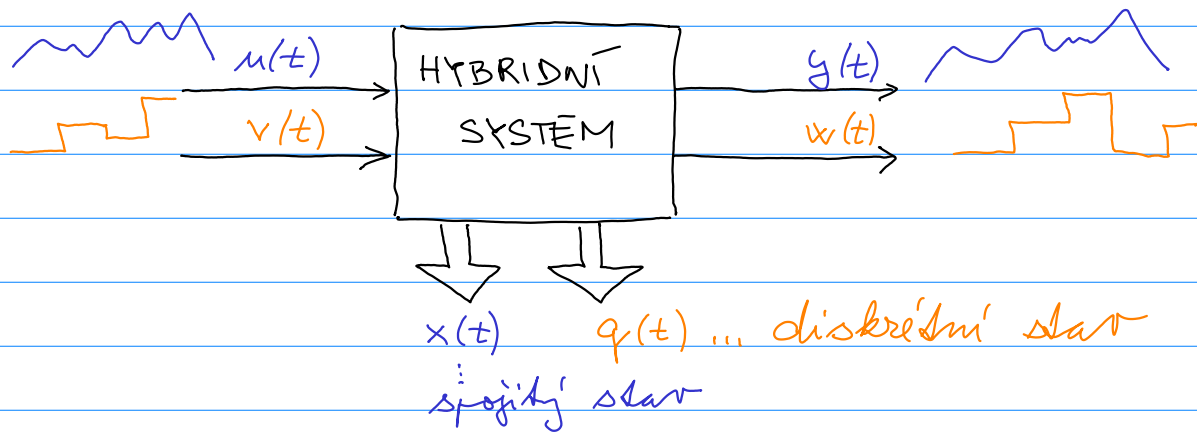


Hybridní systémy

= dynamické systémy s některými proměnnými spojitými (reálnými) a některými diskrétními (celočíslnými, nebo dokonce binárními)



$q()$ se vyvíjí po skocích v okamžicích $\underbrace{t_1, t_2, \dots, t_n}_{\text{časy přechodu}}$

$$\underset{\text{před}}{q(t_i^-)} \xrightarrow{\text{skok}} \underset{\text{po}}{q(t_i^+)}$$

Přepínání $\leftarrow$ dáno časem (angl. time-driven)
dáno událostmi (angl. event-driven)

Stavové rovnice

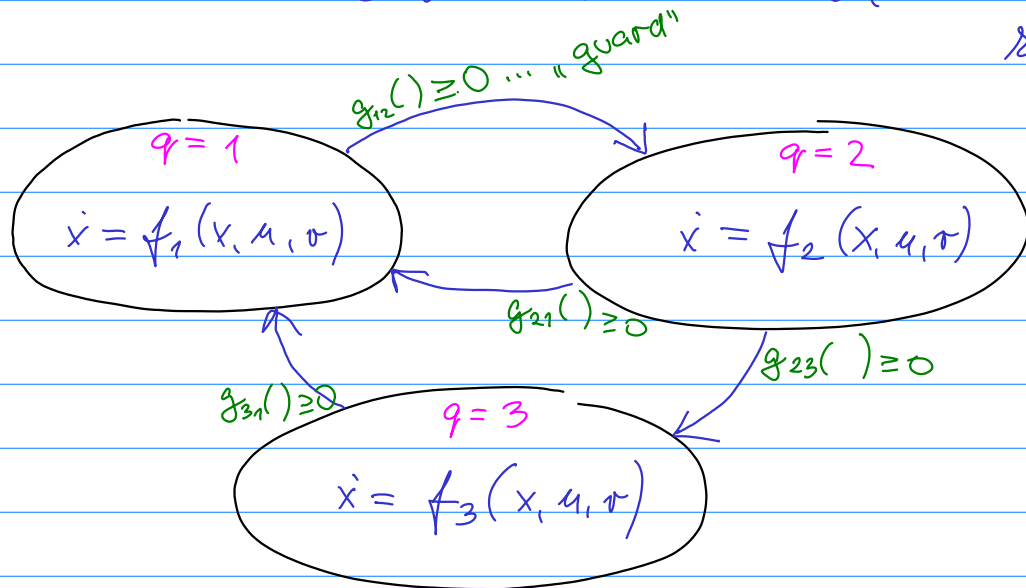
$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= f(x, q, u, v) \\ q(t_i^+) &= h(x, q(t_i^-), u, v) \end{aligned}$$

Velmi často q jen pár hodnot:

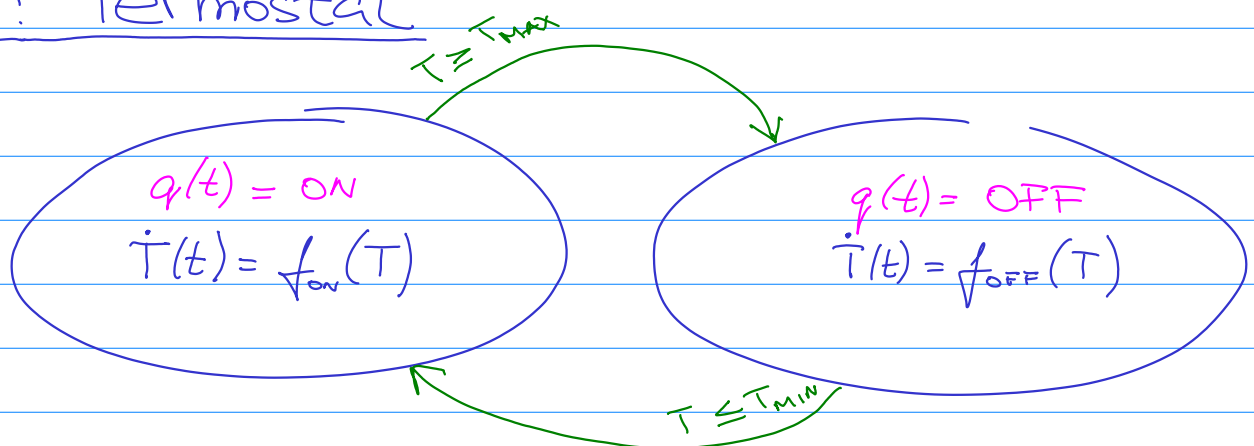
$$q \in \{0, 1, 2, 3\}$$

$$\dot{x}(t) = f_q(x, u, r) \leftarrow \begin{aligned} \dot{x} &= f_1() \\ \dot{x} &= f_2() \\ \dot{x} &= f_3() \\ &\vdots \end{aligned}$$

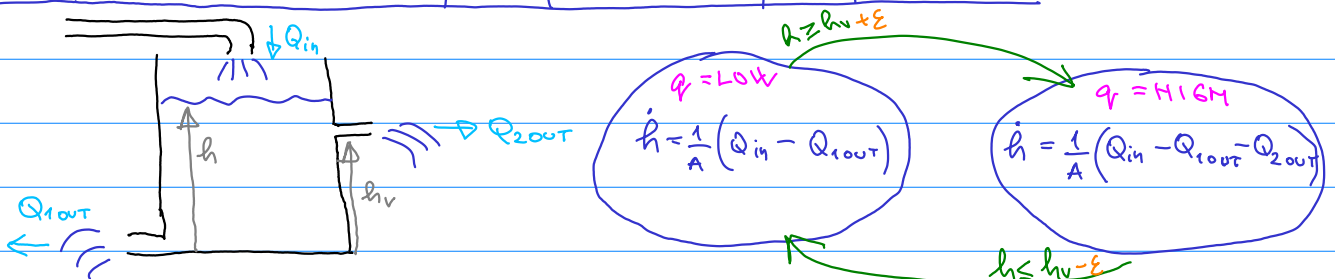
HYBRIDNÍ AUTOMAT (= rozšíření konečného stavového automatu o diferenciální rovnice)



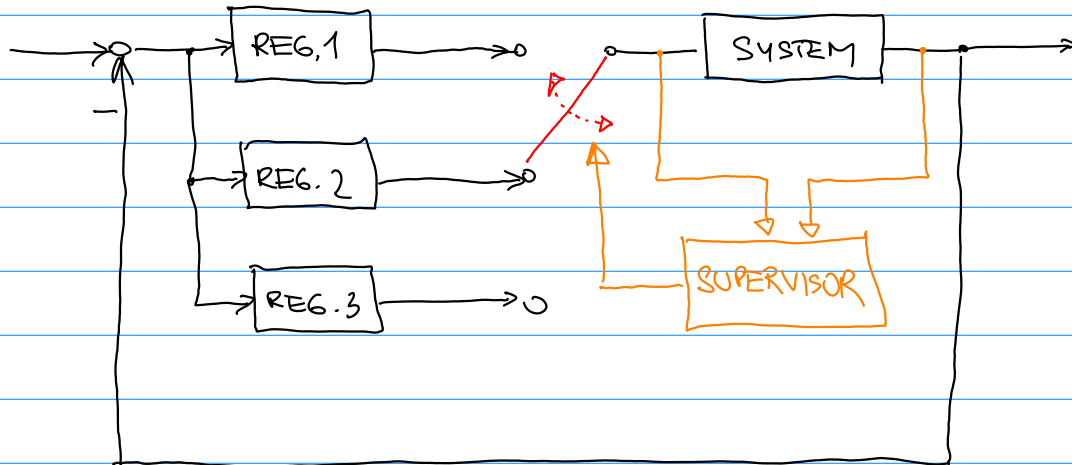
Př.: Termostat



Př.: Nádrž vody hydraulický systém

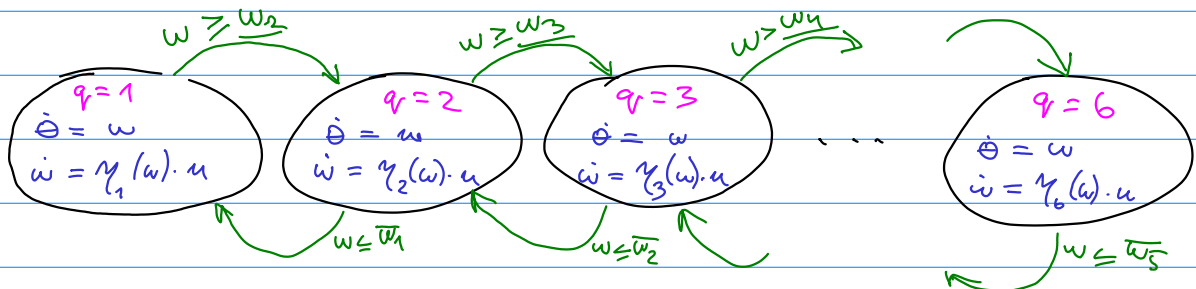


Pr.: Přepínací regulátory - supervizní řízení

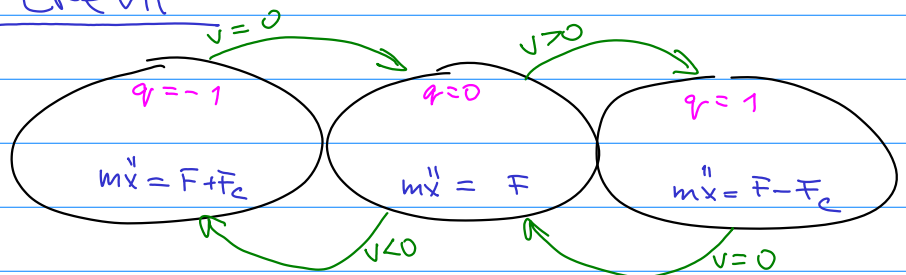
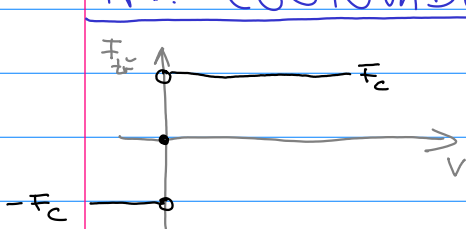


Pr.: Automatická převodovka

$$q \in \{ \cancel{0}, 1, 2, 3, 4, 5, 6 \}$$



Pr.: Coulombovo tření

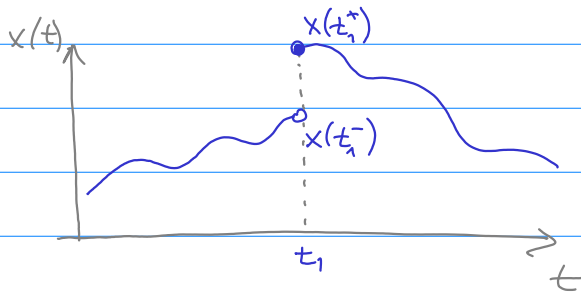


! Karnopp

$$\bar{F}_4 = \begin{cases} \text{sat}(F, F_c), v=0 \\ F_c \cdot \text{sign}(v) \end{cases}$$

SKOKY VE STAVOVÝCH VELIČINÁCH

(impulsní systémy)



Př.: skákající míč

