

Übung 22 Schwingungen Mathem. Modell, DYNASYS-Modellierung, RCL-Serie-Stromkreis

Lernziele

- mit dem Computerprogramm DYNASYS die erzwungene Schwingung eines harmonischen Oszillators modellieren und simulieren können.
- aus den elektrischen Grundgesetzen die Differentialgleichung für den elektrischen Ladungsstrom in einem RCL-Serie-Stromkreis herleiten können.
- mit dem Computerprogramm DYNASYS den RCL-Serie-Stromkreis modellieren und simulieren können.
- die Analogie zwischen einer erzwungenen mechanischen Schwingung und dem zeitlichen Verlauf des elektrischen Ladungsstromes in einem RCL-Serie-Stromkreis verstehen.

Aufgaben

1. Im Unterricht wurde die Differentialgleichung (DGL) und deren Lösung für die harmonische Schwingung angegeben:

$$\text{DGL:} \quad m \cdot \ddot{y} + c \cdot \dot{y} = 0$$

$$\text{Lösung der DGL:} \quad y(t) = \hat{y} \sin(\omega_0 t + \varphi) \quad \omega_0 := \sqrt{\frac{c}{m}}$$

Überprüfen Sie, dass die angegebene Funktion y die DGL tatsächlich erfüllt.

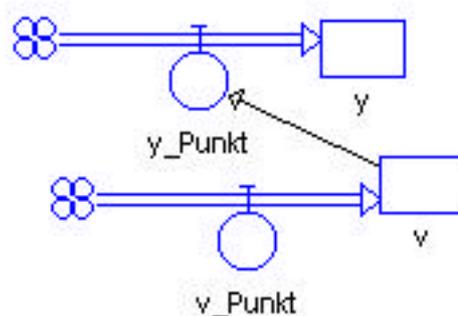
2. **DYNASYS-Modell: Erzwungene Schwingung**

- a) Erstellen Sie mit dem Computerprogramm DYNASYS ein systemdynamisches Modell für die erzwungene Schwingung.

Hinweise:

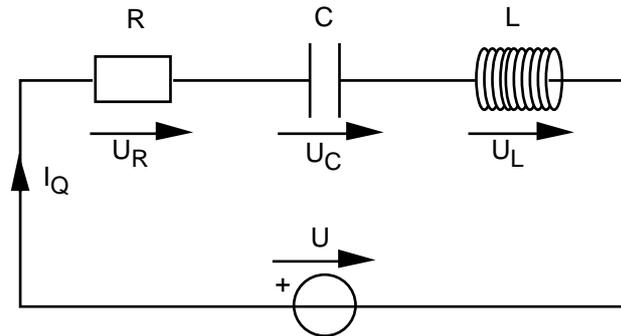
- Ausgangspunkt ist die im Unterricht hergeleitete Differentialgleichung

$$m \cdot \ddot{y} + b \cdot \dot{y} + c \cdot y = F_0 \sin(\omega t)$$
- Der Kern des DYNASYS-Modells sieht wie folgt aus (vgl. Unterricht):



- b) Simulieren Sie die freie, ungedämpfte **harmonische** Schwingung.
- c) Simulieren Sie die freie, **gedämpfte** Schwingung.
- i) Prüfen Sie nach, dass die Frequenz der gedämpften Schwingung etwas kleiner ist als die Eigenfrequenz des freien, ungedämpften harmonischen Oszillators.
 - ii) Finden Sie die Parameterwerte für den aperiodischen Grenzfall.
- d) Simulieren Sie die **erzwungene** Schwingung.
- i) Stellen Sie die Elongation y und die Erregerkraft F in einem einzigen Diagramm dar.
 - ii) Stellen Sie die Parameter so ein, dass Sie im Diagramm den Einschwingvorgang erkennen können.

3. Betrachten Sie den folgenden RCL-Serie-Stromkreis:



a) Leiten Sie aus den elektrischen Grundgesetzen eine Differentialgleichung für den elektrischen Ladungsstrom I_Q her.

Hinweise:

- Maschensatz
- Widerstandsgesetz, Kapazitätsgesetz, Induktivitätsgesetz
- Zwischen dem elektrischen Ladungsstrom I_Q und der im Kondensator gespeicherten Ladungsmenge Q besteht der folgende Zusammenhang:

$$I_Q = \dot{Q}$$

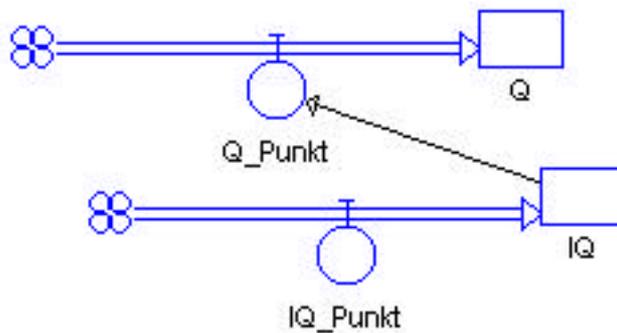
b) Vergleichen Sie die in a) hergeleitete Differentialgleichung für I_Q mit derjenigen für die Elongation y der erzwungenen mechanischen Schwingung. Erklären Sie die Analogie zwischen den beiden Differentialgleichungen.

4. **DYNASYS-Modell: RCL-Serie-Stromkreis**

a) Erstellen Sie mit dem Computerprogramm DYNASYS ein systemdynamisches Modell für den RCL-Serie-Stromkreis.

Hinweise:

- Ausgangspunkt ist die in der Aufgabe 3 hergeleitete Differentialgleichung
- Der Kern des DYNASYS-Modells sieht wie folgt aus:



- Wählen Sie für die Erreger-Spannung U eine harmonische Wechselspannung $U = U_0 \sin(\omega t)$

b) Simulieren Sie den zeitlichen Verlauf des elektrischen Ladungsstromes I_Q für verschiedene Parameterwerte. Stellen Sie jeweils I_Q und die Erregerspannung U in einem einzigen Diagramm dar.

Lösungen

1. ...
2. a) Ein DYNASYS-Musterfile "Erzwungene Schwingung (schwing.dyn)" finden Sie im Internet unter:
<http://www.tel.fh-htwchur.ch/~borer> Physik Unterlagen (...)
- b) ...
- c) ...
- d) ...
3. a) Maschensatz
 $U - U_L - U_C - U_R = 0$
 $U_R = R \cdot I_Q$
 $Q = C \cdot U_C$
 $U_L = L \cdot \dot{I}_Q$

...
 $L \cdot \ddot{I}_Q + R \cdot \dot{I}_Q + \frac{1}{C} I_Q = \dot{U}$
- b) I_Q y
L m
R b
 $\frac{1}{C}$ c
 \dot{U} F_0
4. a) Ein DYNASYS-Musterfile "RCL-Schwingkreis (rclkreis.dyn)" finden Sie im Internet unter:
<http://www.tel.fh-htwchur.ch/~borer> Physik Unterlagen (...)
- b) ...