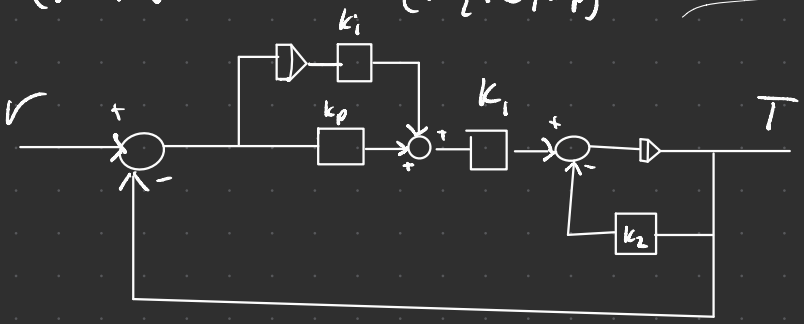
① a) $T = -\frac{1}{k_2} = \frac{1}{k_2}$ $\quad K = -\frac{b}{a} = -\frac{k_1}{-k_2} = \frac{k_1}{k_2}$

b) $0 = -k_2 T + k_1(k_p(r-T)) \Rightarrow k_2 T + k_1 k_p T = k_1 k_p r$

$T = \frac{k_1 k_p r}{(k_2 + k_1 k_p)} \rightarrow r - \frac{k_1 k_p r}{(k_2 + k_1 k_p)} = r\left(\frac{k_2}{k_2 + k_1 + k_p}\right)$

c)



d) $x_1 = \int e\,dt \quad x_2 = T \quad \dot{x}_2 = \dot{T}$

$\dot{x}_1 = e = r - T = r - x_2 = -x_2 + r$ (1)

$\dot{x}_2 = -k_2 T + k_1(k_p e + k_i \int e\,dt)$

$\dot{x}_2 = -k_2 x_2 + k_1 k_p r - k_1 k_p x_2 + k_1 k_i x_1$

$\dot{x}_2 = k_1 k_i x_1 - (k_2 + k_1 k_p) x_2 + k_1 k_p r$ (2)

e) Setter $\dot{x}_1 = 0$: (1)

$-x_2 + r = 0 \Rightarrow x_2 = r$

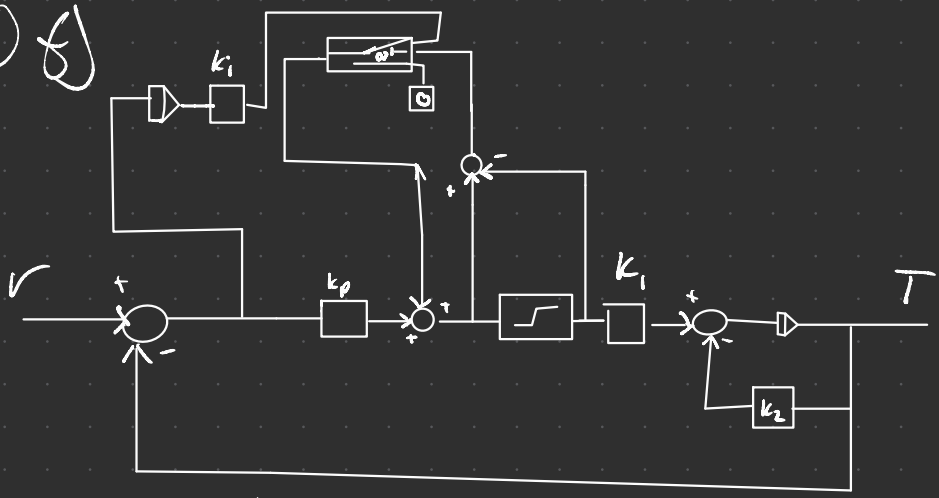
setter $\dot{x}_2 = 0$

$k_1 k_i x_1 - k_2 x_2 - k_1 k_p x_2 + k_1 k_p r = 0$

$x_1 = \frac{k_2 r}{k_1 k_i}$ Vi tretter stasjonærverdien

siden $x_1 = T = r$

① b)



Systemet bruker clamping for å forhindre integrator windup

---

② a) AV/PÅ regulator som skrur seg på når $25 > T > 21$

b) Minke AV nivået altså eks: $23,5 > T > 22,5$

c) a) Forstyrrelser i systemet
b) Forovverkobling

③ a) $x = -\cos q_1 \cdot a_1 + \cos(180 + q_1 + q_2) \cdot a_2$

$y = -\sin q_1 \cdot a_1 + \sin(180 + q_1 + q_2) \cdot a_2$

$x = -\cos q_1 \cdot a_1 - \cos(q_1 + q_2)\, a_2$

$y = -\sin q_1 \cdot a_1 - \sin(q_1 + q_2)\, a_2$

b) Kan dobbelt integrere akselarasjonen a i tidssteget. Feilkilden vil komme av støy i måleinstrumentet.

c) $x = p + x_b = p - \cos q_1 \cdot a_1 - \cos(q_1 + q_2)\, a_2$

④ a) Vi har diskret signaler og analoge signaler. Datamaskinen bruker diskret signala til å tilnærme seg det analoge signala.

b) Trenger en sampletid som er rask

$T_s = \frac{60}{60} = 1$

c) $f = \frac{1}{T_s} = 1\,Hz$ $\quad f_s \geq 2f = 2\,Hz$

⑤ a) $E = Q \cdot C \quad E = k_0 T_{ovn} - k_0 T_{rom}$

$\dot{E} = P - Q_{ovn}$ $\quad T_{ovn} = \frac{E_{ovn}}{C} =$

$\dot{E} = P_{ovn} - (k_0 T_{ovn} - k_0 T_{rom})$

$\dot{E} = \dot{T} C$

$\dot{T}_{ovn} = \frac{\dot{E}}{C} = -\frac{k_0}{C} T_{ovn} + \frac{1}{C}\left(P_{ovn} + k_0 T_{rom}\right)$

⑥ Energibalanser

$T_{ovn} = \frac{C_{rom} \dot{T}_{rom} - k T_{ute} + T_{rom}(k_0 + k)}{k_0}$

c) $T_{rom} = \frac{E}{C_{rom}} \rightarrow \dot{T}_{rom} = \frac{\dot{E}_{rom}}{C_{rom}}$

$\dot{E}_{rom} = -Q_{ovn} - Q_{ute}$

$\dot{E}_{rom} = -k_0 \dot{T}_{ovn} + k_0 \dot{T}_{rom} - k \dot{T}_{rom} + k \dot{T}_{ute}$

$\ddot{T} = \frac{-k_0}{C_{rom}}\left(\frac{-k_0}{C} T_{ovn} + \frac{1}{C}\left(P_{ovn} + k_0 T_{rom}\right)\right) + \left(\frac{k_0 - k}{C_{rom}}\right)\dot{T}_{rom} + \frac{k \dot{T}_{ute}}{C_{rom}}$

$\ddot{T} =$