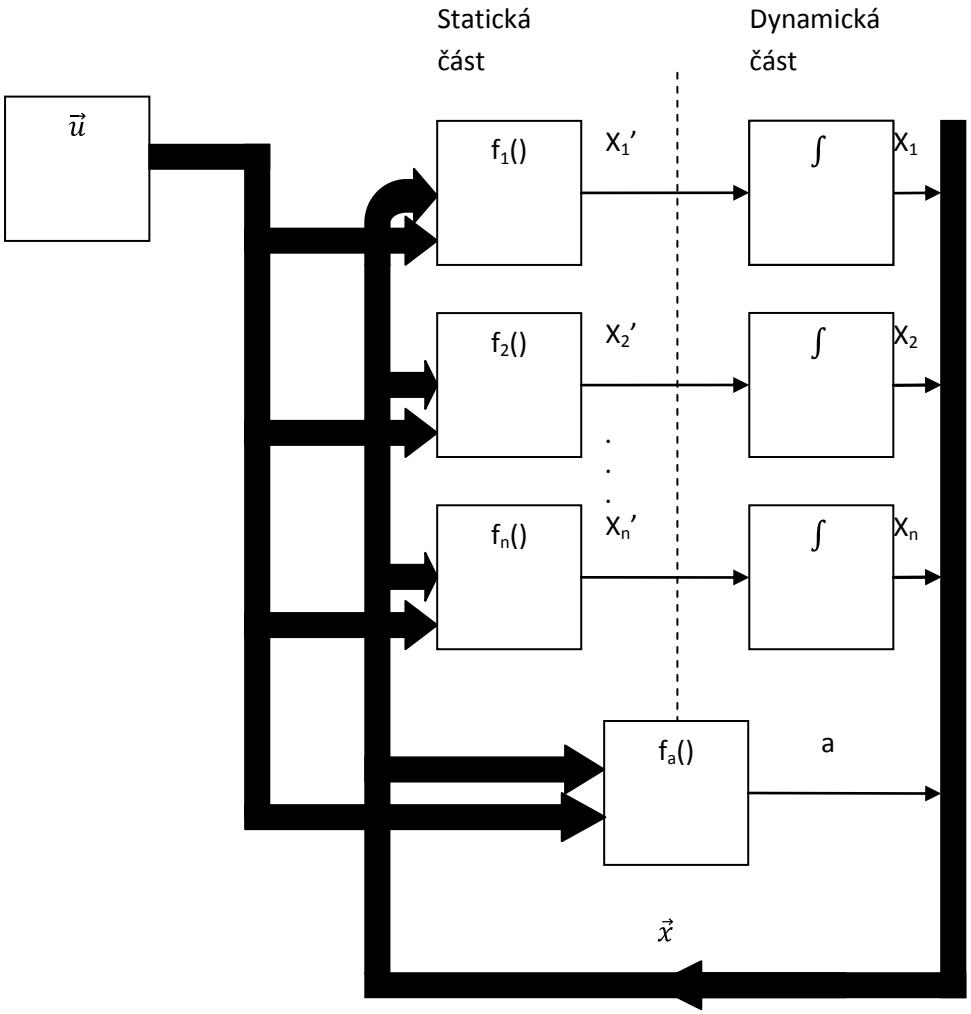
Technická funkce

Je integrovatelná a má konečný počet nespojitostí typu jednotkový skok. Měla by být na pravé straně stavových rovnic, abychom je dokázali řešit (modelovat).

$$\vec{\dot{x}} = \vec{f}(\vec{x}, \vec{u})$$
$$\frac{dx_1}{dt} = f_1(\vec{x}, \vec{u})$$
$$x_1 = \int f_1(\vec{x}, \vec{u})$$
$$\dots$$

Dostáváme integrální funkce, které mají něco společné: mají na vstupu funkční hodnoty a musí vytvořit spojitý přírůstek stavové veličiny.



1. Určíme celý vektor $\vec{x}'(t)$
2. Určíme celý vektor $\vec{x}(t + \Delta t)$
3. Opakujeme pro všechny t v době simulace

Algebraická smyčka

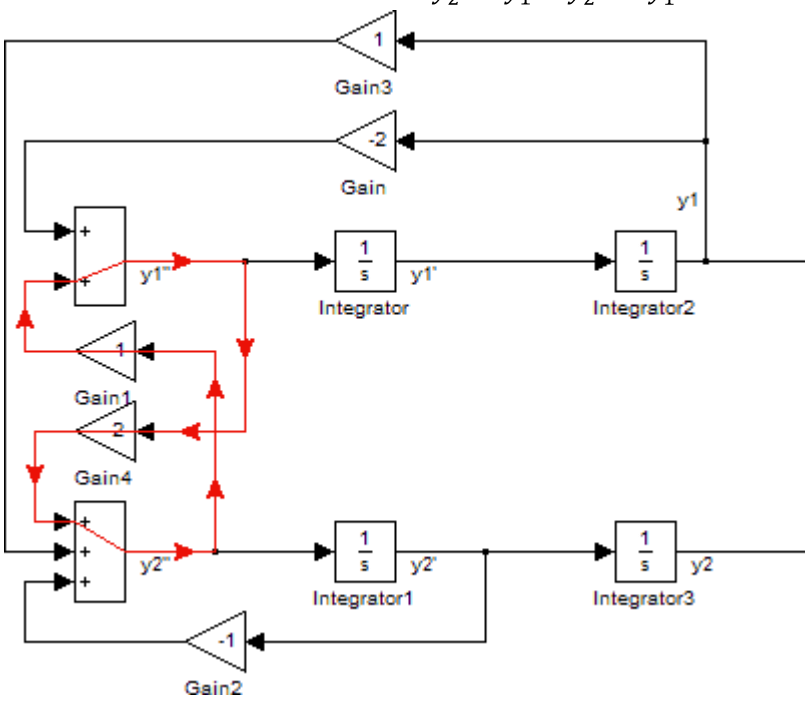
Je zpětnovazební smyčka, která neprochází žádným integrátorem.s

f_a je algebraická smyčka, mohou s ní však být problémy, nemá žádnou dynamiku jde jen o řešení algebraické rovnice $a = \vec{f}(\vec{x}, \vec{u}, a)$ (snažíme se tedy algebraicky najít řešení pro a), jelikož výstup této funkce přivádíme na vstup společně s vektorem $\vec{x}$ musí být a řešením této rovnice (čili dynamika systému by byla závislá na a, $x_1 = f_1(\vec{x}, \vec{u}, a)$). Pakliže není, přivádíme na vstup špatnou hodnotu.

Odstranění algebraické smyčky

1. Úpravou matematického modelu

$$y_1'' = -2y_1 - y_2''$$
$$y_2'' = y_1 - y_2' + 2y_1''$$



Tyto upravíme tak, že do druhé dosadíme za y_1'' rovnici první a obdobně pro rovnici druhou:

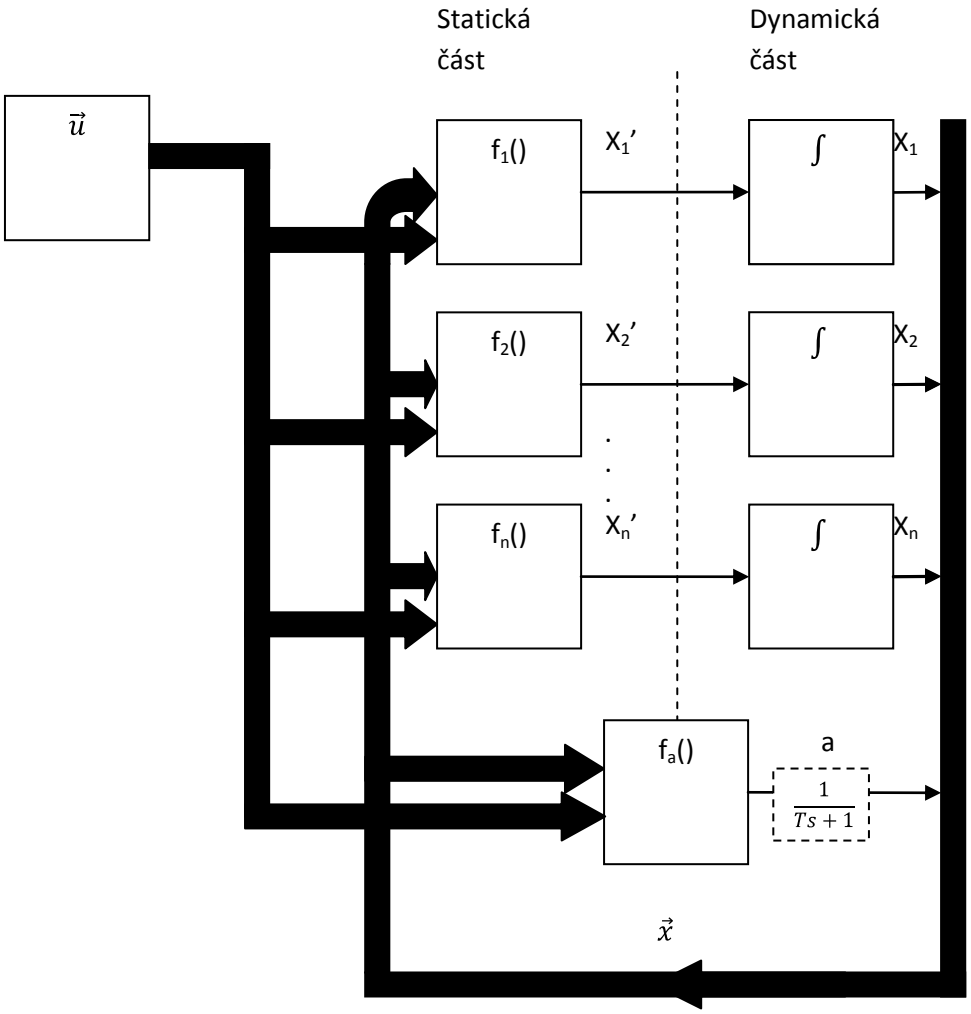
$$3y_1'' = -3y_1 + y_2' \rightarrow y_1'' = -y_1 + \frac{y_2'}{3}$$
$$3y_2'' = -3y_1 - y_2' \rightarrow y_2'' = -y_1 - \frac{y_2'}{3}$$

Porovnat modely (oba by se měli shodovat) viz Cv03.mdl

2. Doplněním soustavy prvního řádu do algebraické smyčky, jejíž časová konstanta je řádově menší než nejmenší časová konstanta modelu

$$F_s = \frac{k}{Ts+1}, k = 1$$

To má za následek zkrácení simulačního kroku (větší délka simulace) a zvýší řád systému. Vhodné pro analogové počítače.



3. Iteračním výpočtem

Problém konvergence, užití vhodné počáteční podmínky (Picardovy a Newtonovy postupy hledání průsečíků funkcí) algebraickou smyčku musíme iteračním postupem vyřešit, než její výsledek použijeme pro vlastní simulaci resp. vstup do funkčních bloků f_1, f_2, …, f_3. (Postup simulace pak bude: vyřešení algebraické smyčky, vstup do bloků x, integrace, další krok - vyřešení algebraické smyčky …).

Postup tvorby stavového popisu

Př.: Automobil

F_s…setrvačná síla

F_u…buzení

$$F_s = F_u$$
$$m\, a_s = m\, a$$
$$y'' = a$$

Za derivace výstupní veličiny dosazujeme stavové proměnné, dokud nezískáme potřebná počet stavových veličin resp., dokud nebudeme moci explicitně vyjádřit nejvyšší derivaci výstupní veličiny pomocí pouze nultých derivací stavových veličin a nultých derivací buzení.

$$x_1 = y$$
$$x_2 = y'$$
$$y'' = x_2' = a$$
$$\downarrow$$
$$x_1' = x_2$$
$$x_2' = a$$
$$y = x_1$$

Př.:

$$y'' + 2y' - 3y = 2u$$
$$y = x_1$$
$$x_1' = y' = x_2 \rightarrow x_1' = x_2$$
$$x_2' = y'' = -2y' + 3y + 2u = -2x_2 + 3x_1 + 2u$$
$$x_2' = -2x_2 + 3x_1 + 2u$$

Stavový popis nesmí obsahovat **y**