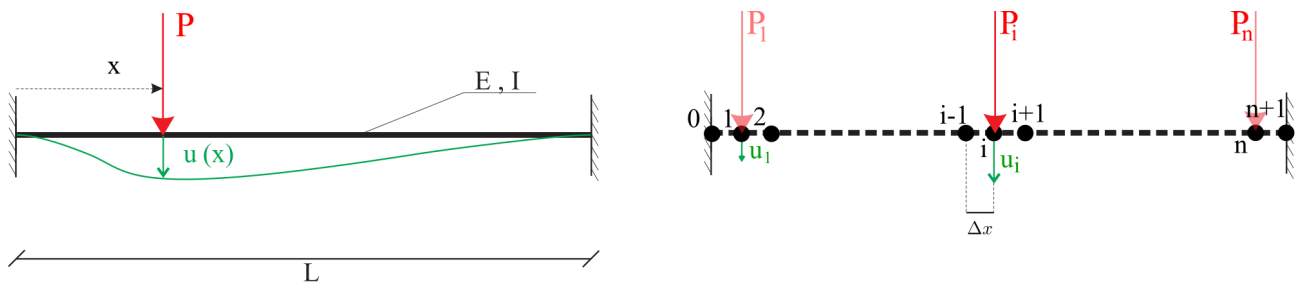


Un ingeniero desea realizar un programa de cálculo que le permita obtener la línea de influencia de movimientos de una viga biempotrada sometida a una carga puntual en cualquier punto de su longitud.



El problema se puede reducir a la solución de una serie de sistemas de ecuaciones de la forma:

$$\begin{bmatrix} 7 & -4 & 1 & & & & \\ -4 & 6 & -4 & 1 & & & \\ 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & & \\ & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \\ & & & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 \\ & & & & 1 & -4 & 6 & -4 \\ & & & & & 1 & -4 & 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \vdots \\ u_{n-2} \\ u_{n-1} \\ u_n \end{bmatrix} = \frac{P \Delta x^3}{EI} \begin{bmatrix} \delta_{1k} \\ \delta_{2k} \\ \vdots \\ \delta_{ik} \\ \vdots \\ \delta_{n-1,k} \\ \delta_{nk} \end{bmatrix}, \quad k = 1, n$$

siendo  $n$  el número de puntos equiespaciados en que se divide la viga sin incluir los extremos de la misma y  $\delta_{ik}$  la Delta de Kronecker definida como:

$$\delta_{ik} = \begin{cases} 0, & \text{si } i \neq k \\ 1, & \text{si } i = k \end{cases}$$

La longitud de la viga es  $L$ , la carga aplicada es  $P$ , el módulo de elasticidad es  $E$  y la inercia a flexión es  $I$ . La separación entre puntos equiespaciados es  $\Delta x = L/(n+1)$

Se pide:

1. Desarrollar un programa en lenguaje FORTRAN que permita obtener la línea de influencia de movimientos del problema estructural planteado. Para ello:
  - Se almacenará la matriz del sistema de forma eficiente.
  - Se factorizará la matriz.
  - Se programará de forma modular (mediante subrutinas) la resolución de sistemas para aplicarla a los  $n$  términos independientes.
2. Analizar el comportamiento numérico del programa realizado.
3. Aplicar el programa a casos prácticos y analizar los resultados obtenidos.

## FECHA LÍMITE DE ENTREGA:

- El día 20 de DICIEMBRE de 2023 para cualquiera de las dos oportunidades (Enero o Julio)

## REQUISITOS DE LOS PROGRAMAS FORTRAN

- a) Los programas tienen que estar diseñados de forma modular, es decir, existirá un programa principal desde el que serán llamadas las distintas subrutinas o funciones.
- b) Cada uno de los módulos que lo componen debe ser validado individualmente o de forma independiente.
- c) Tanto el programa principal como los módulos tienen que estar convenientemente comentados.
  - c.1) En cada módulo debe incluirse el título del mismo y una breve descripción sobre qué es lo que realiza esa parte del programa y cómo lo hace.
  - c.2) Hay que definir cada una de las variables clave que intervienen en ese módulo. Los nombres de las mismas se deben escoger de forma que reflejen el tipo de información que esas variables están almacenando.
  - c.3) A lo largo del programa deben realizarse abundantes comentarios, añadiendo explicaciones y saltando líneas con el fin de etiquetar, dar claridad y separar los módulos.

## DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR

Toda la documentación relativa al trabajo de curso deberá ser entregada en el plazo indicado anteriormente de acuerdo con siguientes indicaciones.

En la **cuenta de ordenador** de cada usuario deberá existir un directorio, denominado *trabajo*, en el que se incluirá, únicamente, el listado de los programas, los ejecutables y aquellos ejemplos y pruebas que se consideren oportunos o se hayan presentado en la memoria. No será necesario incluir la memoria en formato electrónico. Bastará con un ejemplar en soporte papel. El código fuente del programa también se imprimirá en papel y se adjuntará a la memoria.

La **memoria** del trabajo realizado debe contener los siguientes apartados:

- a) Una portada en la que se indique el nombre de los programas, el nombre de los ficheros de resultados y sus contenidos, el nombre del autor y el nombre de la cuenta que le ha sido asignada.
- b) El desarrollo numérico completo de los algoritmos utilizados.
- c) Un apartado en el que se comente cada uno de los programas o subprogramas de ordenador realizados, incluyendo los siguientes puntos:
  - c.1) Documentación externa del programa: características del programa, datos necesarios para ejecutarlo e instrucciones para introducirlos, resultados y limitaciones que presenta cada programa.
  - c.2) Esquema de funcionamiento de cada programa.
- d) Un apartado en el que se presenten, se analicen (física y numéricamente) y se comparen los resultados obtenidos a través de gráficos, comentando aspectos relativos a número de operaciones de cada algoritmo, convergencia, número de iteraciones, etc. Se valorará especialmente la discusión y análisis de los resultados obtenidos en función de los diversos parámetros y constantes del problema. Este estudio se deberá realizar para cada uno de los distintos modelos que se proponen en el enunciado.

Nota: La no inclusión en la memoria del apartado **d)** es motivo de no aceptación del trabajo