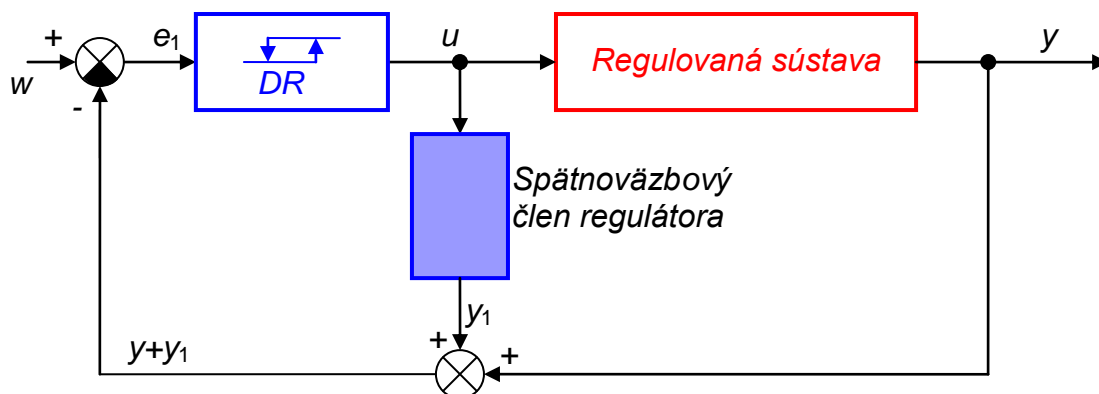


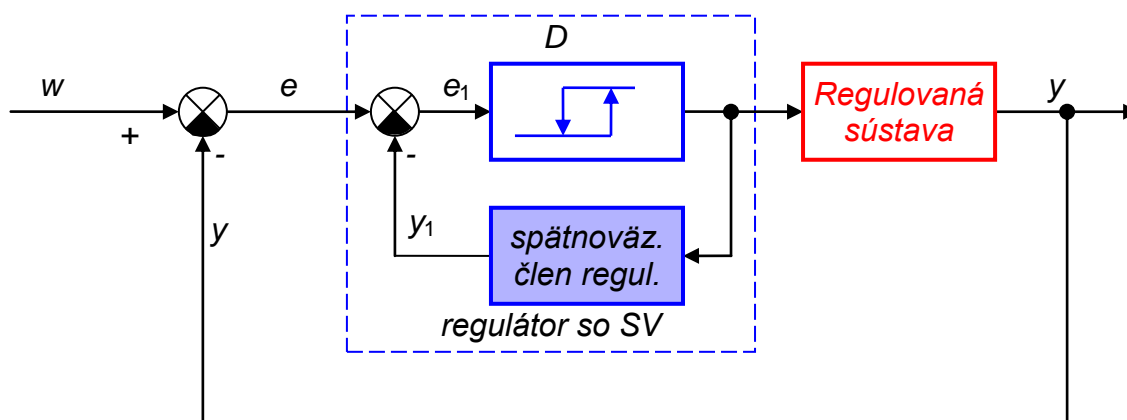
4. Princíp dvojpohových regulátorov so spätnou väzbou (SV)

Základnou myšlienkou je **zámerné** skreslenie informácie o okamžitej hodnote regulovanej veličiny. Zapojenie obvodu je uvedené na Obr. 17. Tým, že na vstup dvojpohového člena nie je pripojená regulačná odchýlka e , ale signál e_1 , t.j. regulačná odchýlka zámerné upravená, je možné výrazne zmenšiť pásmo kolísania regulovanej veličiny. Dosiahne sa toho tým, že nespojitý člen prepína s predstihom Δt , ktorý je určený spätnoväzbovým členom regulátora. Princíp je uvedený na Obr. 19.



Obr. 17

Túto schému je možné upraviť podľa Obr. 18.

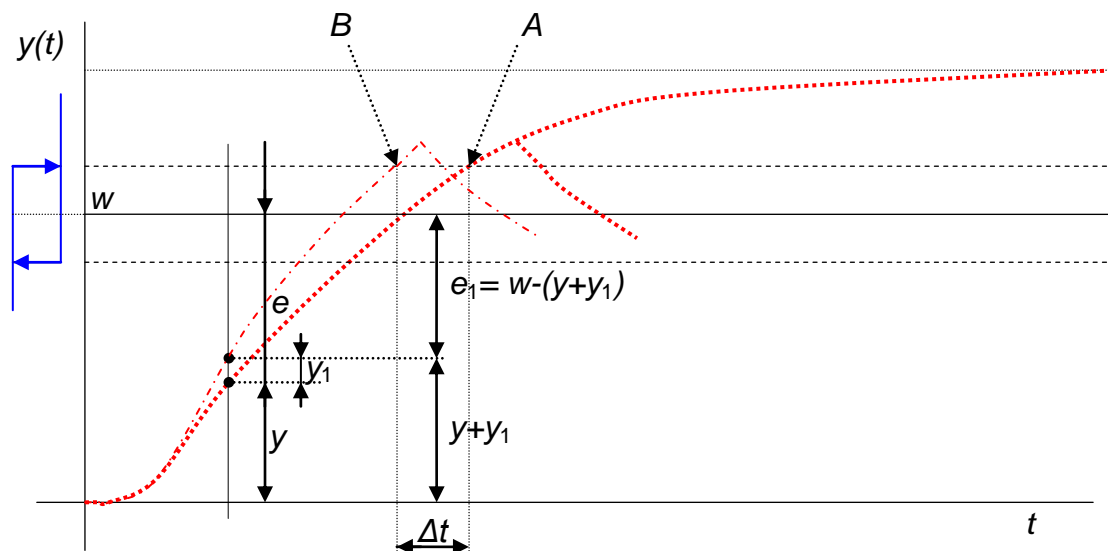


Obr. 18

$$e = w - y$$

$$e_1 = e - y_1 = w - (y + y_1) \tag{28}$$

Z obidvoch obrázkov vidieť, že dvojpohový člen regulátora (označený D) so spätnou väzbou nepracuje s regulačnou odchýlkou e , ale so „skreslenou“ odchýlkou e_1 .



Obr. 19

- A - bod vypnutia nespojitého člena bez spätnej väzby
- B - bod vypnutia nespojitého člena so spätou väzbou
- Δt - časový predstih získaný spätou väzbou nespojitého člena

Charakter dvojpohového regulátora so spätou väzbou je možné odvodiť na základe podobnosti statickej prevodovej charakteristiky nespojitého (reléového) člena (pre jednoduchosť uvažujeme nulovú hysteréziu) podľa Obr. 3 a statickej prevodovej charakteristiky operačného zosilňovača (ďalej OZ). Nespojitý prvok D sa v okamžiku prepnutia chová ako člen so zosilnením $A \rightarrow \infty$. Je známe, že vlastnosti uzatvoreného obvodu, ktorého priamu vetvu tvorí OZ a zápornú spätú väzbu člen s prenosom $M(s)$, sú určené iba parametrami a vlastnosťami spätoväzbového člena podľa známeho vzťahu

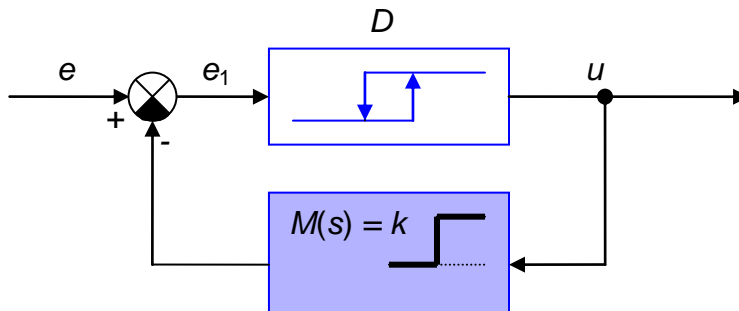
$$G(s) = \frac{A}{1 + A \cdot M(s)} = \frac{1}{M(s)} \quad (29)$$

Odtiaľ vyplývajú známe skutočnosti:

- 1) Ak má spätoväzbový člen regulátora prenos proporcionálny, čiže $M(s) = k$, $k = \text{konštanta}$, potom

$$G(s) = \frac{1}{k} \quad (30)$$

Celý regulátor má tiež charakter proporcionálny so zosilnením $r_0 = 1/k$. Spätá väzba týchto vlastností býva nazývaná **spätou väzbou pevnou** (nie je frekvenčne závislá).



Obr. 20

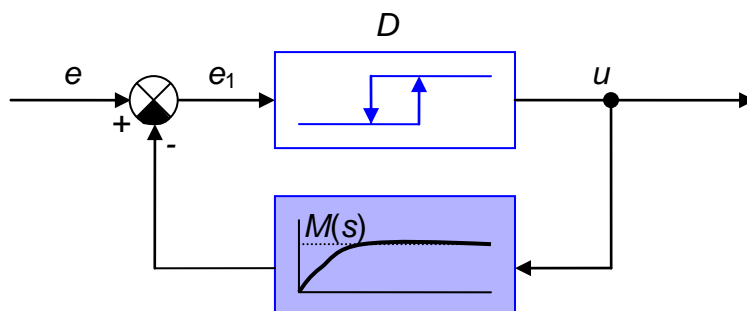
- 2) Ak je spätná väzba obvodu regulátora popísaná prenosom s vlastnosťami proporcionálneho člena s oneskorením 1. rádu, t.j.

$$M(s) = \frac{k}{Ts + 1}$$

hovoríme o tzv. **spätnej väzbe oneskorujúcej** a pre prenos regulátora platí

$$G(s) = \frac{1}{k} + \frac{T}{k}s = r_0 + r_1s \quad (31)$$

čo zodpovedá regulátoru typu PD.



Obr. 21

- 3) Ak prenos spätoväzbového člena má charakter PD s oneskorením 1. rádu, t.j.

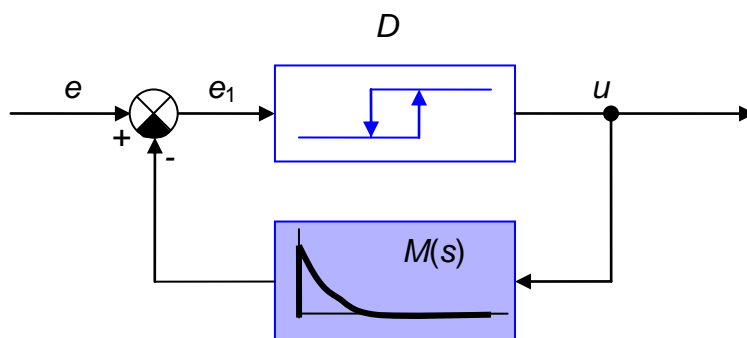
$$M(s) = \frac{ks}{Ts + 1}$$

býva táto **spätná väzba označovaná ako pružná** (reaguje iba na zmeny signálu e na vstupe regulátora).

Potom

$$G(s) = \frac{Ts}{ks} + \frac{1}{ks} = \frac{T}{k} + \frac{1}{ks} = r_0 + \frac{r_{-1}}{s} \quad (32)$$

Prenos (32) zodpovedá regulátoru typu PI.



Obr. 22

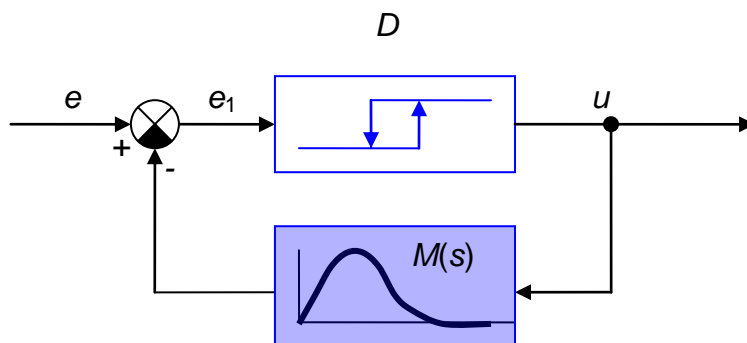
- 4) Ak budú v spätnej väzbe dvojpohového regulátora sériovo zapojené dva členy - jeden s charakterom oneskorujúcim a druhý s vlastnosťami člena pružného, teda

$$M(s) = \frac{k_1}{T_1s + 1} \frac{k_2s}{T_2s + 1} \quad (33)$$

Pre $G(s)$ platí

$$G(s) = \frac{T_1T_2}{k_1k_2}s + \frac{T_1+T_2}{k_1k_2} + \frac{1}{k_1k_2s} = r_1s + r_0 + \frac{r_{-1}}{s} \quad (34)$$

Vzťah (34) reprezentuje regulátor typu PID.



Obr. 23

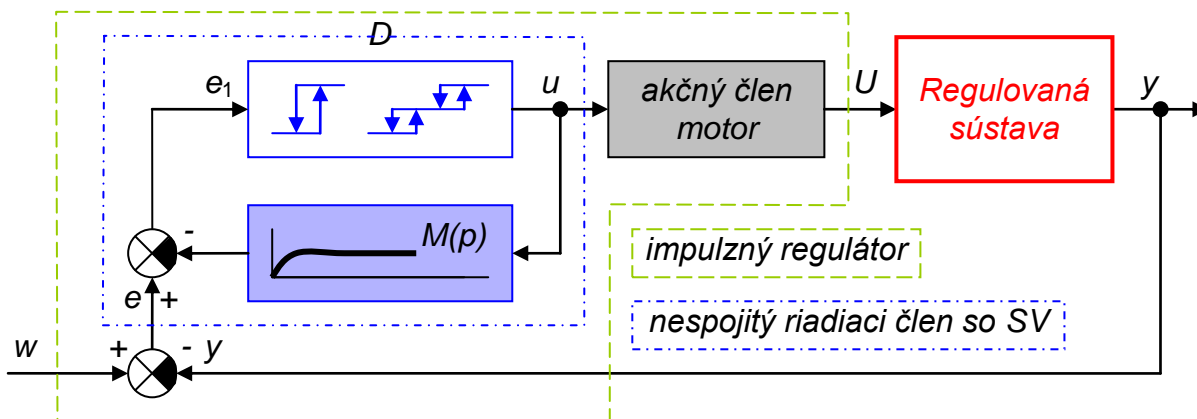
[Na obr. 20, 21, 22 a 23 je v spätnoväzbovom člene orientačne uvedená jeho prechodová funkcia.]

Zopakujme ešte raz to, čo už bolo uvedené vyššie (str. 14). Výstupný signál regulátora, t.j. akčná veličina, nie je spojitý, má charakter šírko modulovaných impulzov. Vlastnostiam typov uvedených nespojitých regulátorov (s kvázispojitém chovaním) zodpovedá stredná hodnota akčnej veličiny u .

Poznámka: Najjednoduchším spôsobom zúženia pásma Δy a s tým súvisiace zvýšenie frekvencie spínania akčnej veličiny je superponovanie periodického signálu k regulačnej odchýlke e . Spätnoväzbový člen regulátora generuje periodický signál nezávisle na polohe nespojitého bloku D (Obr. 18). Vlastnosti tohto zapojenia sa blížia charakteru PD. Premyslite naznačený princíp.

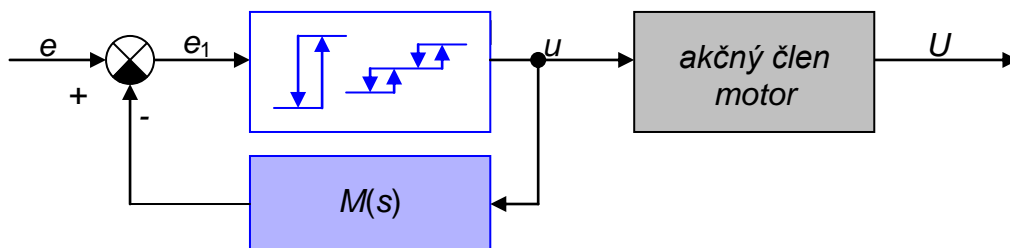
5. Impulzný regulátor - princíp

Pod impulzným regulátorom rozumieme nespojitý dvojpohový alebo trojpohový riadiaci člen s oneskorujúcou spätnou väzbou v spojení s akčným členom integračného (teda astatického) charakteru. Vlastný nespojitý riadiaci člen má teda charakter PD tak, ako je uvedené v odseku 4.2. Derivačná zložka akčnej veličiny prispieva k zrýchleniu regulačného deja (čo by malo byť známe z hodín venovaných spojitému lineárnemu riadeniu). Ako integračný akčný člen je najčastejšie uvažovaný elektrický motor ovládajúci napr. škrtiaci ventil, klapku alebo posúvač, teda akčný orgán, ktorý privádza resp. dávkuje akčnú veličinu do regulovanej sústavy. Táto akčná veličina teda obsahuje integračnú zložku, ktorá má podobný účinok ako integračná zložka akčnej veličiny v spojitých lineárnych regulačných obvodoch – teda kompenzáciu regulačnej odchýlky. Regulačný obvod s nespojitým impulzným regulátorom sa však líši od spojitého regulačného obvodu s regulátorom typu PI alebo PID tým, že výstup u riadiaceho dvojpohového člena nadobúda iba dve hodnoty (napr. $+U$, $-U$) resp. u trojpohového riadiaceho člena tri hodnoty (napr. $+U$, 0 , $-U$). Počas doby trvania signálu $+U$ na výstupe riadiaceho člena sa motor – akčný člen otáča jedným smerom, po dobu trvania signálu $-U$ sa motor otáča opačným smerom, po dobu trvania signálu 0 motor stojí. Situáciu zachytáva Obr. 24.



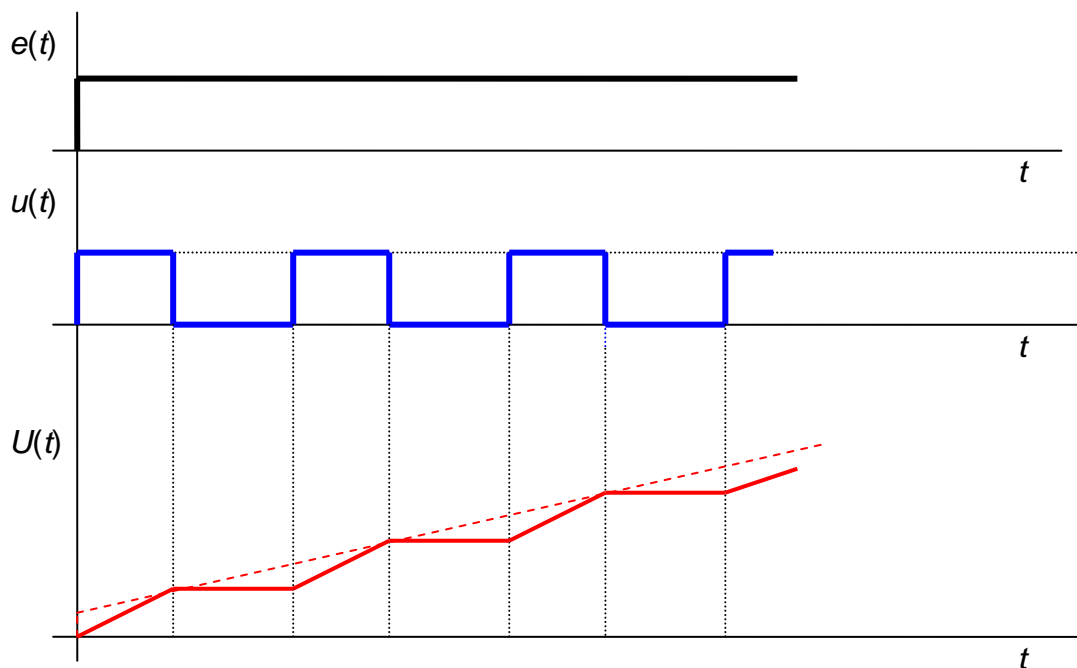
Obr. 24

Impulzný regulátor možno teda schematicky samostatne zobrazit' tak, ako je uvedené na obr. 25.



Obr. 25

Na nasledujúcich grafoch (Obr. 26) je naznačený priebeh akčnej veličiny u a výstupnej veličiny U astatického člena pre prípad, že regulačná odchýlka e má tvar skoku (možno teda hovoriť o prechodových funkciách) a akčná veličina nadobúda iba dve hodnoty, z ktorých jedna je nulová.



Obr. 26

Čiarkovaná priamka v grafe priebehu prechodovej funkcie veličiny U akčného člena dokladá, že celý impulzný regulátor má vlastnosti blízke charakteru PI.

[Možno sa ľahko presvedčiť o tom, že ak zapojíme do série člen s integračným charakterom a člen s prenosom typu PD, bude mať toto spojenie prenosové vlastnosti zodpovedajúce PI.

$$\frac{b_{-1}}{s} (a_0 + a_1 s) = \frac{a_0 b_{-1}}{s} + a_1 b_{-1} = \frac{r_{-1}}{s} + r_0]$$

Impulzné regulátory, ktorých princíp je tu krátko popísaný, sa v priemyselnej praxi veľmi často využívajú pre svoju konštrukčnú jednoduchosť a s tým súvisiacu prevádzkovú spoľahlivosť (ovládanie regulačných ventilov pri riadení prietokov, ...).