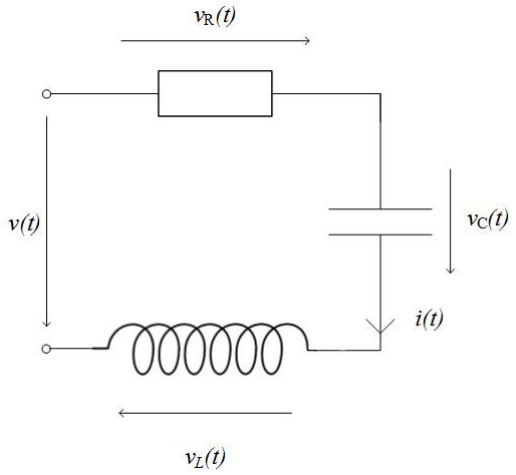
Vorlesung Systemtheorie und Regelungstechnik I (SR1)
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – Sommersemester 2021

# Python Übung Blatt I - Simulation

Prof. Dr. Moritz Diehl, Jochem De Schutter

Auf diesem Blatt soll der elektrische RLC-Kreis aus dem Skript (S. 34f) auf zwei Arten simuliert werden: Zunächst mit der bereits bekannten `nlsim()`-Funktion, dann mit dem `python-control`-Paket. Das Modell ist wie folgt gegeben:




$$x(t) = \begin{bmatrix} v_C(t) \\ i(t) \end{bmatrix},\ u(t) = v(t),\ y(t) = v_C(t),\ \dot{x} = f(x,u)$$

$$f(x,u) = \begin{bmatrix} i(t)/C \\ \frac{1}{L}(v(t) - Ri(t) - v_C(t)) \end{bmatrix} \text{ mit } x(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Dabei ist $R = 25\,\Omega$, $C = 50\,\mu\text{F}$ und $L = 200\,\text{mH}$.

1. **Simulieren mit `nlsim()`**

   (a) Simulieren sie das System über einen Zeitraum von 500 ms. Dabei ist $u(t) = 1\,\text{V}$. Nutzen Sie hierfür die Funktion `nlsim()`, die bereits von Übungsblatt 3 bekannt ist. `nlsim()` ist nicht von Python gegeben und kann auf der Kursseite heruntergeladen werden (Modul `toolbox_sr1.py` bei Übungsblatt 3). `nlsim()` benötigt außerdem die Funktion `rk()`, die am selben Ort zu finden ist. Dort ist auch ein Beispiel zur Benutzung gegeben. Verwenden Sie Zeitschritte von $\Delta t = 0,5\,\text{ms}$. Erstellen Sie einen Plot der Trajektorien von $u(t)$ und $y(t)$.
   *Hinweis: Erstellen Sie zunächst die beiden Funktionen $f(x,u)$ und $y(x,u)$. Erstellen Sie dann ein Skript, in dem Sie $x_0$, $\Delta t$ und $u$ definieren und anschließend* `nlsim()` *aufrufen.*

   (b) Wiederholen Sie die Simulation mit einem Rechtecksignal als Input. Dieses soll zwischen 0 und 1 V wechseln mit der Kreisfrequenz $\omega = 10\pi\,\text{s}^{-1}$.
   *Hinweis: Generieren Sie Rechtecksignal mithilfe eines Sinussignals und dem Befehl* `np.sign()`.

2. **Simulieren mit `python-control`**

   Das `python-control`-Paket stellt Funktionen zum Entwurf sowie zur Analyse linearer Steuerungs- und Regelungssysteme zur Verfügung. Wir wollen uns hier ein paar dieser Funktionen ansehen.

   (a) Erstellen Sie unser Modell als *LTI model*. Überlegen Sie sich dafür zunächst, wie die Systemmatrizen $A$,$B$,$C$ und $D$ aussehen.
   *Hinweis:* `ss()`

   (b) Simulieren Sie das System mit dem konstanten Kontrollinput aus Aufgabe 1(a).
   *Hinweis:* `forced_response()`

   (c) Die soeben durchgeführte Simulation war eine Analyse der *step response*. Hierfür stellt `python-control` auch den Befehl `step_response()` zur Verfügung. Wiederholen Sie die Simulation unter Verwendung von diesem.

   (d) Führen Sie eine Simulation durch, bei der das Rechtecksignal aus Aufgabe 1(b) als Inputsignal verwendet wird.