

## Tarea 5

### Diseño de Sistemas de MGD

El objetivo de esta tarea es que usted se familiarice con los distintos métodos para el análisis sísmico de estructuras de múltiples grados de libertad. Si bien la tarea contiene 5 preguntas, todas ellas están relacionadas y forman parte de un solo gran problema a resolver.

#### PREGUNTA 1

Se pide determinar las propiedades dinámicas de un edificio de 10 pisos. La estructura corresponde a un edificio de acero cuyo sistema resistente a cargas laterales consiste en marcos especiales de momento. El edificio tiene una planta de 30 m x 30 m, una altura total de 40 m (i.e., cada piso tiene una altura de 4 m), y un peso total de 9000 tonf. La Figura 1 muestra la distribución de rigideces laterales y pesos sísmicos de cada piso de la estructura, donde  $k = 500 \text{ tonf/cm}$  y  $W = 900 \text{ tonf}$  (NOTA: En general, los edificios no se comportan como edificios de corte. Esto supuesto es solo para simplificar los cálculos de su tarea). Numere los grados de libertad laterales de arriba hacia abajo, como se muestra en la figura. Considere  $g = 980 \text{ cm/s}^2$ .

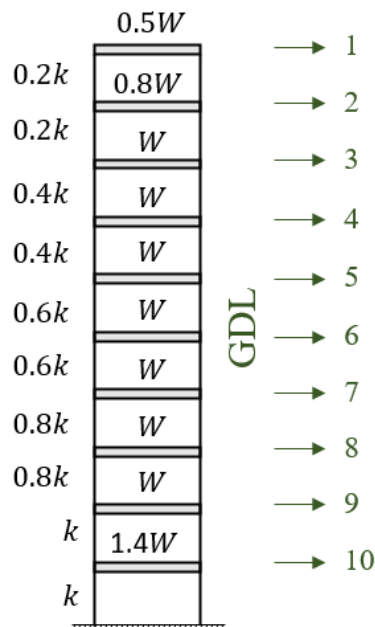


Figura 1

Se pide implementar una rutina en MATLAB para resolver los siguientes problemas:

- Resuelva el problema de valores y vectores propios. Calcule y reporte los periodos obtenidos para los primeros 5 modos de la estructura

- b) Calcule los factores de participación modal  $\Gamma_n$  y las formas modales  $\{\phi_n\}$ . Grafique el producto  $\Gamma_n\{\phi_n\}$  para los cinco primeros modos. En sus gráficos, el eje de las abscisas (X) debe mostrar en valor de  $\Gamma_n\phi_{jn}$  y el eje de las ordenadas debe mostrar el número de piso.
- c) Calcule la masa modal equivalente y determine el número de modos necesario para que la suma de la masa modal equivalente sea al menos un 90% de la masa total del edificio.
- d) Calcule el amortiguamiento del primer modo utilizando la ecuación recomendada por Cruz y Miranda (2021) para edificios de marcos de momento:

$$\xi_1 = 0.28H^{-0.52} \quad (1)$$

donde  $H$  es la altura del edificio, en metros.

- e) Calcule el amortiguamiento para los modos superiores utilizando la ecuación recomendada por Cruz y Miranda (2017):

$$\xi_n = \xi_1 \cdot \left[ 1 + 0.12 \left( \frac{\omega_n}{\omega_1} - 1 \right) \right] \quad (2)$$

- f) Grafique  $\xi_n$  vs  $\omega_n$

## PREGUNTA 2

En esta pregunta evaluaremos el método estático equivalente. Para que los resultados sean comparables con los otros métodos, en vez de utilizar el coeficiente estático del terremoto de diseño de la norma, utilizaremos el espectro de aceleraciones del registro Santiago Centro del terremoto del Maule 2010 para ello:

- a) Calcule el pseudo-espectro de aceleraciones del registro de Santiago Centro del terremoto del Maule 2010 para un rango de periodos entre 0.01 s y 6 s, a intervalos de 0.01 s. En sus cálculos, considere un amortiguamiento igual al obtenido para el primer modo en la pregunta 1. Grafique  $PS_a$  (en g) vs  $T$  (en segundos).
- b) Calcule el coeficiente sísmico asociado a demanda elástica del primer modo  $C_{e1}$ .
- c) Suponiendo un coeficiente de importancia  $I = 1$ , calcule el corte basal asociado al primer modo, en tonf.
- d) Utilizando la distribución en altura de la norma NCh 433, calcule las cargas laterales equivalentes actuando en cada piso, en tonf.
- e) Para todos los pisos, calcule:
  - i. El esfuerzo de corte (en tonf)
  - ii. Los desplazamientos laterales (en cm)
  - iii. La razón de derivas de piso (expresadas como porcentaje).

### PREGUNTA 3

Haga un análisis modal-espectral utilizando el pseudo-espectro de aceleraciones del registro de Santiago Centro del Maule 2010. En su análisis considere 4 modos. Note que la ordenada espectral de cada modo debe ser calculada utilizando su amortiguamiento modal correspondiente (calculado en la Pregunta 1). Específicamente, obtenga:

- Corte basal máximo (en tonf)
- Fuerzas laterales de piso máximas (en tonf)
- Máximo esfuerzo de corte de piso (en tonf)
- Máximo desplazamiento lateral de cada piso (en cm)
- Máxima razón de derivas de piso, en cada piso (expresadas como porcentaje).

En todos los casos, utilice la regla SRSS de combinación modal. En su reporte de resultados, incluya los valores obtenidos para cada modo, además de los resultados combinados. Adicionalmente, para cada parámetro incluya una tabla con el porcentaje de contribución de cada modo (vea el ejemplo de la clase de análisis modal tiempo historia y contribuciones modales).

### PREGUNTA 4

En esta pregunta calcularemos la respuesta utilizando un análisis modal de tiempo historia. Se pide calcular los mismos parámetros que en las preguntas anteriores (corte basal máximo, fuerzas laterales máximas, esfuerzo de corte máximo, desplazamientos laterales máximos, y razón de derivas de piso máximas). Nuevamente, utilice 4 modos.

### PREGUNTA 5

Prepare 4 tablas resumen comparando los resultados obtenidos para fuerzas laterales, corte, desplazamientos laterales, y derivas de piso calculados utilizando los métodos de las preguntas 2, 3, y 4 (cargas laterales equivalentes, modal espectral, y modal tiempo historia). Como ejemplo, se muestra a continuación la tabla a generar para los resultados de fuerzas laterales máximas:

	F [tonf]		
Piso	C.L.E	M.E	M.T.H
10			
9			
8			
7			
6			
5			
4			
3			
2			
1			
Base			

Compare y comente sus resultados.