

## Klausur: Mechatronische Systeme 2

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
 Fakultät Technik und Informatik, Department Informations- und Elektrotechnik  
 Prof. Dr. Robert Heß, 27.01.2020, Dauer: 90 Min.

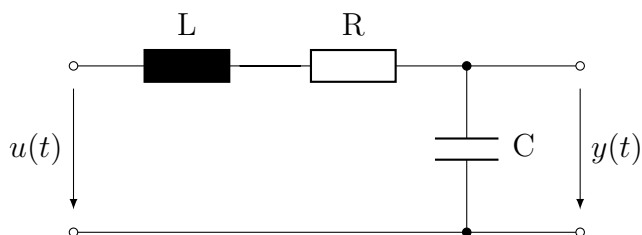
Erlaubte Hilfsmittel: Sechs DIN A4 Seiten Formelsammlung (sechs Blätter einseitig oder drei Blätter beidseitig). Ein einfacher wissenschaftlicher Taschenrechner (ohne kabellose Schnittstellen). Ansätze und Lösungswege sind Teil der Wertung und müssen nachvollziehbar und eindeutig sein.

Ergebnis: ..... von 125 Punkten

Note: ..... Punkte.

### Aufgabe 1 (20 Punkte)

$$LC\ddot{y}(t) + RC\dot{y}(t) + y(t) = u(t)$$



Ermitteln Sie für den gezeigten Tiefpass 2. Ordnung die Zustandsraumdarstellung in Matrixform mittels Sortierung der Ableitungen (Methode 2).

### Aufgabe 2 (20 Punkte)

Ein auf die Grenzfrequenz  $\omega_3 = 1 \text{ s}^{-1}$  normierter Butterworth-Tiefpass wird durch folgende DGL in Zustandsraumdarstellung beschreiben:

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & -\sqrt{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} u \quad y = (0 \quad 1) \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + 0 \cdot u$$

Erstellen Sie das zugehörige Signalflussdiagramm. Zeichnen Sie zunächst die drei Teildigramme für  $\dot{x}_1(t)$ ,  $\dot{x}_2(t)$  und  $y(t)$  und fügen Sie diese dann zu einem gemeinsamen Signalflussdiagramm zusammen.

### Aufgabe 3 (20 Punkte)

Ein Tiefpass 2. Ordnung sei durch folgende Übertragungsfunktion gegeben:

$$H(s) = \frac{1}{s^2 + \sqrt{2}s + 1}$$

Nähern Sie den Tiefpass durch ein digitales System der Form

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1z^{-1} + b_2z^{-2}}{a_0 + a_1z^{-1} + a_2z^{-2}}$$

mittels rechter Rechteckregel und bestimmen Sie die Koeffizienten  $a_0, a_1, a_2, b_0, b_1$  und  $b_2$ .

**Aufgabe 4 (15 Punkte)**

Ein digitales Filter zweiter Ordnung sei durch folgende Differenzgleichung gegeben:

$$y[n] + a_1 y[n-1] + a_2 y[n-2] = b_0 u[n] + b_1 u[n-1] + b_2 u[n-2]$$

Zeichnen das dazugehörige Signalflussdiagramm mit möglichst wenig *Unit-Delay*-Blöcken.

**Aufgabe 5 (30 Punkte)**

Ein Rechteck sei wie folgt definiert:

$$y(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{2\text{ms}}\right) \quad \text{für } -4\text{ms} \leq t < 4\text{ms} \quad \text{und} \quad y(t) = y(t + 8\text{ms})$$

Bestimmen Sie die komplexen Fourierkoeffizienten  $c_n$ . Vereinfachen Sie den ermittelten Ausdruck und bestimmen Sie die Werte für  $c_{-1}$ ,  $c_0$ ,  $c_1$  und  $c_2$ .

**Aufgabe 6 (20 Punkte)**

Ein Wellenpaket sei wie folgt gegeben:

$$y(t) = \begin{cases} \sin(2\pi t/T_0) & \text{für } -2T_0 \leq t \leq 2T_0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Ermitteln Sie die Fourier-Transformierte  $Y(j\omega)$ .