

Manuel de Validation**Fascicule V2.01 : Dynamique linéaire des systèmes discrets****Document V2.01.101**

SDLD101 - Oscillateur simple sous excitation aléatoire

Résumé :

Un oscillateur simple, constitué d'une masse reliée à un support par un ressort et un amortisseur, est soumis à une excitation aléatoire transmise par le support, de type accélération imposée.

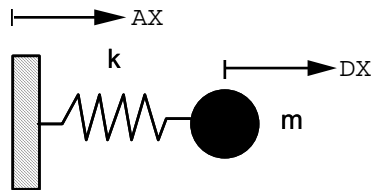
Ce test utilise les fonctionnalités de l'analyse stochastique et calcule la densité spectrale de puissance (DSP) du mouvement de la masse à partir de l'excitation de type bruit blanc donnée par sa DSP également.

Le mouvement est calculé selon différentes options : mouvement relatif, absolu, différentiel.

On calcule ensuite les propriétés statistiques de la réponse en passant dans toutes les options du post-traitement dynamique aléatoire.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



L'excitation est un mouvement sismique de type accélération imposée AX appliqué au support dans le sens DX .

On s'intéresse au mouvement de la masse m .

1.2 Propriétés de matériaux

Masse ponctuelle : $m = 100 \text{ Kg}$
Ressort élastique : $k = 10^5 \text{ N/m}$
Amortissement modal : $\xi_0 = 0.05$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Le problème est unidimensionnel dans la direction x , et à 1 degré de liberté : le déplacement de la masse m .

L'excitation est une densité spectrale de puissance (DSP), d'accélération constante entre 0. et 100 Hz.

Elle est appliquée au support.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence est analytique [bib1]. La pulsation propre de l'oscillateur est $\sqrt{\frac{k}{m}}$,

soit $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = 100 \text{ rad/s}$, et $f_0 = 15,9155 \text{ Hz}$.

En mouvement absolu, la DSP de la réponse en accélération notée $G_{\ddot{R}\ddot{R}}(\omega)$ est reliée à la DSP de l'excitation $G_{\ddot{E}\ddot{E}}$ en accélération également par :

$$G_{\ddot{R}\ddot{R}}(\omega) = \frac{\omega_0^4 + 4 \xi_0^2 \omega_0^2 \omega^2}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4 \xi_0^2 \omega_0^2 \omega^2} G_{\ddot{E}\ddot{E}}(\omega).$$

En mouvement relatif, on a :

$$G_{\ddot{R}\ddot{R}}(\omega) = \left| \left(\frac{\omega^2}{\omega_0^2 - \omega^2 + 2 j \xi_0 \omega \omega_0} \right) \right|^2 G_{\ddot{E}\ddot{E}}(\omega).$$

En mouvement différentiel, on a :

$$G_{\ddot{R}\ddot{R}}(\omega) = G_{\ddot{E}\ddot{E}}(\omega).$$

2.2 Résultats de référence

On teste la DSP de la réponse pour 0, 5, 10, 15, 20 Hz dans les trois cas de mouvement : absolu, relatif et différentiel.

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

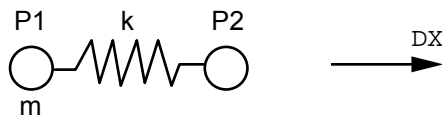
2.4 Références bibliographiques

- [1] C. DUVAL "Réponse dynamique sous excitation aléatoire dans le Code_Aster : principes théoriques et exemples d'utilisation" - Note HP-61/92.148

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément discret en translation de type DIS_T



Caractéristiques des éléments :

Aux nœuds P1 et P2 : matrices de masses de type M_T_D_N avec $m = 100 \text{ Kg}$.
Entre P1 et P2 : une matrice de rigidité de type K_T_D_L avec $K_x = 10^6 \text{ N/m}$

Conditions aux limites :

Tous les ddl sont bloqués sauf le ddl DX du nœud P2.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 2

Nombre de mailles et types : 1 SEG2, 2 POI1

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

MODE_STATIQUE	DDL_IMPO	AVEC_CMP
DEFI_INTE_SPEC	KANAI_TAJIMI	CONSTANT
DYNA_ALEA_MODAL	EXCIT	MODE_STAT
	REPONSE	
REST_SPEC_PHYS		
POST_DYNA_ALEA	DEPASSEMENT	
	RAYLEIGH	
	GAUSS	
	VANMARCKE	
	MOMENT	
	DOMMAGE	

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Réponse dynamique aléatoire

Identification	Référence	Aster	% Différence
ABSOLU : F = 5. Hz	1.2307	1.2307	0.0%
ABSOLU : F = 10. Hz	2.7116	2.7116	0.0%
ABSOLU : F = 15. Hz	47.2154	47.2157	0.0%
ABSOLU : F = 20. Hz	2.8924	2.8924	0.0%
ABSOLU : F = 25. Hz	0.47047	0.47047	0.0%
RELATIF : F = 5. Hz	0.01197	0.01197	0.0%
RELATIF : F = 10. Hz	0.04209	0.04209	0.0%
RELATIF : F = 15. Hz	36.9225	36.9258	0.0%
RELATIF : F = 20. Hz	7.1006	7.1006	0.0%
RELATIF : F = 25. Hz	2.7953	2.7953	0.0%
DIFFERENTIEL : F = 5. Hz	1.0	1.0	0.0%
DIFFERENTIEL : F = 10. Hz	1.0	1.0	0.0%
DIFFERENTIEL : F = 15. Hz	1.0	1.0	0.0%
DIFFERENTIEL : F = 20. Hz	1.0	1.0	0.0%
DIFFERENTIEL : F = 25. Hz	1.0	1.0	0.0%

Post-traitement sur la réponse en déplacement absolu : moments spectraux et paramètres statistiques

Identification	Aster version 5.02
Moment spectral n°0	$2.5285 \cdot 10^2$
Moment spectral n°1	$2.4524 \cdot 10^4$
Moment spectral n°2	$2.5125 \cdot 10^6$
Moment spectral n°3	$2.7647 \cdot 10^8$
Moment spectral n°4	$3.603 \cdot 10^{10}$
Ecart-type	22.49
Facteur d'irrégularité	0.8324
Fréquence apparente (Hz)	15.86
Nombre moyen de passages par zéro par seconde	31.73

Post-traitement sur la réponse en déplacement absolu : fonctions statistiques

Les valeurs relevées sont celles imprimées dans le fichier `resultat`.

Identification	Paramètre	Aster Version 5.02
Nb dépassement par seconde	10.97	25.00
	40.55	1.23
	60.10	0.025
Distribution de Rayleigh	10.97	0.0342
	40.55	0.0062
	60.10	$0.187 \cdot 10^{-3}$
Distribution de Gauss	10.97	0.0395
	40.55	0.0019
	60.10	$0.396 \cdot 10^{-4}$
Fonction de répartition de VANMARCKE 10 (secondes)	40.55	0.0043
	50.09	0.3291
	60.10	0.8688

4.2 Paramètres d'exécution

Version : 5.02

Machine : SGI ORIGIN 2000

Encombrement mémoire : 8 mégamots

Système :

Temps CPU User : 2.65 secondes

5 Synthèse des résultats

Il n'est pas étonnant que les résultats attendus pour la réponse dynamique aléatoire soient obtenus avec une précision de 0%. En effet les DSP des réponses ne résultent pas d'un processus itératif de résolution, mais d'une expression analytique mettant en jeu les fonctions de transfert modales. Cette expression analytique coïncide avec la solution de référence pour ce problème.

Pour le post-traitement, il n'y a pas de solution de référence. Les résultats de la version 4.03.09 sont utilisés pour vérifier que les résultats n'évoluent pas d'une version à l'autre. Le calcul a très bien supporté le changement de plateforme.