Opérateur REST_SPEC_TEMP

1 But

Retour de champs de résultats, en coordonnées généralisées ou dans la base physique, du fréquentiel vers le temporel et inversement, par transformée de Fourier rapide (FFT).

Cet opérateur permet, à partir d'un résultat d'évolution transitoire sur un système en coordonnées généralisées ou dans la base physique, d'obtenir un résultat d'évolution fréquentielle sur la même base par transformation de Fourier directe de chacune des fonctions d'évolutions transitoires en chaque point et chaque composante des champs cinématiques sélectionnés (déplacements, vitesses ou accélérations). Et réciproquement, à partir d'un résultat d'évolution fréquentielle sur un système en coordonnées généralisées ou dans la base physique, on obtient un résultat d'évolution transitoire sur la même base par transformation de Fourier inverse de chacune des fonctions d'évolutions harmoniques en chaque point et chaque composante des champs cinématiques sélectionnés.

Pour chaque évolution transformée, l'opération est analogue à celle produite par l'appel à l'opérateur CALC_FONCTION [U4.32.04] avec le mot clé FFT.

Le concept produit est un concept de type:

- dyna_trans si le résultat de départ transformé par FFT est de type dyna_harmo,
- dyna_harmo si le résultat de départ transformé par FFT est de type dyna_trans,
- tran_gene si le résultat de départ transformé par FFT est de type harm_gene,
- harm_gene si le résultat de départ transformé par FFT est de type tran_gene.

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

2 Syntaxe

```
resphy = REST_SPEC_TEMP                                          [*]
                (   ♦ /  RESULTAT =   resu,                 /   [dyna_trans]
                                                            /   [dyna_harmo]
                      /  RESU_GENE =  tg,                   /   [tran_gene]
                                                            /   [harm_gene]
                      ◊ /  TOUT_CHAM   =  'OUI',
                      ◊ /  NOM_CHAM    =   |  'DEPL',
                                           |  'VITE',
                                           |  'ACCE',
                      ◊     SYMETRIE =     /  'OUI',           [DEFAUT]
                                           /  'NON',

                      ◊     METHODE =      /  'PROL_ZERO',     [DEFAUT]
                                           /  'TRONCATURE',
                             si METHODE = 'PROL_ZERO' :
                             ◊     N_PUIS = n,            /   [I]
                )
```

Si RESU_GENE de type tran_gene alors [*] = harm_gene

Si RESU_GENE de type harm_gene alors [*] = tran_gene

Si RESULTAT de type dyna_trans alors [*] = dyna_harmo

Si RESULTAT de type dyna_harmo alors [*] = dyna_trans

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

3 Opérandes

3.1 Opérandes RESU_GENE / RESULTAT

♦ / RESU_GENE = tg

Ce mot clé peut être utilisé si le concept à transformer par FFT directe ou inverse est un résultat évolution en coordonnées généralisées transitoire de type tran_gene ou fréquentielle de type harm_gene.

/ RESULTAT = resu

Ce mot clé peut être utilisé si le concept à transformer par FFT directe ou inverse est un résultat évolution sur la base physique transitoire de type dyna_trans ou fréquentielle de type dyna_harmo.

3.2 Opérandes TOUT_CHAM / NOM_CHAM

◊ / TOUT_CHAM = 'OUI'

Permet de transformer par FFT directe ou inverse les champs de nom symbolique DEPL, VITE et ACCE contenus dans le résultat généralisé (tran_gene, harm_gene) ou sur la base physique (dyna_trans, dyna_harmo).

◊ / NOM_CHAM = nomcha

Liste des noms symboliques de champ que l'on souhaite transformer par FFT directe ou inverse: 'DEPL', 'VITE', 'ACCE'.

3.3 Opérande METHODE

◊ METHODE =

L'algorithme FFT n'accepte en entrée qu'un signal dont le nombre d'échantillons, en temporel ou en fréquentiel selon le cas, est une puissance de 2.

La méthode 'PROL_ZERO' (par défaut) propose de prolonger le signal d'entrée avec des zéros jusqu'à avoir un nombre total d'échantillons qui est la première puissance de 2 dont la valeur est supérieure au nombre d'échantillons initial.

La méthode 'TRONCATURE' ne va considérer que les premiers échantillons dont le nombre total est la plus grande puissance de deux dont la valeur est inférieure au nombre initial d'échantillons.

Par exemple, sur un signal de 601 valeurs, la méthode 'PROL_ZERO' va compléter le signal pour avoir 1024 échantillons, alors que la méthode 'TRONCATURE' ne va considérer que les 512 premiers instants.

Si le signal d'entrée à un nombre d'échantillons qui est une puissance de 2, les deux méthodes sont bien évidemment équivalentes: on prend en compte le signal sans le modifier.

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

3.3.1 Opérande N_PUIS

◊ N_PUIS = n,

Mot-clé qui doit être spécifié seulement dans le cas où on applique la METHODE = 'PROL_ZERO' . Cette option permet de prolonger le signal d'entrée avec des zéros jusqu'à avoir un nombre total d'échantillons qui est la première puissance de 2 dont la valeur est supérieure au nombre d'échantillons initial + N_PUIS . En pratique, on peut choisir n'importe quelle puissance de 2 pour compléter notre signal avec des zéros. À minima, si l'on souhaite utiliser la METHODE = 'PROL_ZERO' dans sa façon classique, il faut rentrer N_PUIS = 0 . On fait un exemple pour montrer l'utilisation de N_PUIS :

- On considère un signal temporel qui va jusqu'à $T_{max}=20.475\,s$ avec un pas de temps $\Delta t=0.005\,s$;
- Si on transforme ce signal avec, par exemple, CALC_FONCTION (option FFT, methode PROL_ZERO) on se retrouve avec une transformée de Fourier qui a un pas de fréquence $\Delta f=1/(\Delta t+T_{max})$ avec une fréquence maximale $f_{max}=100\,Hz$;
- Maintenant, si on effectue, par exemple, un calcul harmonique sur base physique (à l'aide de DYNA_VIBRA) pour un nombre de fréquence supérieure à 1024 mais inférieure à 2048 (tout en gardant le même pas de fréquence de la transformée de Fourier), on aurait une fréquence maximale de calcul supérieure à $50\,Hz$. Ensuite, si on repasse en temporel via l'opérateur REST_SPEC_TEMP, avec la METHODE = 'PROL_ZERO', on complète jusqu'à 2048 fréquences (c'est-à-dire 100Hz). Les transformées de Fourier (directe et inverse) ont donc la même normalisation et le calcul est correct ;
- Si, par contre, on décide de tronquer le calcul harmonique à $30\,Hz$ (tout à fait légitime pour un calcul sismique, par exemple) on aurait un nombre de fréquences inférieure à 1024 (mais supérieure à 512) et avec le PROL_ZERO de REST_SPEC_TEMP on complétera jusqu'à $50\,Hz$. Le signal en sortie de REST_SPEC_TEMP aurait donc un facteur 2 par rapport à la solution correctement normalisée ;
- Pour sortir la bonne solution (si on décide de tronquer le calcul à $30\,Hz$) il faudrait compléter non seulement jusqu'à 1024 mais arriver à 2048. Pour cela, il suffit donc d'ajouter une puissance de 2 supplémentaire, c'est-à-dire tout simplement rentrer l'option N_PUIS=1.

Pour un exemple concret de l'utilisation de ce mot-clé, on fait référence à la modélisation C du cas-test sdls119.

3.4 Opérande SYMETRIE

◊ SYMETRIE =

Mot clé qui ne s'applique que pour la transformée de Fourier inverse (du fréquentiel vers le temporel). Le spectre (complexe) fourni en entrée de la FFT inverse doit respecter certaines règles (en particulier pour retrouver une fonction temporelle réelle): par rapport à son point milieu, sa partie réelle doit être symétrique et sa parte imaginaire antisymétrique. En général, si ce spectre vient d'un calcul de FFT, alors ces conditions de symétrie sont respectées (sauf troncature volontaire). En revanche si l'on ne dispose que de la moitié du spectre, alors il faut le signaler à l'opérateur de calcul de FFT.

Cette information de symétrie du spectre est gérée par le mot clé SYMETRIE. Si le spectre est complet donc respectant les symétries, alors l'utilisateur doit spécifier SYMETRIE = 'OUI'. A l'opposé, si le spectre est tronqué, alors il convient de choisir SYMETRIE = 'NON'. Le spectre est alors symétrisé: cela entraîne une multiplication par 2 de son nombre d'échantillons et donc de sa fréquence maximale.

En conséquence, cet opérande ne s'applique que si le résultat à transformer est une évolution fréquentielle généralisée (harm_gene) ou sur la base physique (dyna_harmo).

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