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

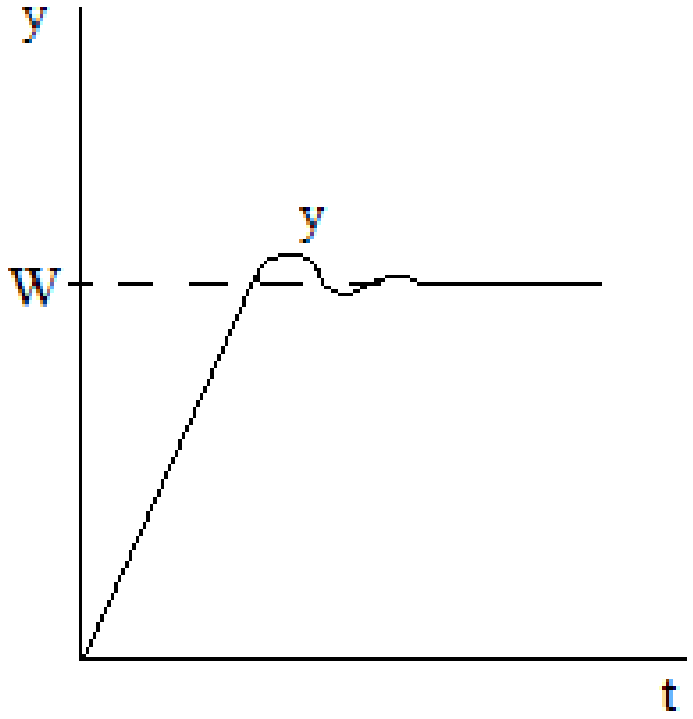
Metodický list/anotace: viz. VY_32_INOVACE_01302ml.pdf

SPOJITÁ REGULACE

- regulační obvod má za úkol udržet regulovanou veličinu přesně na řídící veličině

- ustálený stav w = y

- používá se tam, kde je potřeba přesně dodržet technologický postup (chemický průmysl)



y = regulovaná veličina

w = řídící veličina

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 = řídící veličina

- Kr = zesílení

- pp = pásmo proporcionality

- Ti = časová integrační konstanta

- Td = časová derivační konstanta

- y = regulovaná veličina (vstup analogového i digitálního regulátoru)

- u = akční signál (výstup regulátoru)

- e = regulační odchylka (vstup analogového regulátoru)

Rozdělení spojitých 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: - U2 = (R2/R1) * U1

- obecná rovnice: - u = Kr*e

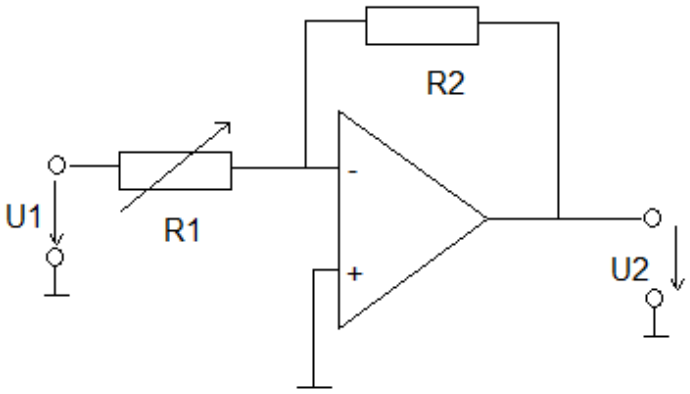
zesílení Kr = R2/R1

pásmo proporcionality pp = (1/Kr) *100 (%)

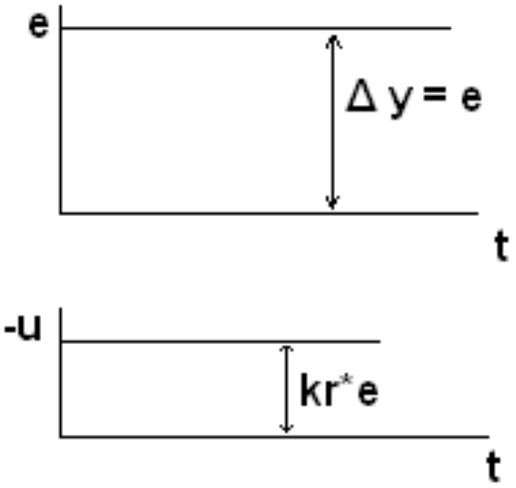
Výhody: - zaručená stabilita, nízká cena

Nevýhody: - má trvalou regulační odchylku

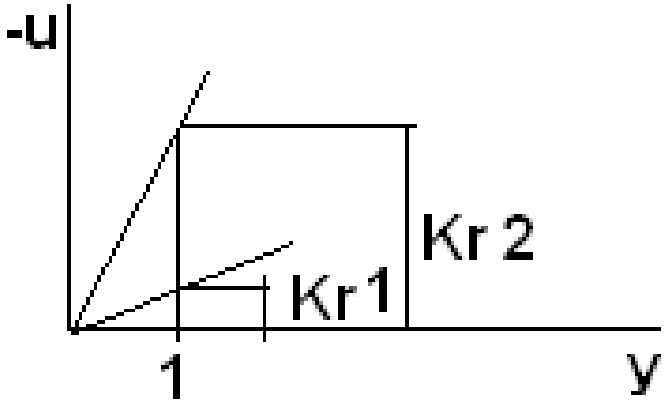
Použití: - slouží jako pomocný regulátor nebo jako složka sdružených. Regulátorů



Přechodová charakteristika P regulátoru:



Statická charakteristika P regulátoru:



I regulátor:

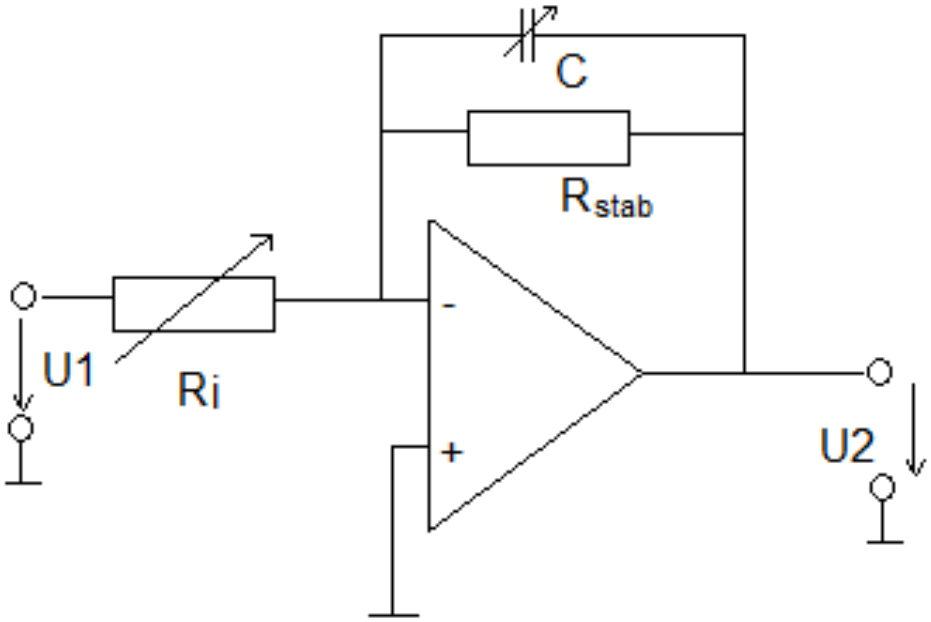
- elektro rovnice: $-U2 = 1/(Ri*Ci) * \int U1\ dt$

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

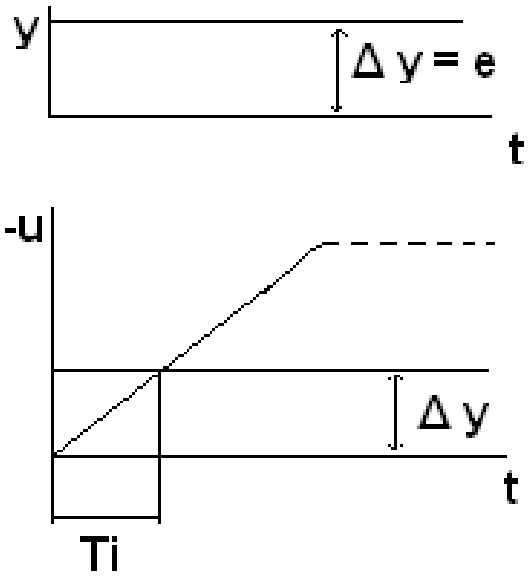
časová integrační konstanta: $Ti = Ri*Ci$ [s]

Výhody: - vysoká přesnost

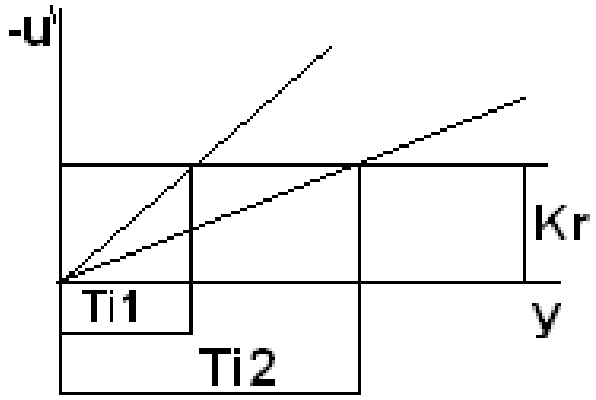
Nevýhody: - problémy se stabilitou



Přechodová charakteristika I regulátoru:



Statická charakteristika I regulátoru:



D regulátor:

- elektro rovnice: -U2 = Rd*Cd * U1'

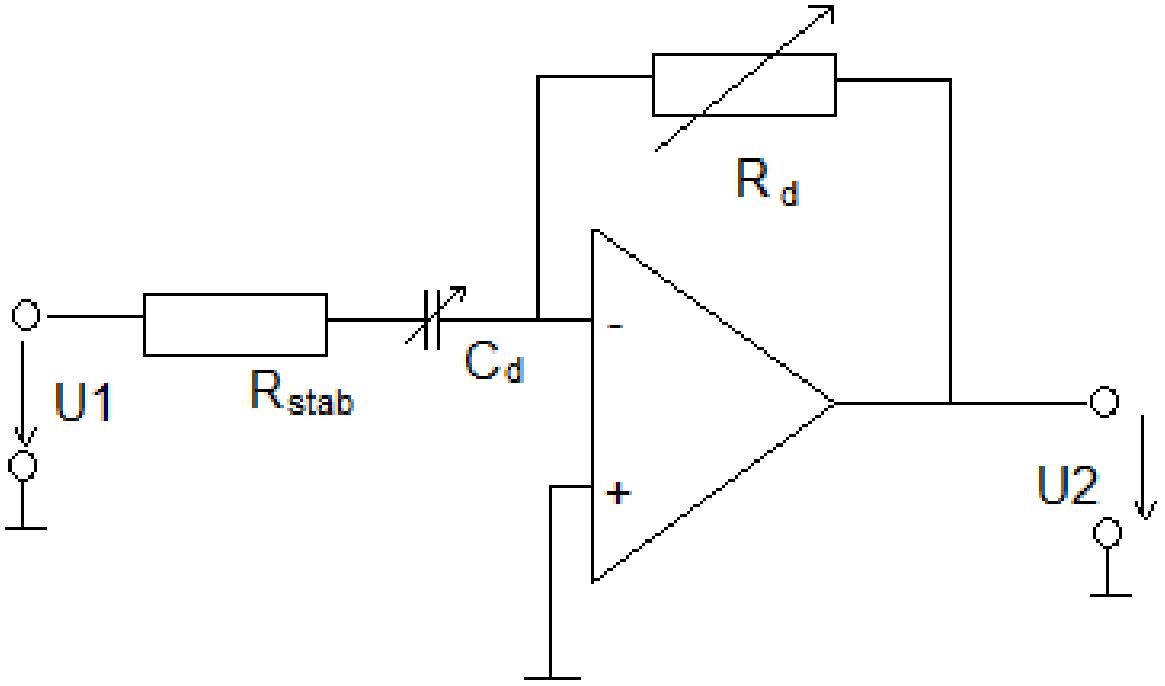
- obecná rovnice: -u = Td*e'

časová derivační konstanta: Td = Rd*Cd [s]

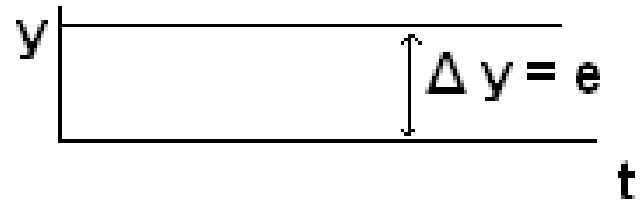
Výhody:- má rychlý start

Nevýhody: - neumí regulovat, problémy se stabilitou

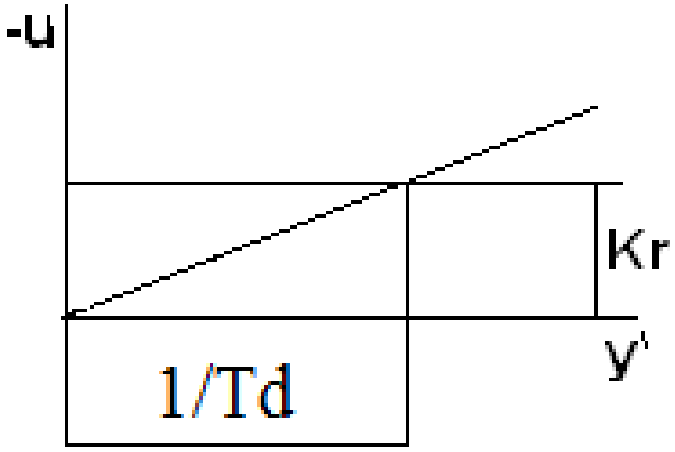
Použití: - pouze jako složka sdružených regulátorů.



Přechodová charakteristika D regulátoru:



Statická charakteristika D regulátoru



PI regulátor:

- elektro rovnice: $-U2 = (R2/R1) * U1 + 1/(Ri*Ci) * \int U1\ dt$

- obecná rovnice: $-u = Kr*e + 1/Ti * \int e\ dt$

časová integrační konstanta: $Ti = Ri*Ci$ [s]

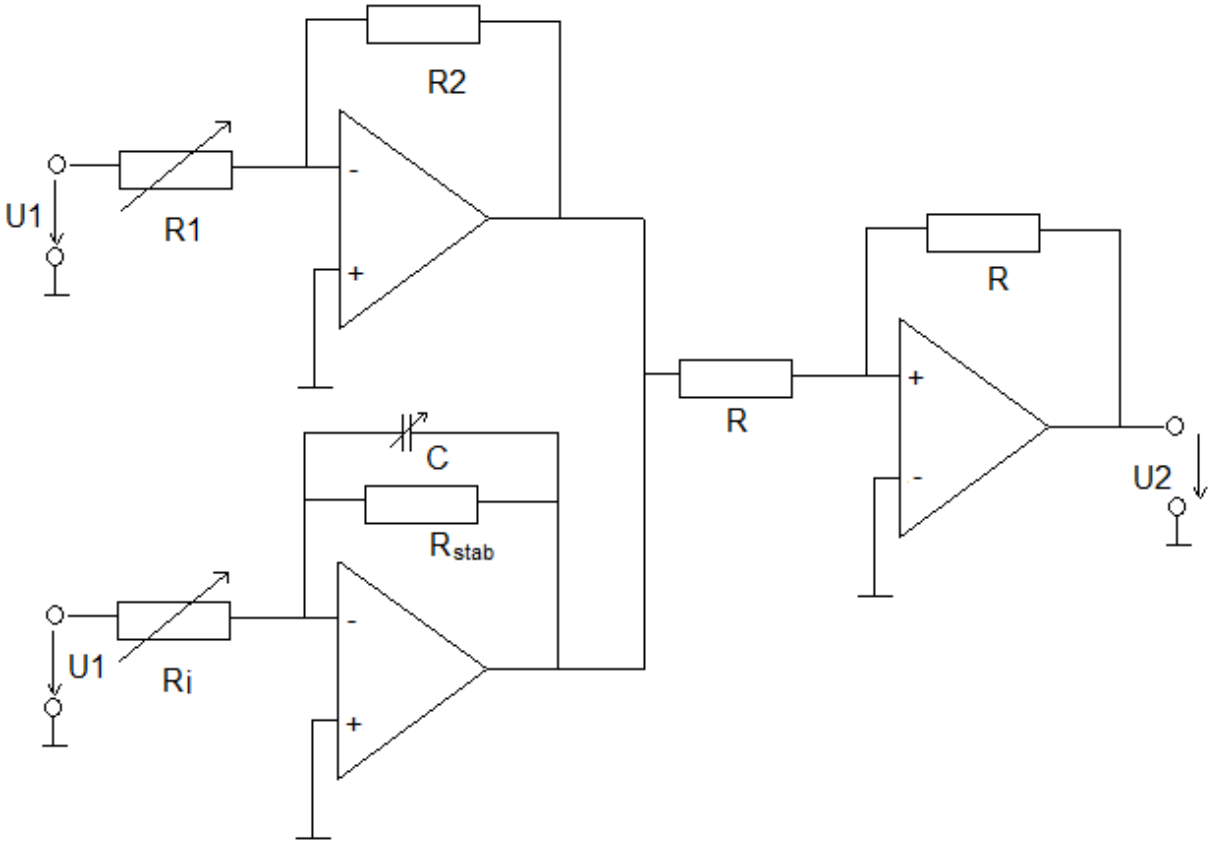
zesílení $Kr = R2/R1$

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

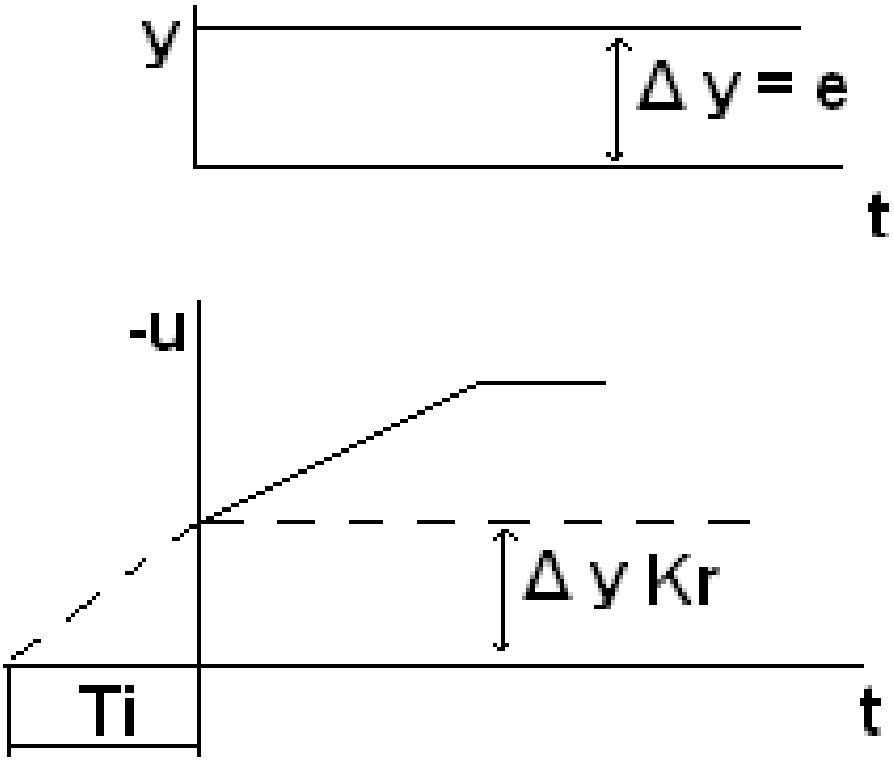
Výhody: - zaručená stabilita a přesnost

Nevýhody: - průměrná rychlost

Použití: - nejčastěji používaný analogový regulátor


R2
U1
R1
-
+
R
+
-
U2
C
Rstab
U1
Ri
-
+

Přechodová charakteristika PI regulátoru:



PD regulátor:

- elektro rovnice: -U2 = (R2/R1) * U1 + Rd*Cd * U1'

- obecná rovnice: -u = Kr*e + Td * e'

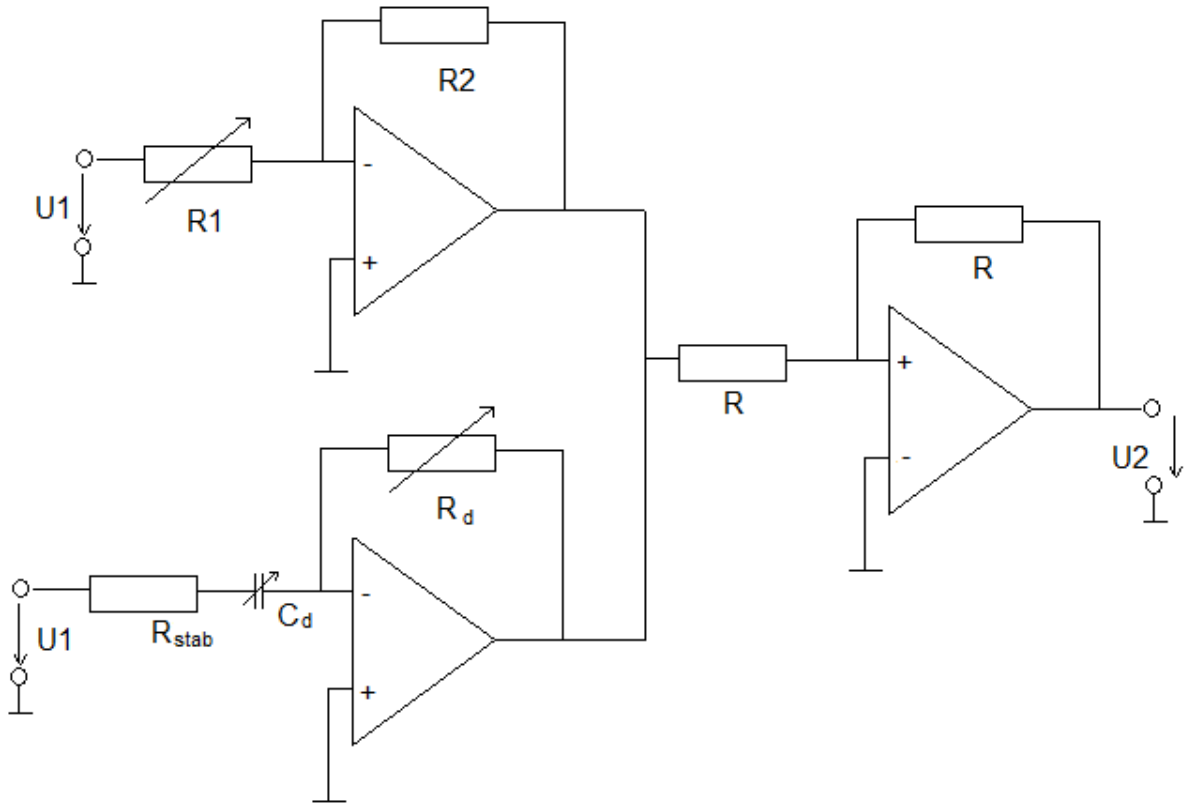
zesílení Kr = R2/R1

pásmo proporcionality pp = (1/Kr)*100 (%)

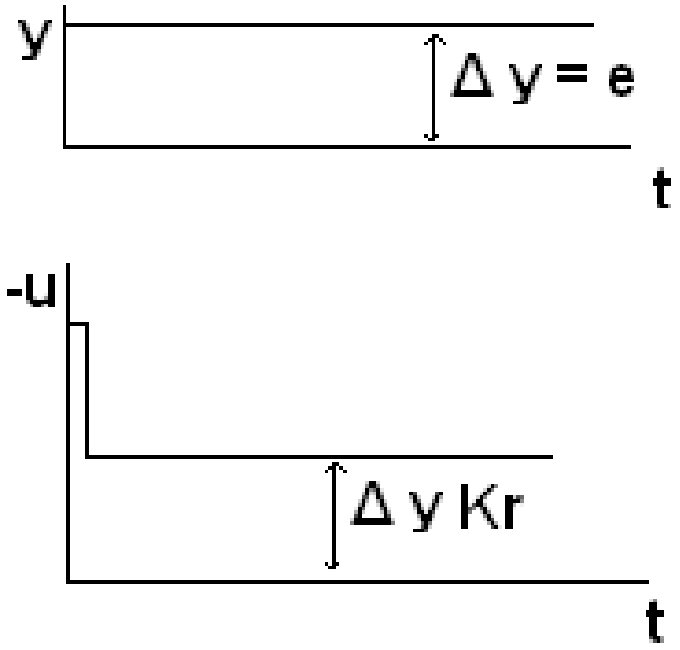
časová derivační konstanta: Td = Rd*Cd [s]

Výhody: - zaručená stabilita a vysoká rychlost

Nevýhody: - trvalá regulační odchylka


R2
U1
R1
-
+
R
R
+
-
U2
Rd
U1
Rstab
Cd
-
+

Přechodová charakteristika PD regulátoru:



PID regulátor:

- elektro rovnice: $-U2=(R2/R1)*U1 + Rd*Cd*U1' + 1/(Ri*Ci)* \int U1dt$

- obecná rovnice $-u = Kr*e + Td * e' + (1/Ti) * \int e\, dt$

časová integrační konstanta: $Ti = Ri*Ci$ [s]

zesílení $Kr = R2/R1$

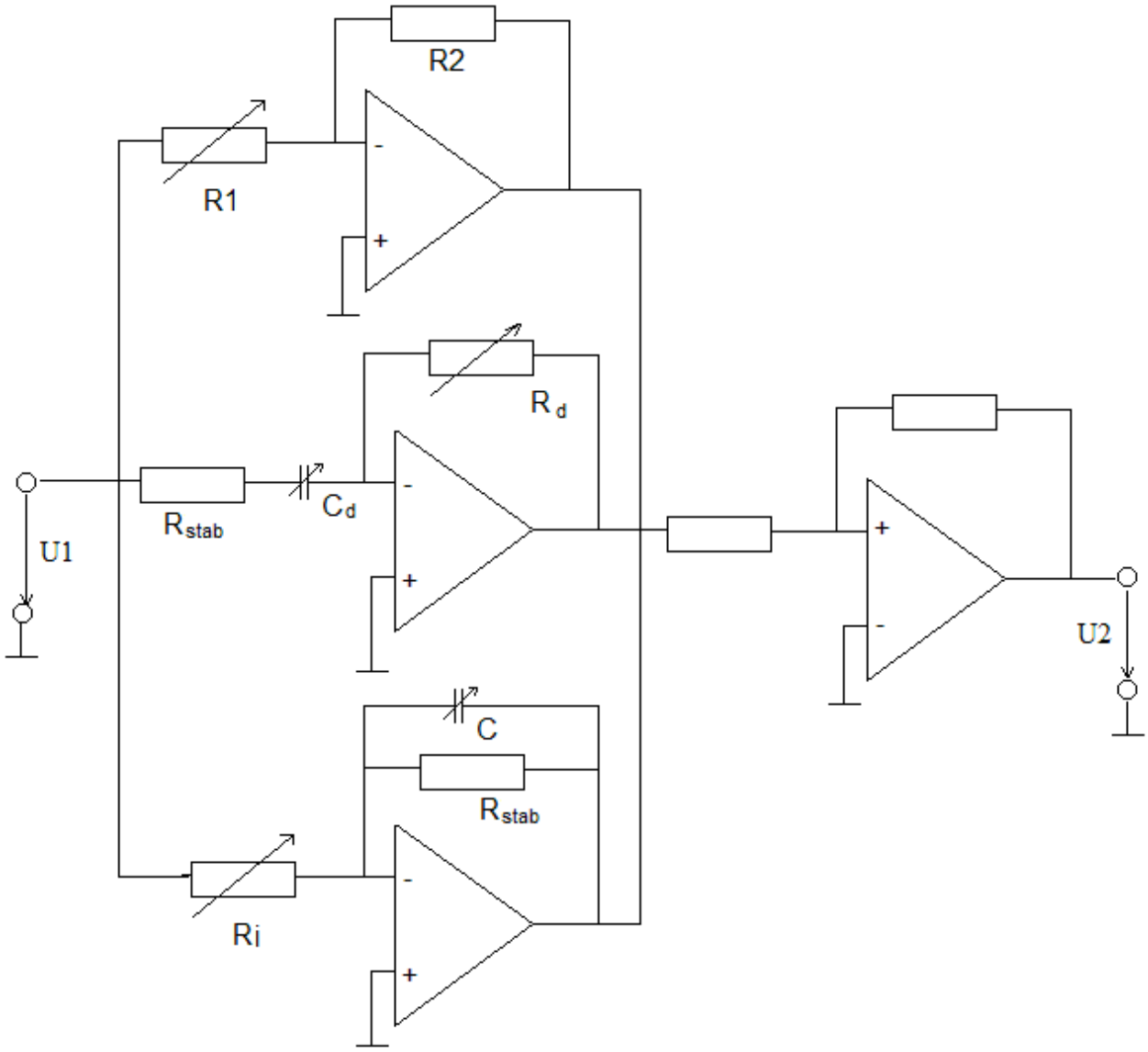
pásmo proporcionality $pp = (1/Kr)*100$ (%)

časová derivační konstanta: $Td = Rd*Cd$ [s]

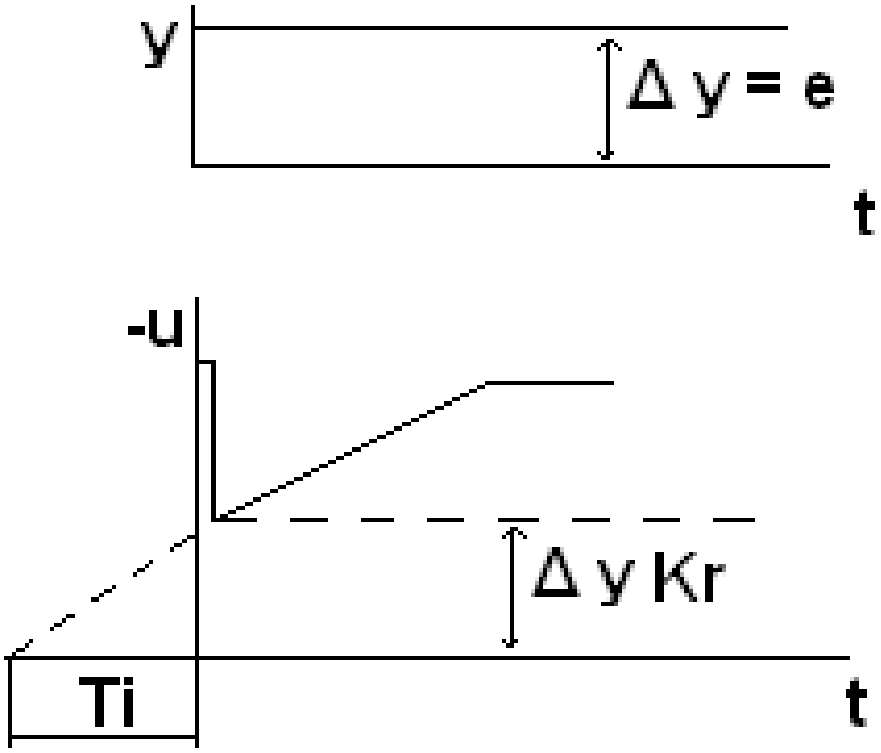
Výhody: - má zaručenou stabilitu, vysokou rychlost a přesnost

Nevýhody: - v analogovém provedení vyšší cena

Použití: - nejpoužívanější regulátor v digitálním provedení


R2
R1
Rd
Cd
Rstab
U1
C
Rstab
Ri
U2

Přechodová charakteristika PID regulátoru:



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