

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.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

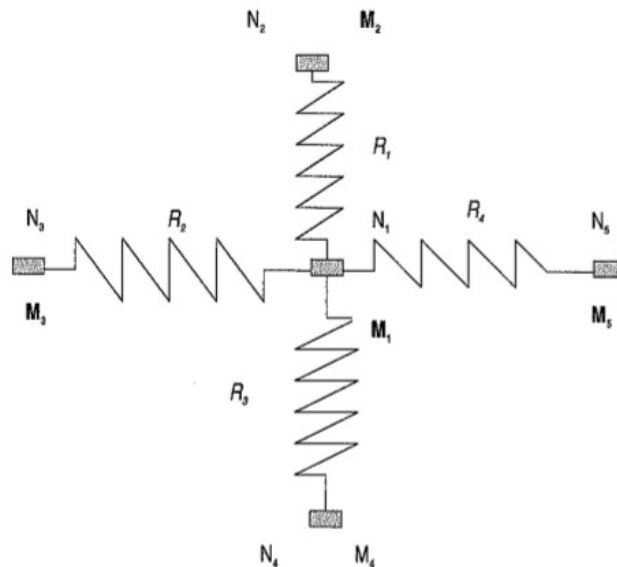


Figure 1.1 Géométrie du problème

1.2 Propriétés du matériau

Les éléments discrets ont les caractéristiques de raideurs suivantes en 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 :

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

1.3 Conditions aux limites et chargements

Déplacement imposé :

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

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 NI :

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

2.2 Résultats de référence

On obtient les six pulsations au carré ω_i^2 suivantes en 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.

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 = 'SEPRE'

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 (%)
----------------	---------------------	-------------------	---------------

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

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 (%)
----------------	---------------------	-------------------	---------------

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

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 $1.E-6$ %).