SDLL128 - Ligne d'arbres avec des caractéristiques de paliers dépendant de la vitesse de rotation

Résumé :

Ce test permet de valider le calcul des modes en rotation d'un système d'arbres tournant en présence de paliers dont les caractéristiques en raideur et en amortissement dépendent de la vitesse de rotation.

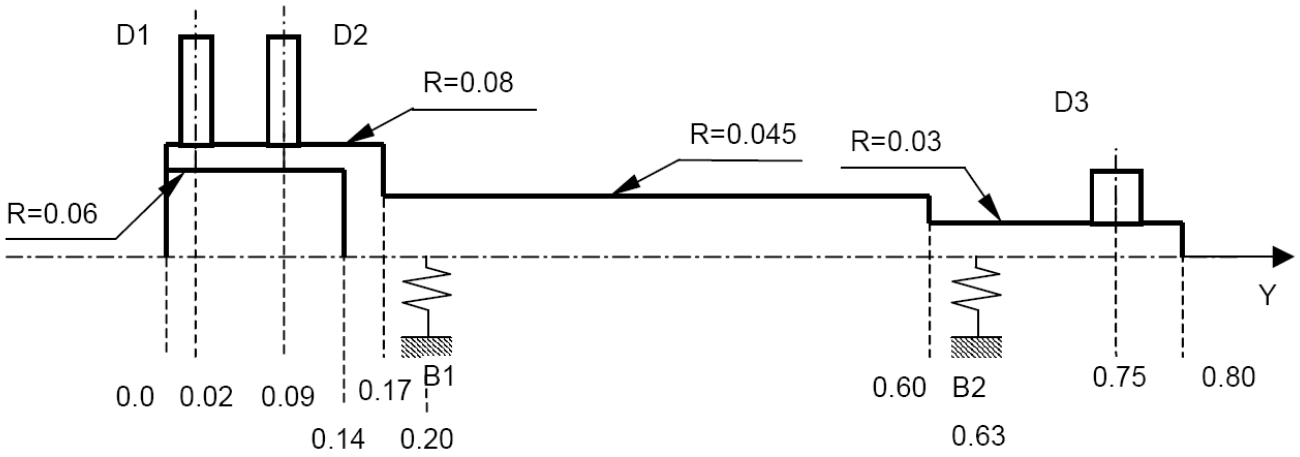
Dans ce test, on a un modèle de rotor avec trois disques, supporté par deux paliers hydrodynamiques, dont les matrices de raideur et d'amortissement sont non symétriques et dépendent de la vitesse de rotation. Cet exemple est tiré du manuel de qualification de ROTORINSA, [bib2], logiciel éléments finis destiné à prévoir le comportement dynamique de rotors en flexion.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Un modèle de rotor supporté par 2 paliers (nœuds $B1$ et $B2$ sur la figure ci-dessous), dont les matrices de raideur et d'amortissement sont non symétriques. Il est composé de 3 disques et 4 sections d'arbre.



1.2 Propriétés du matériau

Les caractéristiques géométriques et matériau sont listées dans le tableau suivant.

Matériau		$E=210^{11} N/m^2$	$\rho=7800\,kg/m^3$	$\nu=0.3$
Disque	$D1$	$M=20\,kg$	$I_D=0{,}20\,kg\,m^2$	$I_P=0{,}40\,kg\,m^2$
	$D2$	$M=17\,kg$	$I_D=0{,}17\,kg\,m^2$	$I_P=0{,}34\,kg\,m^2$
	$D3$	$M=10\,kg$	$I_D=0{,}015\,kg\,m^2$	$I_P=0{,}30\,kg\,m^2$

Les caractéristiques des paliers varient linéairement en fonction de la vitesse de rotation :

• à $5000\,tr/min$:

Palier $P1$

$kyy=9\,10^7\,N/m$	$kzz=5\,10^8\,N/m$
$kyz=9\,10^4\,N/m$	$kzy=-9\,10^4\,N/m$
$cyy=1{,}5\,10^5\,Ns/m$	$czz=4.5\,10^5\,Ns/m$
$cyz=-1\,10^2\,Ns/m$	$czy=1\,10^2\,Ns/m$

Palier $P2$

$kyy=6\,10^7\,N/m$	$kzz=1{,}5\,10^8\,N/m$
$kyz=8\,10^4\,N/m$	$kzy=-8\,10^4\,N/m$
$cyy=1{,}2\,10^5\,Ns/m$	$czz=1{,}9\,10^5\,Ns/m$
$cyz=-1\,10^2\,Ns/m$	$czy=1\,10^2\,Ns/m$

• à $6500\,tr/min$:

Palier $P1$ $kyy=1\,10^8\,N/m$ $kzz=4\,10^8\,N/m$

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

$kyz = 1{,}5\,10^5\ N/m \quad kzy = -1{,}5\,10^5\ N/m$
$cyy = 1{,}3\,10^5\ Ns/m \quad czz = 3.3\,10^5\ Ns/m$
$cyz = -1\,10^2\ Ns/m \quad czy = 1\,10^2\ Ns/m$

Palier P2 $kyy = 7\,10^7\ N/m \quad kzz = 1{,}4\,10^8\ N/m$
$kyz = 1{,}3\,10^5\ N/m \quad kzy = -1{,}3\,10^5\ N/m$
$cyy = 1\,10^5\ Ns/m \quad czz = 1{,}5\,10^5\ Ns/m$
$cyz = -1\,10^2\ Ns/m \quad czy = 1\,10^2\ Ns/m$

1.3 Conditions aux limites

Pour bloquer les mouvements de type corps rigide dans la direction x, on bloque le degré de liberté DX au nœud palier $B1$.

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Des calcul modaux ont été réalisés sur la plage de vitesses de rotation allant de 5000 à $6000\,tr/min$ avec un pas de $250\,tr/min$. Pour valider la prise en compte correcte de la variation linéaire des caractéristiques des paliers en fonction de la vitesse, un calcul de fréquences propres est aussi réalisé à la vitesse de rotation $5750\,tr/min$, ce qui correspond au centre de la plage de vitesses considérée.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Les résultats de Code-Aster donnent à la fois les fréquences des modes de flexion, de torsion et de traction/compression. Le nombre de modes calculés est 12.

2.3 Références bibliographiques

- M. LALANNE, G. FERRARIS, " Rotordynamics Prediction in Engineering ", Second Edition, Wiley, 2001.
- ROTORINSA, logiciel éléments finis destiné à prévoir le comportement dynamique de rotors en flexion, LaMCoS UMR5259, INSA-Lyon.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques du maillage

Le rotor est maillé en 21 éléments finis d'arbre de type POU_D_T et comporte 5 éléments discrets de type DIS_TR pour la modélisation des disques et des paliers.
Nombre de nœuds : 22
Nombre et type d'éléments: 21 SEG2
5 POI1

3.2 Grandeurs testées et résultats

Les tests assurent la non régression du code. Ils portent sur 12 premières fréquences, pour la vitesse de rotation $5750\,tr/min$, pour les deux méthodes de calcul. Ils testent également l'amortissement réduit.

Les fréquences obtenues par calcul direct à la vitesse de rotation centrale sont en adéquation parfaite avec celles obtenues par interpolation à l'intérieur de la plage de variation des vitesses de rotation.

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

4 Synthèse des résultats

Ce cas-test permet de valider la prise en compte des paliers hydrodynamiques dont les caractéristiques en raideur et en amortissement dépendent de la vitesse de rotation.

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