

apríl 2024

github.com/PracovnyBod/KUT
MT

KUT004

O PID regulátore

MEDZI najviac rozšírené súčasti riadiacich systémov vo všeobecnosti patrí PID regulátor. Využíva regulačnú odchýlku a je ho možné opísať pomocou lineárneho dynamického systému a teda pomocou prenosovej funkcie.

Názov *PID* regulátor vystihuje skutočnosť, že tento regulátor má tri principiálne zložky. Proporcionálnu, Integračnú a derivačnú. Ide pri tom o tri spôsoby ako sa tu využíva informácia o regulačnej odchýlke.

Regulátor v skutočnosti pracuje s tromi signálmi. Prvým je samotná regulačná odchýlka $e(t) = w(t) - y(t)$. Z regulačnej odchýlky sa získavajú ďalšie dva signály. Časový integrál regulačnej odchýlky a časová derivácia regulačnej odchýlky. Formálnejšie

$$e_i(t) = \int e(t)dt \quad (1)$$

je časový integrál regulačnej odchýlky a

$$e_d(t) = \frac{de(t)}{dt} \quad (2)$$

je časová derivácia regulačnej odchýlky.

Každý z týchto signálov je násobený (zosilnený) nejakou nastaviteľnou konštantou (parametrom regulátora) a výsledný akčný zásah $u(t)$ je súčet týchto troch členov, teda

$$u(t) = Pe(t) + I \int e(t)dt + D \frac{de(t)}{dt} \quad (3)$$

kde P , I a D sú parametre (konštanty, čísla, zosilnenia) regulátora.

Prenosová funkcia PID regulátora

Zo všeobecného hľadiska je vstupom regulátora regulačná odchýlka – signál $e(t)$. Jeho L-obrazom je $E(s)$. Výstupom regulátora je akčný zásah, ktorého L-obrazom je $U(s)$. Prenosová funkcia PID regulátora potom formálne je

$$G_R(s) = \frac{U(s)}{E(s)} \quad (4)$$

alebo teda akčný zásah je

$$U(s) = G_R(s)E(s) \quad (5)$$

L-obrazom integrálu regulačnej odchýlky je $\frac{1}{s}E(s)$ a L-obrazom derivácie regulačnej odchýlky je $sE(s)$. Potom akčný zásah je

$$U(s) = PE(s) + I \frac{1}{s}E(s) + DsE(s) \quad (6)$$

konvenčne sa v tejto súvislosti pre označenie parametrov PID používajú r_0 , r_{-1} a r_1 , kde číselný index má vyjadrovať mocninu premennej s , pri ktorej sa parameter nachádza. Teda

$$U(s) = r_0 E(s) + r_{-1} \frac{1}{s} E(s) + r_1 s E(s) \quad (7)$$

Prenosová funkcia PID regulátora je potom v tvare

$$G_R(s) = r_0 + r_{-1} \frac{1}{s} + r_1 s \quad (8)$$

Tento tvar sa nazýva zložkový tvar, totiž, túto prenosovú funkciu je možné vyjadriť aj v tvare

$$G_R(s) = P \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right) \quad (9)$$

kde zmyslom je zavedenie časových konštánt T_I a T_D (tieto parametre majú rozmer času) a pri tom platí $P = r_0$, $T_I = \frac{r_0}{r_{-1}}$ a $T_D = \frac{r_1}{r_0}$.

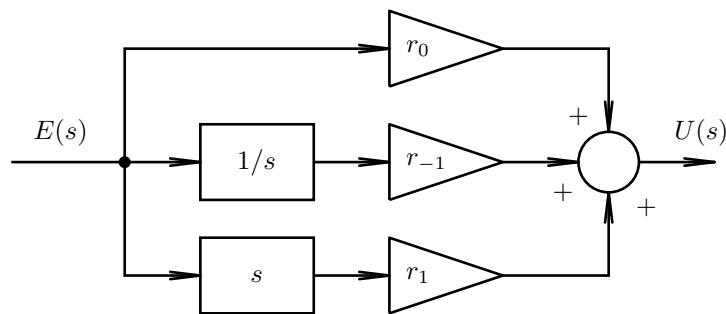
Len pre názornosť, ak by sme chceli vyjadriť prenosovú funkciu (8) ako jediný zlomok, potom

$$G_R(s) = \frac{r_1 s^2 + r_0 s + r_{-1}}{s} \quad (10)$$

kde je zrejmé, že stupeň čitateľa je vyšší ako stupeň menovateľa a teda ide o nekauzálny systém. To súvisí so skutočnosťou, že realizovať časovú deriváciu, takú, pri ktorej by bola veľkosť časového úseku dt nekonečne malá, je nereálne. V praxi je možné realizovať kvalitnú aproximáciu ideálnej časovej derivácie, čo sa v týchto súvislostiach prejaví tak, že obrazom signálu v derivačnej zložke nie je $sE(s)$, ale iný výraz, taký, že to má za následok splnenie podmienky kauzality v celkovej prenosovej funkcii PID regulátora.

Bloková schéma PID regulátora

Schematicky, pomocou základných funkčných prvkov, vzhľadom na jeho prenosovú funkciu, je možné PID regulátor znázorniť nasledovne:



Obr. 1: Bloková schéma PID regulátora