

## Programm: ML\_22\_1\_SeilSchwingungen\_parametererregt

Version: 1.0 April 2018

### Beschreibung:

Das Programm berechnet die Schwingungsantwort eines parametererregten Seils. Die Zwangsanregung wird hierbei als gegengleiche harmonische Verschiebung in Seilenrichtung angesetzt. Die Lösung der nichtlinearen Bewegungsgleichung, die die SeilSchwingung kennzeichnet (Gl. 91 in Abschn. 22.2.5) erfolgt mit dem Runge-Kutta Verfahren für Differenzialgleichungen 2. Ordnung. Die Bewegungsgleichung Gl. 91 wurde hierbei mit einem geschwindigkeitsproportionalen Dämpfungsterm ergänzt, um die Instationarität des Systems gegenüber dem dämpfungsfreien Zustand zu reduzieren. Die dem Programm zugrunde gelegte Formulierung des Problems ist dem Abschn. 22.2.5 zu entnehmen. Eine ausführliche Erläuterung des im Programm umgesetzten Lösungsverfahrens (Runge-Kutta für Differentialgleichungen 2. Ordnung) ist in Abschn. 28 gegeben.

### Eingabe:

- Eingabedateien: nicht erforderlich.
- Eingaben im Quellcode:
  - Ersatzmasse des Seils:  $m$  [kg];
  - Durchhang des Seiles:  $d$  [m];
  - Dämpfungsmaß:  $\xi$  [-];
  - Seillänge:  $l$  [m];
  - Dehnsteifigkeit des Seils:  $EA$  [N];
  - Vorspannkraft des Seils :  $S_0$  [N];
  - Auf den Seildurchhang bezogene Amplitude der harmonischen Zwangserregung:  $\delta$  [-];
  - Erregerkreisfrequenz:  $\omega$  [1/s];
  - Anzahl der Berechnungszeitschritte:  $nt$  [-];
  - Berechnungszeitschritt:  $dt$  [s];
  - Bezogene Anfangsauslenkung:  $u_0$  [-];
  - Bezogene Anfangsgeschwindigkeit:  $v_0$  [-];

### Ausgabe:

- *Outputdatei\_1:*
  - Bestätigung der Eingaben;
  - Eigenkreisfrequenz des Seils:  $\omega_{\text{eigen}}$  [1/s];
  - Zwischenwerte (Vorfaktoren der Differentialgleichung 91, Abschn. 22.2.5):  $K_1, K_2, K_3, K_4$ ;
  - Maximale bezogene Verschiebung:  $ita_{\text{max}}$  [-];
  - Minimale bezogene Verschiebung:  $ita_{\text{min}}$  [-];
  - Maximale bezogene Geschwindigkeit:  $ita_{p_{\text{max}}}$  [1/s];
  - Minimale bezogene Geschwindigkeit:  $ita_{p_{\text{min}}}$  [1/s].
  - Maximale bezogene Beschleunigung:  $ita_{pp_{\text{max}}}$  [1/s<sup>2</sup>];
  - Minimale bezogene Beschleunigung:  $ita_{pp_{\text{min}}}$  [1/s<sup>2</sup>].
- *Outputdatei\_2:* Zeitverläufe der Bewegungsgrößen
  - Spalte 1: Zeitvektor der Berechnung:  $t$  [s];
  - Spalte 2: Vektor der bezogenen Verschiebung  $ita$  [-];
  - Spalte 3: Vektor der bezogenen Geschwindigkeit  $ita_p$  [1/s];
  - Spalte 4: Vektor der bezogenen Beschleunigung  $ita_{pp}$  [1/s<sup>2</sup>];

**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.
- Die Schrittweite  $dt$  sollte so gewählt werden, dass die Schwingung des Seils vollständig abgebildet wird. Ist z.B.  $f$  die Eigenfrequenz und  $T$  die zugehörige Eigenperiode ( $T = 1/f$ ), sollte  $dt$  kleiner als  $T/10$  (besser  $T/20$ ) gewählt werden.
- 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.

**Vordefiniertes Beispiel:** Erläuterungsbeispiel zum Abschn. 22.2.5, dritte Annäherung für das Ersatzmodell des Seils, Eingaben für Abb. 22.30c.