



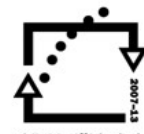
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt: Inovace oboru Mechatronik pro Zlínský kraj Registrační číslo: CZ.1.07/1.1.08/03.0009

Regulační obvody se spojitými regulátory

U spojitého regulátoru výstupní veličina je spojitou funkcí vstupní veličiny. Regulovaná veličina neustále ovlivňuje akční veličinu. Ta může dosahovat libovolné hodnoty od $y=0$ až y_{max} . Vzhledem k tomu, že regulační člen spojitého regulátoru může zaujmout libovolnou polohu, může vždy nastavit takovou hodnotu akční veličiny jakou je třeba na udržení regulované veličiny na žádané hodnotě. Tím se dá odstranit periodické kmitání regulované veličiny. (Je nevýhodná kvůli větším nákladům a na přístrojové vybavení).

Proporcionální regulátor (P)

Mezi výstupní a vstupní veličinou je přímá úměra. Každé hodnotě vstupní veličiny odpovídá přímo úměrná hodnota výstupní veličiny.

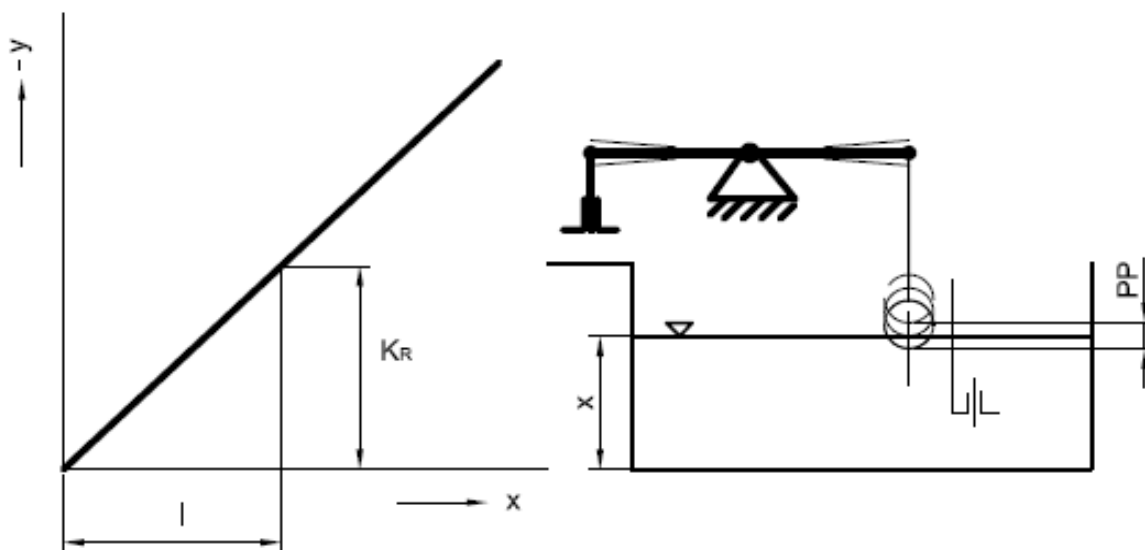
$$y = - K_R x$$

kde K_R je součinitel přenosu regulátoru.

Záporné znaménko v rovnici znamená , že při kladné regulační odchylce x se akční veličina zmenší o y a naopak.

a) statická charakteristika proporcionálního regulátoru

Regulátor reguluje tím přesněji, čím je jeho součinitel přenosu větší. Stabilita regulátoru i stabilita regulačního pochodu je větší při malém součiniteli přenosu. Pro správné nastavení součinitele přenosu regulátoru je vždy kompromisem mezi těmito dvěma hledisky. Regulátor musí být co nejcitlivější, ale zároveň musí být stabilní.

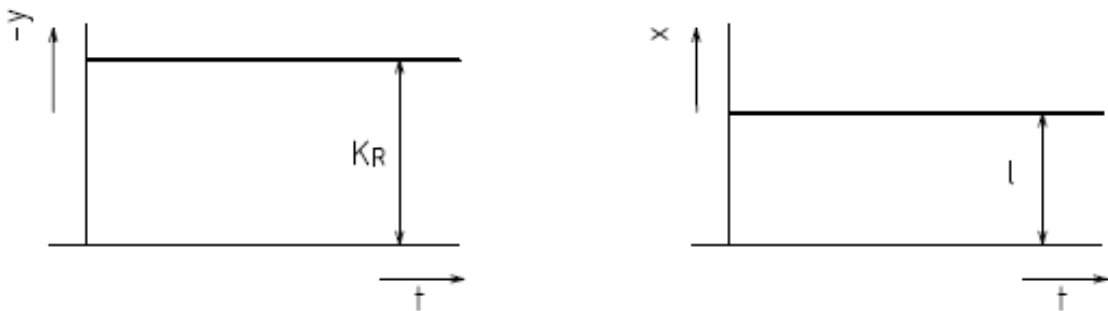


Pásmo proporcionality – **PP** je rozsah ve kterém se musí změnit regulovaná veličina aby se regulační člen přestavil z jedné krajní polohy do druhé.

$$PP = \frac{l}{K_R} \cdot 100\%$$

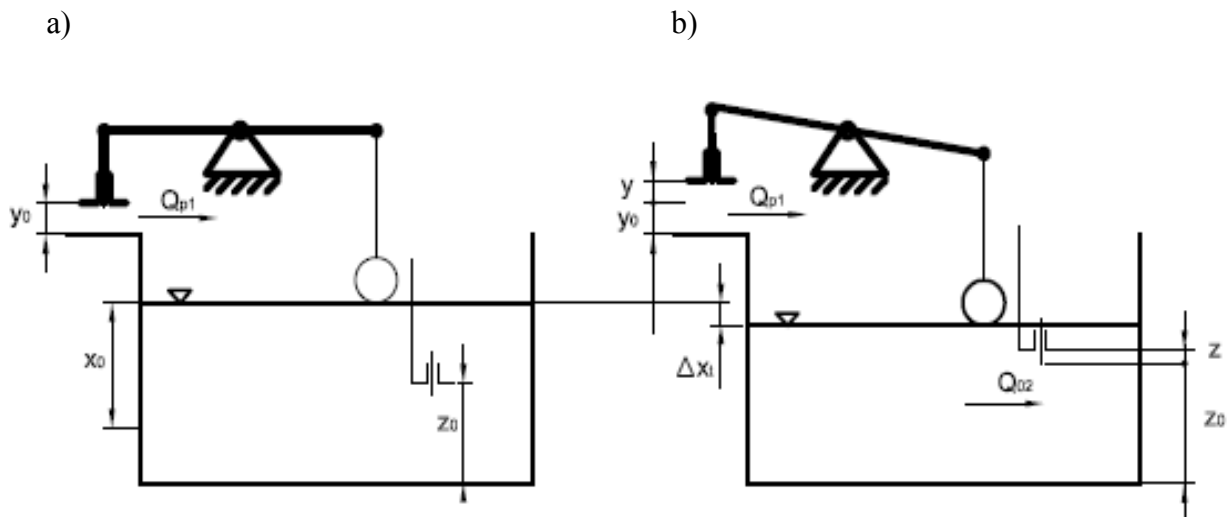
b) přechodová charakteristika proporcionálního charakteru.

Při skokové změně vstupní veličiny se ustálí výstupní veličina velmi rychle, téměř okamžitě, na nové hodnotě. Její velikost můžeme ovlivnit nastavením pásma proporcionality. Regulator je nestabilní.



c) vlastnosti proporcionálního regulátoru.

Vznik trvalé reg. odchylky u regulátoru **P**



a) rovnovážný stav

b) stav po vyvolané změně

Proporcionální regulátor je velmi jednoduchý, levný a stabilní. Jeho nevýhodou je, že pracuje s trvalou regulační odchylkou.

Pro rovnovážný stav platí, že průtok přitékající Q_{p1} = průtoku odtékajícímu Q_{o1} – výška hladina x_0 se nemění. Zvětšíme-li odtékající množství na Q_{o2} , vznikne nerovnovážný stav - hladina začne klesat. Plovák sleduje pokles kapaliny a zároveň akční člen zvýší přítok kapaliny do regulované soustavy. Tento nerovnovážný stav trvá tak dlouho, až se vyrovná nový odtékající průtok Q_{o2} s přitékajícím průtokem Q_{p2} . Hladina se však ustálí na jiné hodnotě, která se od původní liší o hodnotu Δx_t - trvalá regulační odchylka.

Rozšířujeme-li pásmo proporcionality, zvětšuje se i trvalá regulační odchylka a naopak zužujeme-li pásmo proporcionality, trvalá regulační odchylka se zmenšuje, ale tím se zmenšuje i stabilita regulátoru.

Chceme-li, aby regulátor pracoval bez trvalé regulační odchylky, musíme zvolit jiný regulátor, než proporcionální.

Integrační regulátor (I)

Každé hodnotě vstupní veličiny bude u integračního regulátoru odpovídat určitá změna rychlosti výstupní veličiny.

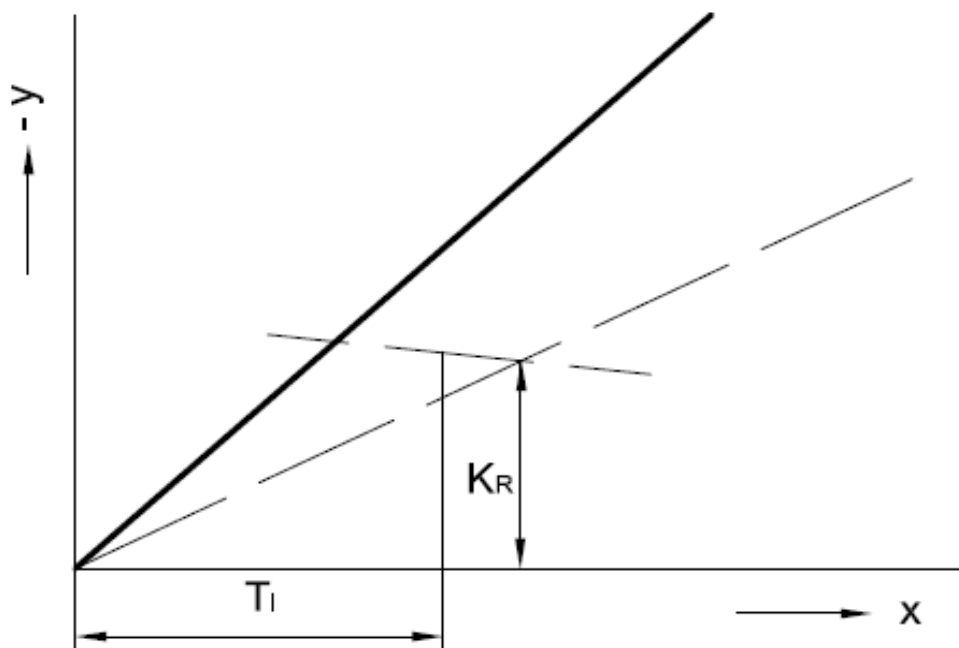
$$y' = \frac{K_R}{T_I} \cdot x$$

po úpravě

$$y = \frac{K_R}{T_I} \int x dt$$

kde T_I je časová konstanta integrační.

Statická charakteristika regulátoru integračního



a) statická charakteristika integračního regulátoru.

Jedinou charakteristickou veličinou která může ovlivnit vlastnosti integračního regulátoru je časová konstanta T_I .

Integrační regulátor reguluje tím přesněji a citlivěji čím je časová integrační konstanta menší, zatím se jeho stabilita naopak zmenšuje.

b) přechodová charakteristika integračního regulátoru

Změní-li se vstupní veličina skokem ($X=I$) pak

$$y = - \frac{K_R}{T_I} \int x dt$$

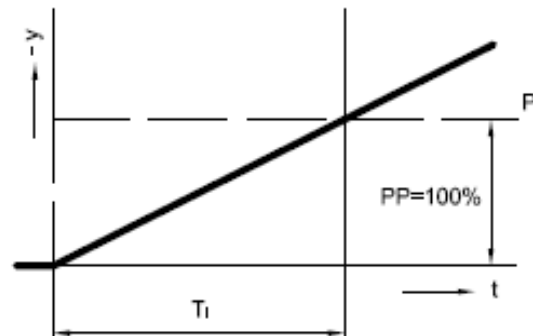
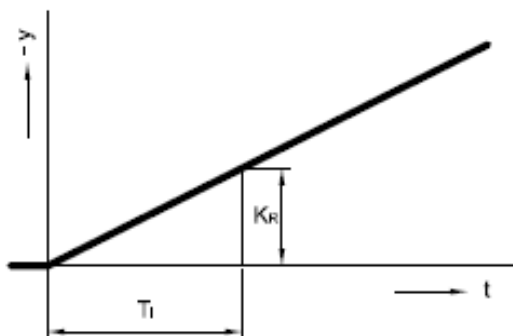
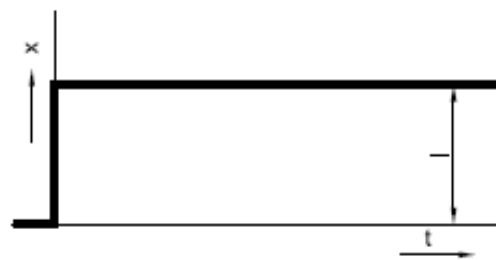
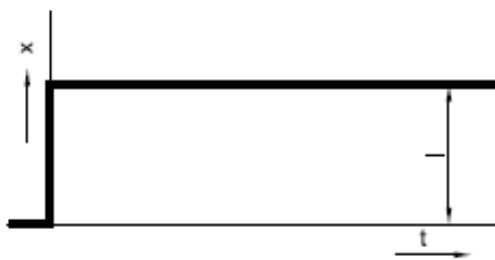
$$y = - \frac{K_R}{T_I} \int dt$$

$$y = - \frac{K_R}{T_I} t$$

Je to doba, za kterou výstupní veličina dosáhne stejné hodnoty, jaké by dosáhla, kdyby přenos regulátoru byl proporcionální a pásmo proporcionality by bylo 100%

Přechodova charakteristika integračního regulátoru

grafické vyjádření integrační časové konstanty



c) vlastnosti integračního regulátoru

důležitou vlastností je schopnost ustálit se na žádané hodnotě v libovolné poloze.- pracuje bez trvalé regulační odchylky.Vzhledem k jeho astaticčnosti není vhodný pro regulaci astatických soustav.

Derivační regulátor (D)

U integračního regulátoru odpovídala každé hodnotě vstupní veličiny určitá změna rychlosti výstupní veličiny. Rovnice takto získaného regulátoru má tvar

$$y = -K_R \cdot T_d \cdot x'$$

kde T_d je časová konstanta

Vzhledem k tomu, že derivaci vstupní veličiny odpovídá přímo úměrná hodnota výstupní veličiny, nazýváme tento regulátor derivační.

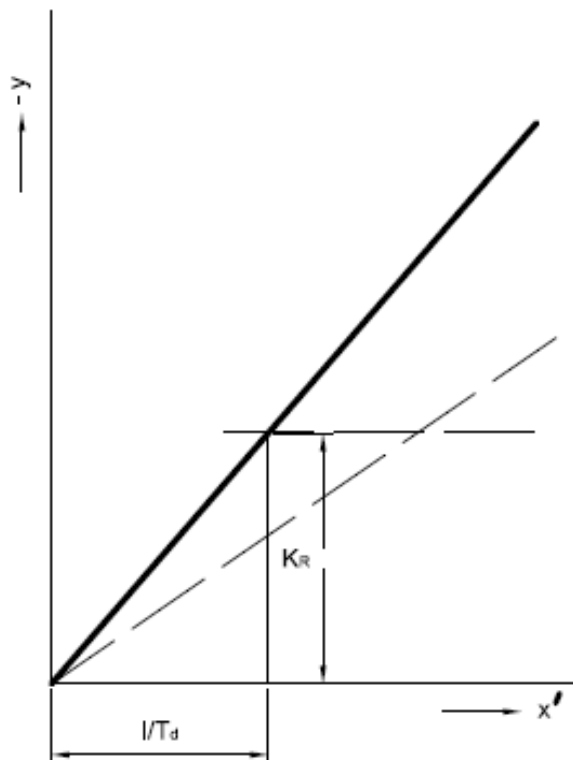
a) statická charakteristika derivačního regulátoru.

Časová konstanta derivační T_d , součinitel přenosu regulátoru K_R je pro daný typ regulátoru konstantní. Derivační regulátor reguluje citlivěji a přesněji když je jeho časová konstanta T_d větší. Stabilita regulátoru se naopak zmenšuje.

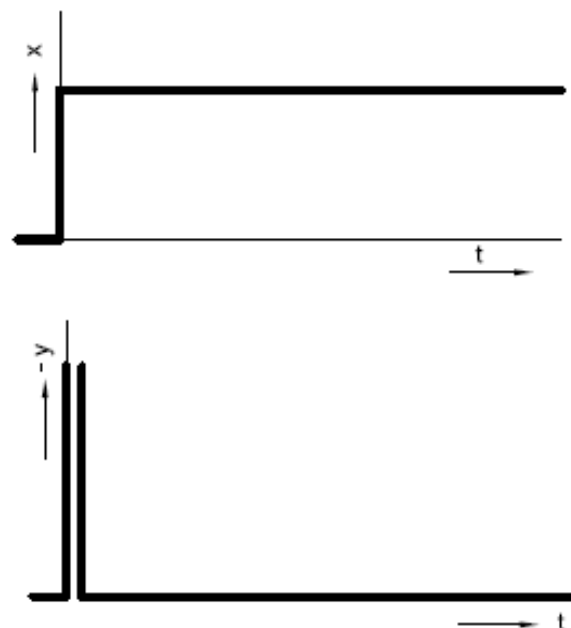
b) přechodová charakteristika derivačního regulátoru.

je definována jako doba, za kterou výstupní veličina dosáhne stejné hodnoty, jaké by dosáhla, T_d , kdyby přenos regulátoru byl proporcionální a pásmo proporcionality by bylo 100%

Statická charakteristika
derivačního regulátoru



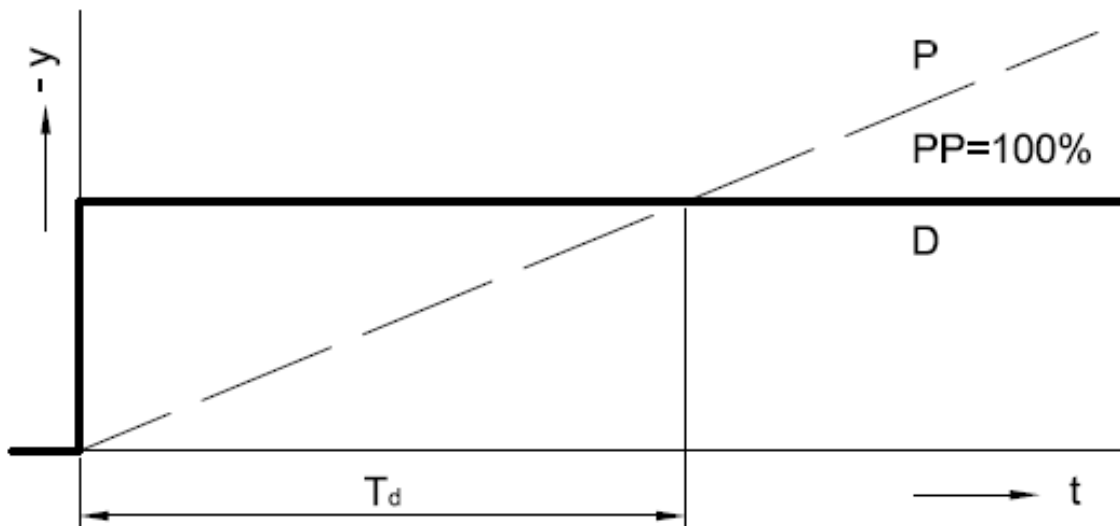
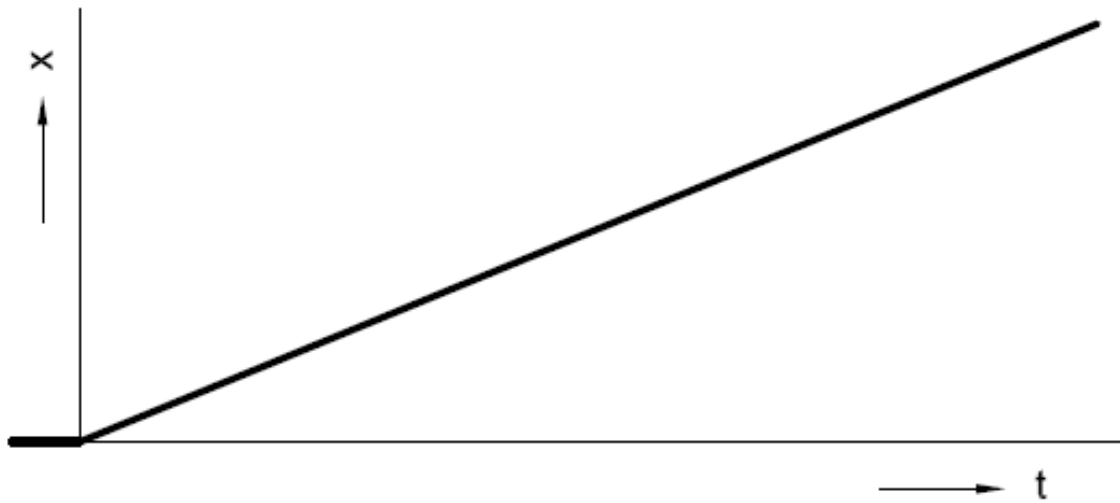
přechodová charakteristika
derivačního regulátoru



c) vlastnosti derivačního regulátoru

Vzhledem k tomu, že tento regulátor nereaguje na regulační odchylku, ale pouze na změnu rychlosti regulační odchylky, nelze jej samostatně použít. Používá se ve spojení s předcházejícími typy regulátorů.

Grafické vyjádření časové derivační konstanty



Sdružené regulátory (P, I, D)

Vlastnosti těchto regulátorů jsou součtem vlastností jednotlivých regulátorů

a) regulátor proporcionálně integrační (PI)

Slučuje vlastnosti proporcionálního a integračního regulátoru
Rovnice regulátoru PI má tvar :

$$y = - K_R x - \frac{K_R}{T_I} \int x dt$$

Do regulačního pochodu zasáhne nejprve peoporcionální část regulátoru a teprve po ní část intwegrační. Tento regulátor pracuje bez trvalé regulační odchylky.

b) regulátor proporcionálně derivační (PD)

Vlastnosti sdruženého regulátoru jsou dány PD jsou dány součtem vlastností jednoduchých regulátorů P a D .
Rovnice P a D regulátoru má tvar:

$$y = - K_R T_d x' - K_R x$$

Výsledná přechodová charakteristika je dána součtem přechodových charakteristik obou samostatných regulátorů. Do regulačního pochodu nejprve zasáhne derivační část regulátoru, která celý regulačnípochod urychlí a teprve později se projeví část proporcionální, která tento pochod stabilizuje.

c) regulátor proporcionálně integračně derivační

Vlastnosti sdruženého regulátoru PID jsou dány součtem vlastností jednoduchých regulátorů P, I, a D.
Rovnice regulátoru PID má tvar:

$$y = - K_R T_d x' - K_R x - \frac{K_R}{T_I} \int x dt$$

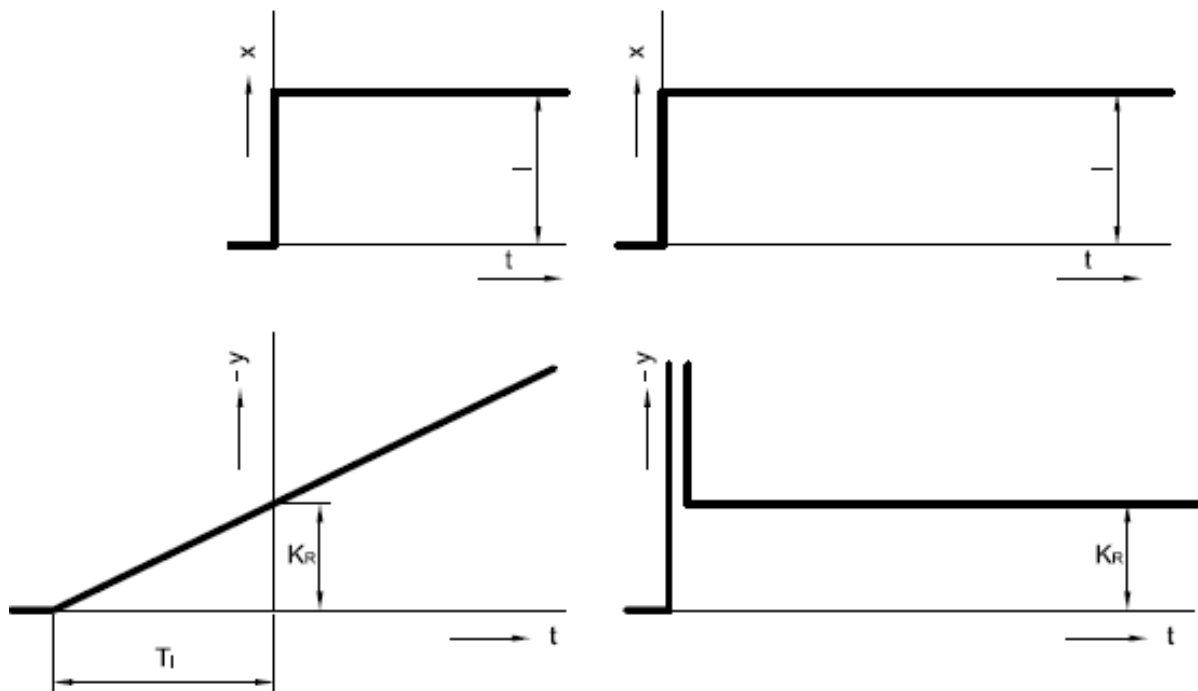
Výsledná přechodová charakteristika regulátoru PID je jako v obou předcházejících případech dána součtem přechodových charakteristik samostatných regulátorů P, I, a D.

Do regulačního pochodu nejdřív zasáhne část derivační, později proporcionální a na závěr část integrační.

Sdružený regulátor PID, který je nejdokonalejším spojitým regulátorem, pracuje bez trvalé regulační odchylky.

Přechodová charakteristika reg.PI

Přechodova charakteristika reg. PD



Základní pojmy

Spojité regulátor - jeho výstupní veličiny jsou spojitými funkcemi vstupních veličin

Proporcionální - spojitý regulátor. Okamžitá hodnota výstupní veličiny je přímo úměrná hodnotě vstupní veličiny.

Integrační regulátor – spojitý regulátor. Jeho výstupní veličina je úměrná integrálu vstupní veličiny

Derivační regulátor – spojitý regulátor. výstupní veličina je úměrná derivaci vstupní veličiny

Sdružený regulátor – souhrnný název pro spojitý regulátory s několika funkčními členy.

Součinitele přenosu regulátoru K_R - poměr změny akční veličiny ke změně regulované veličiny.

Pásmo proporcionality PP – rozsah, mezi jehož krajními mezemi se musí změnit regulovaná veličina, aby regulátor P přestavil regulační šlen z jedné krajní polohy do druhé

Trvalá regulační odchylka Δ_{st} – odchylka skutečné hodnoty regulované veličiny od zadané hodnoty v ustáleném stavu

Integrační časová konstanta T_I - doba, při jejímž dosažení po připojení vzruchu skokem ke vstupu regulátoru je složka akční veličiny, způsobená integrační činností regulátoru, stejná jako složka způsobená proporcionální činností.

Derivační časová konstanta T_d - doba, při jejímž dosažení je po připojení vzruchu s konstantní rychlostí změny signálu ke vstupu složka způsobená proporcionální činností regulátoru stejná jako složka způsobená derivační činností regulátoru