Løsning 3.1

a. Likning (2.6):
   - Uavhengige variable/innganger: q_i og q_u.
   - Avhengig variabel/utgang: h.
   - Orden: 1. Lineær. Tidsinvariant.
   - Koeffisient/parameter: A.

b. Likning (2.8):
   - Uavhengige variable/innganger: q_i.
   - Avhengig variabel/utgang: m.
   - Orden: 1. Ulineær. Tidsinvariant.
   - Koeffisienter/parametre: ρ, g og K_v.

c. Likning (2.33):
   - Uavhengige variable/innganger: F.
   - Avhengig variabel/utgang: x.
   - Orden: 2. Lineær. Tidsinvariant.
   - Koeffisienter/parametre: m, D og K_f.

d. Likning (2.57):
   - Uavhengig variabel/inngang: v_1.
   - Avhengig variabel/utgang: v_2.
   - Orden: 1. Lineær. Tidsinvariant.
   - Koeffisienter/parametre: C og R.

Løsning 3.2

a. Tilstandsrommodellen:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= \underbrace{-0,5x_1 + 0,4x_2 + 3u}_{f_1} \\ \dot{x}_2 &= \underbrace{0,8x_1 - 0,3x_2}_{f_2} \\ y &= \underbrace{0,25x_1 + 0,5u}_{g} \end{aligned} \tag{7.242}$$

b. Ja, modellen er lineær.

Løsning 3.3

Innfører $x_1 = x$, $x_2 = \dot{x}$ og $x_3 = \ddot{x}$. Differensiallikningen kan da skrives

$$4\dot{x}_3 + 5x_3 - 2x_2 + u = 0 \tag{7.243}$$

Tilstandsrommodell:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= x_3 \\ \dot{x}_3 &= -\tfrac{5}{4}x_3 + \tfrac{2}{4}x_2 - \tfrac{1}{4}u \end{aligned} \tag{7.244}$$

Løsning 3.4

Tilstandsrommodellen på matrise-vektor-form:

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix}}_{\dot{\underline{x}}} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix}}_{A} \underbrace{\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}}_{\underline{x}} + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ 4 \end{bmatrix}}_{B} u \tag{7.245}$$

og

$$y = \underbrace{\begin{bmatrix} 5 & 6 \end{bmatrix}}_{C} \underbrace{\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}}_{\underline{x}} + \underbrace{[7]}_{D} u \tag{7.246}$$

eller kompakt:

$$\dot{\underline{x}} = A\underline{x} + B\underline{u} \tag{7.247}$$

$$\underline{y} = C\underline{x} + D\underline{u} \tag{7.248}$$

Løsning 3.5

Integratorenes utganger er (rettere: kan velges som) systemets tilstandvariable. Derfor er integratorenes innganger de deriverte av tilstandsvariablene, se figur 38. Ut fra blokkdiagrammet kan tilstandsrommodellen blir da

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= -2x_1 - 3x_2 + 4u \\ y &= 5x_1 + 6x_2 + 7u \end{aligned} \tag{7.249}$$

Løsning 3.6

a. Som utgangspunkt for tegning av blokkdiagrammet kan vi skrive opp $T(t)$, som finnes ved å løse differensiallikningen (3.31). Vi skriver da først (3.31) slik at den deriverte er alene på venstre side (dette er en tilstandsrommodellform):

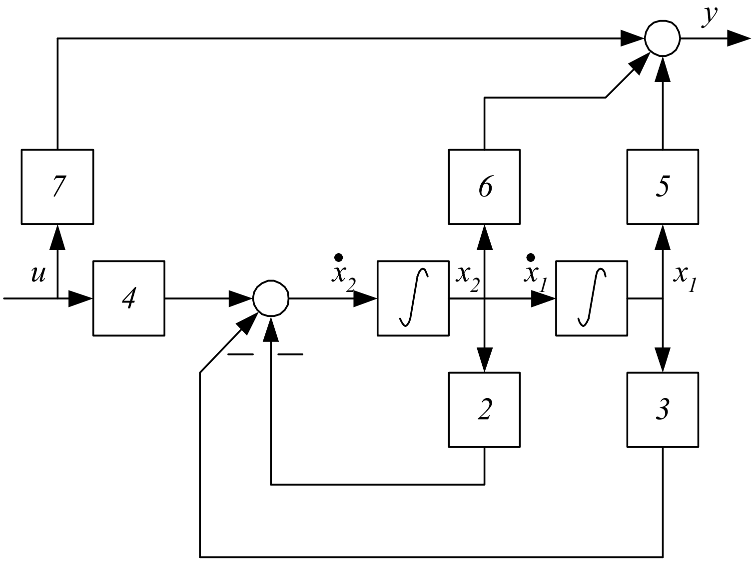
$$\dot{T} = \frac{1}{c\rho V}\left[P + cw\left(T_i - T\right)\right] \tag{7.250}$$

$T(t)$ fås ved å integrere denne differensiallikningen:

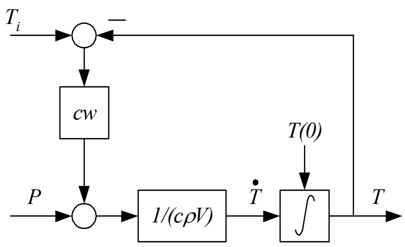
$$T(t) = T(0) + \int_0^t \underbrace{\frac{1}{c\rho V}\left[P + cw\left(T_i - T\right)\right]}_{\dot{T}(\theta)} d\theta \tag{7.251}$$

Figur 39 viser blokkdiagrammet som svarer til denne integrallikningen.

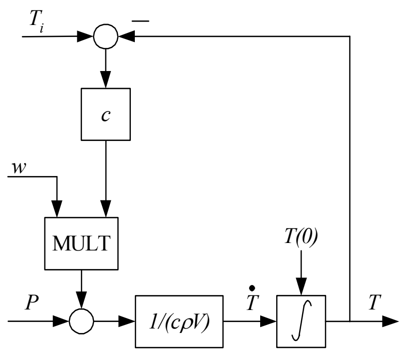
b. Figur 40 viser blokkdiagrammet.



Figur 38: Løsning 3.5: Integratorenes innganger de deriverte av tilstandsvari-ablene



Figur 39: Løsning 3.6a: Blokkdiagrammet



Figur 40: Løsning 3.6b: Blokkdiagrammet