



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

DUM 02 téma: Spojitá regulace - výklad

ze sady: **03 Regulátor**

ze šablony: **01 Automatizační technika I**

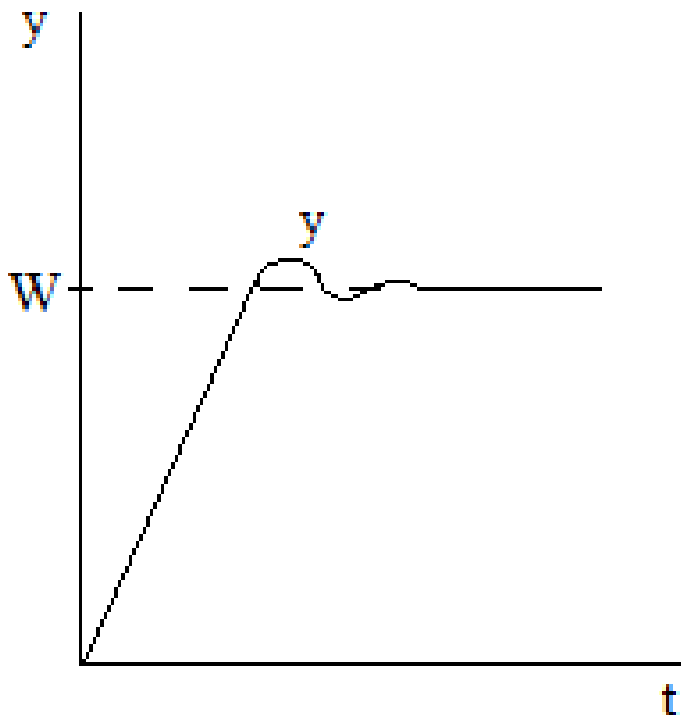
Určeno pro **4. ročník**

vzdělávací obor: **26-41-M/01 Elektrotechnika ŠVP automatizační technika**
Vzdělávací oblast: **odborné vzdělávání**

Metodický list/anotace: viz. **VY_32_INOVACE_01302ml.pdf**

SPOJITÁ REGULACE

- regulační obvod má za úkol udržet regulovanou veličinu přesně na řídicí veličině
- ustálený stav $w = y$
- používá se tam, kde je potřeba přesně dodržet technologický postup (chemický průmysl)



y = regulovaná veličina

w = řídicí veličina



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Rozdělení spojitých regulátorů podle funkce:

- proporcionální P
- integrační I
- derivační D

Sdružené:

- proporcionálně-derivační PD
- proporcionálně-integrační PI
- proporcionálně-integračně-derivační PID

Parametry spojitých regulátorů:

- W = řídicí veličina
- K_r = zesílení
- p_p = pásmo proporcionality
- T_i = časová integrační konstanta
- T_d = časová derivační konstanta
- y = regulovaná veličina (vstup analogového i digitálního regulátoru)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- u = akční signál (výstup regulátoru)
- e = regulační odchylka (vstup analogového regulátoru)

Rozdělení spojených regulátorů podle provedení:

- **analogové** – funkce je dána konstrukcí jednotlivých prvků mohou být:
 - mechanické
 - pneumatické
 - hydraulické
 - elektrické
- **digitální** - funkce je dána programem

SPOJITÉ ANALOGOVÉ ELEKTRICKÉ REGULÁTORY

- jsou nejčastěji používanými analogovými regulátory

P regulátor:

- elektro rovnice: - $U_2 = (R_2/R_1) * U_1$

- obecná rovnice: - $u = K_r * e$

zesílení $K_r = R_2/R_1$

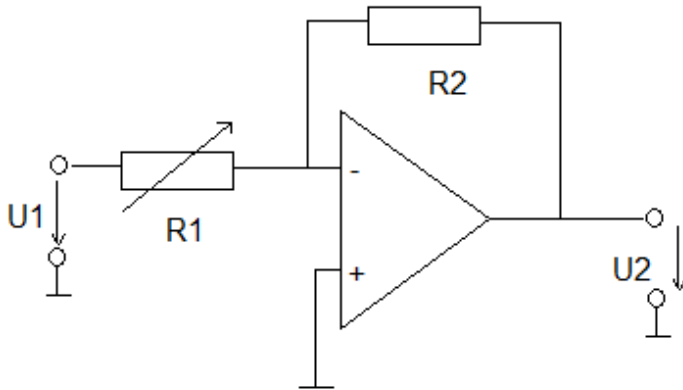
pásmo proporcionality $pp = (1/K_r) * 100$ (%)

Výhody: - zaručená stabilita, nízká cena

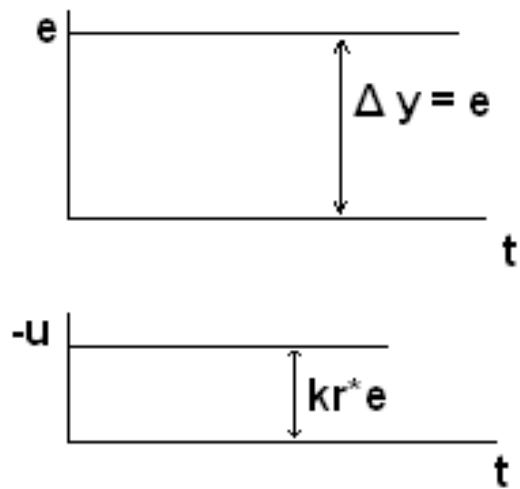
Nevýhody: - má trvalou regulační odchylku

Použití: - slouží jako pomocný regulátor nebo jako složka sdružených.
Regulátorů

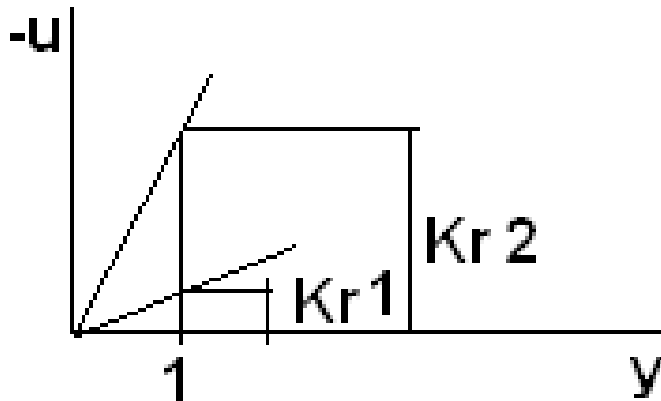
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Přechodová charakteristika P regulátoru:



Statická charakteristika P regulátoru:



I regulátor:

- elektro rovnice: $-U_2 = 1/(R_i * C_i) * \int U_1 dt$

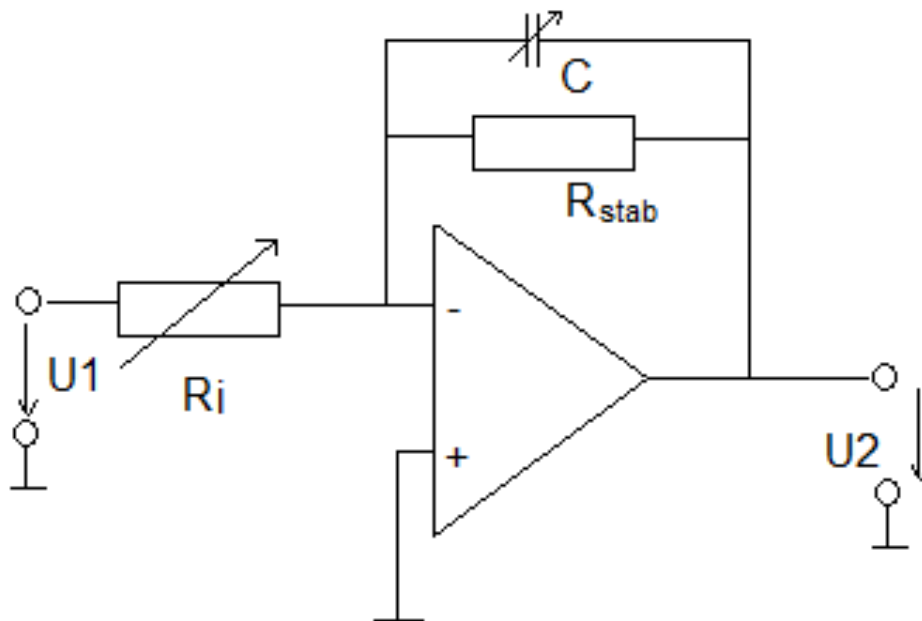
- obecná rovnice: $-u = (1/T_i) * \int e dt$

časová integrační konstanta: $T_i = R_i * C_i [s]$

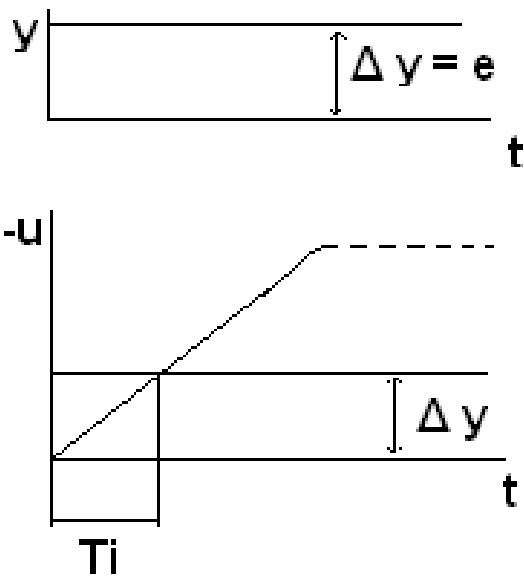
Výhody: - vysoká přesnost

Nevýhody: - problémy se stabilitou

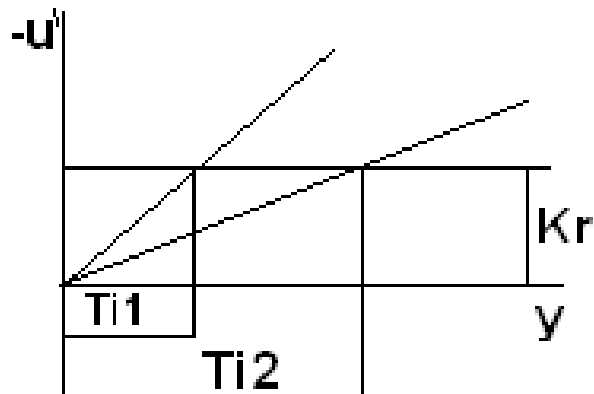
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Přechodová charakteristika I regulátoru:



Statická charakteristika I regulátoru:



D regulátor:

- elektro rovnice: $-U_2 = R_d * C_d * U_1'$

- obecná rovnice: $-u = T_d * e'$

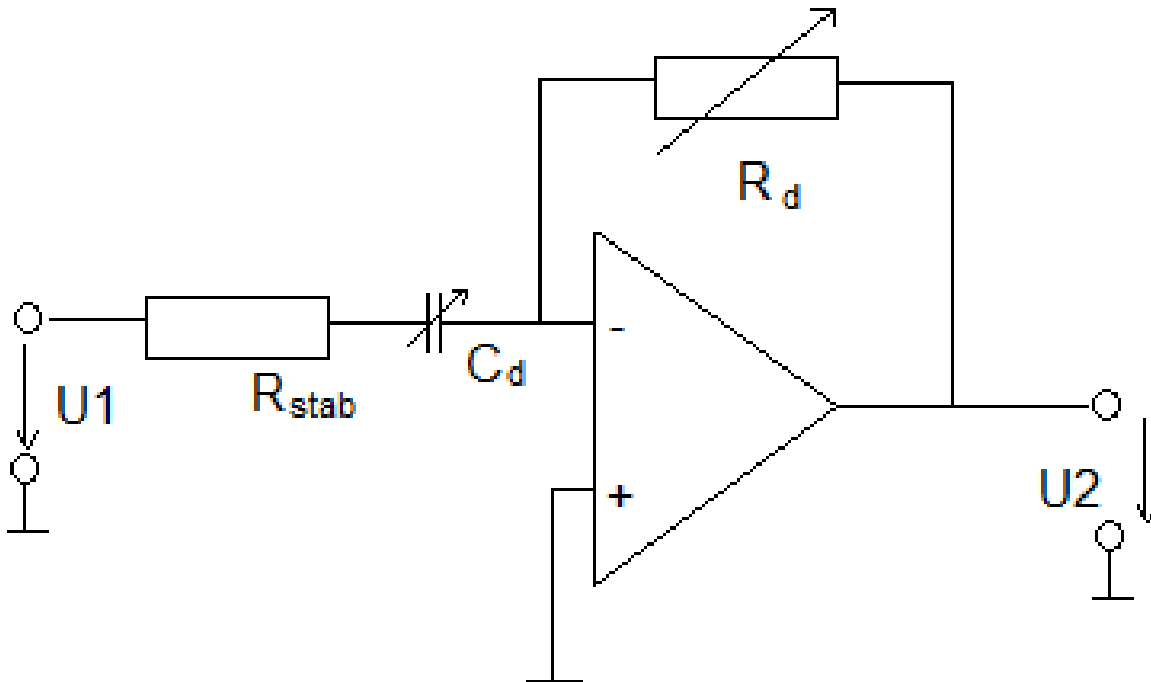
časová derivační konstanta: $T_d = R_d * C_d$ [s]

Výhody:- má rychlý start

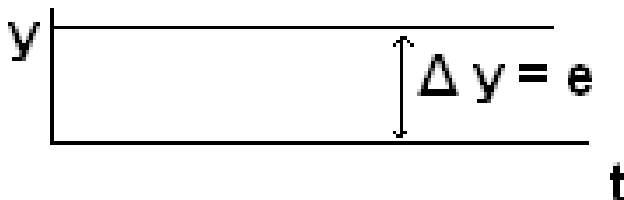
Nevýhody: - neumí regulovat, problémy se stabilitou

Použití: - pouze jako složka sdružených regulátorů.

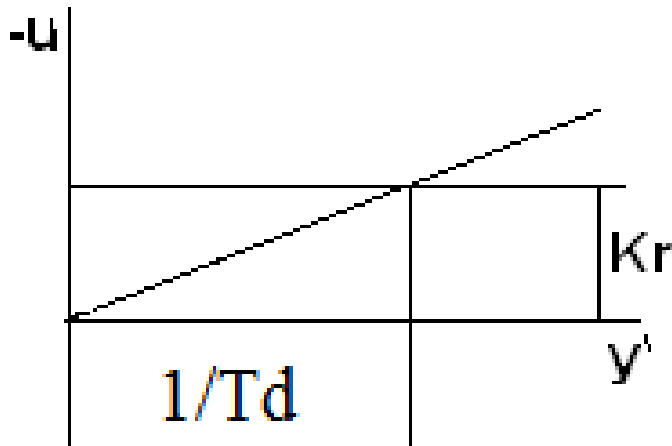
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Přechodová charakteristika D regulátoru:



Statická charakteristika D regulátoru



PI regulátor:

- elektro rovnice: $-U_2 = (R_2/R_1) * U_1 + 1/(R_i * C_i) * \int U_1 dt$

- obecná rovnice: $-u = K_r * e + 1/T_i * \int e dt$

časová integrační konstanta: $T_i = R_i * C_i [s]$

zesílení $K_r = R_2/R_1$

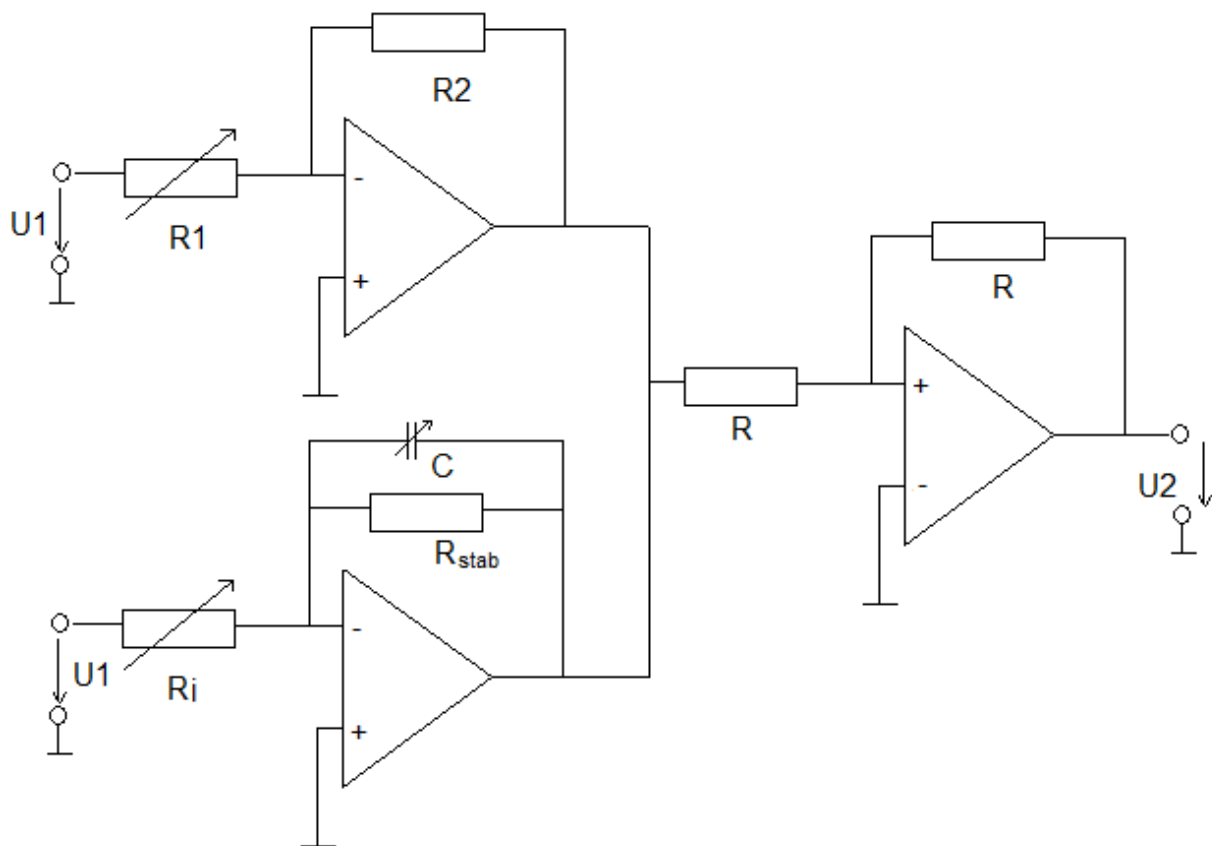
pásmo proporcionality $p_p = (1/K_r) * 100 (\%)$

Výhody: - zaručená stabilita a přesnost

Nevýhody: - průměrná rychlost

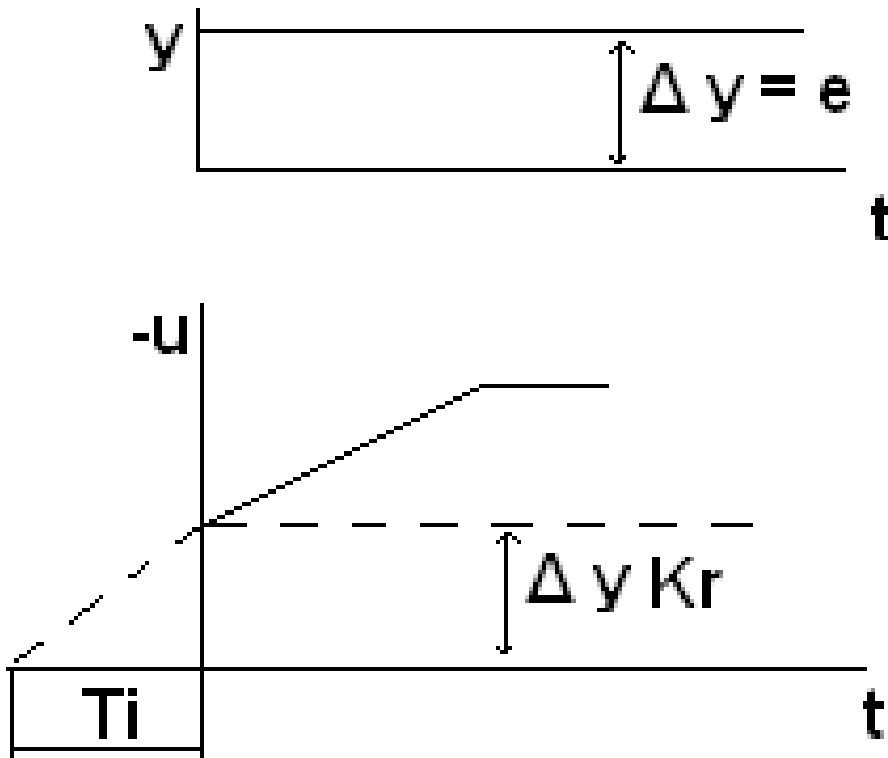
Použití: - nejčastěji používaný analogový regulátor

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přechodová charakteristika PI regulátoru:



PD regulátor:

- elektro rovnice: $-U_2 = (R_2/R_1) * U_1 + R_d * C_d * U_1'$

- obecná rovnice: $-u = K_r * e + T_d * e'$

zesílení $K_r = R_2/R_1$

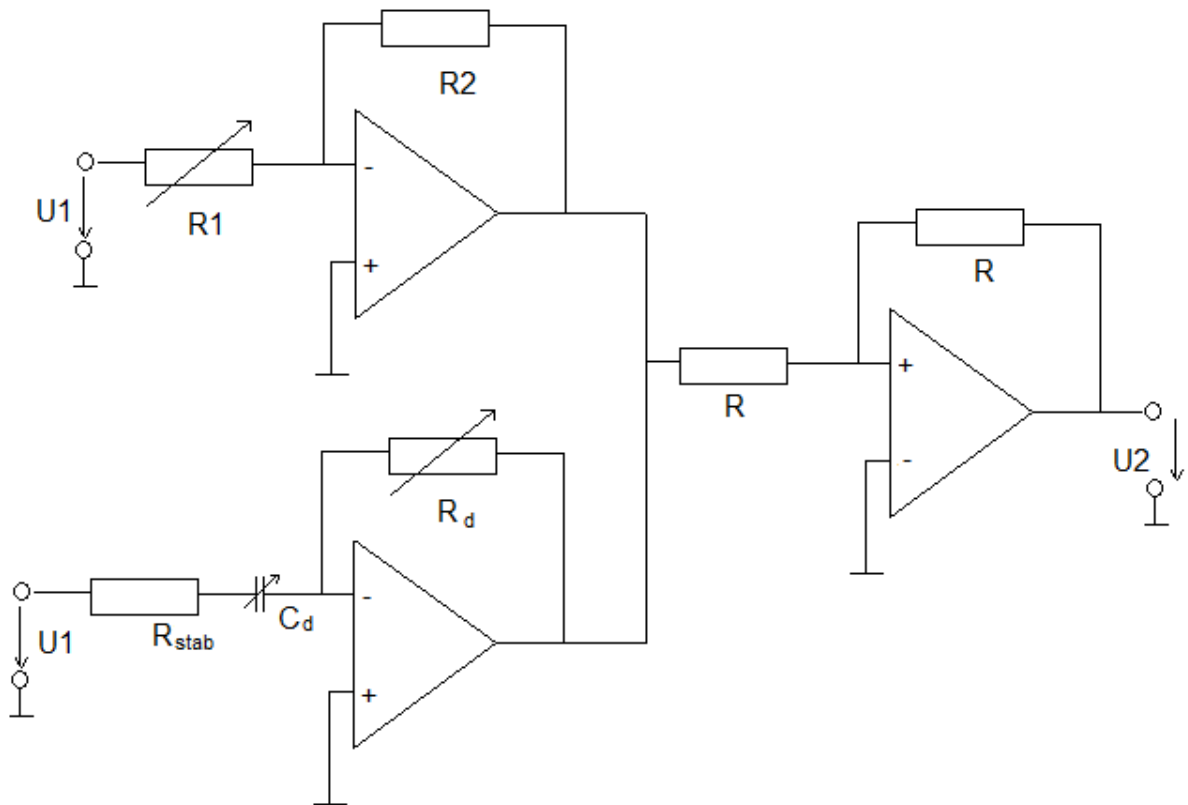
pásmo proporcionality $pp = (1/K_r) * 100$ (%)

časová derivační konstanta: $T_d = R_d * C_d$ [s]

Výhody: - zaručená stabilita a vysoká rychlost

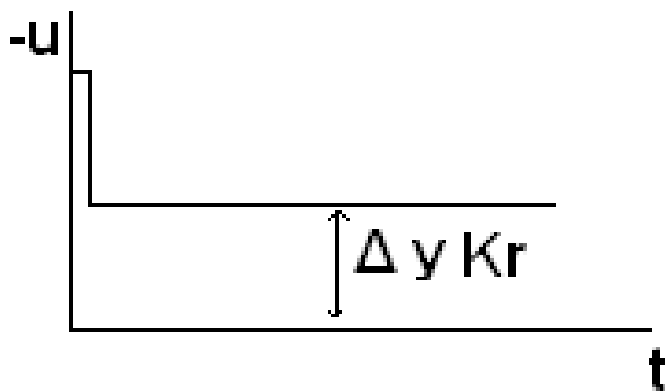
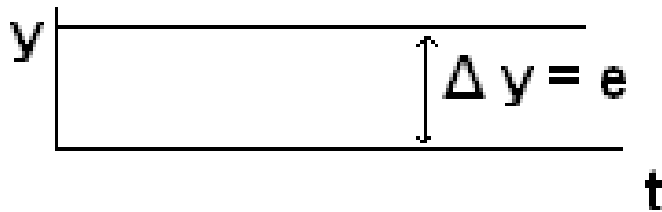
Nevýhody: - trvalá regulační odchylka

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přechodová charakteristika PD regulátoru:





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PID regulátor:

- elektro rovnice: $-U_2 = (R_2/R_1) * U_1 + R_d * C_d * U_1' + 1/(R_i * C_i) * \int U_1 dt$

- obecná rovnice $-u = K_r * e + T_d * e' + (1/T_i) * \int e dt$

časová integrační konstanta: $T_i = R_i * C_i$ [s]

zesílení $K_r = R_2/R_1$

pásmo proporcionality $p_p = (1/K_r) * 100$ (%)

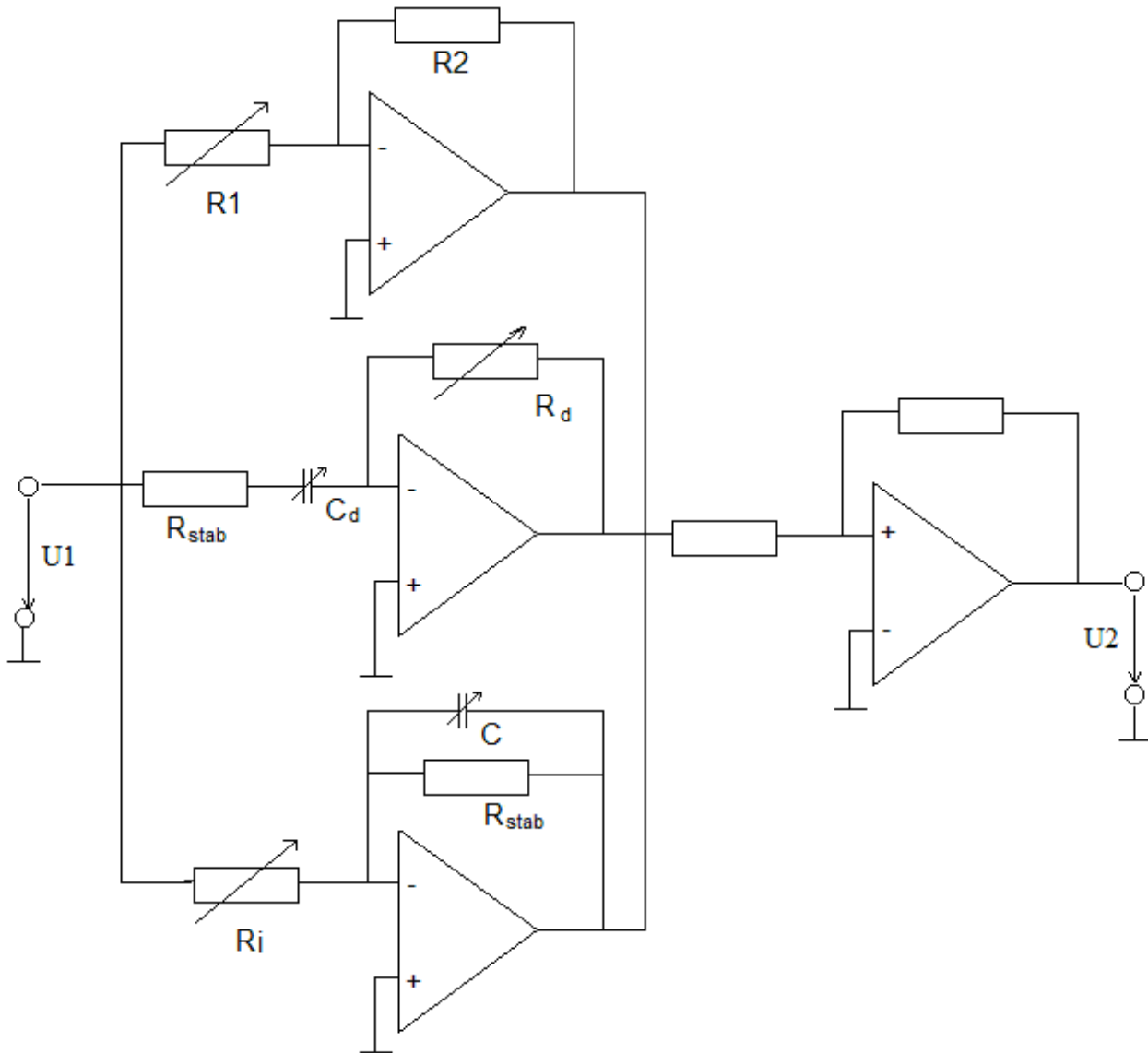
časová derivační konstanta: $T_d = R_d * C_d$ [s]

Výhody: - má zaručenou stabilitu, vysokou rychlost a přesnost

Nevýhody: - v analogovém provedení vyšší cena

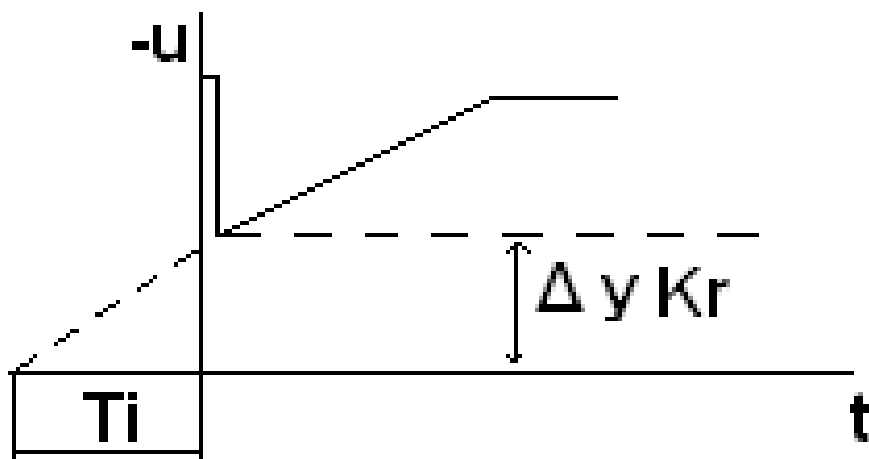
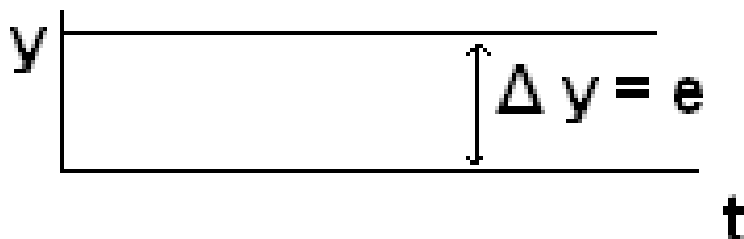
Použití: - nejpoužívanější regulátor v digitálním provedení

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přechodová charakteristika PID regulátoru:





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

LITERATURA:

Branislav Lacko, Ladislav Maixner, Pavel Beneš, Ladislav Šmejkal:
Automatizace a automatizační technika I., Computer Press Praha , 2000

Zdeněk Brýdl, Rudolf Voráček, Luděk Kohout, Ladislav Šmejkal :
Automatizace a automatizační technika II., Computer Press Praha , 2005

Chlebný: Automatizace a automatizační technika III., Computer Press
Praha , 2009

Karel Svoboda, Miloš Lauer, František Oplatek, Ladislav Šmejkal:
Automatizace a automatizační technika IV., Computer Press Praha , 2000

A.Maršík, M.Kubičík: Automatizace, SNTL Praha, 1980

Ladislav Šmejkal: PLC a automatizace 1. a 2. díl, BEN Praha, 2008

Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku: Dietmar Schmid a
kol. , Europa-Sobotáles Praha, 2005

Průmyslová elektronika a informační technologie: Heinz Haberle a kol.,
Europa-Sobotáles Praha, 2003