

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ**



ZÁKLADY AUTOMATICKÉHO ŘÍZENÍ

10. týden

doc. Ing. Renata WAGNEROVÁ, Ph.D.

Ostrava 2013

© doc. Ing. Renata WAGNEROVÁ, Ph.D.

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3054-4



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

1	REGULÁTORY	3
1.1	Úvod	4
1.2	Popis používaných typů spojitých regulátorů	4
1.3	Realizace PID regulátorů pomocí operačních zesilovačů.....	7
2	POUŽITÁ LITERATURA	9



1 REGULÁTOR



OBSAH KAPITOLY:

Konvenční regulátory typu PID

Tvary základních charakteristik PID regulátorů

Realizace analogových regulátorů pomocí operačních zesilovačů



MOTIVACE:

95% nasazení regulačních obvodů, se kterými se můžeme setkat v technické praxi, používá konvenční regulátory typu PID. Ty zajistí požadované chování regulované soustavy a eliminaci poruchových veličin.



CÍL:

Po prostudování budete umět

- definovat základní typy analogových regulátorů.
- popsat přenosy regulátorů odvozených z PID regulátorů.
- definovat základní charakteristiky regulátorů
- Realizace regulátorů pomocí operačních zesilovačů.



1.1 ÚVOD

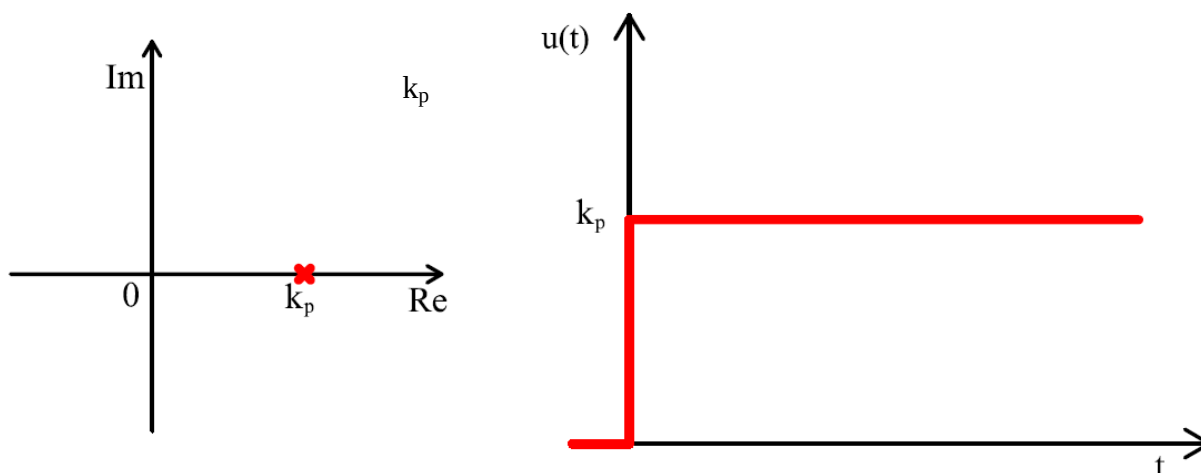
Regulátor je zařízení, které provádí regulaci, čili které prostřednictvím akční veličiny působí na regulovanou soustavu tak, aby se regulovaná veličina udržovala na předepsané hodnotě (ve zvláštních případech to nemusí být konstantní hodnota) a regulační odchylka byla nulová nebo co nejmenší.

Podle průběhu výstupního signálu se regulátory dělí na **spojité** a **nespojité**. Spojité regulátory pracují se spojitými signály. Hlavní stavební prvky jsou operační zesilovače. Kvalita regulace je velmi dobrá, návrh regulace je poměrně snadný. Jsou základem regulační techniky. Do nespojitých regulátorů zaražujeme regulátory hlavně dvoupolohové popřípadě.

1.2 POPIS POUŽÍVANÝCH TYPŮ SPOJITÝCH REGULÁTORŮ

Typ spojitého regulátoru	Přenos regulátoru
P	$G_R(s) = k_p$
I	$G_R(s) = \frac{1}{T_I s}$
PD	$G_R(s) = k_p (T_D s + 1)$
PI	$G_R(s) = k_p \left(\frac{1}{T_I s} + 1 \right)$
PID	$G_R(s) = k_p \left(\frac{1}{T_I s} + T_D s + 1 \right)$
PIDi	$G_R(s) = k_p \left(\frac{1}{T_I s} + 1 \right) (T_D s + 1)$

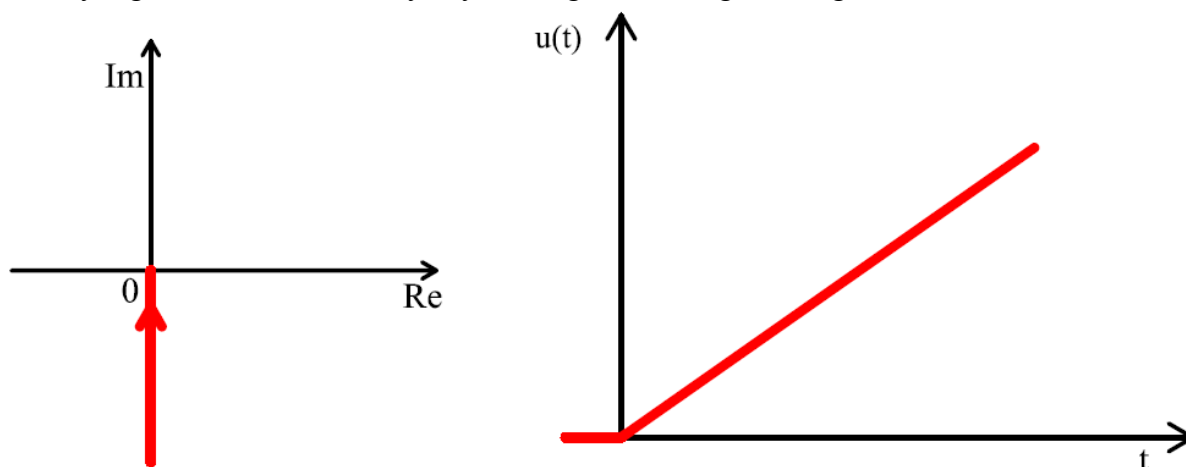
P regulátor – v uzavřeném regulačním obvodu pracuje s trvalou regulační odchylkou. Má dobré stabilní vlastnosti. Používá se např. na stabilizaci pevných bodů, stabilizaci napětí, proudu.



Obr. 9.1 AFKCH + přechodová charakteristika P regulátoru



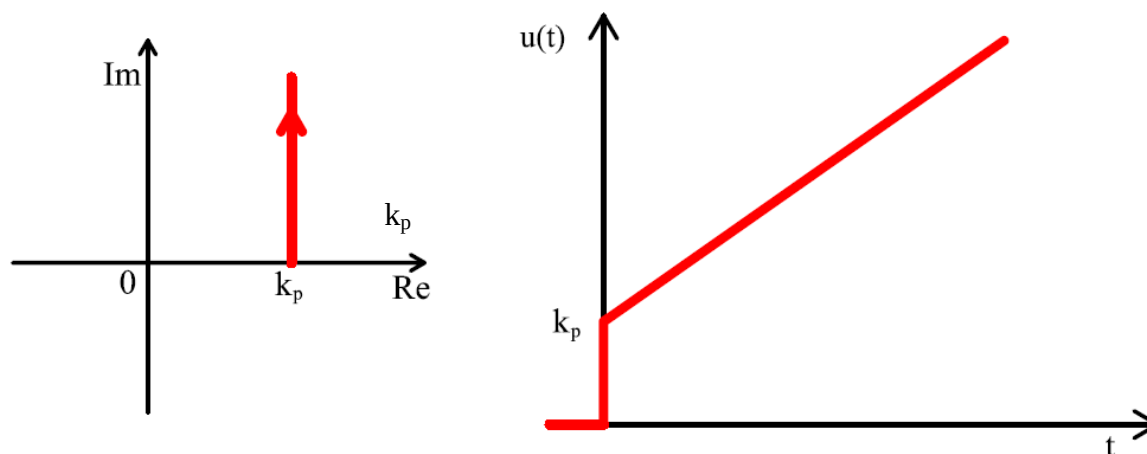
I regulátor – v uzavřeném regulačním obvodu pracuje pouze s přechodovou regulační odchylkou. Regulační pochod se ustálí tehdy, kdy regulační odchylka $e(t) = 0$. Zvyšuje statickou přesnost regulačního obvodu, ale zhoršuje jeho dynamiku. Nevyhoví podmínkám stability regulačního obvodu, když by měl regulovat integrační regulovanou soustavu.



Obr. 9.2 AFKCH + přechodová charakteristika I regulátoru

D-člen – není schopen samostatné funkce, jako regulátor připojený k regulované soustavě, protože vstupním signálem je derivace regulační odchylky a neví tedy nic o velikosti (hodnotě) odchylky $e(t)$. Připustí libovolně velkou ustálenou regulační odchylku. V kombinovaném regulátoru zlepšuje stabilitu regulačního obvodu. Natáčí fázi amplitudové fázové charakteristiky v komplexní rovině o $+90^\circ$. Informuje regulátor o změně regulační odchylky. Regulátor tak může v čas na tuto změnu reagovat a rozpojí regulační obvod.

PI regulátor – v uzavřeném regulačním obvodu odstraňuje trvalou regulační odchylku, kterou bychom měli při použití P regulátoru. Zlepšuje stabilitu vzhledem k použití čistě I regulátoru. Pro určitá nastavení stavitelných parametrů regulátoru vyhovuje z hlediska stability i pro integrační regulovanou soustavu. V počátku regulačního pochodu převládá vliv integrační složky. Nejrozšířenější regulátor mezi spojitými regulátory.

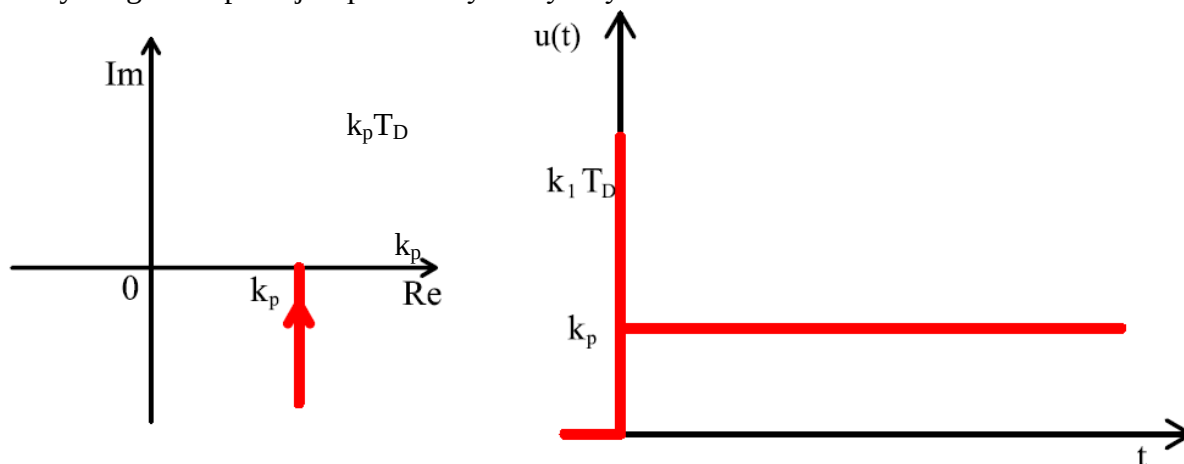


Obr. 9.3 AFKCH + přechodová charakteristika PI regulátoru

PD regulátor – ve srovnání s použitím čistě P regulátoru zlepšuje stabilní vlastnosti regulačního obvodu. Je tedy možné pracovat s vyšším zesílením regulátoru a tedy menší trvalou regulační odchylkou vzhledem k použití čistě P regulátoru. V počátku regulačního

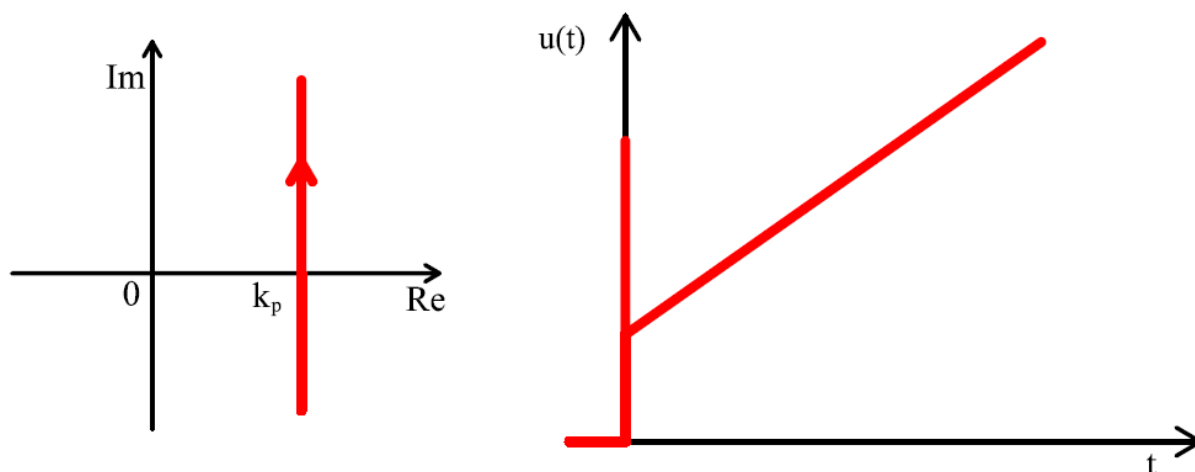


pochodu převládá vliv derivační složky, s narůstajícím časem převládá vliv proporcionální složky. Regulátor pracuje s přechodným zvýšeným zesílením.



Obr. 9.4 AFKCH + přechodová charakteristika PD regulátoru

PID regulátor – v uzavřeném regulačním obvodu odstraňuje vliv I složky trvalou regulační odchylku a vlivem D složky zlepšuje stabilitu regulačního obvodu. V počátku přechodového děje převládá derivační složka regulátoru, s narůstajícím časem převládá integrační složka regulátoru.



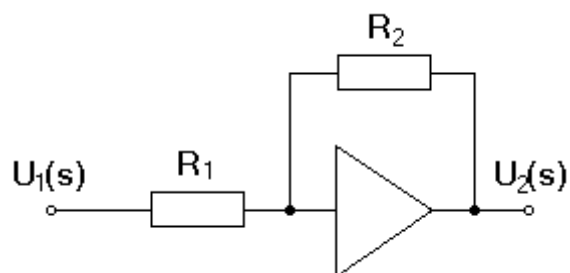
Obr. 9.5 Přechodová charakteristika PID regulátoru

PIDi regulátor - je konstrukčně složen z PI a PD regulátoru. Má shodné vlastnosti jako PID regulátor, ale je jednodušší a tedy levnější. Aby mohl být PIDi regulátor použit, T_D a T_I musí

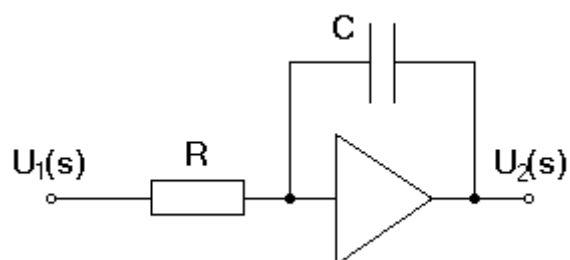
být v poměru $\frac{T_D}{T_I} = \frac{1}{4}$.



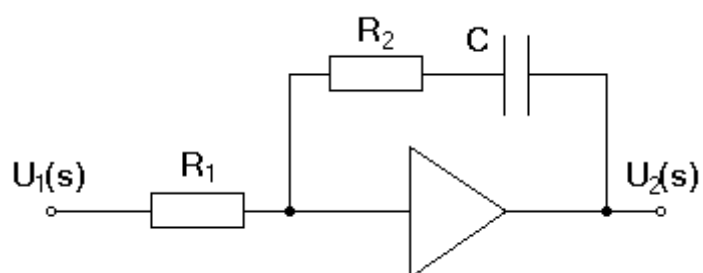
1.3 REALIZACE PID REGULÁTORŮ POMOCÍ OPERAČNÍCH ZESILOVAČŮ



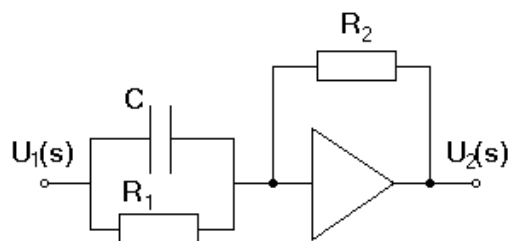
Regulátor typu P



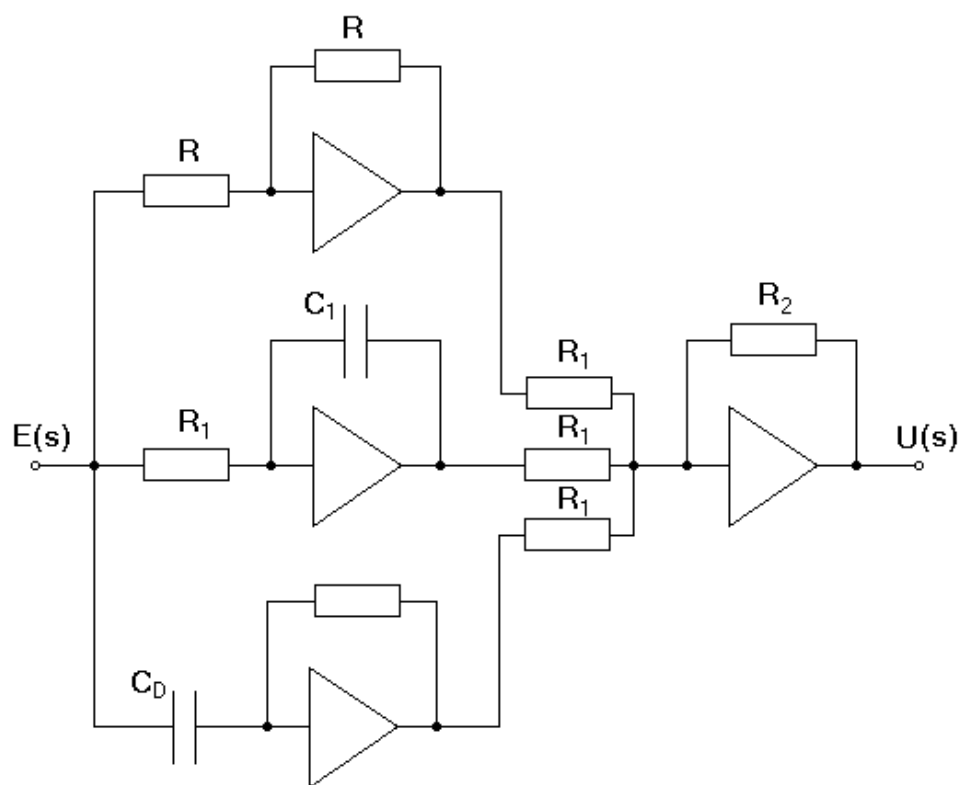
Regulátor typu I



Regulátor typu PI



Regulátor typu PD



Regulátor typu PID

2 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BALÁTĚ, J. 2003. AUTOMATICKÉ ŘÍZENÍ. PRAHA: NAKLADATELSTVÍ BEN, 2003, 654 s. ISBN 80-7300-020-2.
- [2] BOLTON, W. 1992. CONTROL ENGINEERING. NEW YORK: LONGMAN SCIENTIFIC & TECHNICAL, 1992. 327s. ISBN 0-582-09729-0.
- [3] DORF, R. C. & BISHOP, R. H. 1998. MODERN CONTROL SYSTEMS. ADDISON-WESLEY : HARLOW ENGLAND 1998. ISBN 0-201-30864-9.
- [4] ŠVARC, I. 2002. AUTOMATIZACE/AUTOMATICKÉ ŘÍZENÍ. BRNO: NAKLADATELSTVÍ CERM, 2002, ISBN 80-214-2087-1.
- [5] VÍTEČKOVÁ, M. & POLOKOVÁ, J. 1989. *Logaritmické kmitočtové charakteristiky*. Ostrava: VŠB-TUO, 1989. 54s. Doplnkový učební text
- [6] VÍTEČKOVÁ, M. ~~A. VÍTEČEK~~ 2006. ZÁKLADY AUTOMATICKÉ REGULACE. OSTRAVA: VŠB-TU OSTRAVA 2006. 198 s. ISBN 80-248-1068-9.

