

Programm: ML_13_1_Antwortspektrum

Version: 1.0 April 2018

Beschreibung:

Das Programm berechnet die Antwortspektren der Absolut- und Relativbeschleunigung sowie der Relativgeschwindigkeit und -verschiebung für einen vorgegebenen Beschleunigungszeitverlauf (z.B. Seismogramm). Hierfür wird die Reaktion eines linearen Einfreiheitsgradschwingers berechnet und das mehrfach bei Variation der Eigenschwingzeit. Im Sinne von Abschn. 5.4.2 liegt eine Basis-Beschleunigungserregung vor. Für den regellosen Beschleunigungsverlauf des vorgelegten Seismogramms wird der Schwingungsverlauf der Masse numerisch berechnet und hieraus der Größtwert ausgesondert. Durch die wiederholte Berechnung für andere Werte der Eigenschwingzeit erhält man jeweils einen neuen Größtwert. Die Werte bilden, in ihrer Gesamtheit über die Eigenschwingzeit aufgetragen, das Antwortspektrum der jeweiligen Größe. Dem Programm wurden die Angaben in Abschn. 13.2.3.2 zugrunde gelegt. Die Integration der Differenzialgleichung, die die Bewegung des Einfreiheitsgradschwingers kennzeichnet, erfolgt durch die numerische Lösung des Duhamel-Integrals (s. Abschn. 5.7.3).

Eingabe:

- Eingabedateien:
 - *Inputdatei_1*: Beschleunigungszeitverlauf am Fußpunkt (im Programm unter Matrix *Beschleunigung* eingelesen):
 - Spalte 1: Zeitvektor: t_{acc} [s];
 - Spalte 2: Erregerkraftfrequenz: acc [m/s²];
- Eingaben im Quellcode:
 - Dämpfungsmaß des Systems: ξ [-];
 - Obere Grenze der Eigenschwingzeit für die Berechnung T_{max} [s];
 - Anzahl der Unterteilungen auf der Ordinate (zwischen 0 und T_{max}): n_{unt} ;
 - Eigenschwingzeit des Antwortsystems: T_0 [s]; für dieses System werden die Spektralwerte sowie die Zeitverläufe der Bewegungsgrößen gesondert ausgegeben.

Ausgabe:

- *Outputdatei_1*:
 - Bestätigung der Eingaben;
 - Berechnungszeitschritt: dt [s];
 - Schrittweite auf der Ordinate des Antwortspektrums: dT [s];
 - Anzahl der Berechnungszeitschritte: nt [-];
 - Anzahl der Eigenschwingzeiten im Spektrum: nr [-];
 - Spektralwerte des Antwortsystems (mit T_0):
 - Absolutbeschleunigung: $S_{a_abs_T_0}$ [m/s²];
 - Relativbeschleunigung: $S_{a_rel_T_0}$ [m/s²];
 - Relativgeschwindigkeit: $S_{v_rel_T_0}$ [m/s];
 - Relativverschiebung: $S_{y_rel_T_0}$ [m];
 - Eigenschwingzeiten der berechneten Systeme [s] und die zugehörigen Eigenkreisfrequenzen [1/s];
 - Antwortspektren:
 - Absolutbeschleunigung: S_{a_abs} [m/s²];
 - Relativbeschleunigung: S_{a_rel} [m/s²];
 - Relativgeschwindigkeit: S_{v_rel} [m/s];
 - Relativverschiebung: S_{y_rel} [m];

- *Outputdatei_2*: Zeitverläufe der Bewegungsgrößen für das Antwortsystem (T_0)
 - Spalte 1: Zeitvektor der Berechnung [s];
 - Spalte 2: Relativverschiebung [m];
 - Spalte 2: Relativgeschwindigkeit [m/s];
 - Spalte 2: Relativbeschleunigung [m/s^2];
 - Spalte 2: Absolutbeschleunigung [m/s^2].

Hinweise:

- Der Zeitschritt der Berechnung wurde im Programmverlauf auf $1/30$ der kleinsten von Null verschiedenen Eigenschwingzeit gesetzt. Dies sichert eine nahezu vollständige Abbildung des Schwingungsverlaufs aller untersuchten Systeme. Bei Bedarf kann dieser Wert im Berechnungsblock angepasst werden.
- Im Programm wurden die vollständigen Formeln zur Berechnung der Geschwindigkeit und der Beschleunigung als einmalige bzw. zweimalige Ableitung des Verschiebungsausdrucks umgesetzt (Gl. 18 und 19 in Abschn. 13.2.3.2), also nicht die Formel mit Vernachlässigung der mit dem Dämpfungsmaß und dessen Quadrat behafteten Glieder (Gl. 21 und 22). Mit dem Programm kann man allerdings bestätigen, dass die Unterschiede zwischen der exakten und der Näherungslösung bei üblichen Dämpfungsmaßen sehr gering sind.

Vordefiniertes Beispiel: Beispiel 4, Abschn. 29.5.3.