

Programm: ML_19_1_Einfeldtraeger_personenerregte_Schwingungen

Version: 1.0 April 2018

Beschreibung:

Das Programm berechnet die Schwingungsantwort eines einfach gestützten Einfeldträgers infolge einer Personenerregung, die als Fourier-Reihe definiert wird. Die Berechnung erfolgt mithilfe einer Modalanalyse wobei die Integration der modalen Bewegungsgleichungen mittels Newmark-Verfahren durchgeführt wird (s. Abschn. 29). Die dem Programm zugrunde gelegte Formulierung ist Abschn. 19.5.2 zu entnehmen.

Eingabe:

- Eingabedateien:
 - *Inputdatei_1*: Kraftdefinition durch Fourier-Reihe (Im Programm unter Matrix *Kraftdefinition* eingelesen):
 - Spalte 1: Fourier-Koeffizienten α_f [-];
 - Spalte 2: Phasenwinkel ϕ [-].
- Eingaben im Quellcode:
 - Länge des Trägers: l [m];
 - Masse pro Längeneinheit: μ_e [kg/m];
 - Dämpfungsmaß (für alle Eigenformen): ξ [-];
 - Flächenträgheitsmoment: I [m⁴];
 - Elastizitätsmodul: E [N/m²];
 - Personengewicht: G [N];
 - Lastfrequenz: f_s [Hz];
 - Schrittlänge: l_s [m];
 - Anzahl der Personen: n_p [-];
 - Faktor zur Steuerung der Gesamtzeit der Berechnung: a_{tmax} [-]. Für $a_{tmax} = 1$ ist die Berechnungsdauer gleich der Überquerungszeit des Trägers;
 - Anzahl der Unterteilungen der kleinsten Eigenschwingzeit zwecks Definition eines geeigneten Berechnungszeitschritts: ndt [-];
 - Anzahl der bei der Berechnung berücksichtigten Eigenformen: n [-];
 - Stelle der Ausgabe: x_0 [m] mit $0 \leq x_0 \leq l$.

Ausgabe:

- *Outputdatei_1*:
 - Bestätigung der Eingaben;
 - Eigenkreisfrequenzen: Vektor Ω_{eigen} [1/s];
 - Eigenfrequenzen: Vektor f_{eigen} [Hz];
 - Eigenschwingzeiten: Vektor T [s];
 - Modale Massen: Vektor m [kg];
 - Modale Steifigkeiten: Vektor k [N/m];
 - Modale Dämpferkonstanten: Vektor d [Ns/m];
 - Berechnungszeitschritt: dt [s];
 - Anzahl der Berechnungszeitschritte: nt [-];
 - Gesamtzeit der Berechnung: t_{ber} [s];
 - Schrittgeschwindigkeit: v_s [m/s];
 - Zeit zur Überquerung des Trägers: T_u [s];

- Eigenformen am Ausgabepunkt: ϕ_a [-];
 - Integrationsparameter des Newmark-Verfahrens: α und β ;
 - Maximale Verschiebung am Ausgabepunkt: y_{max} [m];
 - Minimale Verschiebung am Ausgabepunkt: y_{min} [m];
 - Maximale Geschwindigkeit am Ausgabepunkt: v_{max} [m/s];
 - Minimale Geschwindigkeit am Ausgabepunkt: v_{min} [m/s];
 - Maximale Beschleunigung am Ausgabepunkt: a_{max} [m/s²];
 - Minimale Beschleunigung am Ausgabepunkt: a_{min} [m/s²];
 - Betragsmäßig maximale Beschleunigung am Ausgabepunkt bei n_p Personen: $a_{max_n_p}$ [m/s²].
- *Outputdatei_2*: Zeitverläufe der Bewegungsgrößen am Ausgabepunkt und der Erregerkraft
 - Spalte 1: Zeitvektor der Berechnung: t [s];
 - Spalte 2: Erregerkraftvektor $Kraft$ [N];
 - Spalte 3: Verschiebungsvektor y [m];
 - Spalte 4: Geschwindigkeitsvektor v [m/s];
 - Spalte 5: Beschleunigungsvektor a [m/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.
- Das Dämpfungsmaß wurde im Rahmen der Berechnung für alle Eigenformen gleich angenommen. Sollte eine Berechnung mit unterschiedlichen modalen Dämpfungsmaßen durchgeführt werden, kann das Programm im Berechnungsblock unschwer angepasst werden.
- Die Integrationsparameter α und β nehmen im Programm die im Abschn. 29 empfohlenen Werte 0,5 und 0,25 an. Sollte eine Berechnung mit anderen Parametern durchgeführt werden, sind diese im Berechnungsblock anzupassen.
- Die Anzahl der Unterteilungen der Eigenschwingzeit ndt für die Bestimmung des Berechnungszeitschrittes $dt = T_{min}/ndt$ sollte so gewählt werden, dass auch die höheren berücksichtigten Eigenschwingungen vollständig abgebildet werden. Dies gilt in der Regel für $ndt \geq 10$.
- 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. Dies betrifft den Abschnitt zur Integration der Bewegungsgleichung mit dem Newmark-Verfahren.

Vordefiniertes Beispiel: Beispiel 1, Abschn. 19.6.