

Automatické řízení

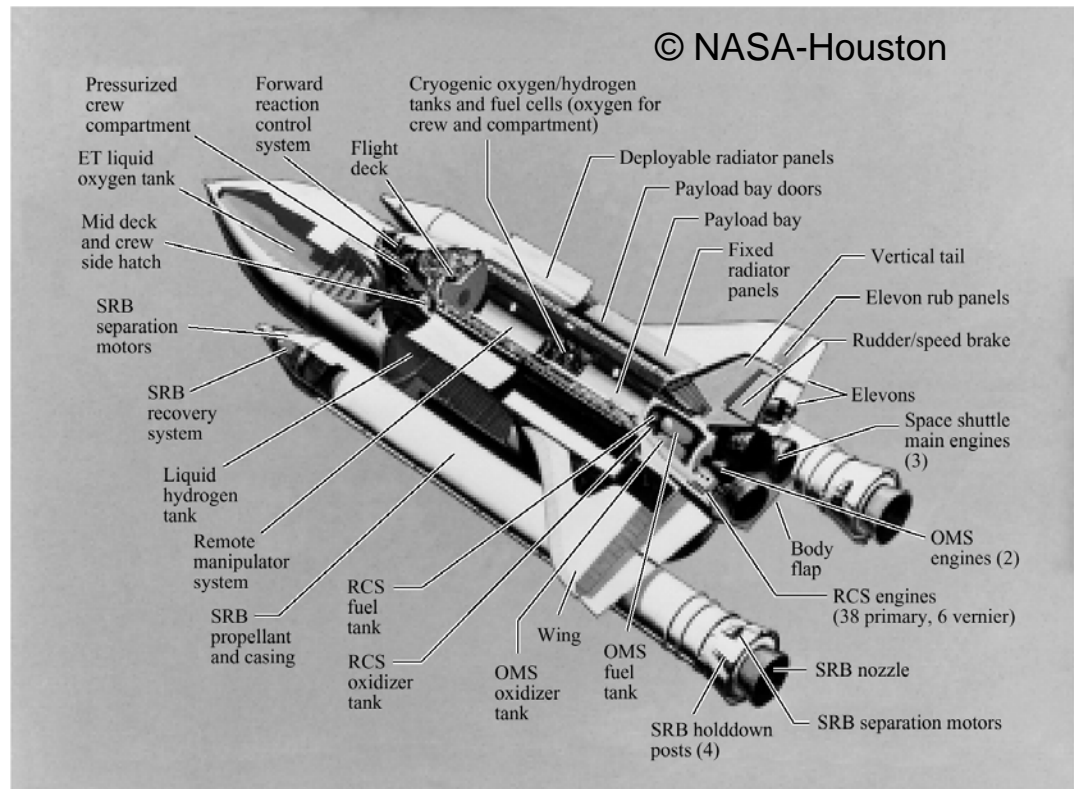
15-1-13

Automatické řízení - Doplněk Diagramy a grafy

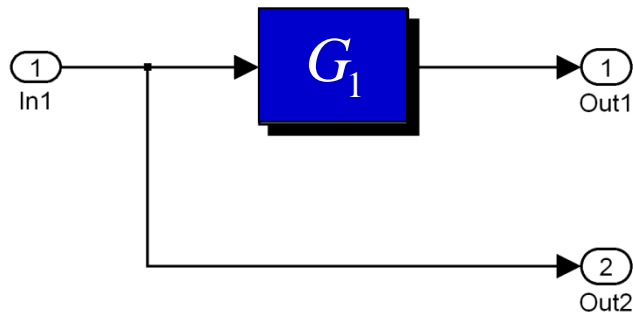


Cassini-Huygens
MISSION TO SATURN & TITAN

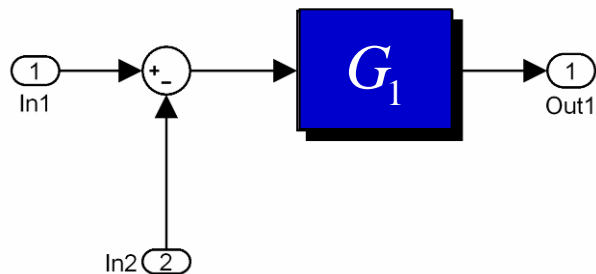
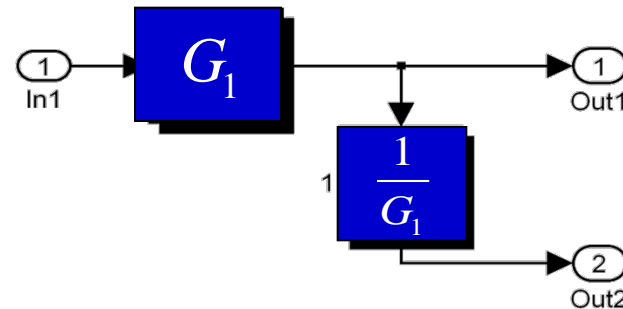
- soustavy rovnic graficky zobrazujeme blokovými diagramy
- složité soustavy zjednodušíme výpočtem
- nebo zjednodušením blokových diagramů



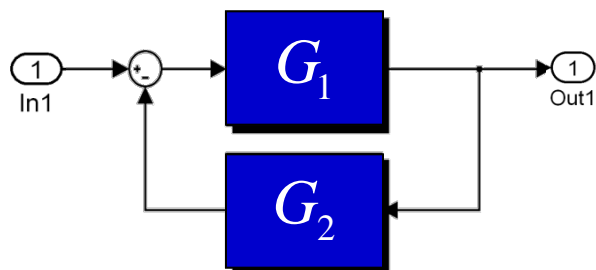
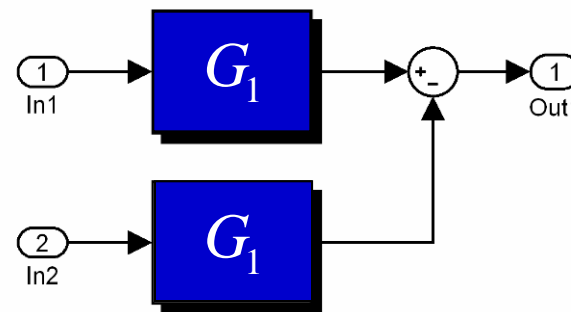
Algebra blokových diagramů



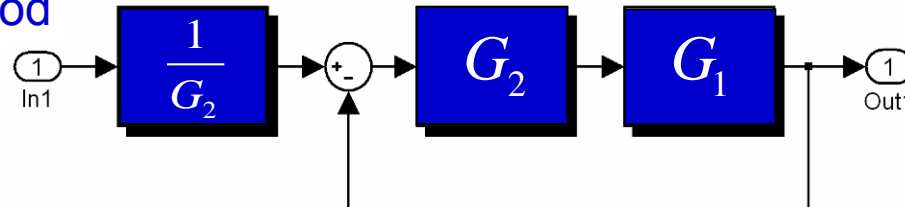
větvící bod

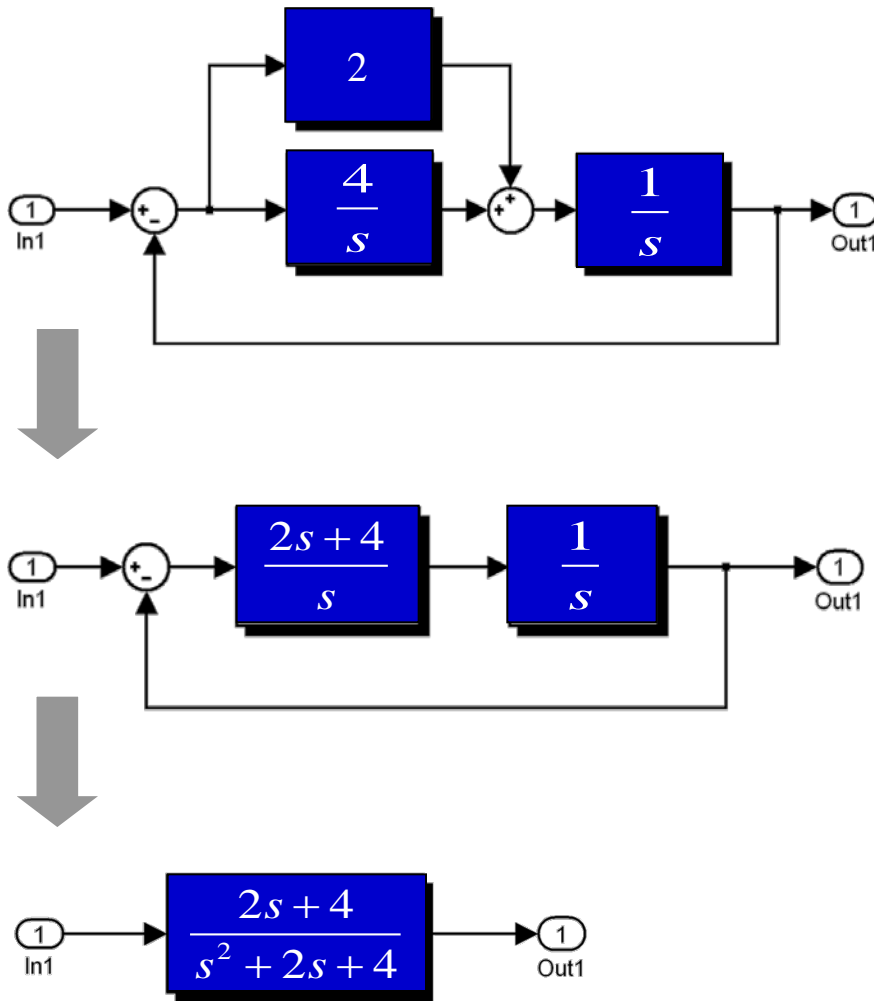


před sčítací bod



za sčítací bod





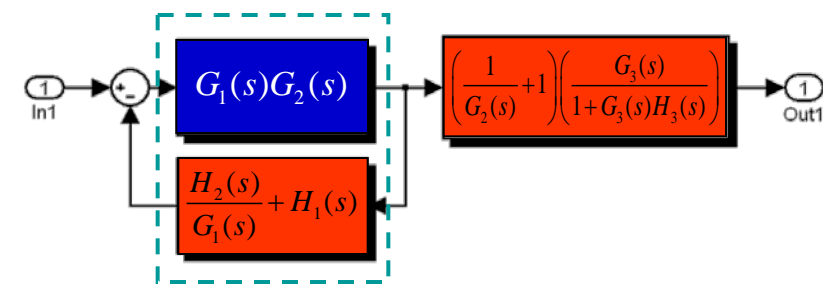
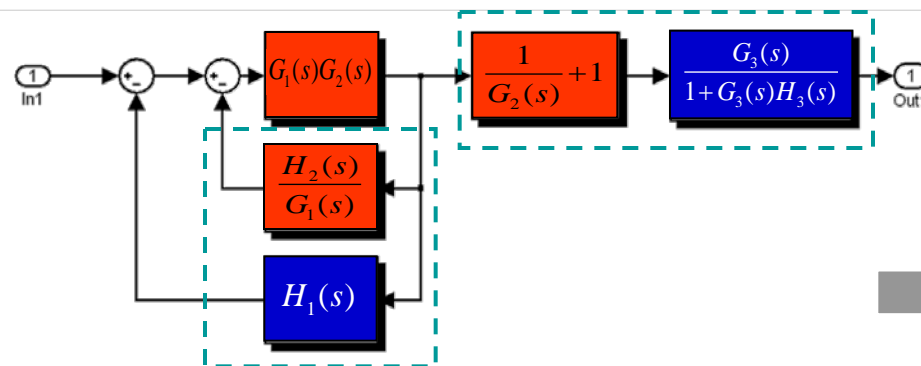
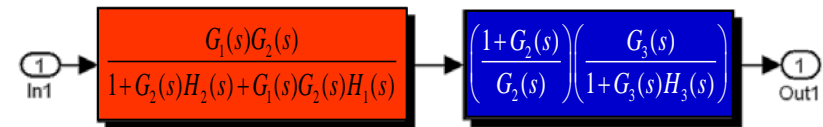
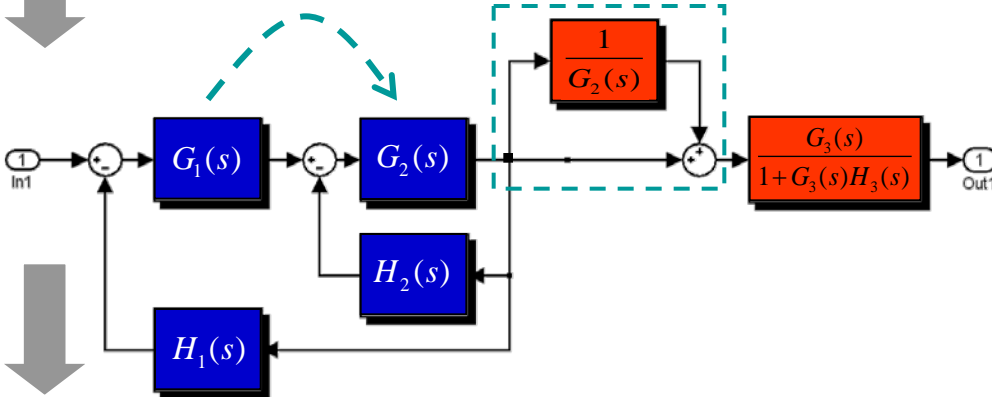
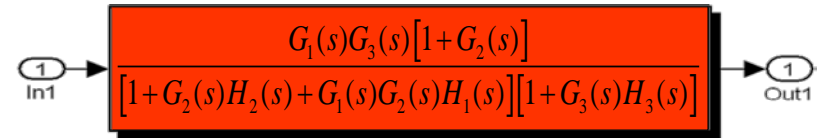
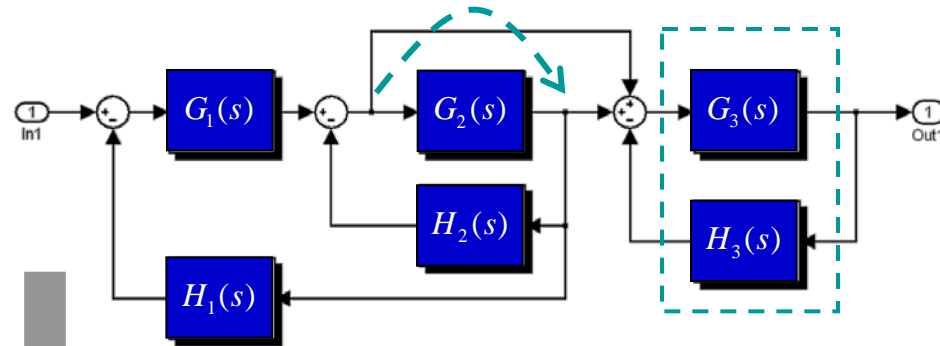
Polynomial Tbx

```
>> g = ((2*s+4)/s^2)/(1+(2*s+4)/s^2)
g =
      4 + 2s / 4 + 2s + s^2
>> sdf(g)
ans =
      4 + 2s
-----
      4 + 2s + s^2
```

Symbolic Math Tbx

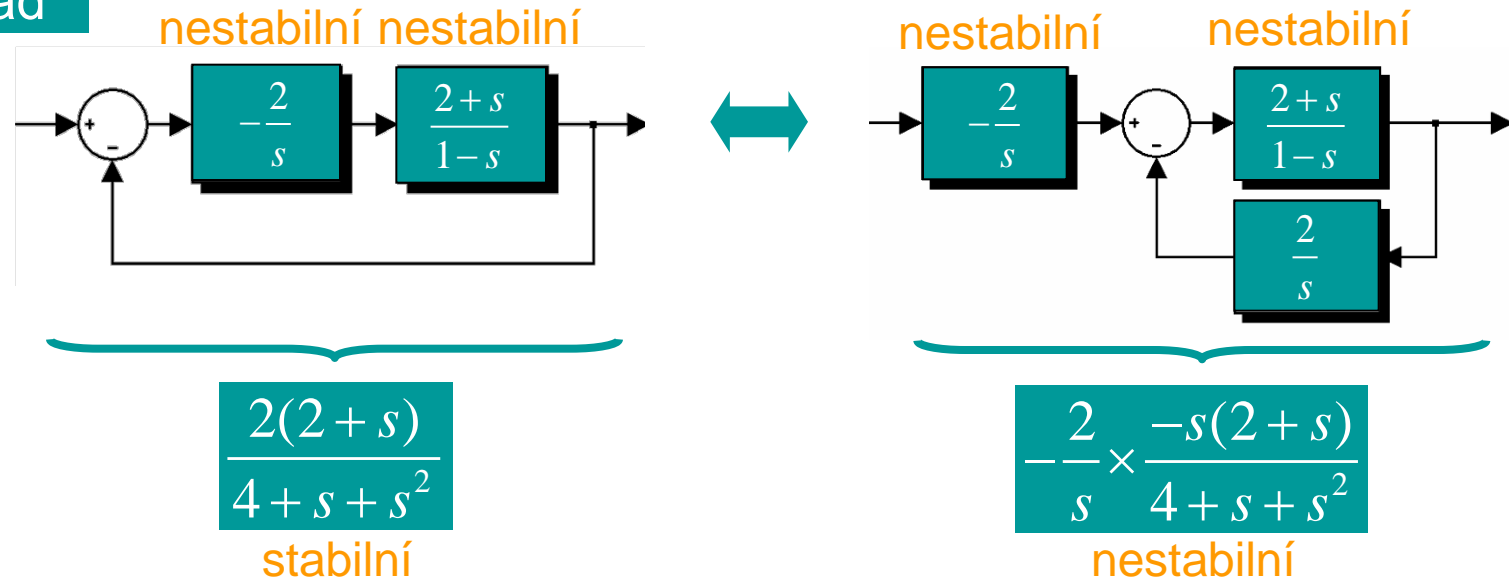
```
>> syms s
>> g = ((2*s+4)/s^2)/(1+(2*s+4)/s^2)
g =
(2*s+4)/s^2/(1+(2*s+4)/s^2)
>> simplify(g)
ans =
2*(s+2)/(s^2+2*s+4)
```

Př: Redukce pomocí posouvání bloků



- tato a další pravidla pro přesouvání bloků **platí jen pro přenosy**
- jiné vlastnosti, důležité pro řízení, při přesunech zachovány nejsou

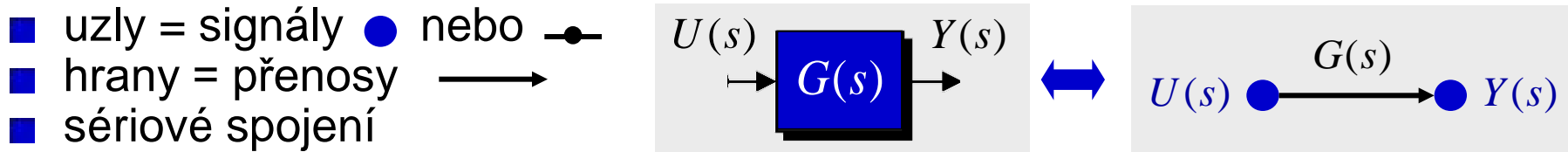
Příklad



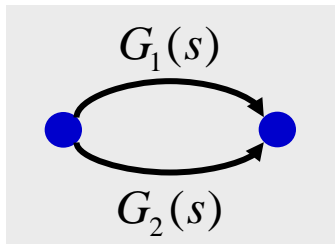
- tedy přenos se přesunutím (po vykrácení) nezměnil, ale
- v prvním případě nestabilní regulátor nestabilní systém **stabilizuje**
- ve druhém případě **ne** (aspoň pokud by byl realizován takto hloupě, ze dvou oddělených subsystémů)

Graf signálových toků (Signal-Flow Graph)

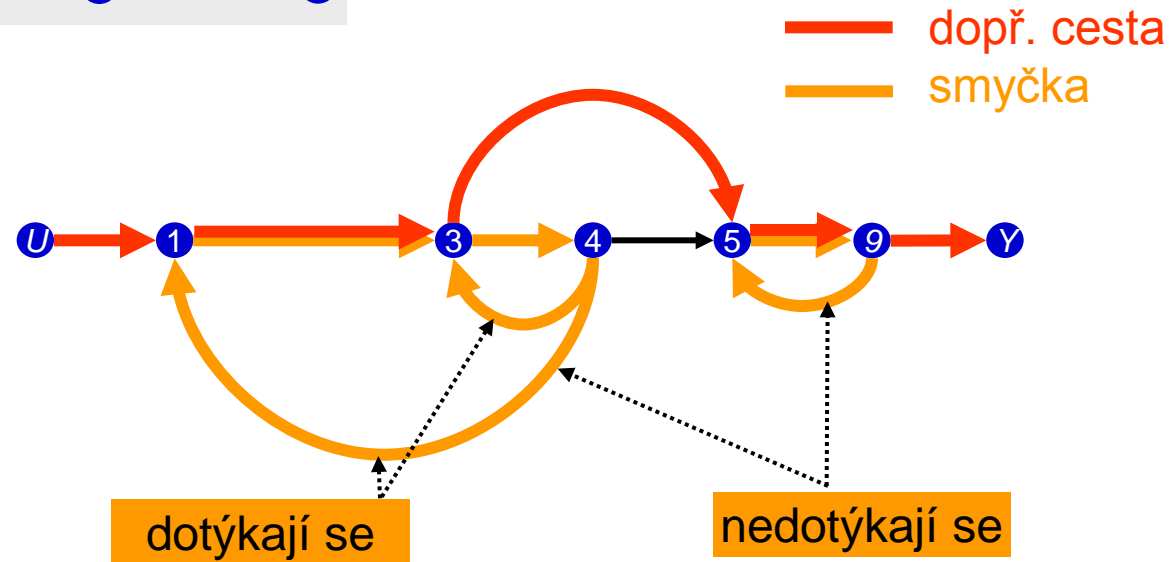
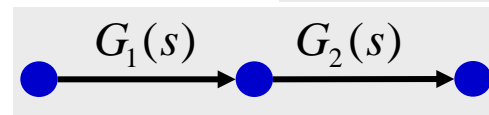
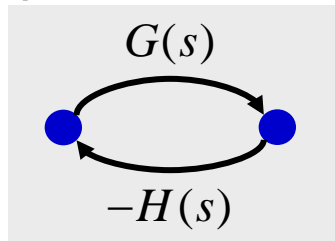
- alternativní grafické zobrazení, zavedl S.J.Mason v 50 letech



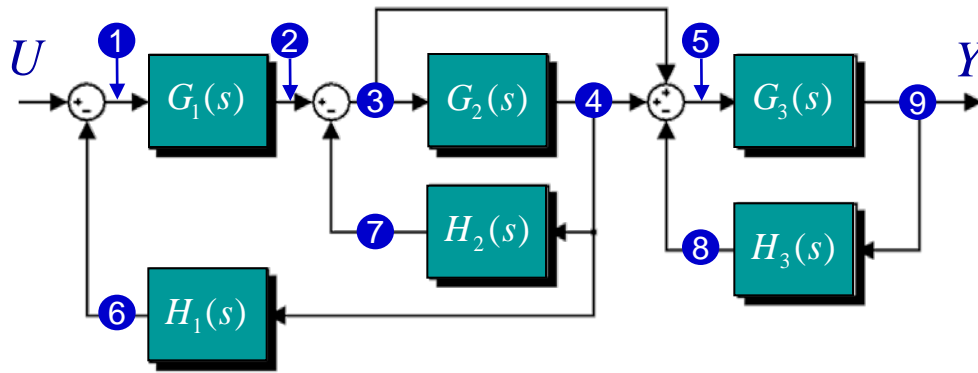
- paralelní spojení



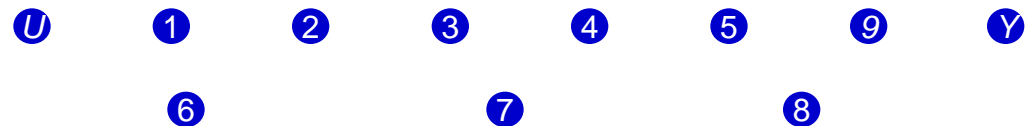
- zpětná vazba



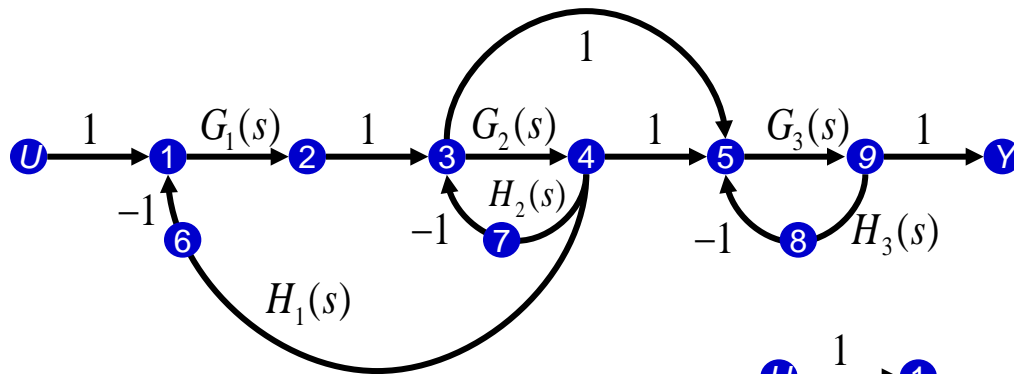
- **cesta (path):** spojení dvou uzlů ve směru signálů, žádný uzel na cestě 2x
- **dopředená cesta (forward path):** cesta ze vstupu na výstup
- **smyčka (loop):** uzavřená cesta, začíná a končí ve stejném uzlu
- **dotýkat se:** mít společný uzel



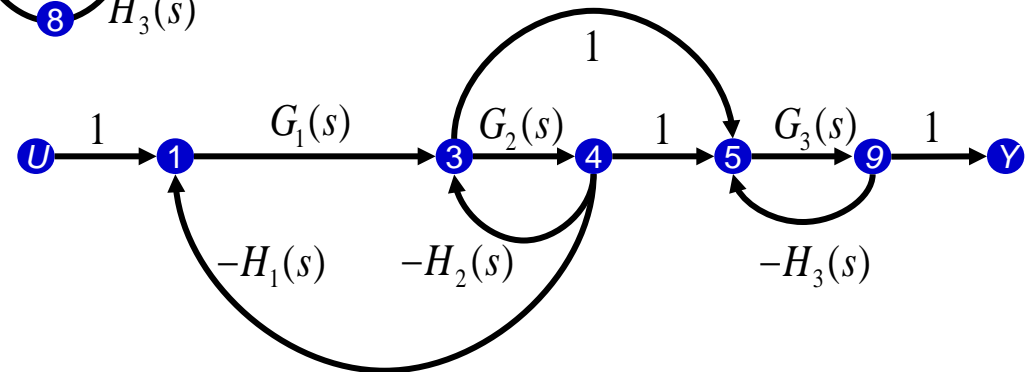
označíme signály



nakreslíme uzly



přidáme hrany

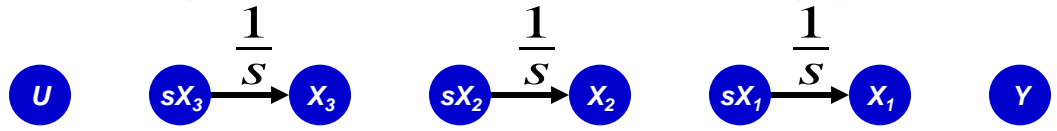


zjednodušíme odebráním
některých hran hrany

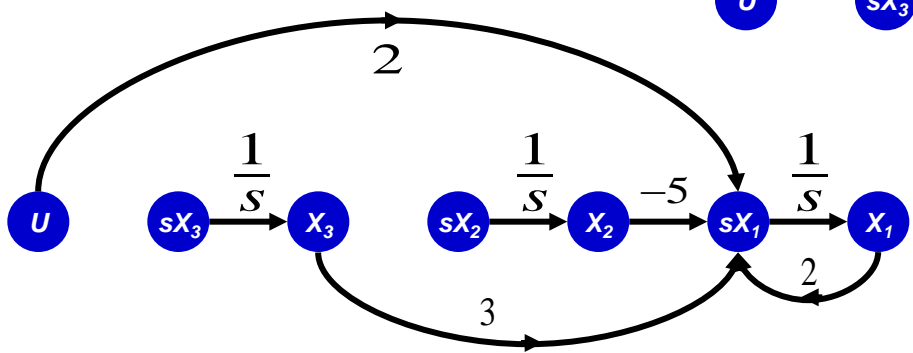
Příklad: Graf sig. toků pro stavové rce

- nakreslíme graf pro stavové rovnice
- 1 - umístíme uzly
- 2 - spojíme stavové proměnné s jejich derivacemi

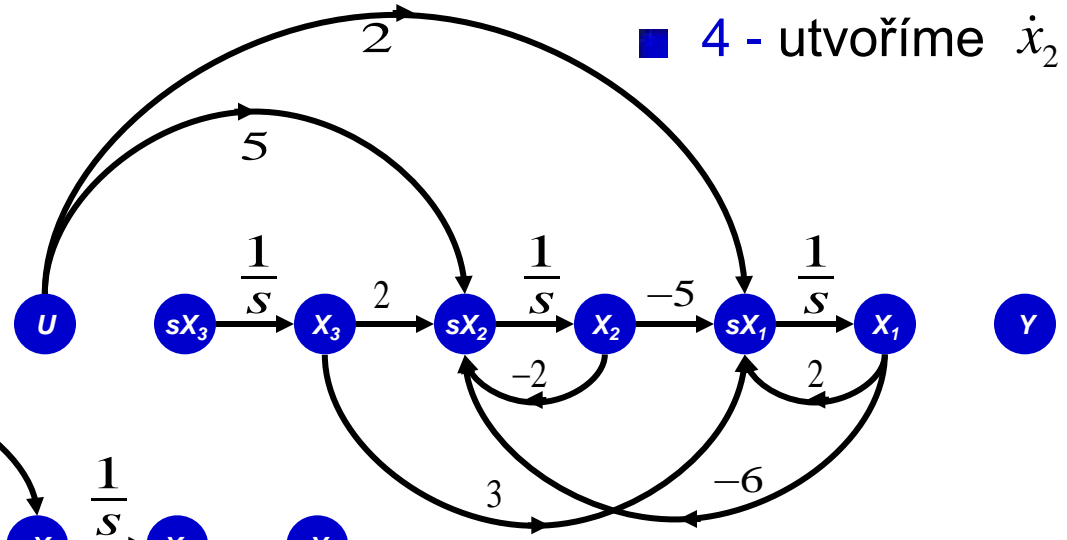
$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= 2x_1 - 5x_2 + 3x_3 + 2u \\ \dot{x}_2 &= -6x_1 - 2x_2 + 2x_3 + 5u \\ \dot{x}_3 &= x_1 - 3x_2 - 4x_3 + 7u \\ y &= -4x_1 + 6x_2 + 9x_3 \end{aligned}$$



- 3 - utvoříme \dot{x}_1

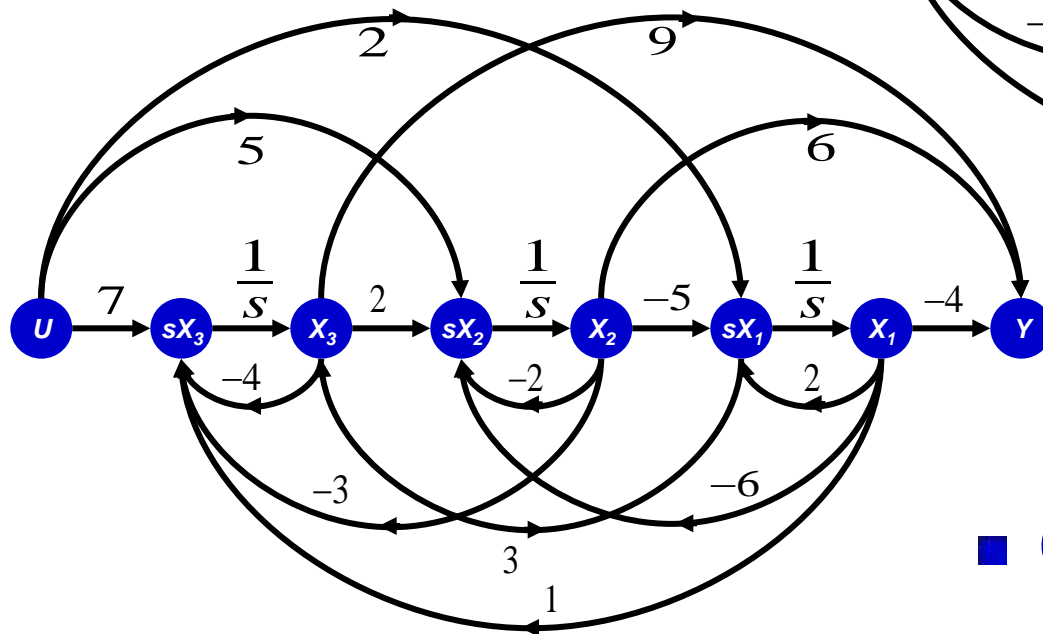
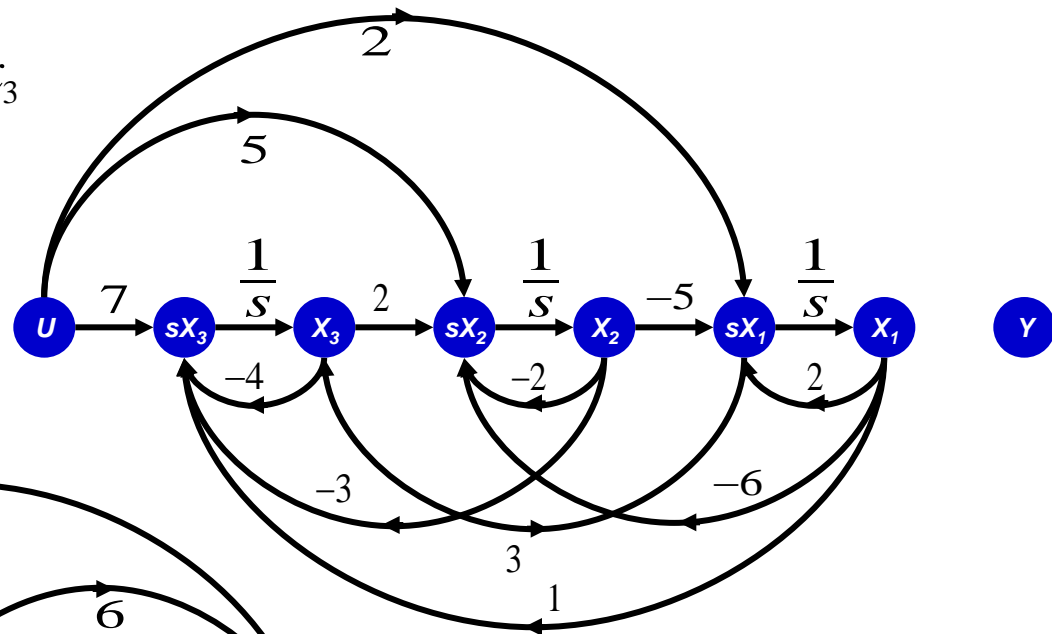


- 4 - utvoříme \dot{x}_2



Příklad: Graf sig. toků pro stavové rce

■ 5 - utvoříme \dot{x}_3



■ 6 - utvoříme y

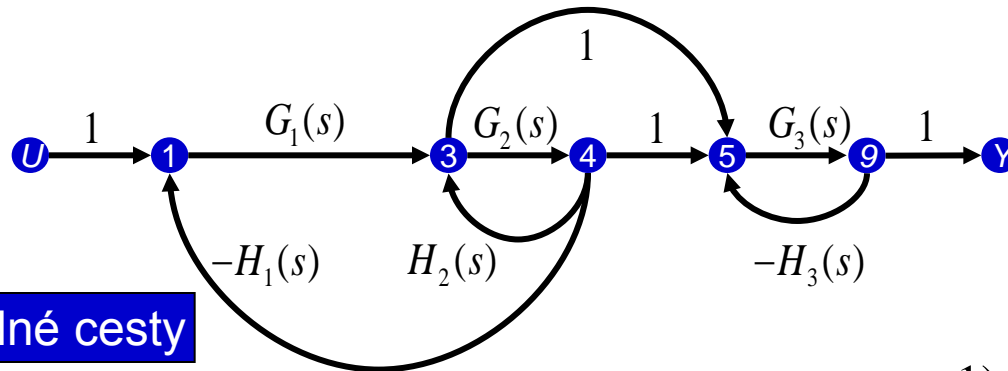
Podle S.J.Mason vypočteme výsledný přenos takto:

- najdeme všechny dopředené cesty a vypočteme jejich přenosy
- najdeme všechny smyčky a vypočteme jejich přenosy
- výsledný přenos vypočteme ze vzorce

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{\Delta} \sum_{i=1}^k T_i \Delta_i$$

kde

- ⓐ k je počet dopředných cest
 - ⓐ T_i je přenos i -té dopředné cesty
 - ⓐ $\Delta = 1 - \Sigma$ přenosů všech smyček + Σ součinů přenosů všech dvojic nedotýkajících se smyček - Σ součinů přenosů všech trojic nedotýkajících se smyček + Σ ... čtveřic ... - Σ ... pětic ... + ...
 - ⓐ $\Delta_k = \Delta$ po odstranění přenosů všech smyček, které se dotýkají k -té dopředné cesty
- Masonovo pravidlo už dnes nemá takový význam jako v minulosti, často raději využijeme SW



dopředné cesty

- 1) 13459: $G_1(s)G_2(s)G_3(s)$
- 2) 1359: $G_1(s)G_3(s)$

jednotlivé smyčky

- 1) 1341: $-G_1(s)G_2(s)H_1(s)$
- 2) 343: $G_2(s)H_2(s)$
- 3) 595: $-G_3(s)H_3(s)$

dvojice smyček

- 1)+3): $G_1(s)G_2(s)H_1(s)G_3(s)H_3(s)$
- 2)+3): $-G_2(s)H_2(s)G_3(s)H_3(s)$

$$\Delta = 1 - (-G_1(s)G_2(s)H_1(s) + G_2(s)H_2(s) - G_3(s)H_3(s)) + (G_1(s)G_2(s)H_1(s)G_3(s)H_3(s) - G_2(s)H_2(s)G_3(s)H_3(s))$$

$$= (1 + G_3(s)H_3(s))(1 + G_1(s)G_2(s)H_1(s) - G_2(s)H_2(s))$$

$$\Delta_1 = 1, \Delta_2 = 1, T_1 = G_1(s)G_2(s)G_3(s), T_2 = G_1(s)G_3(s)$$

$$T_1\Delta_1 + T_2\Delta_2 = G_1(s)G_2(s)G_3(s) + G_1(s)G_3(s) = G_1(s)G_3(s)(G_2(s) + 1)$$

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{G_1(s)G_3(s)(G_2(s) + 1)}{(1 + G_3(s)H_3(s))(1 + G_1(s)G_2(s)H_1(s) - G_2(s)H_2(s))}$$