

Název a adresa školy:	Střední škola průmyslová a umělecká, Opava, příspěvková organizace, Praskova 399/8, Opava, 746 01
Název operačního programu:	OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost, oblast podpory 1.5
Registrační číslo projektu:	CZ.1.07/1.5.00/34.0129
Název projektu	SŠPU Opava – učebna IT
Typ šablony klíčové aktivity:	III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT (20 vzdělávacích materiálů)
Název sady vzdělávacích materiálů:	Automatizace IV
Popis sady vzdělávacích materiálů:	Automatizace IV, 4. ročník
Sada číslo:	E–15
Pořadové číslo vzdělávacího materiálu:	18
Označení vzdělávacího materiálu: (pro záznam v třídní knize)	VY_32_INOVACE_E–15–18
Název vzdělávacího materiálu:	Spojité regulátory
Zhotoveno ve školním roce:	2011/2012
Jméno zhotovitele:	Ing. Jiří Miekisch

Spojité regulátory

Spojitý regulátor je regulátor, u něhož výstupní veličina je spojitou funkcí vstupní veličiny. Všechny prvky regulačního obvodu pracují spojitě. Regulovaná veličina neustále ovlivňuje akční veličinu a ta může nabývat libovolné hodnoty od minima až po maximum plynule. Regulovaná veličina je neustále vyhodnocována (měřena), a proto i zásah do regulačního procesu je v podstatě okamžitý. Nespojité regulátory mají většinou jednoduchou konstrukci a jsou levné, ale jsou nevhodné tím, že neudržují regulovanou veličinu přesně na žádané hodnotě, neboť regulovaná veličina i v bezporuchovém stavu neustále kmitá kolem žádané hodnoty. Je to způsobené tím, že jejich akční veličina může nabývat pouze několika pevně stanovených hodnot. Chceme-li odstranit trvalé periodické kmitání regulované veličiny, musíme do soustavy přivést vždy takové množství látky nebo energie, která je třeba pro udržení regulované veličiny na požadované hodnotě. Musíme mít tedy k dispozici regulátor, u kterého lze měnit hodnoty jeho akční veličiny – spojitý regulátor. Spojité regulátory pracují přesněji než nespojité regulátory, ale za cenu větší složitosti zapojení a je náročnější na nastavení. Nespojité regulátory mají většinou jednoduchou konstrukci a jsou levné.

V technické praxi se používají regulátory jednoduché nebo sdružené.

Jednoduché regulátory

- Proporcionální typ P.
- Integrační typ I.
- Derivační typ D.

Sdružené regulátory

Jednoduché regulátory mají určité omezení nebo dokonce nelze některé typy použít samostatně. Regulátor typu P má jednoduchou konstrukci, je stabilní, ale má jednu zásadní nevýhodu: vykazuje trvalou regulační odchylku. V některých aplikacích tato vlastnost nemusí být na závadu. Ovšem tam, kde regulace má být zcela přesná, musí se tato odchylka kompenzovat. Regulátor typu I a D nelze použít samostatně pro svoji nestabilitu. Jejich použití ve sdružených regulátorech pouze vylepšují vlastnosti regulátoru typu P.

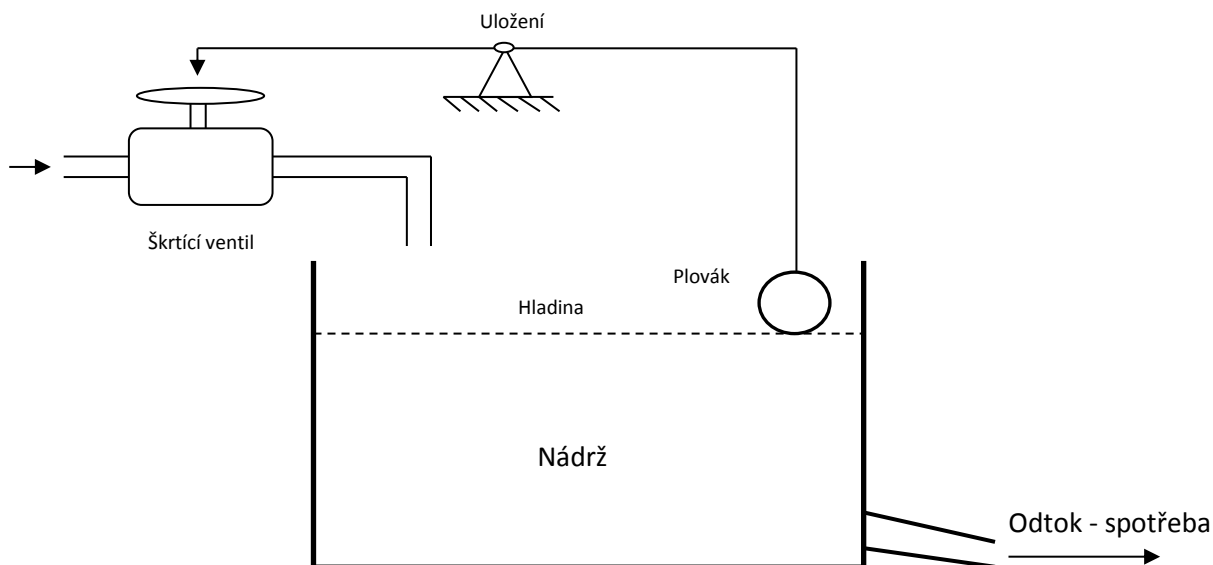
V praxi se používají následující kombinace základních typů:

- Typ PI.
- Typ PD.
- Typ PID.

Proporcionální regulátor (P – regulátor)

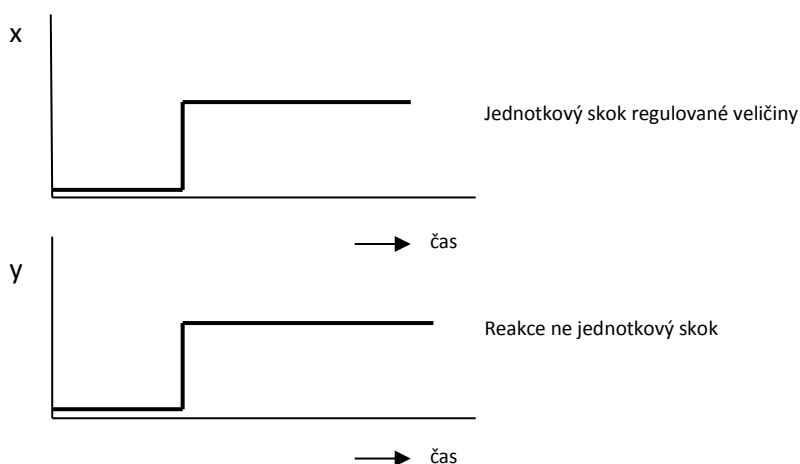
Výstupní signál je přímo úměrný signálu vstupnímu. Každé hodnotě vstupní veličiny odpovídá tedy přímo úměrná hodnota veličiny výstupní. Je to v podstatě zesilovač. Regulátor pracuje tak, že roste-li hodnota regulované veličiny, klesá hodnota akční veličiny, a naopak. Zesílení či součinitel přenosu regulátoru lze měnit nastavením konstant na přístroji. Tím lze ovlivňovat reakci regulátoru na poruchové veličiny. Se zvětšujícím součinitelem přenosu roste citlivost a přesnost regulace, ale zmenšuje se stabilita regulátoru (a tím i stabilita jím řízené soustavy nebo regulačního pochodu). Správné nastavení součinitele přenosu je vždy kompromisem mezi těmito požadavky.

Příklad proporcionálního regulátoru



Úkolem regulátoru je udržení výšky hladiny v nastavených mezích. Pokud se zvýší odběr vody, hladina začne klesat spolu s plovákem. Tento pokles se přenesení přes pákový mechanismus na ovládání škrticího ventilu. Dojde k přivření a tím je dosaženo vyrovnaní přítoku a odtoku. Z obrázku je zřejmé, že ustálení výšky hladiny dojde při různém přítoku a odtoku pokaždé na poněkud odlišné hodnotě výšky hladiny. Tak se projevuje trvalá regulační odchylka regulátoru typu P.

Přechodová charakteristika proporcionálního regulátoru



Integrační regulátor (I – regulátor)

U integračního regulátoru je výstupní – akční veličina úměrná integrálu vstupní veličiny, to znamená regulační odchylky. Můžeme také říci, že výstupní veličina se mění rychlostí úměrnou velikosti regulační odchylky. Integrační regulátor je vhodný pro kombinace s jinými typy regulátorů. Umožňuje zcela odstranit regulační odchylku. Základní nevýhodou je pokles zesílení se zvyšující se frekvencí, takže regulátor pomalu odstraňuje poruchy. Nevhodný do obvodů, kde se často vyskytují poruchy. Regulátor je velmi vhodný pro statické regulované soustavy bez setrvačnosti, jeho zesílení může být velmi vysoké bez nebezpečí rozkmitání. Nelze jej použít u astatických soustav, neboť regulační obvod je nestabilní. Samostatně nelze regulátor typ I využít, jeho hlavní důvod pro použití v regulátorech je schopnost odstranit trvalou regulační odchylku regulátoru typu P.

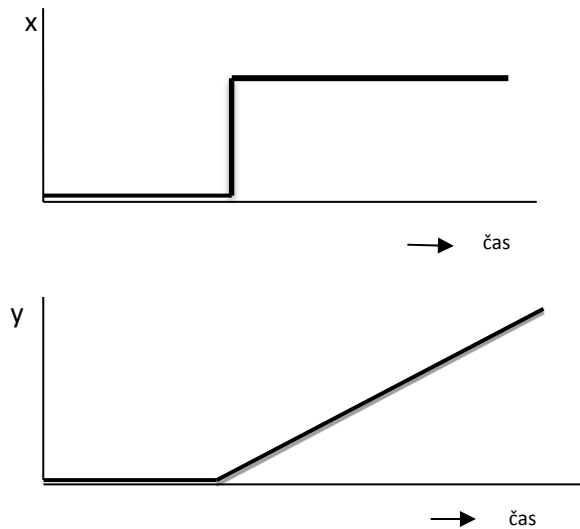
Rovnice integračního regulátoru:

$$y = -\frac{K_r}{T_i} \int x \cdot dt$$

K_r ... součinitel přenosu regulátoru.

T_i ... časová konstanta integrační.

Přechodová charakteristika integračního regulátoru



Derivační regulátor (D – regulátor)

Derivační regulátory se dají použít samostatně pouze jako zpětnovazební regulátory v tzv. vnitřní zpětné vazbě regulačního obvodu. V přímé větvi regulačního obvodu derivační regulátor samostatně nelze použít, neboť výstupní veličina regulátoru je nenulová jen tehdy, když se vstupní veličina mění. Pro konstantní regulační odchylku je derivace této veličiny nulová, a tedy i hodnota akční veličiny je nulová a nedochází k regulačnímu pochodu. Je však možné přidávat derivační složku k jiným typům regulátorů. Regulátor typu D nelze použít samostatně, ale pouze v kombinaci se složkou P. Typ D zrychluje regulaci.

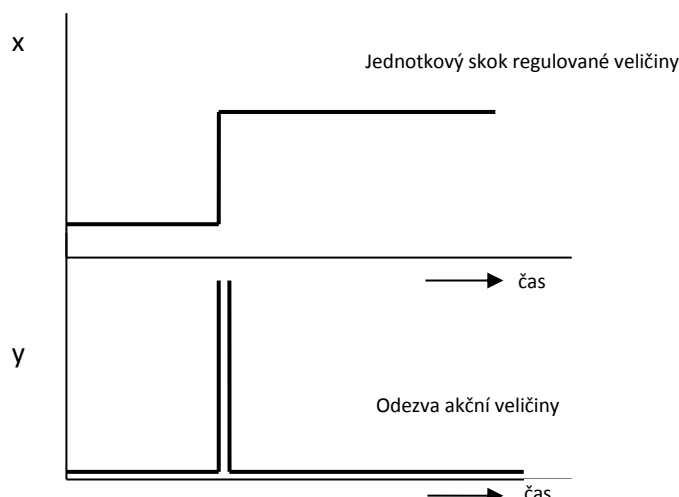
Rovnice derivačního regulátoru:

$$y = -T_d \cdot K_r \cdot x'$$

T_d ... časová konstanta derivační.

K_r ... součinitel přenosu regulátoru.

x' ... derivace regulační odchylky.



Sdružené regulátory

Vlastnosti sdružených neboli kombinovaných regulátorů jsou součtem vlastností jednotlivých regulátorů.

Proporcionálně integrační neboli PI regulátory vznikají paralelním spojení P a I regulátoru. Přenos ideálního PI regulátoru obdržíme podle pravidla paralelního zapojení v blokové algebře sečtením přenosu ideálního proporcionálního a přenosu ideálního integračního regulátoru. PI regulátor v sobě spojuje výhody rychlé odezvy na změny regulační odchylky (v P složce) s možností regulovat statické soustavy přesně, tedy s nulovou regulační odchylkou (I složka). Seřízení: U těchto regulátorů se nastavují dva parametry, a to zesílení a integrační konstanta. Interakce: U kombinovaných regulátorů, kde můžeme nastavovat při seřizování více parametrů, se může vyskytovat tzv. interakce. Jestliže při změně nastavení jednoho parametru se ostatní parametry nezmění, jedná se o regulátor bez interakce, v opačném případě má regulátor interakci, která stěžuje správné seřízení. Regulátory s interakcí bývají konstrukčně jednodušší.

Proporcionálně derivační neboli PD regulátor je tvořen paralelní kombinací P a D regulátoru. Přenos ideálního PD regulátoru obdržíme podle pravidla paralelního zapojení v blokové algebře sečtením přenosu ideálního proporcionálního a přenosu ideálního derivačního regulátoru. Seřízení: U těchto regulátorů se nastavují dva parametry, a to zesílení a derivační konstanta. Stejně jako PI mohou být i tyto regulátory s interakcí nebo bez interakce.

Proporcionálně integračně derivační neboli PID regulátory obsahují všechny tři složky, tedy proporcionální, integrační a derivační. PID regulátor je vytvořen paralelním spojením P, I a D složek. Použijeme-li ideální P, I, D složky v paralelním zapojení, obdržíme ideální PID regulátor.

Seřízení: U těchto regulátorů se nastavují tři parametry, a to zesílení, derivační a integrační konstanta. Stejně jako ostatní složené regulátory mohou být i tyto regulátory s interakcí nebo bez interakce. Regulátor typu PID se svou reakcí nejvíce přibližuje lidské reakci na poruchový impuls.

Otázky a úkoly pro zopakování učiva

1. Definujte pojem spojitý regulátor.
2. Popište základní typy spojitých regulátorů.
3. Vysvětlete pojem trvalá regulační odchylka.
4. Co jsou sdružené regulátory.

Seznam použité literatury

- MARŠÍK, A., KUBIČÍK, M.: AUTOMATIZACE – automatické řízení ve strojírenství. Praha: SNTL, 1980, typové číslo L26-C2-I-01/55536.
- Roubal, J. a kol.: *Regulační technika v příkladech*. Praha: BEN, ISBN978-80-7300-260-2.