la Tarea 1, se pide calcular:

- Los espectros de aceleraciones, velocidades, y desplazamientos para $\xi = 0\%, 1\%, 5\%, 10\%$, y 20% , para un rango de periodos desde 0 hasta 5 segundos calculado a intervalos $\Delta T = 0.01$ s.
- Los pseudo-espectros de velocidades y de aceleraciones.
- El espectro de amplitud de Fourier $|F(\omega)|$

Su reporte debe incluir lo siguiente:

- En una misma figura grafique los espectros de desplazamientos para los distintos valores de amortiguamiento. En una segunda figura, haga lo mismo para los espectros de velocidades; y en una tercera figura, incluya los espectros de aceleraciones. En cada gráfico indique claramente qué curva corresponde a cada valor de amortiguamiento. Comente sus resultados. Específicamente, discuta el efecto del periodo y el amortiguamiento en la respuesta estructural.
- Compare los pseudo-espectros obtenidos con los espectros correspondientes para $\xi = 5, 10$, y 20% . En total debe incluir 6 figuras: 3 para velocidades y 3 para aceleraciones. Cada figura debe incluir dos curvas (el espectro y el pseudo-espectro). Comente sus resultados.
- Compare el espectro de amplitud de Fourier para el rango de periodos de 0 a 5 segundos con los espectros de respuesta sin amortiguar. Incluya 3 figuras comparando $|F(\omega)|$ con S_d, S_v, S_a , respectivamente (las dos curvas en el mismo gráfico). Normalice el espectro de Fourier de modo de que su ordenada máxima coincida con la ordenada máxima del espectro con el que esté comparándolo. ¿Cuál de los tres espectros de respuesta describe mejor al contenido en frecuencias del terremoto?

PREGUNTA 2

Implemente una rutina en MATLAB para calcular la respuesta tiempo-historia de sistemas de 1GDL no lineales con comportamiento elastoplástico perfecto (EPP) utilizando el método de Newmark no lineal visto en clases. Su programa debe ser capaz de aplicar tanto el método de aceleración promedio constante como el de velocidad lineal. En cada instante de tiempo, su programa debe iterar el error debido a utilizar la rigidez tangente utilizando el método de Newton-Raphson visto en clases.

Su rutina debe recibir, como mínimo, las siguientes variables de entrada:

- El periodo T_n
- La razón de amortiguamiento viscoso ξ
- El vector de cargas p
- El paso de tiempo Δt
- Las condiciones iniciales para desplazamiento y velocidad u_0 y \dot{u}_0
- La resistencia lateral del sistema F_y o el coeficiente sísmico de fluencia $C_y = F_y/W$
- La opción de elegir el tipo de método a utilizar (puede ser γ y β directamente u otra opción que usted estime apropiada, e.g. un string que diga “promedio” ó “lineal”)

Y debe entregar, como mínimo, los siguientes resultados

- La historia de desplazamientos relativos
- La historia de velocidades relativas
- La historia de aceleraciones absolutas
- La historia de valores de la fuerza resistente f_s
- La demanda de ductilidad μ

Esta pregunta tiene por objetivo revisar que su rutina esté bien. Para ello, compare sus resultados con el ejemplo del libro de Chopra para el terremoto de El Centro incluido la página siguiente (este registro se encuentra disponible en la página del curso). Específicamente, se pide:

Para un sistema de 1GDL con $T_n = 0.5$ s; $\xi = 0\%$; $F_y = 0.125f_o$, donde f_o es la fuerza resistente máxima obtenida por un sistema lineal con el mismo periodo y amortiguamiento:

- Grafique la historia de desplazamientos $u(t)$ para los primeros 10 segundos del registro. Sus resultados deben ser iguales a los de la subfigura (a) de la página siguiente.
- Grafique la historia de la fuerza resistente normalizada por el peso de la estructura f_s/W para los primeros 10 segundos del registro. Sus resultados deben ser iguales a los de la subfigura (b) de la página siguiente.
- Grafique f_s/W vs $u(t)$ para la ventana de tiempo entre 1.368 y 2.05 segundos del registro. Sus resultados deben ser iguales a los de la subfigura (d) de la página siguiente.

Algunos datos útiles para la conversión de unidades:

$$1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$$

$$g = 386.06 \text{ in/s}^2$$

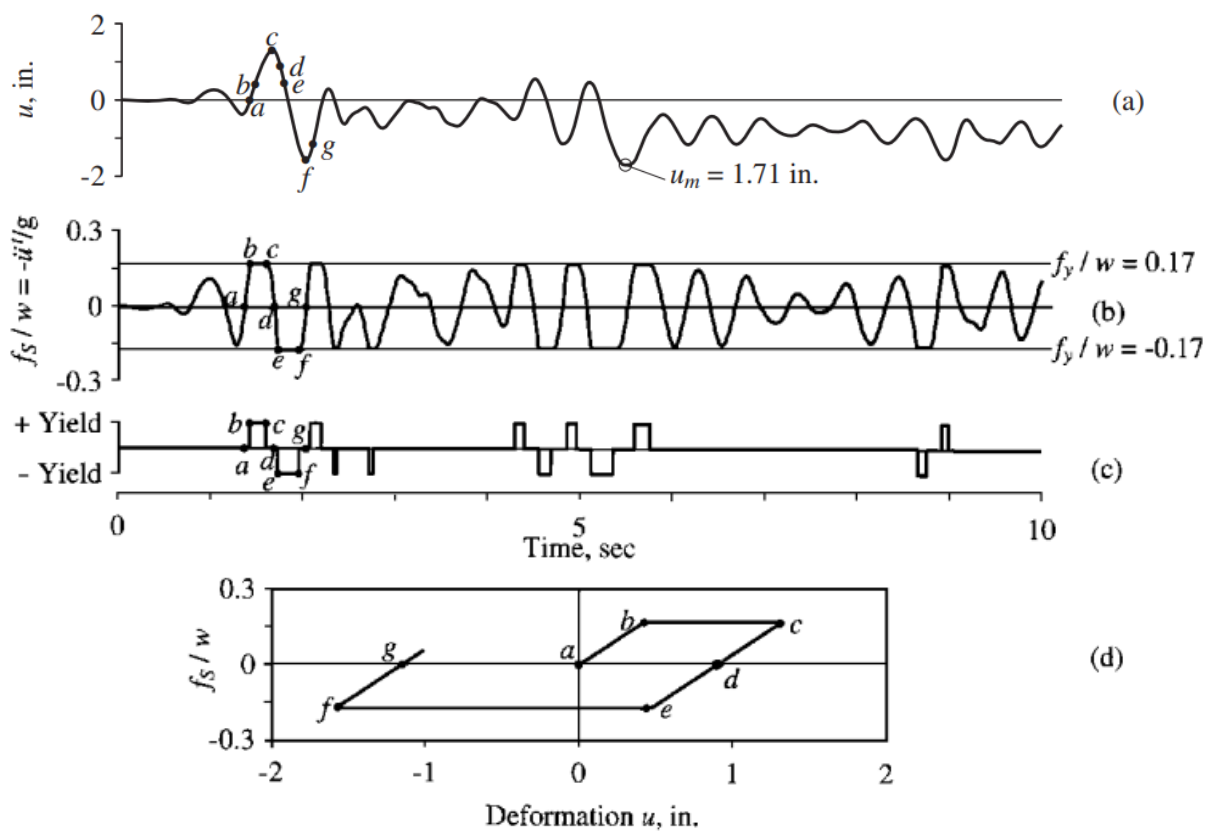


Figure 7.4.2 Response of elastoplastic system with $T_n = 0.5$ sec, $\zeta = 0$, and $\bar{f}_y = 0.125$ to El Centro ground motion: (a) deformation; (b) resisting force and acceleration; (c) time intervals of yielding; (d) force-deformation relation.

PREGUNTA 3

La universidad ha decidido contratar sus servicios para que evalúe el comportamiento sísmico de 3 nuevas estructuras que serán construidas en el Campus Santiago San Joaquín. Suponga que estas estructuras pueden ser modeladas como sistemas de un grado de libertad, con una fracción del amortiguamiento crítico del 5% y que poseen comportamiento EPP. La primera estructura tiene 3 pisos y un periodo de 0.15 segundos, la segunda tiene 10 pisos y un periodo de 0.75 segundos; la tercera, 30 pisos y un periodo de 2.5 segundos.

El objetivo de esta pregunta es evaluar la demanda sísmica que tendrían estas 3 estructuras para el registro de Santiago Centro del terremoto Mw 8.8 del 27 de Febrero de 2010 (ver Tarea 1).

- i) Calcule la demanda de resistencia elástica para las tres estructuras. Expresé sus resultados como un coeficiente sísmico ($C_e = F_e/W$). Comente.
- ii) Diseñe las tres estructuras utilizando un factor de reducción de la respuesta $R = 6$. Para las tres estructuras grafique (1) la historia de desplazamientos relativos; y (2) el comportamiento histerético (f_s vs u). Calcule, además, la demanda de ductilidad de desplazamientos μ para cada una de las estructuras. Comente.
- iii) Para cada estructura, obtenga la relación entre el coeficiente de resistencia lateral ($C_y = F_y/W$) y la demanda de ductilidad de desplazamientos μ . Para ello grafique en una misma figura C_y vs μ para las tres estructuras (C_y en las ordenadas, μ en las abscisas). Compare y comente sus resultados.
- iv) Para cada estructura, calcule el valor de la demanda sísmica inelástica de modo de evitar que la demanda de ductilidad de desplazamientos μ sea mayor que 4. Expresé sus resultados como la resistencia lateral normalizada por el peso de la estructura ($C_y = F_y/W$). Calcule además los desplazamientos asociados a esta ductilidad. Comente sus resultados.
- v) Para cada estructura, calcule la demanda sísmica inelástica aproximada asociada a una ductilidad $\mu = 4$ a partir de la demanda elástica calculada (i), pero esta vez utilice los factores aproximados de reducción de la respuesta para sitios aluviales propuestos por Miranda (1993). Vea los apuntes de clase o la página de lecturas opcionales del curso para obtener las ecuaciones correspondientes. Comente sus resultados.
- vi) Determine la demanda sísmica para estas tres estructuras según la Norma Chilena para el diseño sísmico de edificios NCh 433 Of.1996 Mod.2012. Los tres edificios corresponden a edificios de muros de corte de hormigón armado. Calcule tanto la demanda elástica como la demanda inelástica, suponiendo suelo tipo C y recordando que el edificio se construirá en el CSSJ de la USM. Calcule los desplazamientos asociados a las demandas sísmicas.
- vii) En su reporte, incluya una tabla resumen donde compare los valores de la resistencia lateral requerida, y los desplazamientos obtenidos (cuando corresponda) utilizando (1) análisis de tiempo-historia no lineal para $R = 6$; (2) análisis tiempo historia no lineal para $R_{\mu=4}$; (3) método simplificado de Miranda (1993); (4) Norma sísmica. Solo incluya los valores asociados a demandas inelásticas. Comente sus resultados.