

Programm: ML_29_2_Mehrfreiheitsgradschwinger_7

Version: 1.0 April 2018

Beschreibung:

Das Programm berechnet die Schwingungsantwort eines Mehrfreiheitsgradschwingers bei einer Basiserregung (als Beschleunigungszeitverlauf) sowie vorgegebenen Anfangsauslenkungen und -geschwindigkeiten. Die direkte numerische Integration des Differentialgleichungssystems, das die Bewegung des Mehrfreiheitsgradschwingers kennzeichnet (bspw. Gl. 55 in Abschn. 29), erfolgt mittels des Newmark-Verfahrens. Die dem Programm zugrunde gelegte Formulierung des Verfahrens ist Abschn. 29.5 zu entnehmen.

Eingabe:

- Eingabedateien:
 - *Inputdatei_1*: Steifigkeitsmatrix des Systems in [N/m] bzw. [Nm]. Sie wird im Programm unter Variable *K* eingelesen.
 - *Inputdatei_2*: Massenmatrix des Systems in [kg] bzw. [kgm²], im Programm unter Variable *M* eingelesen.
 - *Inputdatei_3*: Dämpfungsmatrix des Systems in [Ns/m] bzw. [Nms]. Sie wird im Programm unter Variable *D* eingelesen.
 - *Inputdatei_4*: Beschleunigungszeitverlauf am Fußpunkt (im Programm unter Matrix *Beschleunigung* eingelesen):
 - Spalte 1: Zeitvektor: *t_acc* [s];
 - Spalte 2: Erregerkraftfrequenz: *acc* [m/s²];
 - *Inputdatei_5*: Topologievektor *I*. Dieser Vektor, der aus „1“ oder „0“- Einträgen besteht, zeigt welche Freiheitsgrade von der Fußpunktbeschleunigung betroffen sind.
 - *Inputdatei_6*: Anfangsbedingungen (im Programm unter Variable *Anfangswerte* eingelesen):
 - Spalte 1: Anfangsverschiebungen aller Freiheitsgrade in [m] bzw. [-]. Sie werden Quellcode durch den Vektor *y_0* ausgedrückt;
 - Spalte 2: Anfangsgeschwindigkeiten aller Freiheitsgrade in [m/s] bzw. [1/s], im Quellcode durch den Vektor *v_0* ausgedrückt.
- Eingaben im Quellcode:
 - Berechnungszeitschritt *dt* [s];
 - Gesamtzeit der Berechnung: *t_ber* [s];
 - Integrationsparameter des Newmark-Verfahrens: *alpha* und *beta*;
 - Ein grafisch darzustellender Freiheitsgrad: *plot_1_EF*.

Ausgabe:

- *Outputdatei_1*:
 - Bestätigung der Eingaben;
 - Anzahl der Freiheitsgrade *n*;
 - Anzahl der Berechnungszeitschritte *nt* [s];
 - Nachgiebigkeitsmatrix *H* ([m/N] bzw. [1/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.

- Betragsmaximale Verschiebungen, Geschwindigkeiten sowie Relativ- und Absolutbeschleunigungen für jede Masse.
- *Outputdatei_2*: Verschiebungszeitverläufe
 - Spalte 1: Zeitvektor der Berechnung [s];
 - Ab Spalte 2: Verschiebungsvektoren aller Freiheitsgrade ([m], [-]).
- *Outputdatei_3*: Geschwindigkeitszeitverläufe
 - Spalte 1: Zeitvektor der Berechnung [s];
 - Ab Spalte 2: Geschwindigkeitsvektoren aller Freiheitsgrade ([m/s], [1/s]).
- *Outputdatei_4*: Beschleunigungszeitverläufe
 - Spalte 1: Zeitvektor der Berechnung [s];
 - Ab Spalte 2: Beschleunigungsvektoren aller Freiheitsgrade ([m/s²], [1/s²]).
- *Outputdatei_5*: Beschleunigungszeitverläufe (absolut)
 - Spalte 1: Zeitvektor der Berechnung [s];
 - Ab Spalte 2: Beschleunigungsvektoren (absolut) aller Freiheitsgrade ([m/s²], [1/s²]).

Hinweise:

- 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.
- Wenn die Berechnungsdauer t_{ber} größer als die Dauer der Fußpunkterregung ist, wird der Beschleunigungsvektor (am Fußpunkt) über die Einwirkungsdauer hinaus mit Nulleinträgen ergänzt, bis t_{ber} erreicht ist.
- 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.
- Aufgrund des bei der Matlab-Programmierung auf 1 festgelegten Ursprungs von Vektoren und Matrizen (Laufvariablen können innerhalb eines Vektors nicht bei null anfangen), mussten die dem Programm zugrunde liegenden, im Buch angegebenen Gleichungen für die Matlab-Programmierung entsprechend angepasst werden.
- Die Integrationsparameter $alpha$ und $beta$ können im Eingabeblock definiert werden. Empfohlen werden jedoch die Werte 0,5 für $alpha$ bzw. 0,25 für $beta$ (s. Abschn. 29.5.2).

Vordefiniertes Beispiel: Zahlenbeispiel in Abschn. 7.2.5.