

Programm: ML_07_3_Mehrfreiheitsgradschwinger_3

Version: 1.0 April 2018

Beschreibung:

Das Programm berechnet die Schwingungsantwort eines Mehrfreiheitsgradschwingers infolge von mehreren harmonischen Erregerkräften mithilfe der Modalanalyse. Zunächst werden sämtliche Eigenwerte und normierten Eigenvektoren berechnet. Anschließend werden die modale Steifigkeitsmatrix und die modale Massenmatrix des Systems bestimmt. Im Anschluss an die Berechnung der Modalmatrizen werden pro Erregerfrequenz die Vergrößerungsfunktionen und Phasen für jede Normalkoordinate und anschließend die Schwingungsordinaten ermittelt. Von diesen interessieren im Allgemeinen nur deren Maximalwerte. Die Lösung der modalen (entkoppelten) Bewegungsgleichungen beruht auf die analytische Lösung eines Einfreiheitsgradschwingers mit harmonischer Anregung (Abschn. 5.4.3). Die dem Programm zugrunde gelegte Theorie zur Modalanalyse für durch harmonische Lasten induzierte Schwingungen eines Mehrfreiheitsgradschwingers ist Abschn. 7.2.4 zu entnehmen.

Eingabe:

- Eingabedateien:
 - *Inputdatei_1*: Nachgiebigkeitsmatrix des Systems in [m/N] bzw. [1/Nm]. Sie wird im Programm unter Variable *H* eingelesen.
 - *Inputdatei_2*: Massenmatrix des Systems in [kg] bzw. [kgm²], im Programm unter Variable *M* eingelesen.
 - *Inputdatei_3*: Kraftdefinition (im Programm unter *Kraftparameter* eingelesen):
 - Spalte 1: Erregerkraftamplitude: *efampl* [N];
 - Spalte 2: Erregerkraftfrequenz: *effreq* [Hz];
 - Spalte 3: Phasenverschiebung: *efphas*[-];
 - *Inputdatei_4*: Modale Dämpfungsmaße (jede Zeile entspricht einer Eigenform). Sie werden im Programm unter Vektor *xi_mod* eingelesen.
- Eingaben im Quellcode:
 - Gesamtzeit der Berechnung: *t_ber* [s];
 - Berechnungszeitschritt: *dt* [s];
 - Anzahl der bei der Berechnung berücksichtigten Eigenformen: *n_ef* [-];
 - Drei darzustellende Freiheitsgrade: *plot_1_EF*, *plot_2_EF*, *plot_3_EF*. Die Verschiebungen dieser Freiheitsgrade werden grafisch dargestellt. Es wird hierbei darauf hingewiesen, dass im Falle der Berechnung eines Systems mit weniger als drei Freiheitsgraden die vorhandenen Freiheitsgrade vielfach einzugeben sind.

Ausgabe:

- *Outputdatei_1*:
 - Bestätigung der Eingaben;
 - Anzahl der Freiheitsgrade *n*;
 - Anzahl der Berechnungszeitschritte *nt* [s];
 - Steifigkeitsmatrix *K* ([N/m] bzw. [Nm]);
 - Eigenkreisfrequenzen: Vektor *Omega* [1/s];
 - Eigenfrequenzen: Vektor *Freq* [Hz];
 - Eigenschwingzeiten: Vektor *T* [s];
 - Normierte Eigenformmatrix *A* [-]. Das Programm bietet drei Normierungsansätze an: auf das betragsgrößte Element, bezüglich der generalisierten Masse oder mit dem Wurzel-Ansatz.
 - Modale Steifigkeitsmatrix *K_mod* ([N/m] bzw. [Nm]);

C. Petersen, H. Werkle, *Dynamik der Baukonstruktionen*
2. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2018
Softwareentwicklung: Andrei Firus, M.Eng (andrei.firus@gmail.com)

- Modale Massenmatrix M_{mod} ([kg] bzw. $[\text{kgm}^2]$);
 - Maximale Verschiebungen aller Freiheitsgrade [m] bzw. [-];
- *Outputdatei_2*: Verschiebungszeitverläufe
 - Spalte 1: Zeitvektor der Berechnung [s]
 - Ab Spalte 2: Verschiebungsvektoren aller Freiheitsgrade ([m], [-]);

Hinweis:

- Alle sich bei der Berechnung ergebenden Größen sind dimensionsecht. Bei der Eingabe können daher auch andere konsistente Einheiten gewählt werden wie z.B. [t] für die Masse und [kN] für die Kraft.
- Die Schrittweite dt sollte so gewählt werden, dass auch die höheren berücksichtigten Eigenschwingungen vollständig abgebildet werden. Ist z.B. f_i die höchste berücksichtigte von insgesamt n Eigenfrequenzen und T_i die zugehörige Eigenperiode ($T_i = 1/f_i$), sollte dt kleiner als $T_i/10$ sein.

Vordefiniertes Beispiel: Zahlenbeispiel in Abschn. 7.2.4.