SDLD23 - Système de masses et ressorts sous excitation aléatoire

Résumé :

Ce test faisait partie du lot de tests dynamiques prévus dans le cadre du VPCS, lot qui n'a officiellement pas abouti mais qui a servi de base pour nombre de cas tests de dynamique de *Code_Aster*.

Il comporte un ensemble de huit masses ponctuelles et neuf ressorts excités par une force aléatoire imposée sur l'une des masses.

L'excitation est de type bruit blanc. Elle est donnée par la densité spectrale de puissance de la force excitatrice.

Le mouvement de la masse excitée est calculé par une approche stochastique suivant différentes discrétisations fréquentielles pour la réponse.

On calcule aussi en post-traitement les moments spectraux de la réponse.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

L'excitation est un mouvement sismique de type force imposée appliqué au point $P4$ dans le sens dx .

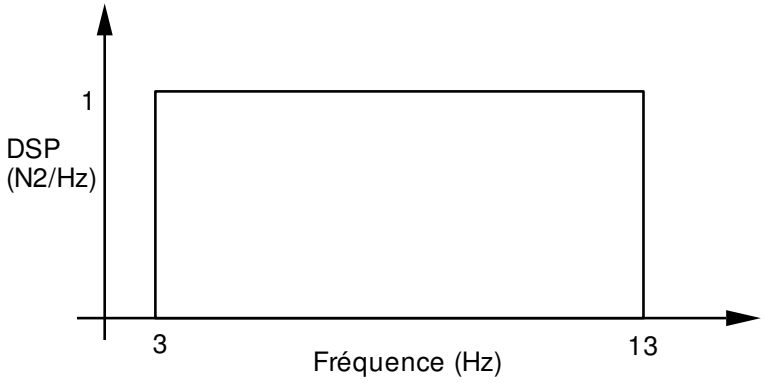
On s'intéresse à la DSP du déplacement du nœud $P4$.

1.2 Propriétés de matériaux

Masses ponctuelles : $m=10\,Kg$
Ressorts élastiques : $k=10^5\,N/m$
Amortisseurs : $c=50\,N/(m/s)$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Le problème est unidimensionnel dans la direction x (1 degré de liberté par masse).
L'excitation est une DSP de force constante de niveau 1, entre 3 et 13 Hz .



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 prise pour référence est issue du test SDLD23 du guide VPCS [bib1].

2.2 Résultats de référence

Pic de la réponse à la première fréquence propre.
Valeurs des premiers moments spectraux pour différentes discrétisations.

2.3 Référence

[bib1] Guide VPCS.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément discret en translation de type DIS_T

La modélisation respecte la géométrie.

Caractéristiques des éléments :

Aux nœuds $P1$ à $P8$: matrices de masses de type M_T_D_N avec $m=10\,Kg$.
Eléments de ressort : une matrice de raideur de type K_T_D_L avec $K_x=10^5 N/m$
Eléments d'amortissement : une matrice d'amortissement de type A_T_D_L avec $c_x=50\ N/m$

Conditions aux limites :

Tous les degrés de liberté sont bloqués sauf le degré de liberté dx.

L'amortissement modal est calculé par l'opérateur de calcul modal, il est réinjecté comme amortissement modal dans le calcul dynamique aléatoire.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 10
Nombre de mailles et types : 9 SEG2, 10 POI1

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

3.3 Grandeurs testées

DSP du déplacement au nœud $P4$

Identification	Référence	*Aster*	% Différence
ABSOLU : $F = 5.5259\ Hz$	0.1059E–5	0.1059E–5	0%

Moments spectraux pour la discrétisation à pas régulier 0.25 Hz (40 pas)

Identification	Référence	% Tolérance
Moment spectral n°0	$4.677906\ 10^{-6}$	0.1%
Moment spectral n°1	$1.613654\ 10^{-5}$	0.1%
Moment spectral n°2	$5.580276\ 10^{-4}$	0.1%
Moment spectral n°3	$1.935152\ 10^{-2}$	0.1%
Moment spectral n°4	0.673608	0.1%
Moment spectral n°6	834.63140	0.1%
Moment spectral n°8	$1.1200226\ 10^{6}$	0.1%

Moments spectraux pour la discrétisation à pas régulier 0.025 Hz (400 pas)

Identification	Référence	% Tolérance
Moment spectral n°0	$3.1750082\ 10^{-7}$	0.1%
Moment spectral n°1	$1.0960802\ 10^{-5}$	0.1%
Moment spectral n°2	$3.803552\ 10^{-4}$	0.1%
Moment spectral n°3	$1.325284\ 10^{2}$	0.1%
Moment spectral n°4	0.4643197	0.1%
Moment spectral n°6	588.14036	0.1%
Moment spectral n°8	8.28816138	0.1%

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

4 Synthèse des résultats

Les tableaux précédents mettent en évidence l'importance de la finesse de la discrétisation fréquentielle de la DSP réponse pour le calcul des moments spectraux.

L'utilisateur peut choisir le pas : la bande de fréquence est alors discrétisée de façon uniforme et le ou les pics peuvent être mal représentés : c'est le cas avec 40 pas de $0.25\,Hz$, ce qui entraîne une erreur de plus de 40% sur les moments spectraux.

Plus on raffine la discrétisation, meilleur est le résultat.

Pour éviter de raffiner inutilement loin des pics, on propose une discrétisation par défaut assez large complétée par un raffinement de 50 points de discrétisation autour de chaque pic.

Dans le cas de ce test qui ne comprend qu'un seul pic, cette discrétisation par défaut permet d'estimer les moments spectraux avec une précision de l'ordre de 2%.

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