ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

236597

(11)

(61)
(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 13 01 84
(21) PV 289-84

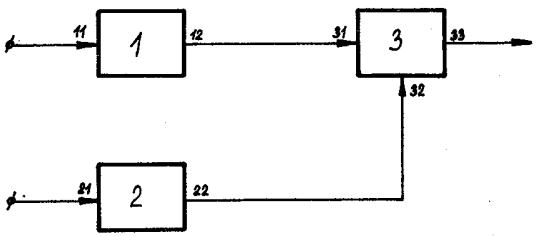
(51) Int. Cl.[3] G 05 B 13/02

(40) Zveřejněno 31 07 84
(45) Vydáno 15 11 86

(75)
Autor vynálezu NEUMAN PETR ing. CSc., PRAHA

(54) Číslicový predikční regulátor

Regulátor je určen pro jednorozměrovou regulovanou soustavu, tj. soustavu s jedním vstupem a jedním výstupem jako náhrada proporcionálně integračního regulátoru. Sestává s paralelně zapojeného obvodu pro změnu zesílení proporcionální větve, kde dojde k zesílení odchylky regulované veličiny, a obvodu pro změnu zesílení predikční integrační větve, kde dojde k zesílení predikované hodnoty regulované veličiny. Výstupy obou obvodů jsou zapojeny na vstupy obvodu pro součet veličin zapojených na vstupy, odkud je vyvedena diference akční veličiny. Algoritmus regulátoru je dostatečně robustní a přizpůsobivý k pomalu se měnícím dynamickým charakteristikám regulované soustavy a potlačuje i další chyby. Využití se předpokládá například pro centrální regulátor frekvence a předávaných výkonů v propojených energetických soustavách.



Vynález se týká číslicového predikčního regulátoru, který využívá hodnotu predikce regulované veličiny.

Jsou známy způsoby realizace adaptivních regulátorů využívajících predikci parametrů modelu regulované soustavy. Rutinnímu zavádění takových regulátorů však brání nedostatečná robustnost, která vynikne zejména v porovnání s robustností klasických lineárních regulátorů proporcionálně integračních pro širokou třídu regulovaných procesů a soustav. Robustností nazýváme stabilitu a necitlivost regulátoru a regulačního algoritmu k šumům superponovaným k užitečnému signálu, k chybám vstupních dat a ke změnám dynamických charakteristik, to je parametrů regulovaných soustav. Klasický proporcionálně integrační regulátor pracuje s proporcionální větví, která dává hodnotu akční veličiny lineárně úměrnou hodnotě odchylky regulované veličiny od žádané hodnoty v poměru zesílení proporcionální větve regulátoru a s integrační větví, která integruje velikost regulační odchylky, a hodnota akční veličiny je úměrná velikosti regulační odchylky a době trvání v poměru zesílení daného převrácenou hodnotou integrační konstanty regulátoru. Klasický proporcionálně integrační regulátor se poněkud hůře ustaluje než čistý proporcionální regulátor, avšak reguluje přesně na žádanou hodnotu bez trvalé regulační odchylky. Používá se univerzálně pro regulaci většiny běžných soustav s různými časovými konstantami, s menším dopravním zpožděním, zejména při velkých a pomalých změnách zatížení. Obtížné je však optimální nastavení parametrů regulátoru tak, aby regulační pochod splňoval požadavky předepsané kvality regulace. Klasický regulátor může reagovat na regulační odchylku až v okamžiku jejího vzniku nebo se zpožděním daným vlastní dynamikou regulátoru, což způsobuje ve většině případů překmit regulované veličiny a následné tlumené kmitání kolem žádané hodnoty.

Uvedené nevýhody podstatně zmírňuje číslicový predikční regulátor podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že obvod pro změnu zesílení proporcionální větve je opatřen vstupem pro zavedení odchylky regulované veličiny a jeho výstup je zapojen na prvý vstup obvodu pro součet veličin zavedených na vstupy. Druhý vstup obvodu pro součet veličin zavedených na vstupy je zapojen na výstup obvodu pro změnu zesílení predikční integrační větve, opatřeného vstupem pro zavedení predikované hodnoty regulované veličiny. Obvod pro součet veličin zavedených na vstupy je opatřen výstupem pro diferenci akční veličiny. Výhodou číslicového predikčního regulátoru podle vynálezu je, že se vyznačuje dostatečnou robustností a přizpůsobivostí k pomalu se měnícím dynamickým charakteristikám regulované soustavy. Použití predikce regulované veličiny zlepšuje kvalitu regulace, predikční regulátor reaguje s předstihem na změny regulační odchylky způsobené například změnou zatížení. Predikční regulátor současně zmenšuje nepříznivý vliv proměnných charakteristik regulované soustavy a dopravního zpoždění. Při vhodné volbě hodnoty zesílení v predikční integrační větvi regulátoru však je potlačen vliv i velké chyby vstupních dat nebo predikce.

Příklad číslicového predikčního regulátoru podle vynálezu je znázorněn v blokovém schématu na připojeném výkresu.

Číslicový predikční regulátor sestává z paralelně zapojeného obvodu 1 pro změnu zesílení proporcionální větve a obvodu 2 pro změnu zesílení predikční integrační větve. Jejich výstupy 12, 22 jsou zapojeny na prvý vstup 31 a druhý vstup 32 obvodu 3 pro součet veli-

čin zavedených na vstupy. Vstup 11 obvodu 1 pro změnu zesílení proporcionální větve je připraven pro zavedení odchylky regulované veličiny, vstup 21 obvodu 2 pro změnu zesílení predikční integrační větve je připraven pro zavedení predikované hodnoty regulované veličiny. Výstup 33 obvodu 3 pro součet veličin zavedených na vstupy je připraven pro vyvedení diference akční veličiny.

Činnost číslicového predikčního regulátoru je založena na diferenční rovnici

$$u/k/ = u/k - 1/ + r_0/y/k/-y/k - 1/ + r_{-1}\,\hat{y}/k + 1/,$$

kde u/k/ je hodnota akční veličiny v okamžiku vzorkování k,
u/k - 1/ je hodnota akční veličiny v okamžiku vzorkování /k - 1/,
r_0 je zesílení proporcionální větve, r_{-1} je zesílení predikční integrační větve,
$\hat{y}/k + 1/$ je predikovaná hodnota regulované veličiny, y/k/ je hodnota regulované veličiny v okamžiku vzorkování k,
y/k - 1/ je hodnota regulované veličiny v okamžiku vzorkování /k - 1/.
Odchylka regulované veličiny $\Delta y/k/ = y/k/ - y/k - 1/$,
diference akční veličiny $\Delta u/k/ = u/k/ - u/k - 1/$.
Číslicový predikční regulátor podle vynálezu pracuje s konstantní periodou vzorkování.

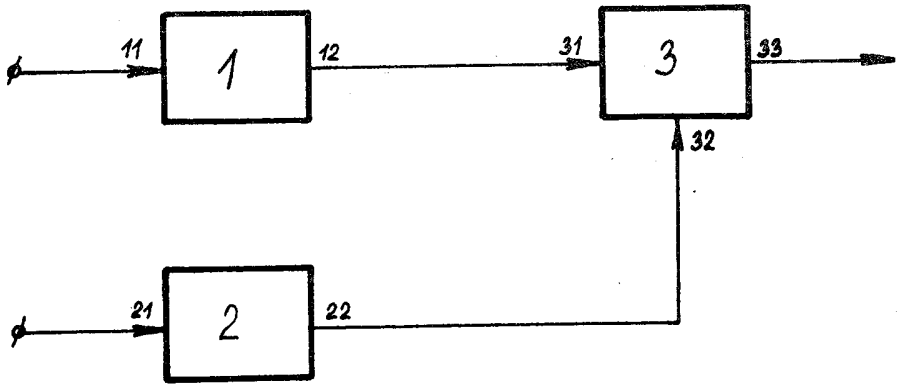
Na vstup 11 obvodu 1 pro změnu zesílení proporcionální větve je zavedena odchylka regulované veličiny $\Delta y/k/$. V obvodu 1 pro změnu zesílení proporcionální větve dozná zesílení r_0 a zesílená hodnota je přivedena na prvý vstup 31 obvodu 3 pro součet veličin zavedených na vstupy. Na vstup 21 obvodu 2 pro změnu zesílení predikční integrační větve je zavedena predikovaná hodnota regulované veličiny $\hat{y}/k + 1/$. V obvodu 2 pro změnu zesílení predikční integrační větve dozná zesílení r_{-1} a zesílená hodnota je přivedena na druhý vstup 32 obvodu 3 pro součet veličin zavedených na vstupy. Z výstupu 33 obvodu 3 pro součet veličin zavedených na vstupy je vyvedena diference akční veličiny $\Delta u/k/$.

Číslicový predikční regulátor podle vynálezu lze využít pro jednorozměrovou regulovanou soustavu, to je pro soustavu s jedním vstupem a jedním výstupem. Je uvažován jako zlepšená náhrada standartně užívaného proporcionálně integračního regulátoru. Praktické využití se předpokládá například pro centrální regulátor frekvence a předávaných výkonů propojených energetických soustav.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Číslicový predikční regulátor, vyznačující se tím, že obvod (1) pro změnu zesílení proporcionální větve je opatřen vstupem (11) pro zavedení odchylky regulované veličiny a jeho výstup (12) je zapojen na prvý vstup (31) obvodu (3) pro součet veličin zavedených na vstupy, na jeho druhý vstup (32) je zapojen výstup (22) obvodu (2) pro změnu zesílení predikční integrační větve, opatřený vstupem (21) pro zavedení predikované hodnoty regulované veličiny, přičemž obvod (3) pro součet veličin zavedených na vstupy je opatřen výstupem (33) pro diferenci akční veličiny.

1 výkres


11
1
12
31
3
33
32
21
2
22