

Použitie logických blokov v regulácii spojitých sústav

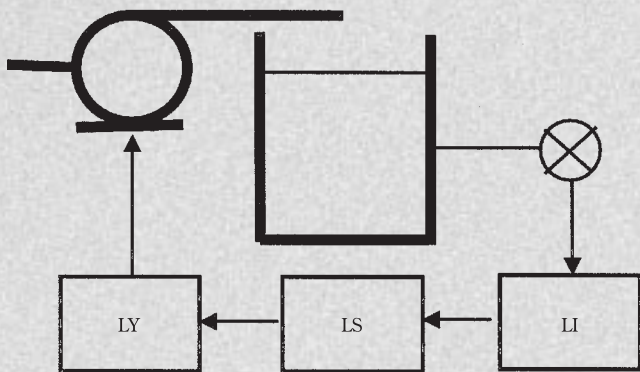
Vladimír Bodo

Úvod

Skupinové regulátory číslicových riadiacích systémov sú vybavené algoritmami s presne definovanými funkciami, ktoré sa dajú pri vytváraní riadiacej štruktúry vzájomne skladať tak, aby sme docielili žiadaný výsledný efekt. Pri riešení problémov riadenia spojitých sústav sa však často nevyhneme požiadavkám zmeny samotného režimu riadenia ako správneho riešenia pre zmeny v technológii, výkone, parametroch okolia alebo riešenia porúch vo všeobecnom slova zmysle. Vhodným nástrojom na samotnú identifikáciu uvedených zmien sú logické bloky, ktoré sa takto priamo začleňujú do štruktúry riadenia spojitých sústav. Príspevok ilustruje problematiku v aplikácii riadenia povrchového kondenzátora.

1. Čo sú logické bloky

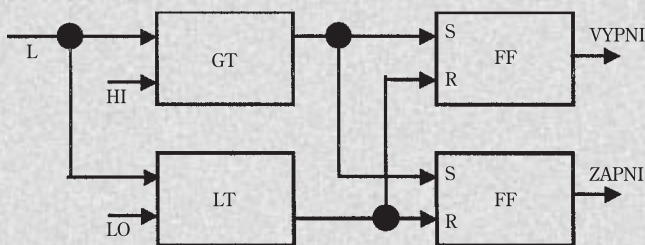
Funkcia regulátora obvykle naznačeného svojimi hlavnými zložkami – proporcionálnou, integračnou a derivačnou PID – je v riadení spojitých sústav natolko frekventovaná, že tvorí základný stavebný kameň aj v relatívne zložitých štruktúrach. Výskyt logických blokov v riadení spojitých sústav je spravidla raritou a vyvoláva otázky aj v prípadoch, keď zmyslom ich použitia je zjednodušenie štruktúry riadenia. Jednoduchý príklad použitia logického bloku ilustruje regulácia ON/OFF pre plniace čerpadlo zásobníka média podľa obr. 1.



Obr.1

Funkcia obvodu je nasledovná:

- Ak je hladina v zásobníku $L \leq L_{LO}$, čerpadlo sa má zapnúť.
- Ak je $L \geq L_{HI}$, čerpadlo sa má vypnúť.
- V ostatných prípadoch je potrebné nechať čerpadlo v pôvodnom stave.



Obr.2

Logický blok LS vo funkcii regulátora môže vyzeráť tak, ako ilustruje obr. 2.

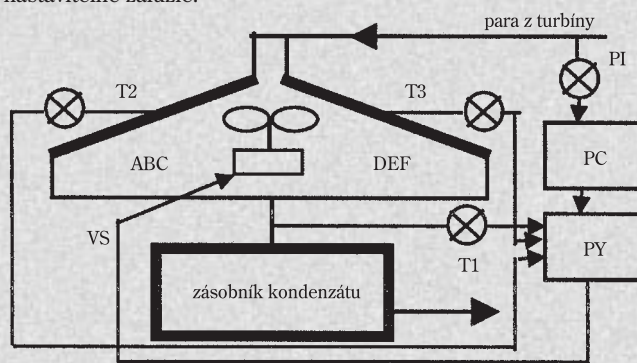
Hradlá logického bloku GT a LT generujú na výstupe logickú 1, ak je podmienka (väčší než, resp. menší než) splnená. Sklápacie obvody FF majú na výstupe logickú 1, keď vstup S je 1, 0, keď vstup R je 1, posledný stav, keď sú obidva vstupy 0 alebo oba 1. Zvyčajne sa generované signály VYPNI/ZAPNI dopĺňajú o logický blok, ktorý upravuje signály pre obvody elektroovládania tak, aby na zapnutie stačil impulz a signál vypnutia bol trvalý. Do tohto bloku sa privádza stavový signál čerpadla, t. j. potvrdenie o jeho chode. Kapacita logického bloku z hľadiska počtu použiteľných hradiel stačí na niekoľko obvodov regulácie ON/OFF. Operátor môže obvyklým interaktívnym spôsobom určiť limity pracovného rozsahu hladiny v nádrži HI, LO ako požiadavky regulácie.

Podobným spôsobom je možné definovať prepínanie paralelných čerpadiel podľa voľby operátora, resp. automaticky, podľa požiadaviek výkonu, prípadne podľa iných merateľných procesných údajov.

2. Regulácia povrchového kondenzátora

2.1 Opis technológie

Para odchádzajúca z turbíny kondenzuje v povrchovom kondenzátore, ktorý tvoria rúrkové zväzky chladiča a deflegmátora. Tieto sú prefukované vzduchom podľa potreby, a to zapínanými ventilátormi A, B, C, D, E, F s regulovanými otáčkami. Kondenzát steká do zásobníka. Zvyšky pary prechádzajú zväzkom deflegmátora znova na vstup kondenzátora. Vzduch na rúrkové zväzky prechádza cez nastaviteľné žalúzie.



Obr.3

2.2 Požiadavky regulácie

Úlohou je regulovať tlak v prívide pary do kondenzátora, teda na výstupe turbíny v stanovenom projektovanom intervale pri akejkoľvek teplote chladiaceho vzduchu v projektovanom rozpätí od T_{LO} do T_{HI} zmenou otáčok ventilátorov a deflegmátora A, B, C, D, E, F a ich postupným zapínaním, resp. vypínaním podľa požiadavky výkonu. Ide tu o sústavu so 4 vstupmi (P, T1, T2, T3), 8+1 výstupmi A – F a s natočením žalúzií. Regulačný výstup je pritom plynulo meniteľný od 20 do 100 %, pri žalúziách od 0 do 100 %. Pri dosiahnutí týchto hraníc je potrebné buď zapojiť ďalší ventilátor v slede A – F (pri 100 %), alebo odpojiť naposledy zapnutý v slede





F – A (pri 20 %). Komplikáciu spôsobuje fakt, že niektoré z pohonov môžu mať poruchu a v slede zapínania je potrebné „obchádzať“ ich, avšak vždy s testom, či nebola medzitým porucha odstránená.

Pri poklese teploty ofukovacieho vzduchu alebo pri znížení výkonu turbíny je potrebné znížiť otáčky ventilátorov alebo znížiť ich počet, a to až do ich úplného zastavenia, ak požiadavka trvá. V poslednom kroku sa chladí iba prirodzeným prúdením vzduchu s regulovaním pomocou natočenia žalúzií. Pri zvyšovaní teploty vzduchu alebo výkonu turbíny sa opísané kroky vykonávajú v opačnom poradí, avšak s určitou hysteréziou, ktorá zabráni oscilácii.

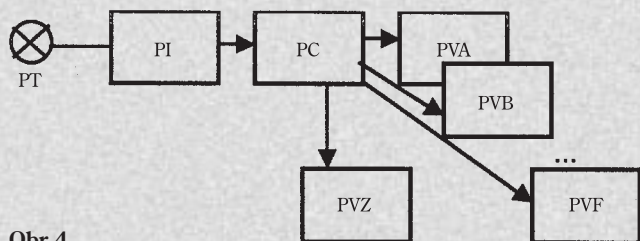
Okrem toho sú stanovené dve požiadavky:

1. Teplota kondenzátu musí byť vždy nad stanovenou hodnotou T_{MIN} pri ľubovoľnej teplote vzduchu aj pod nulou. Ak teda T2 alebo T3 klesne pod túto hranicu, je potrebné vypnúť všetky ventilátory.
2. V prípade dlhšie trvajúceho obdobia s teplotou okolitého vzduchu pod 0 °C môžu horné časti deflegmátora namrzáť a upchávať sa ľadovou drvinou vznikajúcou pri nízkej teplote a tlaku. V takomto prípade treba jeden z dvoch ventilátorov deflegmátora zastaviť na stanovený interval času a alterovať tento postup s druhým po určenom čase.

Definovaná úloha riadenia patrí už ku zložitejším. Možno ju riešiť prostredníctvom logických blokov.

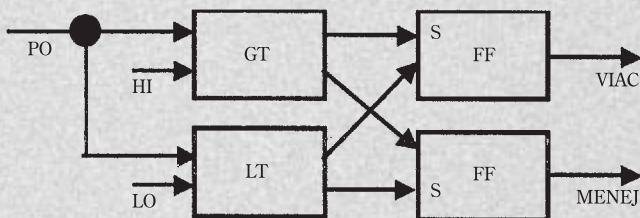
2.3 Realizácia štruktúry riadenia

Základom regulačnej štruktúry je regulátor tlaku, ktorý sa od klasického obvodu líši tým, že má osem výstupov na obvody zmien otáčok ventilátorov plus jeden výstup na žalúzie.



Obr.4

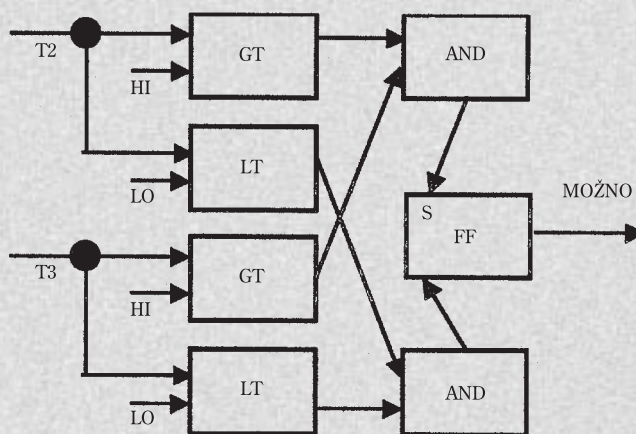
Všetky výstupy na ventilátory fungujú v klasickom „kvázispojitém“ režime regulácie. Logické bloky nezávisle od toho sledujú stanovené podmienky. Ak sa docielí dolný alebo horný povolený limit regulácie otáčok (20 alebo 100 %), vygeneruje logika požiadavku VIAC alebo MENEJ potrebných ventilátorov. Limit sa testuje priamo na výstupnej hodnote regulátora tlaku (PO).



Obr.5

Iná logika podobným spôsobom vyrába „obraz“ chodu ventilátorov postupným zapínaním sklápacích obvodov pre tie ventilátory, ktoré sú v chode, takže požiadavka VIAC alebo MENEJ sa vyhraduje len pre ten ventilátor, ktorý je v postupnosti určený na manipuláciu. Blokované zostávajú tie, ktoré majú poruchu, t. j. na zapínací signál do stanoveného limitu nedajú potvrdzujúci signál o rozbehu. V tomto prípade sa automaticky prejde na ďalší ventilátor v poradí.

Podmienkou činnosti je, ako vyplýva z textu opisu, povolený interval teplôt. Podmieňujúcu premennú MOŽNO sleduje logika testu teplôt T2 a T3.



Obr.6

Teplota T1 sa v ďalšej časti logiky využíva na spustenie oscilátora pri podmienke <0 (keď mrzne). Vtedy sa generuje blokovanie jedného ventilátora deflegmátora na čas potrebný na rozmraznutie a interval striedania ventilátorov s periódov niekoľkonásobne vyššou ako je doba zablokovania jedného ventilátora. Zo signálov generovaných oscilátorom sa odvodzuje ďalšia podmienka chodu ventilátorov deflegmátora.

Zo všetkých takto odvodených podmienok a stavov sa podľa reálnej situácie každého pohonu ventilátora odvodí signál, či má byť ventilátor zapnutý alebo vypnutý. Teda či sa vyžaduje pridať alebo odobrať počet ventilátorov, či predchádzajúci ventilátor v želanej postupnosti má požadovaný stav, či je povolený interval teplôt, či nie je teplota vzduchu pod nulou a napokon, či je testovaný ventilátor schopný rozbehnúť sa. Ihneď po vyslaní signálu na zapnutie alebo vypnutie, resp. signálu rozbehu alebo zastavenia ventilátora, sa podmienky zmenia a logika pôsobí na ďalší ventilátor poradi. Popritom sa trvalo a spojitou uplatňuje plynulá regulácia tlaku zmenou otáčok práve zapnutých ventilátorov na základe signálu z regulátora tlaku. Štruktúra takto stanoví podmienky chodu pre každý z nich v príslušnej požadovanej postupnosti. Výhodou je, že v každom časovom okamihu sa sleduje aktuálny stav, takže po zapnutí algoritmu sa správne rozbehne požadovaný počet ventilátorov. Iné riešenie, napríklad prostredníctvom sekvenčného programu, by si vyžadovalo inicializáciu premenných po každom prerušení riadenia.

Záver

Využitie logických blokov v riadení spojitéch štruktúr sa oplatí zväziť v prípadoch, keď je potrebné reagovať na zmenu podmienok prostredníctvom zmeny štruktúry obvodu.

AXESS

AXESS, spol. s r. o.

**Ing. Vladimír Boďo
Medvedovej 1/A
851 04 Bratislava
Tel.: 02/62 24 75 70
Fax: 02/62 24 75 38
e-mail: axess@axess.sk**