SDLD400 – Système étoilé masse-ressort

Résumé :

Ce test consiste à calculer les fréquences propres d'un système étoilé masse-ressort. La solution de référence est analytique.

L'intérêt de test est de vérifier les méthodes disponibles en analyse modale, en présence de deux éléments discrets de translation et de rotation :

- éléments discrets DIS_TR sur un noeud (modélisation A) ;
- éléments discrets DIS_TR sur un segment (modélisation B).

Dans ce test, on fait également tourner la structure de 30° afin de valider l'entrée des données en repère local (mot-clé ORIENTATION dans AFFE_CARA_ELEM).
On utilise aussi une matrice de masse diagonale pour ces éléments ce qui permet d'obtenir une couverture complète de cette fonctionnalité pour les éléments discrets.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

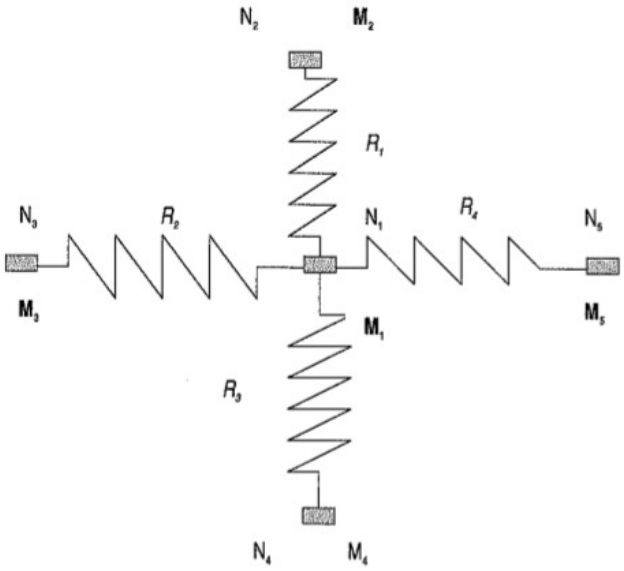


Figure 1.1 Géométrie du problème

1.2 Propriétés du matériau

Les éléments discrets ont les caractéristiques de raideurs suivantes en $\mathrm{N.m^{-1}}$:

$$R_1 = R_3 = \begin{bmatrix} 40 & & & & & & \\ & 60 & & & & & \\ & & 500 & & & & \\ & & & 60 & & & \\ & & & & 500 & & \\ & & & & & 650 & \end{bmatrix}$$

$$R_2 = R_4 = \begin{bmatrix} 40 & & & & & & \\ & 30 & & & & & \\ & & 140 & & & & \\ & & & 30 & & & \\ & & & & 140 & & \\ & & & & & 330 & \end{bmatrix}$$

Les éléments discrets ont les caractéristiques de masses suivantes en kg :

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

$$M_1=M_2=M_3=M_4=M_5=M_6=\begin{bmatrix} 10 & & & & & & \\ & 10 & & & & & \\ & & 10 & & & & \\ & & & 10 & & & \\ & & & & 10 & & \\ & & & & & 10 & \end{bmatrix}$$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Déplacement imposé :

Encastrement aux noeuds $N2$, $N3$, $N4$ et $N5$	$DX=0$, $DY=0$, $DZ=0$, $DRX=0$, $DRY=0$, $DRZ=0$

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence s'écrit pour les degrés de liberté du nœud $N1$:

$$\left(-\omega^2 \begin{bmatrix} 10 & & & & & \\ & 10 & & & & \\ & & 10 & & & \\ & & & 10 & & \\ & & & & 10 & \\ & & & & & 10 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 160 & & & & & \\ & 180 & & & & \\ & & 1280 & & & \\ & & & 180 & & \\ & & & & 1280 & \\ & & & & & 1960 \end{bmatrix} \right) x = 0$$

2.2 Résultats de référence

On obtient les six pulsations au carré ω_i^2 suivantes en $\mathrm{rd.s}^{-2}$: 16 , 18 , 18 , 128 , 128 , 196 .

D'où les fréquences suivantes : $f_i = \frac{\omega_i}{2\pi}$

Mode	Fréquence (Hz)
1	0.636619
2	0.675237
3	0.675237
4	1.800633
5	1.800633
6	2.228169

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation A

Modélisation DIS_TR.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 5
Nombre de mailles et types : 4 SEG2

3.3 Grandeurs testées et résultats

OPTION = 'AJUSTE'

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
Mode 1	0.636619	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 2	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 3	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 4	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 5	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 6	2.228169	'ANALYTIQUE'	0.003

OPTION = 'SEPARE'

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
Mode 1	0.636619	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 2	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 3	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 4	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 5	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 6	2.228169	'ANALYTIQUE'	0.003

OPTION = 'BANDE'

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
Mode 1	0.636619	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 2	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 3	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 4	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 5	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 6	2.228169	'ANALYTIQUE'	0.003

OPTION = 'CENTRE'

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Mode 1	0.636619	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 2	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 3	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 4	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 5	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 6	2.228169	'ANALYTIQUE'	0.003

OPTION = 'PLUS_PETITE'

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
Mode 1	0.636619	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 2	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 3	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 4	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 5	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 6	2.228169	'ANALYTIQUE'	0.003

METHODE='JACOBI' et OPTION='BANDE'

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
Mode 1	0.636619	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 2	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 3	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 4	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 5	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 6	2.228169	'ANALYTIQUE'	0.003

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation A

Modélisation DIS_TR.

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 1
Nombre de mailles et type : 1 POI1

4.3 Grandeurs testées et résultats

OPTION = 'BANDE'

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
Mode 1	0.636619	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 2	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 3	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 4	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 5	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 6	2.228169	'ANALYTIQUE'	0.003

OPTION = 'CENTRE'

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
Mode 1	0.636619	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 2	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 3	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 4	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 5	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 6	2.228169	'ANALYTIQUE'	0.003

OPTION = 'PLUS_PETITE'

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
Mode 1	0.636619	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 2	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 3	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 4	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 5	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 6	2.228169	'ANALYTIQUE'	0.003

METHODE='JACOBI' et OPTION='BANDE'

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Mode 1	0.636619	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 2	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 3	0.675237	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 4	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 5	1.800633	'ANALYTIQUE'	0.003
Mode 6	2.228169	'ANALYTIQUE'	0.003

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Synthèse des résultats

Les résultats de fréquences obtenus par toutes les méthodes sont en très bon accord avec la solution analytique (écart inférieur à $1.E-6$ %).

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)