



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

214600

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
G 05 B 11/36

(22) Přihlášeno 22 04 81
(21) (PV 3017-81)

(40) Zveřejněno 15 09 81

(45) Vydáno 30 03 84

(75)

Autor vynálezu

VARCOP LUDVÍK ing. CSc., PRAHA

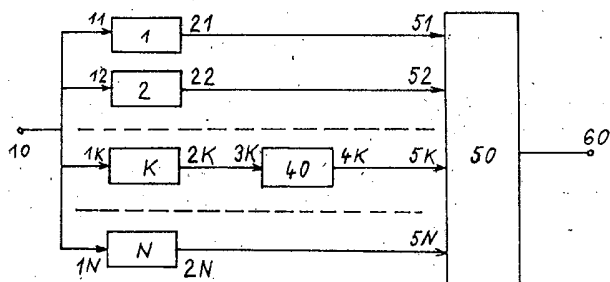
(54) Zapojení analogového regulátoru

Vynález se týká řídicí a regulační techniky a řeší zapojení analogového regulátoru.

V přenosovém kanálu s derivačním přenosem je nesouměrný přenosový člen. Tento nesouměrný přenosový člen zpracovává vstupní signál s různým dynamickým zpožděním, které závisí na polaritě tohoto vstupního signálu. Signály té polarity, při které má regulátor zasahovat intenzívně jsou zpožďovány minimálně. Signály opačné polarity jsou zpožďovány podstatně.

Vynálezu se využije u analogových regulátorů s proporčním, integračním a derivačním působením u regulací, kde jsou požadavky na regulační funkci nesouměrné. Vynález je definován ve třech bodech z nichž první nejlépe vystihuje podstatu.

Popis je doplněn šesti obrázky.



Vynález se týká zapojení analogového regulátoru s proporčním, integračním a derivačním působením.

U známých souměrně pracujících analogových regulátorů se signál, který je mírou regulační odchylky přivádí na vstupní svorku regulátoru. Jednotlivé přenosové kanály jsou spojeny svými vstupy se vstupní svorkou regulátoru a svými výstupy jsou spojeny s odpovídajícími vstupy koncového sumátoru. Počet přenosových kanálů a jejich dynamická struktura se řídí požadavky na celkový přenos regulátoru a též konstrukčními hledisky. Např. regulátor s přenosem proporčním, derivačním a integračním může být vytvořen ze třech přenosových kanálů. Pak má první přenosový kanál přenos proporční, druhý přenosový kanál má přenos derivační a třetí přenosový kanál má přenos integrační. Jiná verze regulátoru s týmž celkovým přenosem může být vytvořena tak, že první přenosový kanál má přenos proporční a derivační a druhý přenosový kanál má přenos integrační.

Tyto analogové regulátory jsou převážně souměrné v tom smyslu, že vstupním signálům s navzájem opačnou polaritou, avšak s jinak shodným časovým průběhem, odpovídají výstupní signály rovněž shodné, pokud jde o absolutní hodnotu v čase avšak s opačnou polaritou. Tyto regulátory mohou při pevné struktuře a při předepsaném stupni stability regulačních pochodů zajistit na různých soustavách průběhy regulačních pochodů, které závisí na vlastnostech těchto regulovaných soustav a na průbězích poruchových veličin. Za těchto poměrů jsou pak např. maximální dynamické odchylky regulovaných veličin minimalizovatelné jen s omezením, které zdaleka neodpovídá technickým možnostem jiných struktur regulací. To je nevýhodou konvenčních analogových regulátorů.

Řada úloh z oboru regulace procesů má povahu nesymetrickou v tom smyslu, že se má zajistit co nejmenší regulační odchylka během pochodu v jedné polaritě. Tak je tomu např. u antipompážních regulací turbokompresorů, u omezovacích regulací výkonu nebo obrátek rotačních strojů, u některých regulací teploty a chemického složení. Pak lze s výhodou použít nesouměrného regulátoru, který může zajistit dostatečně malou maximální regulační odchylku v nežádoucím směru při dodržení vysoké stability obvodu.

Tento problém řeší zapojení analogového regulátoru, u něhož je vstupní svorka spojena se vstupy dílčích přenosových kanálů, jejichž výstupy jsou spojeny s odpovídajícími vstupy výstupního sumátoru, jehož výstup je spojen s výstupní svorkou regulátoru, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že výstup přenosového členu, jehož přenos obsahuje derivační složku je spojen se vstupem nesouměrného přenosového členu. Výstup nesouměrného přenosového členu je spojen s přiřazeným vstupem výstupního sumátoru nebo s výstupní svorkou regulátoru.

Zapojením nesouměrného přenosového členu mezi přenosový člen obsahující derivační přenosovou složku a koncový sumátor regulátoru se získá

možnost zvýšit vlivnost regulačního zásahu ve smyslu, který je pro regulační úlohu rozhodující a zpomalit regulační zásah ve smyslu opačném. Tím je možnost zajistit vyšší stabilitu regulace při stejné maximální dynamické odchylce nebo zmenšit maximální dynamickou odchylku při stejné stabilitě. Popřípadě lze zlepšit oba uvedené ukazatele jakosti regulace současně. U stávajících souměrně pracujících regulátorů tyto možnosti nejsou.

Příklad zapojení analogového regulátoru podle vynálezu je znázorněn na připojených výkresech. Na obr. 1 je blokové schéma analogového regulátoru s více přenosovými kanály, na obr. 2 je blokové schéma analogového regulátoru se třemi přenosovými kanály, na obr. 3 je schéma analogového regulátoru se dvěma přenosovými kanály. Na obr. 4 je odezva nesouměrného přenosového členu na vstupní signál ve tvaru skoku pro polaritu, již odpovídá menší časová konstanta. Na obr. 5 je odezva nesouměrného přenosového členu na vstupní signál ve tvaru skoku pro polaritu, již odpovídá větší časová konstanta. Na obr. 6 je odezva členu s proporčním a derivačním přenosem na vstupní signál ve tvaru lineární vzestupné funkce času.

Jednotlivé bloky zapojení je možno charakterizovat takto: Dílčí přenosové kanály 1, 2 až N jsou analogové obvody, které transformují vstupní signál, kterým je regulační odchylka na výstupní signály podle požadované přenosové funkce, např. proporční, derivační, integrační atd. Nesouměrný přenosový člen 40 je analogový obvod, který přenáší vstupní signály jedné polarity s minimálním zpožděním a signály opačné polarity s nastavitelným větším zpožděním. Výstupní sumátor 50 je analogový sečítací člen, vytvořený např. z operačního zesilovače doplněného příslušnými vazbami a slouží k sečítání signálů přivedených na jeho vstupy. Vstupní svorka 10 regulátoru, obr. 1, je spojena se vstupní svorkou 11 prvního přenosového kanálu 1, se vstupní svorkou 12 druhého přenosového kanálu 2, se vstupní svorkou 1K K-tého přenosového kanálu a se vstupní svorkou 1N posledního přenosového kanálu N. Výstupní svorka 21 prvního přenosového kanálu 1 je spojena s první vstupní svorkou 51 výstupního sumátoru 50. Výstupní svorka 22 druhého přenosového kanálu 2 je spojena s druhou vstupní svorkou 52 výstupního sumátoru 50. Výstup 2K K-tého přenosového kanálu, který obsahuje alespoň derivační složku je spojen se vstupní svorkou 3K nesouměrného přenosového členu 40 jehož výstupní svorka 4K je spojena s K-tým vstupem 5K výstupního sumátoru 50. Výstupní svorka 2N posledního přenosového kanálu N je spojena s poslední vstupní svorkou 5N výstupního sumátoru 50. Výstup výstupního sumátoru 50 je spojen se vstupní svorkou 60 regulátoru. K-tý přenosový kanál obsahuje derivační přenosovou složku. Vstupní svorka 10 regulátoru, obr. 2, je spojena se vstupní svorkou 11 prvního přenosového kanálu 1, se vstupní svorkou 12 druhého přenosového kanálu 2 a se vstupní svorkou 13 třetího přenosového kanálu 3. Výstup 21 prvního přenosového kanálu 1, který má proporční přenos, je spojen s první vstupní svorkou 51 výstupního su-

mátoru 50. Výstupní svorka 22 druhého přenosového kanálu 2, který má integrační přenos, je spojena se druhou vstupní svorkou 52 výstupního sumátoru 50. Výstupní svorka 23 třetího přenosového kanálu 3, který má derivační přenos, je spojena se vstupní svorkou 33 nesouměrného přenosového členu 40, jehož výstupní svorka 43 je spojena se třetí vstupní svorkou 53 výstupního sumátoru 50. Výstupní svorka 60 výstupního sumátoru 50 je současně výstupní svorkou regulátoru. Vstupní svorka 10 regulátoru, obr. 3, je spojena se vstupní svorkou 11 prvního přenosového kanálu a se vstupní svorkou 12 druhého přenosového kanálu. Výstupní svorka 21 prvního přenosového kanálu, který má proporcionálně derivační přenos, je spojena se vstupní svorkou 31 nesouměrného přenosového členu 40, jehož výstupní svorka 41 je spojena s první svorkou 51 výstupního sumátoru 50. Výstupní svorka 22 druhého přenosového kanálu 2, který má integrační přenos, je spojena se druhou vstupní svorkou 52 výstupního sumátoru 50. Výstupní svorka 60 výstupního sumátoru 50 je současně výstupní svorkou regulátoru.

Zapojení pracuje takto: Při větším počtu přenosových kanálů, obr. 1, se předpokládá, že K -tý kanál obsahuje derivační přenosovou složku. Zbývající přenosové kanály 1, 2 až N s výjimkou K -tého kanálu obsahují přenos např. integrační, proporcionální, proporcionální se zpožděním různého řádu a různých časových konstant, popřípadě derivační se zpožděním. Žádný z těchto kanálů neobsahuje čistou derivační složku. V nesouměrném přenosovém členu 40 se signál přivedený na jeho vstupní svorku 3K zpracovává dynamicky se zpožděním závislým na polaritě vstupního signálu. S minimálním dynamickým zpožděním se zpracovává signál té polarity, při které má regulátor zasahovat co možno intenzivně, nezpožděně. S větším dynamickým zpožděním se zpracovává signál té polarity, při které na rychlosti zásahu regulátoru nezáleží. V příkladu využití vynálezu na tříkanálovém regulátoru s proporcionálním, derivačním a integračním působením, obr. 2, má první přenosový kanál 1 proporcionální přenos, druhý přenosový kanál 2 má integrační přenos. Třetí přenosový kanál 3 má derivační přenos. Nesouměrný přenosový člen 40 přenáší signály jedné polarity se zpožděním prvního řádu a první časovou konstantnou T_1 , obr. 4, a s příslušnou odezvou na skokovou změnu vstupního signálu pro nesouměrný přenosový člen 40. Signály opačné polarity přenáší nesouměrný přenosový člen 40 se zpožděním prvního řádu se druhou časovou konstantou T_2 , obr. 5, a s příslušnou odezvou na skokovou změnu vstupního signálu do nesouměrného přenosového členu 40. Druhá časová konstanta T_2 , obr. 5, je několikanásobně větší než první časová konstanta T_1 , obr. 4.

Dostane-li vstupní svorka 10 regulátoru signál např. ve tvaru lineární vzestupné funkce, pak na výstupu 23 derivačního členu 3 je signál ve formě skoku. Pokud má vstupní signál do regulátoru polaritu, při které má být regulační zásah co nejintenzivnější, pak se současně změní výstupní signál

z nelineárního členu 40 se zpožděním daným menší, to je první časovou konstantnou T_1 . Výsledkem je rychlý zásah regulátoru. Pokud má vstupní signál regulátoru polaritu, která nevyžaduje rychlý zásah regulace, reaguje nelineární přenosový člen 40 se zpožděním daným druhou časovou konstantnou T_2 . V tomto případě je regulační zásah pomalejší nežli v předchozím případě vzhledem k tomu, že druhá časová konstanta T_2 je větší než první časová konstanta T_1 . Stabilita regulace je v tomto případě větší než by tomu bylo v případě, že by obě časové konstanty T_1 a T_2 byly stejně velké jako původní menší konstanta T_1 . Jestliže je druhá časová konstanta T_2 větší než první časová konstanta T_1 , pak je maximální dynamická regulační odchylka pro polaritu vstupního signálu do regulátoru, při které má být regulační zásah intenzivní, menší nežli v případě, že by časové konstanty T_1 a T_2 byly stejně velké a měly hodnotu rovnou původní větší konstantě T_2 .

Příklad využití vynálezu ve dvoukanálovém regulátoru, obr. 3, s proporcionálním, derivačním a integračním působením: První přenosový kanál 1 má přenos proporcionální a derivační a druhý přenosový kanál 2 má přenos integrační. Nesouměrný člen 40 má stejné dynamické vlastnosti jako tomu bylo v předchozím příkladě. Přivede-li se na vstupní svorku 10 regulátoru signál ve tvaru lineární vzestupné funkce, pak na výstupu 21 prvního přenosového kanálu 1 je odezva podle obr. 6. Počáteční skok přísluší derivační přenosové složce prvního přenosového kanálu a lineární vzestupná složka přísluší jeho proporcionální přenosové složce. Signál na výstupu 41 nesouměrného přenosového členu 40 má rovněž dvě složky. První složka přísluší skoku v čase $t = 0$ a má průběh exponenciální blížící se asymptoticky konstantě. Druhá složka přísluší lineární vzestupné složce nesouměrného členu 40 a má průběh rovněž exponenciální avšak blížící se časově lineární vzestupné funkci zpožděné v čase o první časovou konstantu T_1 nebo o druhou časovou konstantu T_2 – podle polarity vstupní funkce na svorce 10 regulátoru. Nesouměrně se zpracovává nejen složka derivační, nýbrž i proporcionální, což umožňuje čelit nepříznivým dynamickým poměrům nastavením rozdílných zpožďovacích časových konstant T_1 , T_2 v nesouměrném přenosovém členu 40. Na výkrese není znázorněno.

Vynálezu se využije i u regulátoru s jednokanálovým zpracováním regulační odchylky kde proporcionální složka, derivační složka i integrační složka přenosu se vytváří v jediném kanálu a výstupní sumátor pak může odpadnout. Zde se vstup 31 nesouměrného přenosového členu 40 spojí s výstupem proporcionálně-derivačně-integračně přenášejšího kanálu a výstup 41 členu 40 se spojí s výstupní svorkou regulátoru 60, což na výkrese není znázorněno.

Kromě toho se vynálezu využije i ve složitějších regulačních strukturách např. při regulaci s předchodným posuvem žádané hodnoty regulované veličiny.

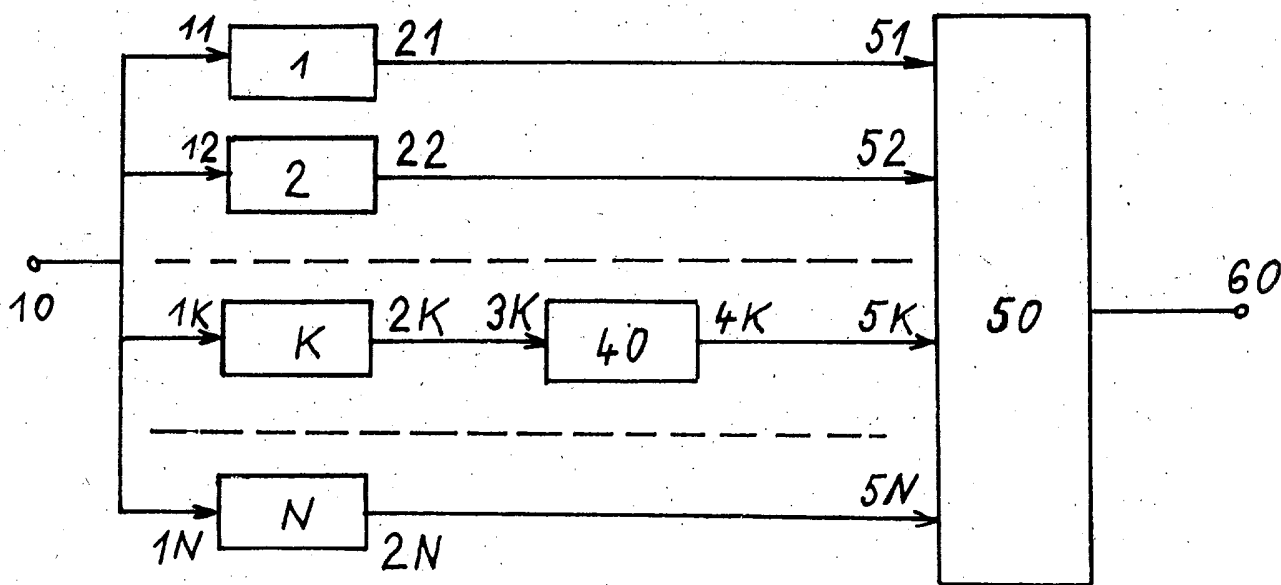
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení analogového regulátoru, u něhož je vstupní svorka spojena se vstupy dílčích přenosových kanálů; jejichž výstupy jsou spojeny s odpovídajícími vstupy výstupního sumátoru, jehož výstup je spojen s výstupní svorkou regulátoru, vyznačující se tím, že výstup (2K) přenosového členu (K), jehož přenos obsahuje derivační složku je spojen se vstupem (3K) nesouměrného přenosového členu (40).

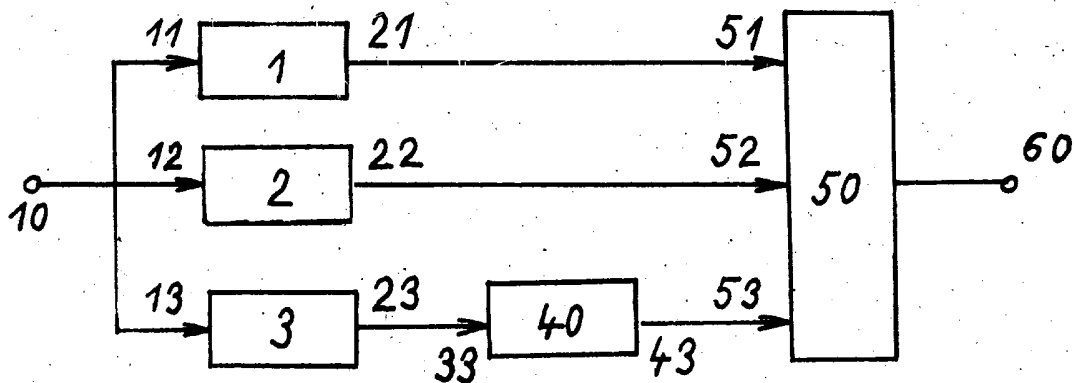
2. Zapojení analogového regulátoru podle bodu 1 vyznačující se tím, že výstup (4K) nesouměrného přenosového členu (40) je spojen s přiřazeným vstupem (5K) výstupního sumátoru (50).

3. Zapojení analogového regulátoru podle bodu 1 vyznačující se tím, že výstup (4K) přenosového členu (40) je spojen s výstupní svorkou (60) regulátoru.

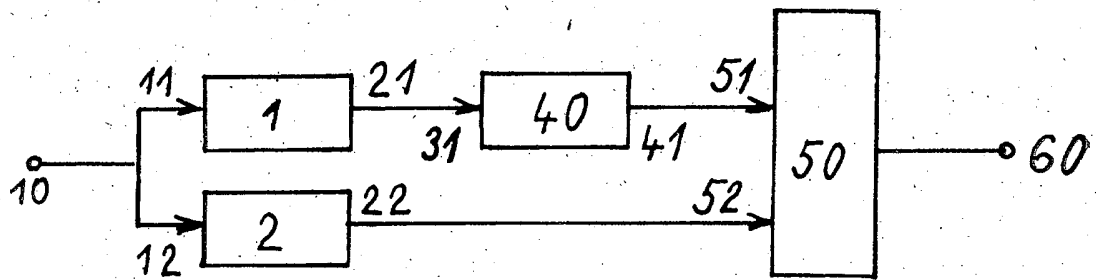
2 1 4 6 0 0



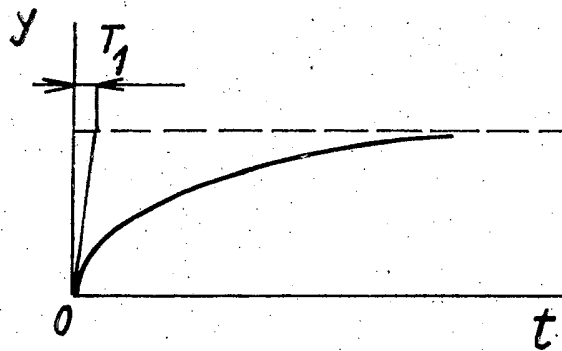
Obr. 1



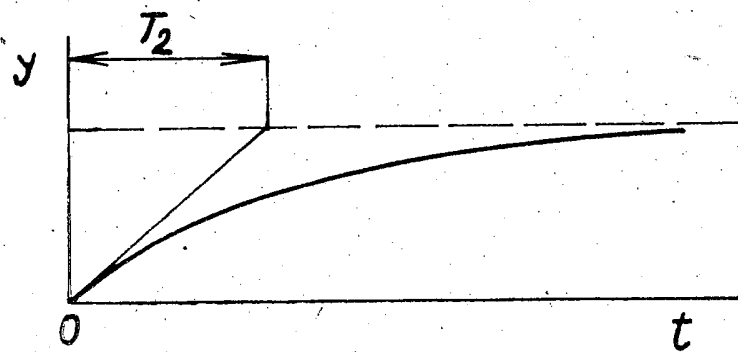
Obr. 2



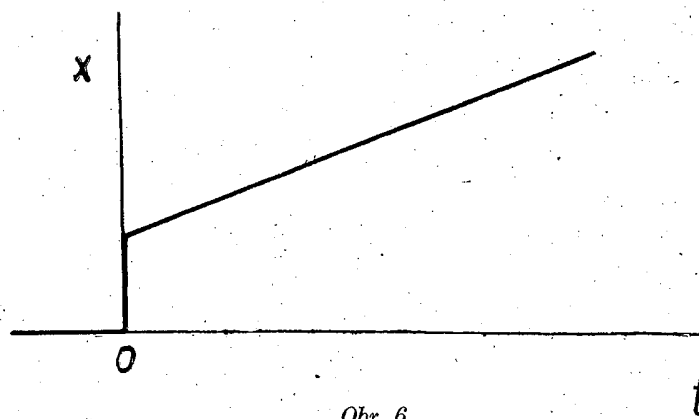
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6