

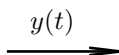
O schematickom znázornení dynamického systému

DYNAMICKÝ systém je možné, samozrejme, opísať diferenciálnou rovnicou a túto potom použiť na ďalšiu analýzu. Dynamický systém, alebo diferenciálnu rovnicu, ktorá ho opisuje, je možné znázorniť aj graficky *blokovou schémou*. Takou, ktorá prípadne umožňuje aj opačný postup, teda schéma určuje diferenciálnu rovnicu. Výsledná bloková schéma taktiež umožňuje ďalšiu analýzu dynamického systému.

1 Prvky blokovej schémy

Typicky sa v rámci takejto schémy používajú nasledovné prvky a bloky.

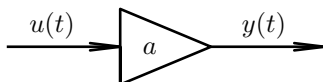
Signál



Obr. 1: Signál v blokovej schéme.

Signál je reprezentovaný čiarou so šípku, ktorá určuje smer prenosu informácie. Pri čiare je uvedené označenie signálu.

Zosilňovač



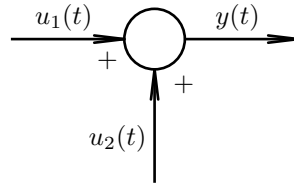
Obr. 2: Zosilňovač v blokovej schéme.

Ide o blok, ktorý vo všeobecnosti zosilňuje signál na vstupe tohto bloku. Samozrejme, môže ísť aj o „zoslabenie“. Inými slovami, tento blok vynásobí hodnotu vstupného signálu $u(t)$ hodnotou parametra a a výstupom je signál $y(t)$. Matematicky zapísané

$$y(t) = a u(t) \quad (1)$$

Parameter a môže mať ľubovoľnú hodnotu, môže byť menší ako 1 (zoslabenie) alebo záporný.

Sumátor

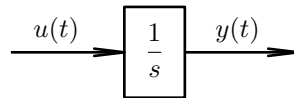


Obr. 3: Sumátor v blokovej schéme.

Realizuje sčítanie hodnôt dvoch alebo viacerých signálov. Prípadne odčítanie. Príklad matematického zápisu:

$$y(t) = u_1(t) + u_2(t) \quad (2)$$

Integrátor



Obr. 4: Integrátor v blokovej schéme.

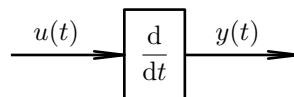
Predstavuje časovú integráciu vstupného signálu v zmysle matematického zápisu

$$y(t) = \int u(t) dt \quad y(0) = y_0 \quad (3)$$

kde y_0 je začiatočná hodnota signálu $y(t)$, teda začiatočná podmienka.

Derivácia

Pre úplnosť uvedieme aj blok realizujúci časovú deriváciu signálu. Je opakom integrátora. Tento blok sa však v praxi používa menej často. Dôvodom je, že implementovať časovú deriváciu je v praxi



Obr. 5: Časová derivácia v blokovej schéme.

2 Príklady

2.1 Príklad postupu

Uvažujme dynamický systém daný diferenciálnou rovnicou v tvare

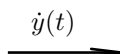
$$\dot{y}(t) + ay(t) = 0 \quad y(0) = y_0 \quad (4)$$

Postup pre zostavenie blokovej schémy dynamického systému môže byť nasledovný.

Rovnica (4) je prvého rádu a neznámou je časová funkcia $y(t)$. Prepíšme rovnicu (4) tak, aby na ľavej strane bola len najvyššia derivácia neznámej, v tomto prípade signál $\dot{y}(t)$. Teda

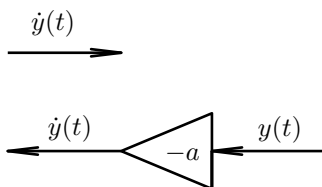
$$\dot{y}(t) = -ay(t) \quad (5)$$

Rovnica v tomto tvare je východiskom pre zostavenie blokovej schémy. Je totiž zrejmé, že signál $\dot{y}(t)$ existuje. Inými slovami, to, čo určite máme k dispozícii je signál $\dot{y}(t)$. Ak by tento signál neexistoval, tak vlastne rovnica (5) by bola nezmyslom. V schéme teda máme k dispozícii signál $\dot{y}(t)$.



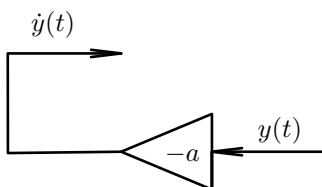
Obr. 6: Bloková schéma rovnice (4), krok prvý.

Rovnica v tvare (5) tiež priamo ukazuje, že signál $\dot{y}(t)$ je to isté ako výraz $-ay(t)$. Vieme zostaviť blokovú schému tohto výrazu? Ide zjavne o zosilňovač so zosilnením $-a$, ktorý má na vstupe signál $y(t)$. Pridajme do blokovej schémy:



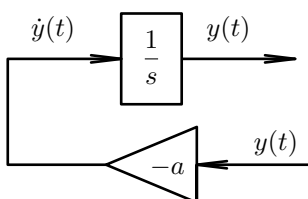
Obr. 7: Bloková schéma rovnice (4), krok druhý.

Keďže doslova $\dot{y}(t) = -ay(t)$, tak



Obr. 8: Bloková schéma rovnice (4), krok tretí.

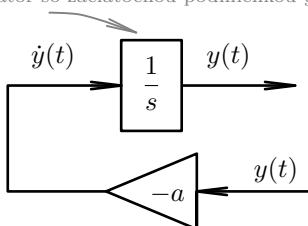
Pripomeňme, že signál $\dot{y}(t)$ takpovediac existuje, je k dispozícii. Samotný signál $y(t)$ však nie je k dispozícii. Je potrebné ho vytvoriť z toho, čo už k dispozícii je. Je zrejmé, že signál $y(t)$ je možné získať integrovaním $\dot{y}(t)$, teda



Obr. 9: Bloková schéma rovnice (4), krok štvrtý.

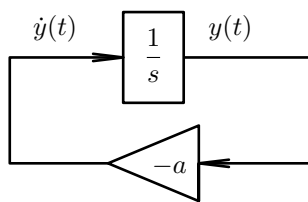
pričom integrátor musí mať začiatočnú podmienku $y(0) = y_0$ (podľa (4)).

integrátor so začiatočnou podmienkou $y(0) = y_0$



Obr. 10:

Napokon



Obr. 11: Bloková schéma rovnice (4).

je bloková schéma dynamického systému, ktorá zodpovedá diferenciálnej rovnici (4).

2.2 Príklad 1

Uvažujme dynamický systém daný diferenciálnou rovnicou v tvare

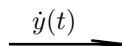
$$\dot{y}(t) + ay(t) = bu(t) \quad y(0) = y_0 \quad (6)$$

kde a , b sú konštanty a $u(t)$ je známy vstupný signál.

Rovnicu (6) prepíšme tak, aby na ľavej strane bola len najvyššia derivácia neznámej, teda signál $\dot{y}(t)$. Teda

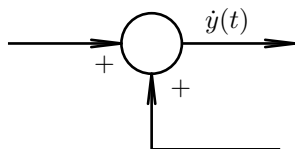
$$\dot{y}(t) = -ay(t) + bu(t) \quad (7)$$

Na začiatku máme k dispozícii signál $\dot{y}(t)$, teda



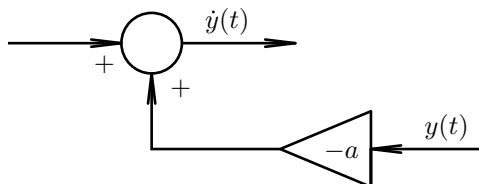
Obr. 12: Bloková schéma rovnice (6), krok prvý.

Signál $\dot{y}(t)$ je súčtom dvoch iných signálov.



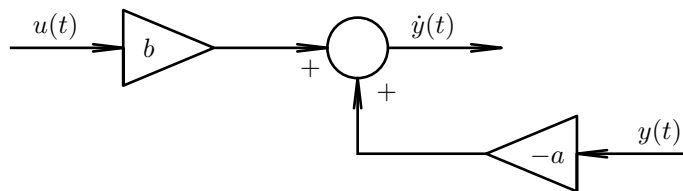
Obr. 13: Bloková schéma rovnice (6), krok druhý.

Prvý signál získame zosilnením signálu $y(t)$ zosilňovačom s parametrom $-a$.



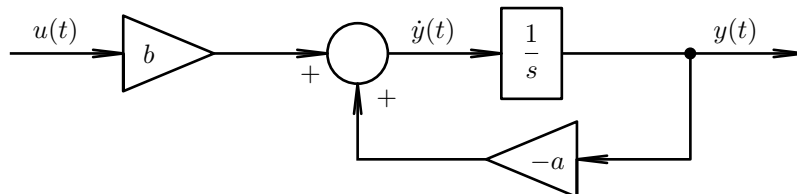
Obr. 14: Bloková schéma rovnice (6), krok tretí.

Druhý získame zosilnením známeho (dostupného) signálu $u(t)$ zosilňovačom s parametrom b .



Obr. 15: Bloková schéma rovnice (6), krok štvrtý.

Signál $y(t)$ v tomto kroku však nie je dostupný, je potrebné ho vytvoriť z toho, čo už k dispozícii je. Signál $y(t)$ je možné získať integrovaním signálu $\dot{y}(t)$.



Obr. 16: Bloková schéma rovnice (6).

Integrátor musí mať začiatočnú podmienku $y(0) = y_0$ (podľa (6)).

2.3 Príklad 2

Uvažujme dynamický systém daný diferenciálnou rovnicou v tvare

$$\ddot{y}(t) + a_1\dot{y}(t) + a_0y(t) = b_0u(t) \quad y(0) = y_0 \quad \dot{y}(0) = z_0 \quad (8)$$

kde a_0 , a_1 , b_0 sú konštanty a $u(t)$ je známy vstupný signál.

Rovnicu (8) prepíšme tak, aby na ľavej strane bola len najvyššia derivácia neznámej, teda signál $\ddot{y}(t)$. Teda

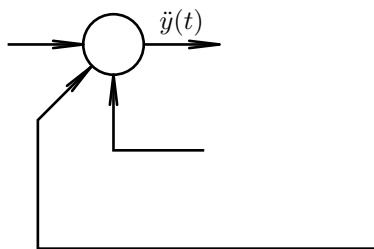
$$\ddot{y}(t) = -a_1\dot{y}(t) - a_0y(t) + b_0u(t) \quad (9)$$

Na začiatku máme k dispozícii signál $\ddot{y}(t)$, teda



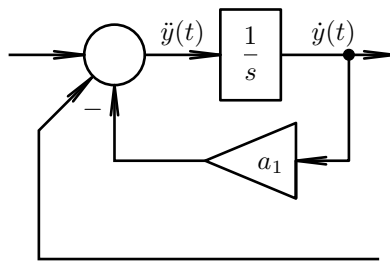
Obr. 17: Bloková schéma rovnice (8), krok prvý.

Signál $\ddot{y}(t)$ je v podstate súčtom troch iných signálov.



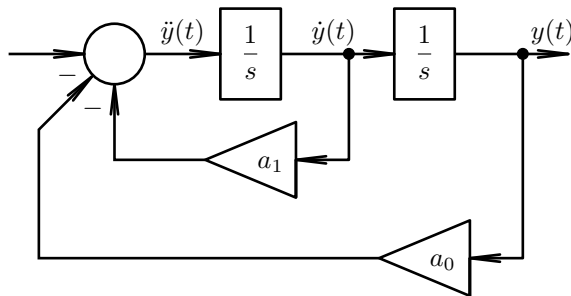
Obr. 18: Bloková schéma rovnice (8), krok druhý.

Prvý signál získame zosilnením signálu $\dot{y}(t)$ zosilňovačom so zosilnením a_1 . Signál $\dot{y}(t)$ je možné získať integrovaním signálu $\ddot{y}(t)$.



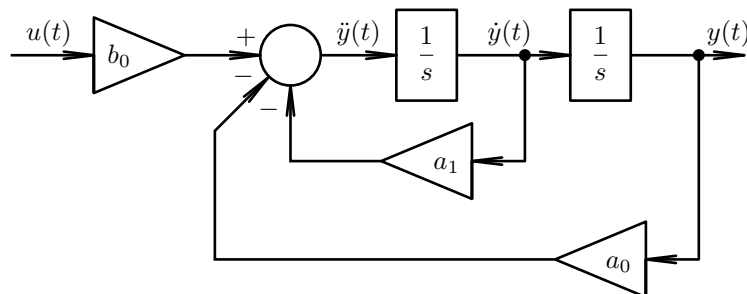
Obr. 19: Bloková schéma rovnice (8), krok tretí.

Druhý signál získame zosilnením signálu $y(t)$ zosilňovačom so zosilnením a_0 . Signál $y(t)$ je možné získať integrovaním signálu $\dot{y}(t)$.



Obr. 20: Bloková schéma rovnice (8), krok štvrtý.

Tretí signál získame zosilnením známeho (dostupného) signálu $u(t)$ zosilňovačom so zosilnením b_0 .



Obr. 21: Bloková schéma rovnice (8).

Príslušné integrátory vo výslednej schéme musia mať začiatočné podmienky $y(0) = y_0$ a $\dot{y}(0) = z_0$ (podľa (8)).