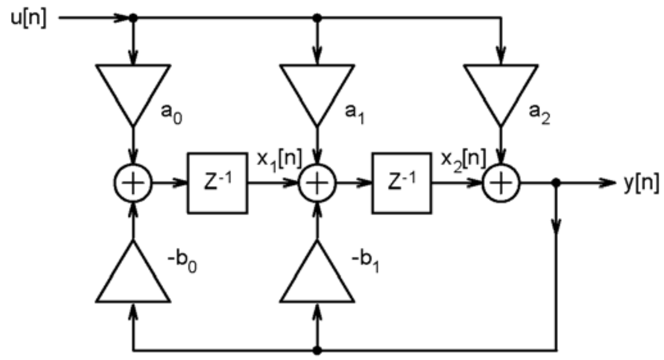

Abbildung 5.3. Beispielsystem 2. Ordnung

2. Bei (kausalen) Systemen, die ab dem Zeitpunkt $t = 0$ eingeschaltet werden, können zusätzlich zur Eingangsgröße $u[0]$ auch die Zustandsgrößen $\mathbf{x}[0]$ (die wir zusammengefasst als fett gedruckten Vektor schreiben) zum Zeitpunkt $t = 0$ von außen *gesetzt* werden. Wegen der Linearität des Systems sind die Zustandsgrößen im weiteren Verlauf Linearkombinationen aus der zeitlichen Entwicklung der Anfangsgrößen $\mathbf{x}[0]$ sowie der Systemreaktion auf die Eingangsfolge $u[n]$.

Wir werden beide Funktionen der Zustandsgrößen kennen lernen und mathematisch formulieren.

5.4.1 Systemgleichungen mit Zustandsgrößen

Die Systemgleichungen erhält man direkt durch Ablesen aus der Abb. 5.3. Wir erinnern uns, dass wir bei der Betrachtung der Addierer-Sättigung bereits ein ähnliches Gleichungssystem (Gln. 4.80 auf Seite 121) erhalten hatten:

$$\begin{pmatrix} x_1(n+1) \\ x_2(n+1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -b_0 \\ 1 & -b_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1(n) \\ x_2(n) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_0 - a_2 b_0 \\ a_1 - a_2 b_1 \end{pmatrix} u(n), \tag{5.19}$$

bzw. für $y(n)$:

$$y(n) = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} x_1(n) \\ x_2(n) \end{pmatrix} + a_2 u(n). \tag{5.20}$$

Wir können nun Lösungswege für solche Gleichungssysteme angeben. Zunächst aber verallgemeinern wir das obige Beispiel auf Systeme höherer Ordnung. Für sie ergeben sich durch die höhere Ordnung M weitere Gleichungen, wobei die im folgenden benutzten Matrizen von der Größe $M \times M$ und die Vektoren von der Dimension M sind:

$$\mathbf{x}(n+1) = \mathbf{A}\mathbf{x}(n) + \mathbf{b}u(n) \tag{5.21}$$

$$y(n) = \mathbf{c}^T\mathbf{x}(n) + du(n). \tag{5.22}$$