5 Filtrace u lineárních diskrétních regulačních obvodů

U diskrétního PSD regulátoru probíhá výpočet akčního zásahu přesně dle příslušné diferenční rovnice. Toto má za následek, že nedochází k přirozenému útlumu velkých a prudkých změn hodnot regulační odchylky a tím i akční veličiny, jako je tomu u spojitých regulačních obvodů.

U spojitých PID regulátorů vlivem setrvačnosti dochází k přirozené filtraci šumu a jeho vysokofrekvenčních složek. Setrvačnost je také jakýmsi zpožďovacím faktorem při skokových změnách žádané hodnoty, a proto je nebezpečí vzniku prudkých změn akční veličiny menší u spojitých systémů než u diskrétních.

U číslicových regulátorů dochází k velkým změnám akční veličiny prakticky vždy, když se více změní regulační odchylka. Díky šumu, který doprovází signál nesoucí informaci o regulované veličině, dochází k tomu, že přenášený signál je zatížen náhodnou chybou [Švarc, Šeda, Vítečková, 2007].

Abychom zabránili negativním vlivům prudkých změn regulační odchylky, využíváme **filtrů**, které fyzicky zařadíme před číslicový PSD regulátor a nebo upravíme algoritmus samotného číslicového PSD regulátoru.

5.1 Filtrace vzorkované veličiny

Diferenční rovnice filtru 1. řádu je

$$e_f(kT) = (1-a)e_f[(k-1)T] + ae(kT) \tag{5. 1}$$

kde

$$a = \frac{1}{1+\dfrac{T_f}{T}} \tag{5. 2}$$

je koeficient filtrace.

Pokud je a = 1 vstupní veličina není filtrovaná a pokud a = 0 je vstupní signál odpojen.

Jak již bylo zmíněno, je možné zabránit negativním vlivům prudkých změn regulační odchylky také úpravou algoritmu číslicového PSD regulátoru daného vztahem

$$\begin{aligned} & u(kT) - u[(k-1)T] = \\ & = k_P\left\{e(kT) - e[(k-1)T] + \frac{T}{T_I}e(kT) + \frac{T_D}{T}\{e(kT) - 2e[(k-1)T] + e[(k-2)T]\}\right\} \end{aligned} \tag{5. 3}$$

Není vhodné, aby v tomto vztahu byla zastoupena pouze regulační odchylka $e(kT)$. Ve většině případů je žádaná veličina konstantní a při její občasné změně není nutné, aby byla znovu derivovaná a tato změna vnesla do řízení nevhodný účinek [Švarc, Šeda, Vítečková, 2007]. Tím pádem je po úpravě možno získat alternativu vztahu (5. 3).

Pro $w(kT) = w = konst$ platí

$$\begin{aligned} e(kT) &= w - y(kT) \\ e[(k-1)T] &= w - y[(k-1)T] \\ e[(k-2)T] &= w - y[(k-2)T] \end{aligned} \tag{5. 4}$$

$$\begin{aligned} & e(kT) - e[(k-1)T] = -y(kT) + y[(k-1)T] \\ & e(kT) - 2e[(k-1)T] + e[(k-2)T] = -y(kT) + 2y[(k-1)T] - y[(k-2)T] \end{aligned} \tag{5. 5}$$

a nyní můžeme získat alternativu vztahu PSD regulátoru daného vztahem

$$u(kT)-u[(k-1)T]=$$
$$=k_P\left\{-y(kT)+y[(k-1)T]+\frac{T}{T_I}[w(kT)-y(kT)]+\frac{T_D}{T}[-y(kT)-2y[(k-1)T]+y[(k-1)T]]\right\} \tag{5. 6}$$

Potlačení vzniku velkých změn akční veličiny v důsledku diskrétní realizace spojité derivace na šumem zatížené regulační odchylce $e(kT)$ se provádí přímo v algoritmu náhrady derivace. Místo ideální spojité derivace $T_D\dfrac{de(t)}{dt}$ se provádí náhrada členem $T_D\dfrac{s}{T_1 s+1}$, tedy derivačním členem se setrvačností prvního řádu, který funguje jako filtr. Toto řešení je výhodnější než použití filtru před regulátorem, protože filtrace se týká pouze derivační složky a nevnáší setrvačnost do proporcionální a sumační složky [Švarc, Šeda, Vítečková, 2007].