

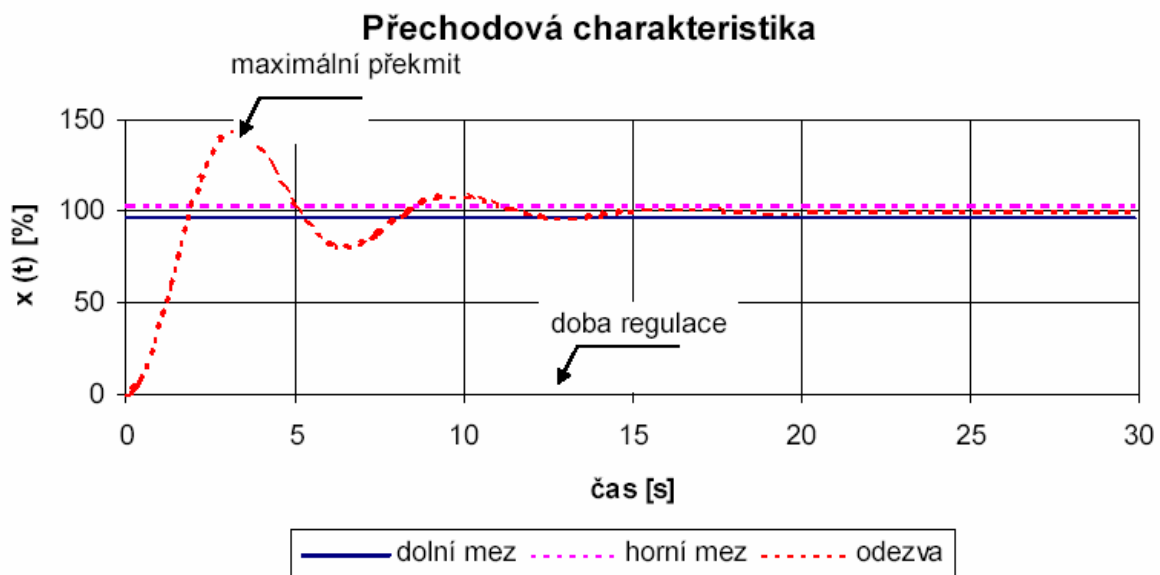
Definice kvality regulačního procesu.

Nejčastěji je hodnoceno několik ukazatelů, které charakterizují kvalitu regulačních procesů. Jedná se o :

1. přesnost regulace - udává v jakých mezích udržuje regulační obvod regulovanou veličinu
2. doba regulace (doba odezvy) - je doba, která uplyne od počátku poruchy do okamžiku, kdy se regulované veličiny technologického procesu dostanou na žádané hodnoty s danou přesností
3. maximální odchylka regulované veličiny (maximální překmit) - je největší hodnota přeregulování v odezvě uzavřeného regulačního obvodu na skokovou změnu zadané veličiny
4. počet přeregulování po dobu regulace - je roven počtu extrémů (maxim, minim) po dobu regulace, jejichž hodnota leží vně pásma přesnosti regulace
5. kvadratická regulační plocha - je integrál definovaný vztahem:

$$I = \int_0^{\infty} [e(t)e(\infty)]dt$$

Význam výše popsaných pět parametrů je zřejmých z úplné dynamické charakteristiky, která je na obrázku ve tvaru odezvy na jednotkový skok.



Obr. Kvalita regulace

Základní typy regulátorů

Kvalitu regulace ovlivňujeme typy především použitých regulátorů. Regulátory dělíme na:

- proporcionální,
- proporcionálně integrační,
- proporcionálně derivační
- proporcionálně integračně derivační

Označujeme je zkratkami P, PI, PD, PID

Proporcionální regulátory :

Jsou to nejjednodušší regulátory, pracují jako zesilovač regulační odchylky, tedy znaménko minus souvisí se zavedením regulační odchylky $e(t) = w(t) - x(t)$. Zesílení regulátoru K_p se velmi často udává pomocí statiky $s = (1 / K_p) \cdot 100\%$.

Statika říká, jak se musí změnit regulovaná veličina, aby regulátor přestavil z nulové do nominální polohy.

K tomu, aby se v regulačním obvodu udržovala regulovaná veličina na žádané hodnotě w , musí být na vstupu regulátoru regulační odchylka $w = 1/s_0$.

kde $1/s_0$ je zesílení regulované soustavy. Říkáme, že regulační obvod pracuje s trvalou regulační odchylkou, pokud je regulovaná soustava statická.

V případě astatických soustav může být pro udržení regulované veličiny na žádané hodnotě nulová akční veličina, tedy proporcionální regulátor ve spojení s astatickou regulovanou soustavou pracuje bez trvalé regulační odchylky.

Integrační regulátory :

U tohoto regulátoru při skokové změně regulované veličiny x dojde k trvalé změně akční veličiny u . Tento regulátor je astatický, jeho výstupní signál se trvale mění s rychlostí úměrnou vstupnímu signálu.

$$\frac{du(t)}{dt} = \frac{1}{T_i} e(t)$$

K vyjádření velikosti integrační složky používáme integrační časovou konstantu T_i , definovanou jako dobu, po které odezva regulátoru na skokovou změnu dosáhne integrační složka stejné hodnoty jako složka proporcionální.

Proporcionálně integračně-derivační regulátor :

Odstranění trvalé regulační odchylky a přitom dobré dynamické vlastnosti regulačního obvodu získáme použitím všech tří složek P, I, D. Velikost každé složky lze samostatně nastavovat, to znamená P-pásmo proporcionality, Integrační časovou konstantu a D-derivační časovou konstantu. Pro kvantitativní vyjádření platí:

- a) Zvětšení proporcionální složky dosáhneme zvětšením zesílení (snížením statiky).
- b) Zvětšení rychlosti odezvy dosáhneme zmenšením integrační časové konstanty, většinou na úkor stability.
- c) Zvýšením zesílení derivační složky zlepšíme odezvu v počátku přechodového procesu, většinou na úkor zesílené odezvy na šum.

V počátku přechodového děje převládá derivační složka regulátoru, s narůstajícím časem převládá integrační složka regulátoru.

Analogová formulace PID regulátoru:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

$u(t)$ výstupní hodnota regulátoru (akční veličina)

K_p proporcionální zesílení

T_i integrační časová konstanta

K_d zesílení derivační složky

$e(t)$ regulační odchylka $e(t)=w(t)-x(t)$

$w(t)$ žádaná hodnota (nastavená) regulované veličiny

$x(t)$ aktuální měřená hodnota regulované veličiny.

Digitální formulace PID odpovídá diskretizaci analogové rovnice:

$$u(t) = K_p e(i) + \frac{1}{T_i} \sum_{k=0}^i e(k)T + K_d \frac{e(i) - e(i-1)}{T}$$

$e(i)$ regulační odchylka ve vzorkovacím intervalu

$e(i-1)$ regulační odchylka v předchozím vzorkovacím intervalu

T vzorkovací interval

Zákmity na měřené veličině můžeme odstranit použitím vztahu $(e(i)+3.e(i-1)-3.e(i-2)-e(i-3))/6$ místo $(e(i)-e(i-1))$

Velikost vzorkovací periody, tj. diskretizačního kroku souvisí s reálně dosažitelnou rychlostí změny akční veličiny. Další omezení vyplývá z výpočetních nároků regulace. Běžně používanou vzorkovací periodou (pro statické regulace) je čas okolo 50 ms.

Pro regulaci v limitních a přechodových stavech je možné PID algoritmus v digitálních systémech snadno modifikovat.

Akční veličina může nabývat pouze omezených hodnot (dolní a horní limit), při dosažení limitu je nutno vypnout integrační člen, aby nenarůstala suma chyb a následný zásah nebyl příliš velký.

Horní a dolní limit akční veličiny, může být závislý regulované veličině. Akční veličina může narůstat jenom omezenou rychlostí.

Realizace bezrázové přepínání = plynulý přechod při přepínání typu regulace nebo z ručního do automatického režimu apod.

Filtrace měřené veličiny, aby se rušení a jiné chyby na měřené veličině nepromítaly do výstupu regulátoru. Např. klouzavý průměr.

Většinou je cíl zpomalit vlastní regulační rovnici. Je třeba si uvědomit, že v analogovém regulátoru jsou různé tlumicí a filtrační členy plynoucí z jeho realizace naopak v číslicovém regulátoru se žádné tlumení nevyskytuje.