

## Übung 3A: Recursive Least Squares – Identifikation eines ARX-Modells

Gegeben sei folgendes System (**ARX-Struktur**)  $\mathbf{C} = \mathbf{1}; \mathbf{D} = \mathbf{A}$

$$\begin{aligned}y(k) &= \frac{B(q^{-1})}{A(q^{-1})}u(k-d) + \frac{1}{A(q^{-1})}e(k), \\A(q^{-1}) &= 1 + a_1q^{-1} + a_2q^{-2} = 1 - 1.6q^{-1} + 0.64q^{-2}, \\B(q^{-1}) &= b = \begin{cases} 0.15 & \text{für } 0 \leq k < 3000 \\ 0.30 & \text{für } k \geq 3000 \end{cases}, \\d &= 2,\end{aligned}$$

wobei  $e$  **mittelwertfreies Rauschen** mit der **Standardabweichung  $\sigma = 0.1$**  ist.

Nehmen Sie nun an, dass Sie die wahren Systemparameter nicht kennen, jedoch **die Ordnung der ARX-Modellpolynome** und **die Totzeit**. Implementieren Sie in SIMULINK einen **RLS-Schätzer mit exponentiellem Vergessen** für die unbekannten Koeffizienten der Polynome **A** und **B**. Ein SIMULINK-Modell mit verschiedenen Implementierungen des wahren Systems mit MATLAB-Skript für die Initialisierung ist gegeben. Die **Abtastzeit beträgt 1 Sekunde**. Die Stellgröße während der Identifikation  $u$  ist ein Rechtecksignal mit der **Amplitude 1** und der **Frequenz 0,01 Hz**.

1. Untersuchen Sie das Konvergenzverhalten des RLS-Schätzers mit den Anfangsschätzwerten  $\hat{a}_1(0) = \hat{a}_2(0) = 0$  und  $\hat{b}(0) = 0$  für drei verschiedene Initialwerte der Kovarianzmatrix  $\mathbf{P}(0) = p_0\mathbf{I}$  bei  $\lambda = 1$ . Stellen Sie die Ergebnisse in einer Abbildung dar.
2. Untersuchen Sie nun das Konvergenzverhalten für eine Wahl von  $\mathbf{P}(0) = p_0\mathbf{I}$  und drei verschiedene  $\lambda$ -Werte. Stellen Sie die Ergebnisse in einer Abbildung dar.
3. **Zusatzaufgabe:** Schätzen die Anfangswerte des RLS-Algorithmus aus den ersten Messwerten in der MATLAB Function in SIMULINK mittels Least Squares bevor Sie den RLS-Schätzer aktivieren. Ermitteln Sie eine geeignete Anzahl von initialen Messwerten. Stellen Sie das Ergebnis in einer Abbildung dar.
4. Erstellen Sie einen Kurzbericht in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X mit den Abbildungen und dem Listing des RLS-Codes aus der MATLAB Function.