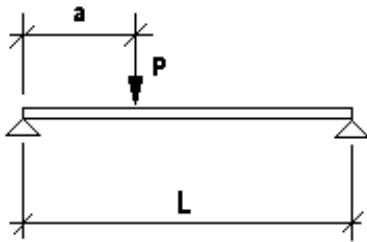


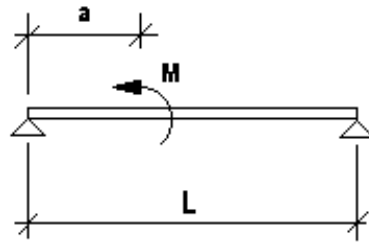
TRABAJO PRACTICO Nro. 0 : Transformada de Laplace.

Resolver usando Transformada de Laplace los siguientes sistemas :

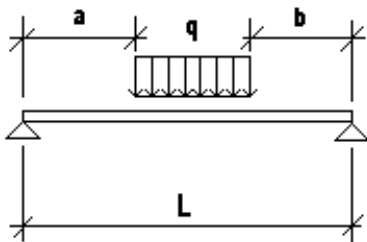
1)



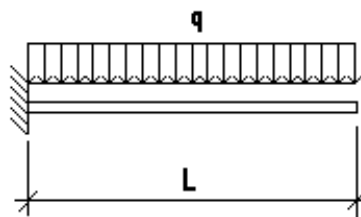
2)



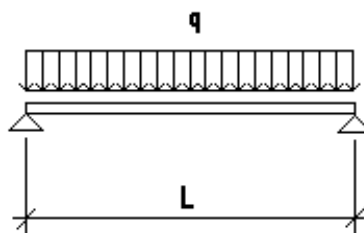
3)



4)

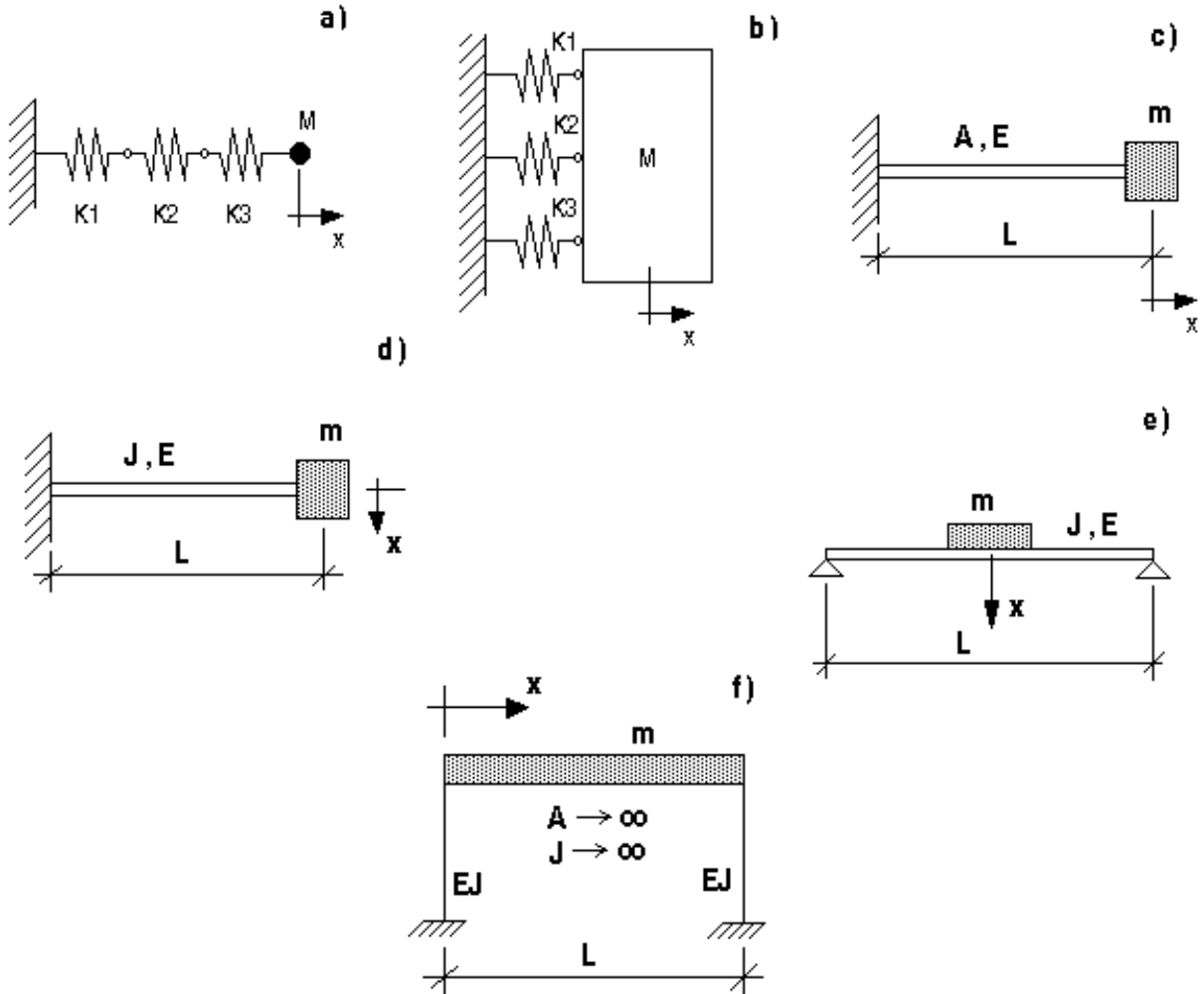


5)

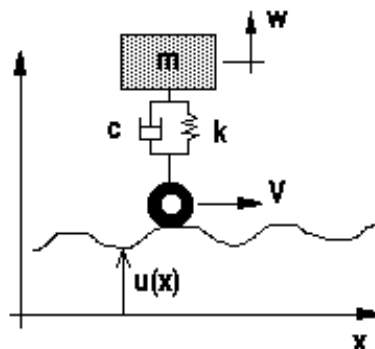


TRABAJO PRACTICO Nro. 1 :

1) Determine la expresión de la frecuencia natural de los siguientes sistemas :



2) Un automóvil es modelado en forma aproximada con una masa m apoyada sobre un resorte y un amortiguador. El automóvil viaja a velocidad constante V , sobre un camino cuya rugosidad es la función $u(x)$. Determine la ecuación del movimiento correspondiente al desplazamiento vertical del automóvil.

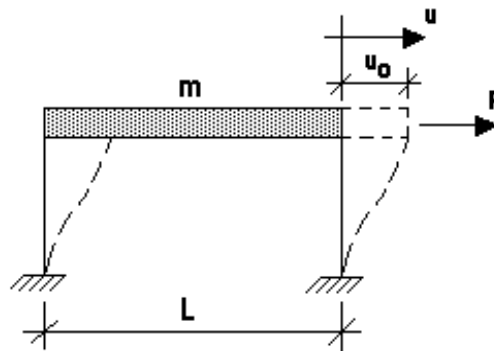


TRABAJO PRACTICO Nro. 2 : Vibraciones Libres

1) Una estructura aporricada de acero es sometida a un ensayo de vibración libre. Una grúa es colocada junto al pórtico, se ata un cable desde la parte superior de la grúa al portico, y mediante el accionar de un gato hidráulico la grúa tira del pórtico $u_0 = 2.50 \text{ cm}$. Luego el cable es liberado instantáneamente y se registra la vibración libre resultante. Al término de **10** ciclos completos han transcurrido **1.5** seg y la amplitud es de **1.25** cm. Idealizando el pórtico como una masa concentrada en la cubierta de **5000 kg** apoyada sobre columnas sin peso.

Calcule :

- A) La fuerza del gato hidráulico requerida para suministrarle al pórtico el desplazamiento inicial.
- B) El factor de amortiguamiento.
- C) El coeficiente de amortiguamiento **C**.
- D) El número de ciclos requerido para que la amplitud del desplazamiento descienda a **0.025** cm

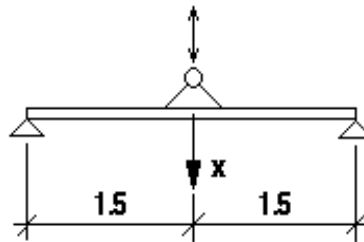


2) El pórtico del problema 1 lleva una sobrecarga adicional que pesa **20 KN**. Determine el período natural y el factor de amortiguamiento del pórtico incluyendo la sobrecarga.

3) Durante el sismo de Cauçete (Prov.de San Juan, 1977) los edificios de Buenos Aires vibraron considerablemente. Considere que debido a la acción de las ondas sísmicas el máximo movimiento de los edificios correspondió a la clasificación "molesto para las personas" del gráfico adjunto. Determine el tiempo transcurrido hasta que el movimiento deja de ser percibido por una persona ubicada en el ultimo piso. Considere edificios de **10, 20 y 30** pisos (Alturas **30m, 60m, y 90m**, respectivamente). Considere que el período fundamental de los edificios es $T = 0.08 H^{3/4}$ y el factor de amortiguamiento $\alpha = 0.02$

TRABAJO PRACTICO Nro. 3 : Solicitaciones Armónicas.

1) Un equipo de aire acondicionado con una masa de **300 Kg** es abulonado a dos vigas **IPN 140** paralelas de acero, simplemente apoyadas. El momento de inercia de cada viga es **570 cm⁴**. El motor del equipo gira a **600 rpm** y a esa velocidad produce una fuerza desbalanceada de **0.30 KN**. Determine la amplitud del desplazamiento y de la aceleración de la viga en su punto medio debidas al desbalanceo. (Desprecie el peso de las vigas y considere el factor de amortiguamiento $\alpha = 0.01$)



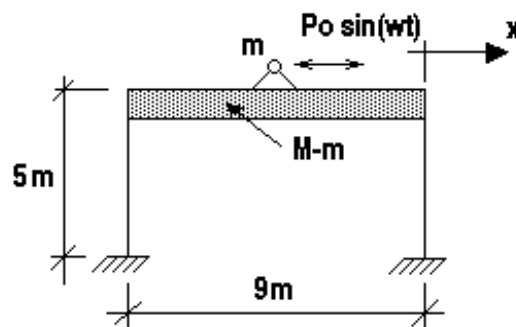
2) En la azotea de un edificio opera una maquinaria con motor rotativo que introduce una fuerza horizontal $P_o \sin(\omega t)$. La frecuencia ω de funcionamiento puede variar entre **9 y 40 rad/seg**. Modelando el edificio como un sistema de **1GL** con un factor de amortiguamiento $\alpha = 0.02$, determine :

a) Cual es la máxima fuerza P_o que puede ser tolerada si el máximo desplazamiento horizontal admisible es $X_{max} = H / 500$? Suponer $\omega = \omega_n$

b) Si el personal debe trabajar sobre el techo del edificio mientras las máquinas trabajan, puede la fuerza P_o ser tolerada ?

c) Cual es la máxima fuerza P_o que puede tolerarse ?

d) Para limitar las vibraciones inducidas en el edificio, la máquina (cuya masa es de **900 Kg**) va a ser apoyada sobre resortes en cada esquina de su base rectangular. Cual es la rigidez que deberían tener los resortes para limitar a **1/5** las fuerzas transmitidas por la maquina al edificio ?



$$M = 20 \cdot Mg$$

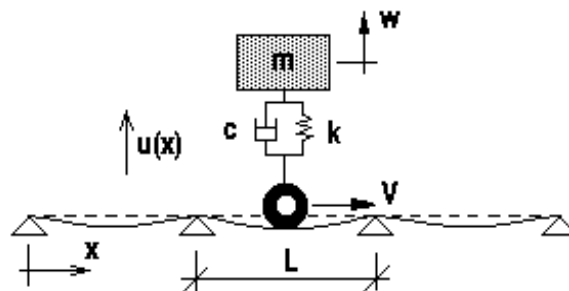
$$\omega_n = 10 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$H = 5 \cdot m$$

3) Un automóvil viaja a lo largo de una autopista elevada con apoyos cada **30m**. La fluencia lenta de la estructura de hormigón ha resultado en una deflexión de **0.14m** en el centro de cada tramo. El perfil de la autopista puede ser aproximado por una senoide con amplitud **0.07m** y periodo de **30m**. La rigidez efectiva del sistema de suspensión del automovil es **k = 140 KN/m**. La masa del automovil y su carga es de **m = 1800 Kg** y el factor de amortiguamiento **x = 40%**

a) Determine la amplitud del movimiento vertical **W** y de la aceleración del automóvil cuando viaja a **V = 70 Km/h**.

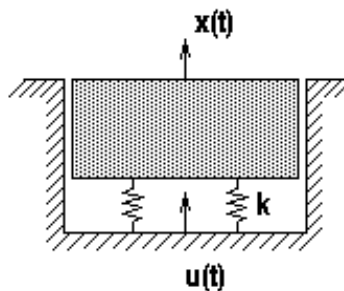
b) Determine la velocidad del vehículo que produciría una condición resonante. Por definición, resonancia ocurre cuando la amplitud del desplazamiento es máxima. Calcule la amplitud de la aceleración en ese caso.



$$u(x) = U \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

$$U = 0.07 \cdot m$$

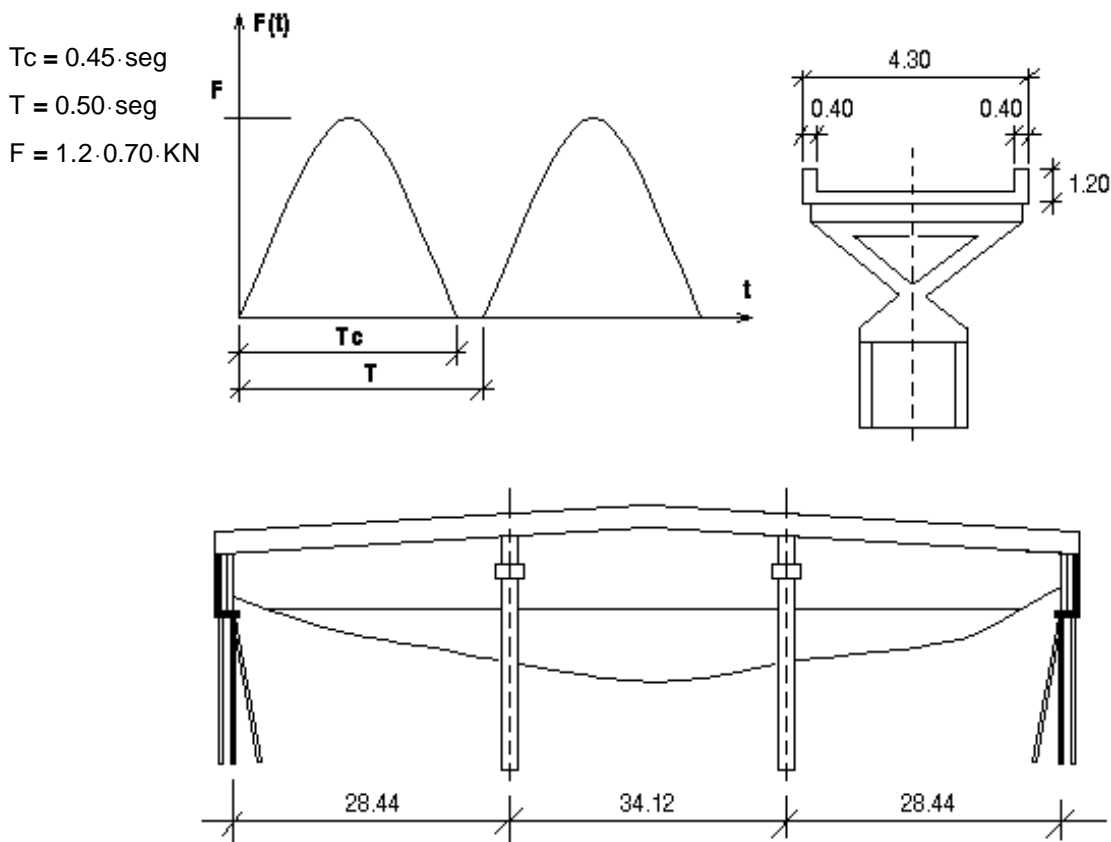
4) Un sector debe instalarse en un laboratorio de tal modo que las vibraciones de operaciones adyacentes en la fábrica no perjudiquen ciertos experimentos. Si el bloque de aislación tiene una masa de **1 Ton.** y si el piso y las fundaciones vibran a **1500 rpm**, determine la rigidez del sistema de aislación de forma tal que el movimiento del bloque este limitado al **10%** de la vibración del piso.



TRABAJO PRACTICO Nro. 4 : Solicitaciones Periódicas.

1) La fundación de un compresor ha sido diseñada de modo que su frecuencia fundamental se encuentre exactamente entre las frecuencias correspondientes al primer y segundo armónico de funcionamiento de la máquina. El compresor funciona a **300 rpm**, el factor de amortiguamiento del sistema base-suelo es $\alpha = 0.20$, y la amplitud del segundo armónico de la fuerza excitadora (Fuerza secundaria) es **35%** de la amplitud del primer armónico (Fuerza primaria). Debido a la incertidumbre en la evaluación de las propiedades del terreno se estima que la frecuencia fundamental del sistema base-compresor puede ser **+30%** o **-30%** la frecuencia de diseño. Que amplificación puede esperarse en la amplitud del desplazamiento, la velocidad, y la aceleración de la base respecto de los valores de diseño ?

2) La fuerza en función del tiempo ejercida por un hombre, caminando sobre un puente peatonal puede considerarse como una fuerza periódica cuya forma se indica en la figura ("*Prediction and Control of Pedestrian Induced Vibrations in Footbridges*", J.E.Wheeler, J.of Structural Division ASCE, Sept.1982). El puente de hormigón pretensado de la figura tiene una frecuencia fundamental de **2.5 Hz** y un factor de amortiguamiento de $\alpha = 0.005$. Considerando la estructura como un sistema de **1GL** con una masa **M=60 Ton**, determine si el movimiento es definitivamente perceptible cuando la velocidad de la vibración es mayor de **12 mm/seg** y **5.7 mm/seg** para una persona caminando y detenida sobre el puente respectivamente. Cual sería la respuesta si el puente fuera rigidizado hasta alcanzar una frecuencia fundamental de **4 Hz** ? (Considere que la persona caminando sobre el puente pesa $F_0 = 0.70 \text{ KN}$.)



3) Deben diseñarse las graderías de hormigón armado de un estadio de fútbol. A partir de mediciones efectuadas ("*Design Live Loads for Coherent Crowd Harmonic Movements*", A.Ebrahimpour and R.Sack, *J.of Structural Division, ASCE, Apr. 1992*), la acción ejercida por el movimiento coordinado de los espectadores alentando a su equipo produce una fuerza periódica cuyo primer armónico tiene una frecuencia de **2 y 3 Hz**. La amplitud de la fuerza correspondiente a los tres primeros armónicos es **$a_1=1.5$ KN/m², $a_2=0.60$ KN/m² y $a_3=0.20$ KN/m²**.

Las graderías pueden considerarse como vigas simplemente apoyadas de **$L = 10m$** , factor de amortiguamiento **$\alpha = 0.02$** y masa total considerando a los espectadores **$M = 15$ Ton**.

a) Grafique los coeficientes de las series de Fourier y las funciones del tiempo correspondientes a la fuerza excitadora y a la respuesta de la estructura. Considere la frecuencia del primer armónico **$f = 2Hz$** , y la frecuencia natural de la estructura para dos casos: **$f_n = 3Hz$ y $f_n = 5Hz$** .

b) Grafique los espectros correspondientes a las máximas velocidades de la respuesta para estructuras en el rango entre **1 y 7 Hz**. considere dos casos: **$f = 2$ y 3 Hz**.

c) Usando los espectros de respuesta del punto **b)** determine la aceptabilidad del diseño considerando una velocidad máxima admisible de **12 mm/seg** para la respuesta de la estructura.

TRABAJO PRACTICO Nro. 5 : Solicitaciones Aperiódicas.

1) Utilizando la integral de Duhamel, obtener analíticamente la función respuesta $x(t)$ de un sistema de $1GL$ para las siguientes cargas :

a) Impulso $p(t) = I \delta(t)$

b) Funcion escalon $p(t) = P_0 U(t)$

2) Para el caso **1a)** obtener la expresión de la respuesta máxima. Graficar el resultado en función del factor de amortiguamiento ξ . Comentar la influencia de ξ sobre la respuesta máxima (comparar con el efecto del factor de amortiguamiento para el caso de una estructura en resonancia sometida a carga periódica).

3) Utilizando el resultado obtenido en el punto **1 b)** obtenga

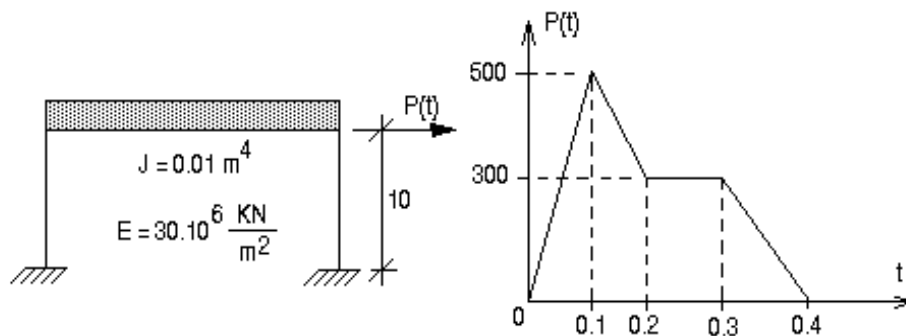
a) La respuesta correspondiente a un pulso rectangular de duracion t_d

b) El espectro de respuesta del maximo desplazamiento debido al pulso rectangular de duracion t_d considerando un factor de amortiguamiento $\xi = 0$

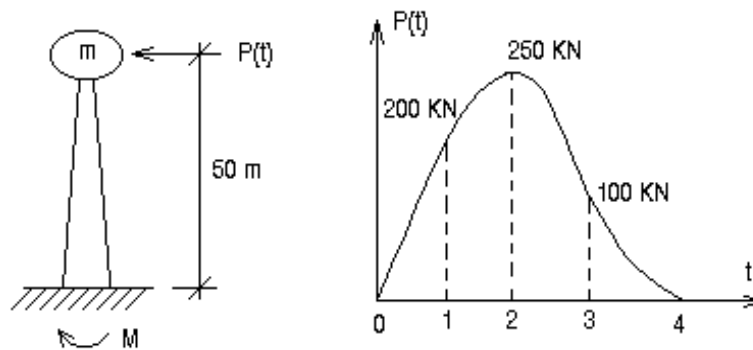
4) El edificio que contiene la turbina de una Central Nuclear es idealizado como un pórtico con techo rígido de período $T=0.5$ seg, y factor de amortiguamiento $\xi = 0.05$. Determine la máxima respuesta elástica debido a una explosión química exterior (figura 1). Las cantidades de interés son el desplazamiento horizontal del techo y el momento flector en la base de la columna.

a) Obtenga la función desplazamiento integrando numéricamente la ecuación diferencial utilizando el método de Runge-Kutta.

b) Obtenga la función desplazamiento utilizando la transformada discreta de Fourier y trabajando en el dominio de la frecuencia.



5) El tanque de agua de la figura puede analizarse como una estructura de **1GL** con las siguientes propiedades : $m = 700 \text{ Ton}$, $k = 7000 \text{ KN/m}^2$, $x = 0$. Como consecuencia de una explosión, el tanque, sometido a la historia de carga mostrada en la figura 2, responde en forma elástica lineal. Calcule aproximadamente el máximo momento flector en la base de la torre evaluando la integral de impulso mediante la regla de Simpson (Utilice el resultado del problema 3b) y explique porqué, para obtener una respuesta aproximada, puede aplicarse dicho resultado al caso del tanque de la figura)



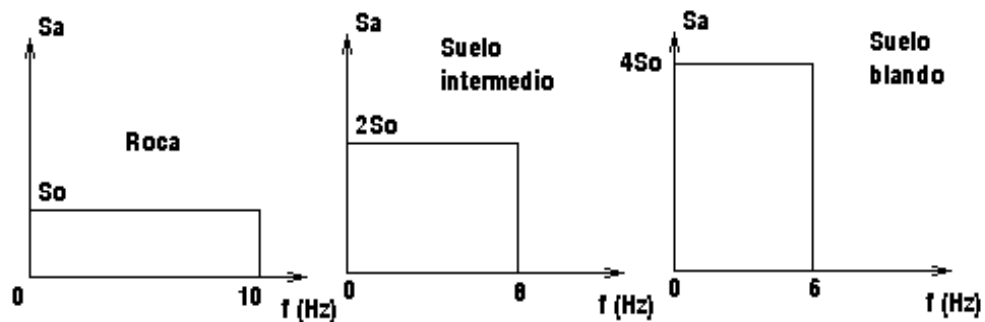
$$I = \int P dt = \frac{\Delta t}{3} \cdot (P_0 + 4 \cdot P_1 + 2 \cdot P_2 + 4 \cdot P_3 + P_4)$$

TRABAJO PRACTICO Nro. 6 : Solicitaciones Aleatorias.

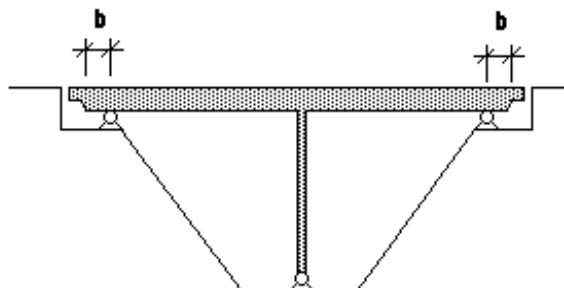
1) La densidad de potencia espectral de la aceleración del suelo durante un movimiento sísmico es representada en forma aproximada, de acuerdo al tipo de suelo como se indica en la figura.

a) Considerando la duración del movimiento $t = 30$ segundos y un valor medio de la aceleración máxima en la roca $A_{max} = 0.15 \cdot g$ obtenga S_0 .

b) Considerando la duración del movimiento $t = 30$ segundos obtenga A_{max} en suelo intermedio y en suelo blando.



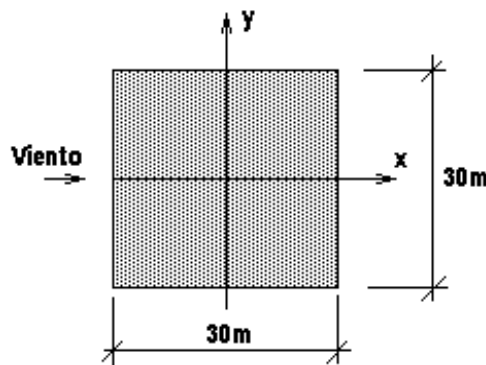
2) El puente mostrado en la figura es idealizado como un sistema de un grado de libertad con frecuencia $\omega_n = 4\pi \text{ rad/seg}$ ($T = 0.5 \text{ seg}$) y amortiguamiento $\xi = 0.05$. Diseñe la longitud b de manera que el puente no deslice fuera de sus apoyos para un movimiento sísmico de duración $t = 10$ segundos. (Utilice como criterio de diseño $b = u_{xt} + s_{xt}$ y la aproximación de la densidad de potencia espectral de la aceleración del suelo como un ruido blanco con $S_a(\omega_n) = 1000 \text{ cm}^2/\text{s}^3$).



3) Un edificio de **50** pisos de hormigón armado de planta cuadrada tiene las siguientes características : altura $H = 175 \text{ m}$, lado $B = 30 \text{ m}$, factor de amortiguamiento $\xi = 0.01$, período del primer modo $T = 5$ segundos. El valor medio de la velocidad del viento al tope del edificio durante una tormenta de viento con período $T_r = 10 \text{ años}$ es $u_H = 25 \text{ m/s}$. Determine :

a) Si el edificio satisface las condiciones del estado límite de servicio ($s_a < 0.01 \text{ g}$ para una tormenta de viento con $T_r = 10 \text{ años}$) para las vibraciones inducidas por el viento.

b) Los desplazamientos máximos probables en las direcciones transversal y longitudinal del edificio asumiendo que la tormenta con $T_r = 10 \text{ años}$ tiene una duración $t = 30$ minutos.



$$m^* = 12000 \text{ Mg}$$

$$\rho = 1.25 \text{ kg / m}^3$$

Densidad espectral :

Segun X :

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot u_H}{B \cdot (\sigma_P)^2} \cdot S_P(\omega) = 4.133 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{f_B}{u_H} \right)^{-2.48}$$

$$\frac{f_B}{u_H} \geq 0.11$$

$$\sigma_P = 0.0836 \cdot \frac{1}{2} \cdot B \cdot H \cdot \rho \cdot (u_H)^2$$

Segun Y :

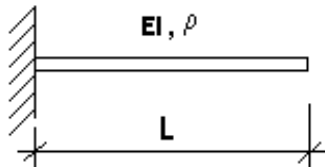
$$\frac{2 \cdot \pi \cdot u_H}{B \cdot (\sigma_P)^2} \cdot S_P(\omega) = 4.139 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{f_B}{u_H} \right)^{-4.08}$$

$$\frac{f_B}{u_H} \geq 0.12$$

$$\sigma_P = 0.1372 \cdot \frac{1}{2} \cdot B \cdot H \cdot \rho \cdot (u_H)^2$$

TRABAJO PRACTICO Nro. 7 : Metodo de Rayleigh.

1) Determine la frecuencia fundamental de vibración de una ménsula utilizando el Método de Rayleigh. Concentre la masa de la ménsula en **2, 4 y 6** puntos, y compare la frecuencia fundamental obtenida con la correspondiente a la teoría de las vibraciones de medios continuos $\omega_1=(1.875)^2/L^2 (EI/r)^{1/2}$



2) En el caso de estructuras de base fija, y en las que puedan suponerse las masas concentradas en "n" niveles, de acuerdo con el Cap.12 del Reglamento **CIRSOC 103** el período fundamental de vibración puede obtenerse mediante la fórmula siguiente :

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot (u_i)^2}{g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot u_i}}$$

siendo W_i = la carga gravitatoria ubicada en el nivel i , g = aceleración de la gravedad, u_i = desplazamiento estático del nivel i , provocado por las fuerzas horizontales normalizadas f_i actuando en todos los niveles del edificio, f_i = fuerza horizontal normalizada, expresada en la misma unidad que W_i , aplicada en el nivel i cuya expresión es :

$$f_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i}$$

con h_i = altura del nivel i , medida desde el nivel basal.

Deduzca la formula anterior utilizando el metodo de Rayleigh.