

RESUMEN

Este trabajo de investigación versa en la creación de un programa, que permita hacer el análisis estructural de cualquier tipo de sólido, que goce de las condiciones de un material lineal, homogéneo e isótropo en una condición plana de esfuerzos y de deformaciones.

Este programa es a código abierto, creado en el lenguaje de programación Visual Basic con entorno Excel por medio del método de los elementos finitos, el elemento finito utilizado es el elemento triangular lineal. Se ha elegido este tipo de elemento finito porque es el que se acomoda geométricamente mejor para la discretización de cualquier tipo de sólido a calcularse sin importar su geometría, tanto los esfuerzos como las deformaciones son constante dentro del elemento finito, lo cual hace más simple su análisis.

La creación del programa a código abierto permite obtener el campo de los desplazamientos, deformaciones y esfuerzos de un sólido sometido a fuerzas estáticas en condición plana de esfuerzos o de deformaciones en los vértices del elemento finito, considerando que las deformaciones son infinitesimales y que el material es elástico lineal isótropo, para lo cual el programa cuenta con subrutinas capaces de solucionar para cada problema en particular.

El método del elemento finito es simplemente una técnica numérica para obtener la solución aproximada de un problema de campo, convierte el manejo de ecuaciones diferenciales en un conjunto de ecuaciones algebraicas lineales, y su gran aceptación se debe principalmente a la facilidad con que estas ecuaciones pueden reunirse y resolverse por computadora.

Tiene por objetivo motivar, estimular y facilitar el aprendizaje del método de los elementos finitos en el campo de la ingeniería civil, a través del uso de subrutinas preestablecidas. Generar una herramienta didáctica para su uso en las materias teóricas de elementos finitos y afines, ya que los métodos de los elementos finitos sólo cobra real importancia cuando es usado en un lenguaje de programación.

NOTACIÓN

$\phi(x; y)$	Función de aproximación.
ϕ_i, ϕ_j, ϕ_k	Valores nodales del elemento finito triangular.
$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	Constantes a definir de la función de aproximación.
x_i, x_j, x_k	Coordenadas x del elemento finito triangular.
y_i, y_j, y_k	Coordenadas y del elemento finito triangular.
$A = A^{(e)}$	Área del elemento finito triangular.
$[N^{(e)}]$	Matriz de funciones de forma.
$N_i^{(e)}, N_j^{(e)}, N_k^{(e)}$	Funciones de forma.
$\{\Phi^{(e)}\}$	Vector de valores nodales.
∇	Operador nabra.
$[B^{(e)}]$	Matriz de operadores diferenciales.
L_1, L_2, L_3	Coordenadas de área.
a, b, c	Potencias enteras.
$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}$	Esfuerzos normales en dirección xx, yy, zz .
$\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{zz}$	Deformaciones unitarias longitudinales en dirección xx, yy, zz .
ν	Coefficiente de Poisson.
E	Módulo de elasticidad longitudinal o módulo de Young.
G	Módulo de elasticidad transversal o de corte.
$[T]$	Matriz de tensiones del sólido elástico.

$\tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$	Esfuerzos cortantes en dirección xy, xz, yz .
\vec{u}_n	Vector unitario normal a la superficie.
α, β, γ	Cosenos directores del vector de esfuerzos.
$[\varepsilon]$	Matriz de deformaciones del sólido elástico.
\vec{U}	Vector desplazamiento.
\vec{U}'	Cambio vectorial del desplazamiento.
$\gamma_{xy}, \gamma_{xz}, \gamma_{yz}$	Deformaciones angulares en dirección xy, xz, yz .
$[D]$	Matriz constitutiva del sólido elástico.
$\{\sigma\}$	Vector de esfuerzos.
$\{\varepsilon\}$	Vector de deformaciones.
μ, λ	Constantes de Lamé.
$\{U^{(e)}\}$	Vector de desplazamientos.
$\{a^{(e)}\}$	Vector de desplazamientos nodales.
$[K^{(e)}]$	Matriz de rigidez.
$\{f_s^{(e)}\}$	Vector de fuerzas de superficie.
$\{f_b^{(e)}\}$	Vector de fuerzas de cuerpo o de volumen.
$\{f^{(e)}\}$	Vector de fuerzas.
t	Espesor.
$\vec{\rho}$	Vector peso específico.
ρ_x, ρ_y, ρ_z	Peso específico del elemento en dirección x, y, z .

u, v	Componentes del vector de desplazamientos.
∇^2	Operador laplaciano.
$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$	Vectores unitarios direccionales cartesianos.
δW_e	Trabajo virtual externo.
δW_i	Trabajo virtual interno.