

Analýza a informatizácia dynamických systémov

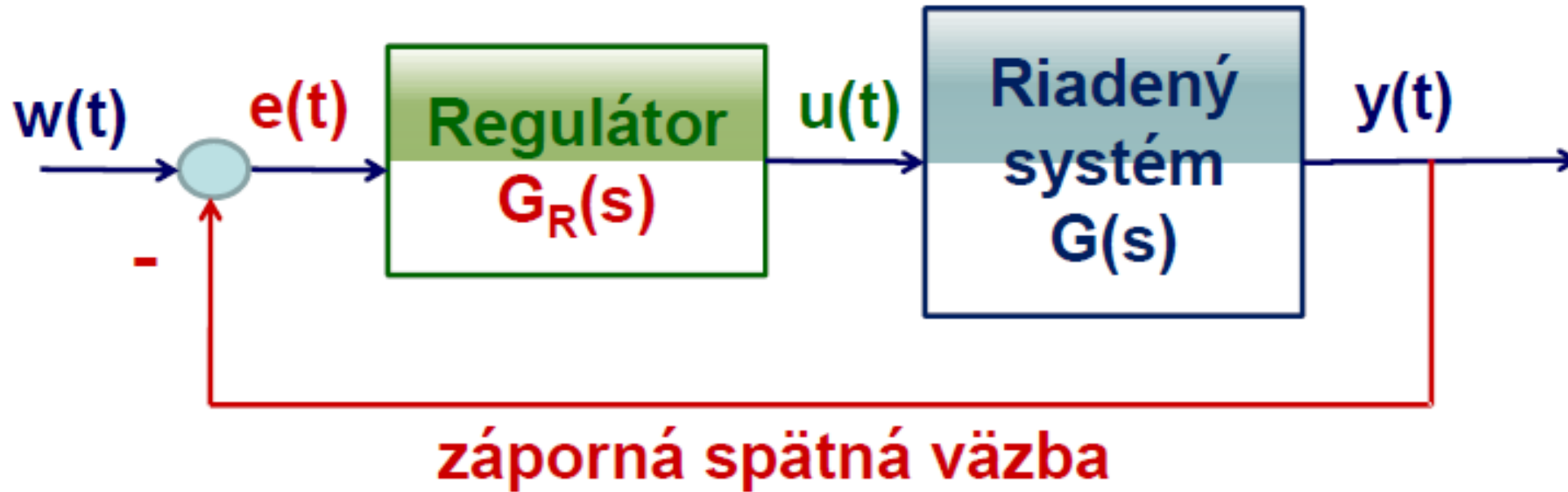
ERIK KUČERA | 3APIN

Regulátory

ERIK KUČERA

ANALÝZA A INFORMATIZÁCIA DYNAMICKÝCH SYSTÉMOV | PREDNÁŠKA 5

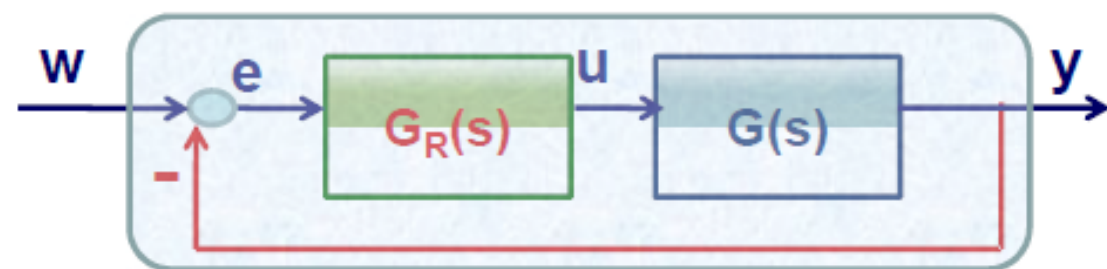
Jednoduchý uzavretý regulačný obvod



- $y(t)$ - riadená (výstupná) veličina
- $w(t)$ - žiadaná hodnota (referenčná veličina)
- $u(t)$ – akčná veličina (výstup z regulátora)
- $e(t)$ – regulačná odchýlka

Prenosová funkcia jednoduchého uzavretého regulačného obvodu

$$Y(s) = G(s)U(s)$$
$$U(s) = G_R(s)E(s)$$
$$E(s) = W(s) - Y(s)$$



URO

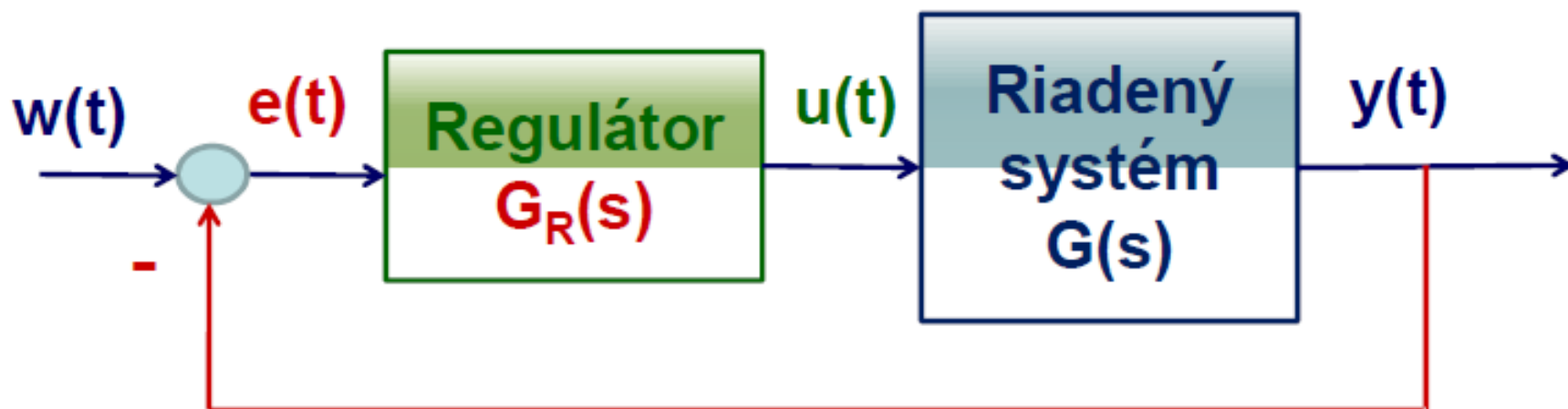
$$G_{URO}(s) = \frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{G(s)G_R(s)}{1 + G(s)G_R(s)}$$

$$Y(s) = G(s)G_R(s)(W(s) - Y(s))$$
$$Y(s) + G(s)G_R(s)Y(s) = G(s)G_R(s)W(s)$$

Príklad: systém 1. rádu + P – regulátor...

$$G_{URO}(s) = \frac{G_1(s).P}{1 + G_1(s).P} = \dots = \frac{K.P}{Ts + 1 + KP}$$

Jednoduchý URO: prenosové funkcie



$$G_{URO}(s) = \frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{G(s)G_R(s)}{1 + G(s)G_R(s)}$$

*odvodenie...
(na prednáške)*

$$G_{E/W}(s) = \frac{E(s)}{W(s)} = \frac{1}{1 + G(s)G_R(s)}$$

$$G_{U/W}(s) = \frac{U(s)}{W(s)} = \frac{G_R(s)}{1 + G(s)G_R(s)}$$

PID – v praxi stále najčastejší typ regulátora



Ideálny PID:

Proporcionálna zložka Integrovaná zložka Derivačná zložka

PID v časovej oblasti:

$$u(t) = P e(t) + I \int_0^t e(\tau) d\tau + D \frac{de(t)}{dt}$$

Prenosová funkcia PID:

$$G_R(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = P + I \frac{1}{s} + Ds = P \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

T_i je integračná časová konštanta

T_d je derivačná časová konštanta

Metóda Zieglera a Nicholosa: návrh koeficientov PID

Metódu ZN môžeme realizovať graficko-analyticky priamo v Matlabe:

- zistíme **kritickú frekvenciu** ω_{KR} a **kritické zosilnenie** K_{KR} na základe príkazov *bode* a *margin*
- z hodnôt $K_{KR}, T_{KR} = 2\pi/\omega_{KR}$, určíme koeficienty PID regulátora podľa tabuľky:

Typ regulátora	Proporc. zložka P	Integračná zložka T_i	Derivačná zložka T_d
P	$0.5 K_{KR}$	-	-
PI	$0.45 K_{KR}$	$0.85 T_{KR}$	-
PID	$0.6 K_{KR}$	$0.5 T_{KR}$	$0.12 T_{KR}$

$$G_R(s) = P + I \frac{1}{s} + Ds = P \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

Teda: $I = \frac{P}{T_i}$ $D = P T_d$

Ako pôsobia zložky PID na stabilitu a kvalitu?

Parameter	Rýchlosť odozvy	Stabilita	Presnosť regulácie
Zvyšovanie zosilnenia <i>P</i>	zvyšuje	zhoršuje	zlepšuje
Zvyšovanie zosilnenia <i>I</i>	klesá	zhoršuje	zlepšuje
Zvyšovanie zosilnenia <i>D</i>	zvyšuje	zlepšuje	bez zmeny

Zosilnenie *P* :

- znižuje trvalú regulačnú odchýlku
- „zrýchľuje“ dynamiku

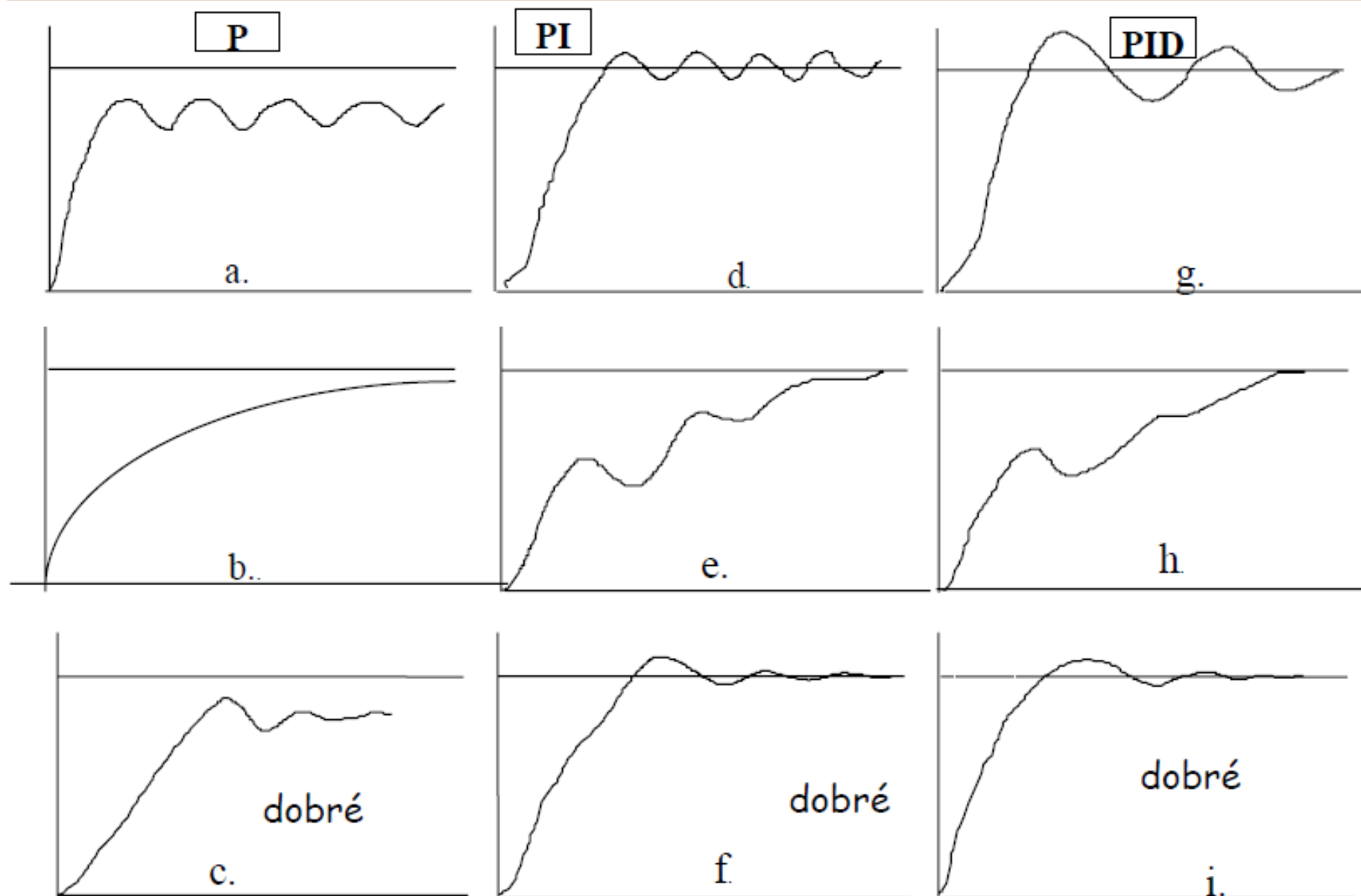
Integračná zložka *I* :

- odstraňuje trvalú regulačnú odchýlku

Derivačná zložka *D* :

- tlmí kmity
- „zrýchľuje“ dynamiku
- odporúča sa $T_d < 0.2T_i$

Grafické znázornenie nastavovania P, PI a PID regulátorov - experimentálne



Zdroje

- ▶ Materiály k prednáškam a cvičeniam – Danica Rosinová, Alena Kozáková