



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

DUM 19 téma: Regulované soustavy s dopravním zpožděním – výklad

ze sady: 03 Regulovaná soustava

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_01219ml.pdf



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přechodová charakteristika regulovaných soustav s dopravním zpožděním

Definice:

Přechodová charakteristika je závislost výstupu na čase pokud se vstup mění skokem

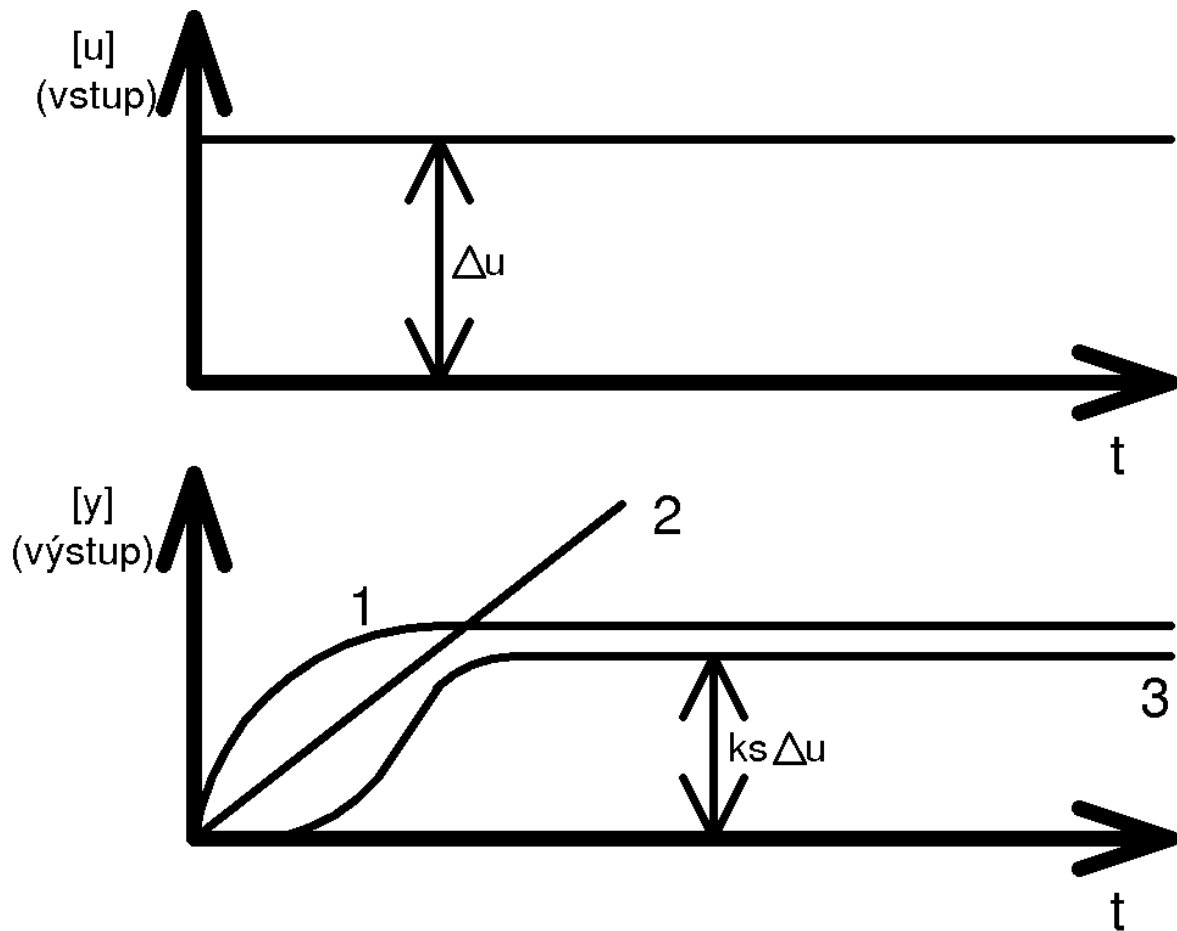
Vyhodnocení přechodové charakteristiky:

Z přechodové charakteristiky mohou odečíst:

1. Typ soustavy
2. Kapacitu soustavy
3. Zesílení soustavy
4. Doby zpoždění soustavy
5. Regulovatelnost soustavy
6. Konkrétní frekvenční přenos soustavy
7. Dobu dopravního zpoždění TD

1. Typ soustavy

Obr. 1



u = akční signál

y = regulovaná veličina

Z obr. 1 vyplývá, že průběh 1 a 3 jsou statické soustavy a 2 je astatická soustava



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Statické regulované soustavy mají autoregulaci – po skokové změně na vstupu se sami od sebe dokážou ustálit v rovnovážném stavu.

Výhoda: při poruše regulátoru se sami od sebe ustálí – nedojde k havárii. Regulační obvod nemusí mít tolik bezpečnostních prvků.

2. Kapacitu soustavy

Obecná rovnice statické soustavy s dopravním zpožděním

$$T_n \cdot \frac{d^n y}{dt^n} + T_{n-1} \cdot \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + T_1 \cdot \frac{dy}{dt} + y = k_S \cdot \Delta u \cdot (t - T_D)$$

Rovnice bez kapacitní statické soustavy s dopravním zpožděním

$$y = k_S \cdot \Delta u \cdot (t - T_D)$$

Rovnice jedno kapacitní statické soustavy s dopravním zpožděním

$$T_1 y' + y = k_S \cdot \Delta u \cdot (t - T_D)$$

Rovnice dvou kapacitní statické soustavy s dopravním zpožděním

$$T_2 y'' + T_1 y' + y = k_S \cdot \Delta u \cdot (t - T_D)$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obecná rovnice astatické soustavy s dopravním zpožděním

$$T_n \cdot \frac{d^n y}{dt^n} + T_{n-1} \cdot \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + \frac{dy}{dt} = k_I \cdot \Delta u \cdot (t - TD)$$

Rovnice jedno kapacitní astatické soustavy s dopravním zpožděním

$$y' = k_I \cdot \Delta u \cdot (t - TD)$$

Rovnice dvou kapacitní astatické soustavy s dopravním zpožděním

$$T_2 y'' + y' = k_I \cdot \Delta u \cdot (t - TD)$$

k_I zesílení astatické soustavy

k_S zesílení statické soustavy

T_n – doba zpoždění n-tého řádu, k_S zesílení statické soustavy

T_2 – doba zpoždění druhého řádu (doba průtahu)

T_1 – doba zpoždění prvního řádu (doba náběhu)

y – regulovaná veličina, Δu skoková změna akčního signálu



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3. Zesílení soustavy

$k_s = \text{výstup}/\text{vstup}$

$k_s > 1$ soustava zesiluje signál

$k_s < 1$ soustava zeslabuje signál

$k_s = 1$ soustava přenáší signál stejně tak ki

4. Doby zpoždění viz.: přechodové charakteristiky

5. Regulovatelnost soustavy

určuje se podle součinitele regulovatelnosti r

$$r = T_2/T_1$$

$r = 0 - 0,1$ výborně regulovatelná

$r = 0,1 - 0,4$ dobře regulovatelná

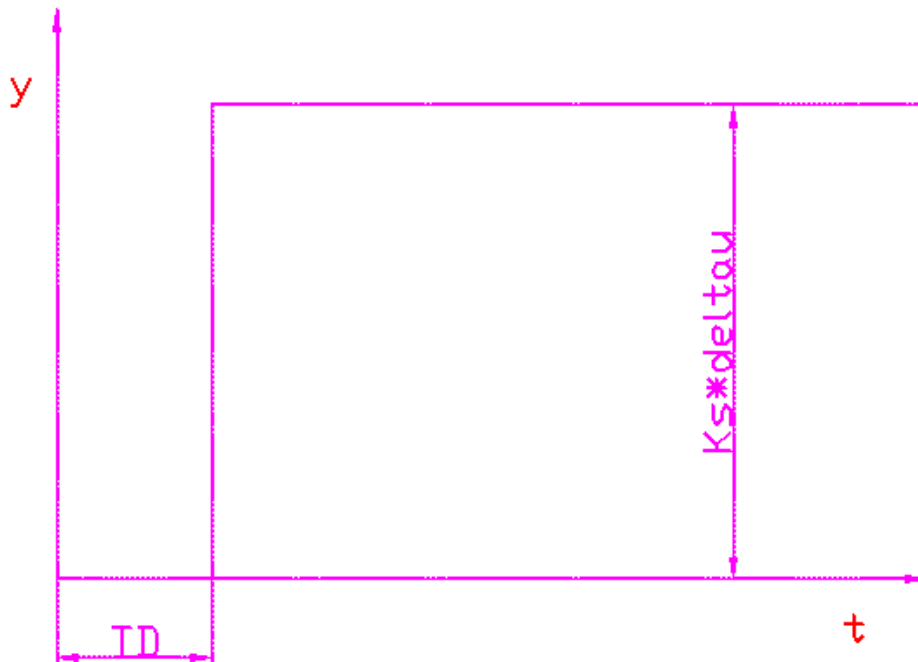
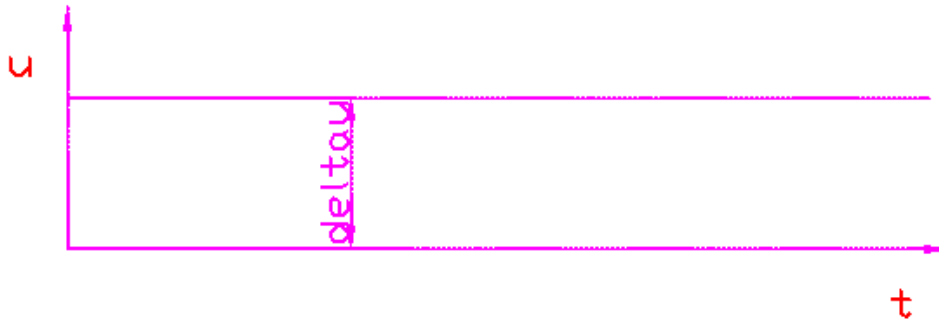
$r = 0,4 - 0,8$ regulovatelná

$r = 0,8 - 0,99$ obtížně regulovatelná

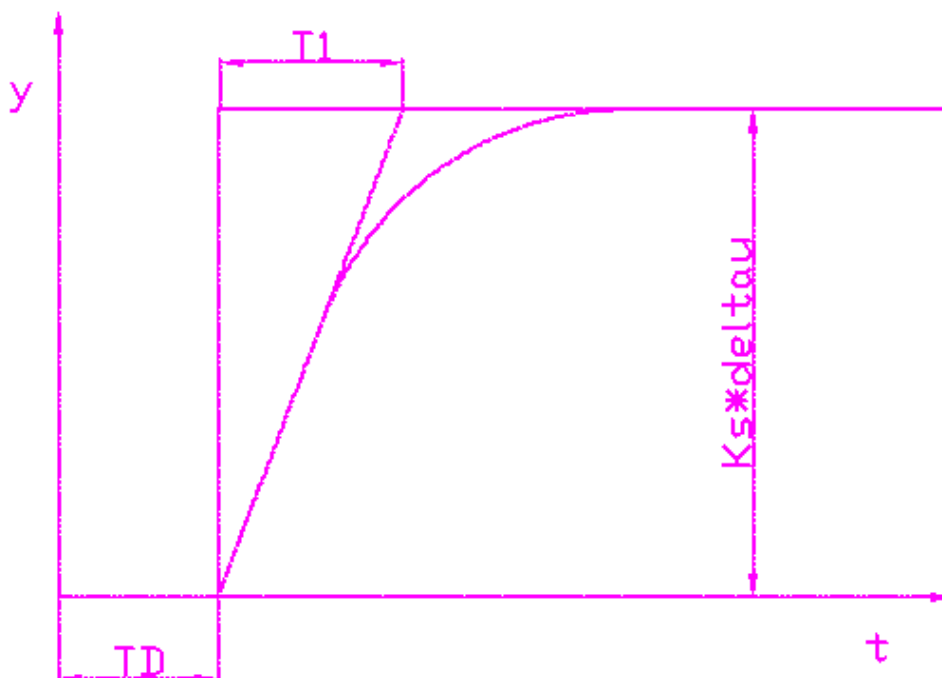
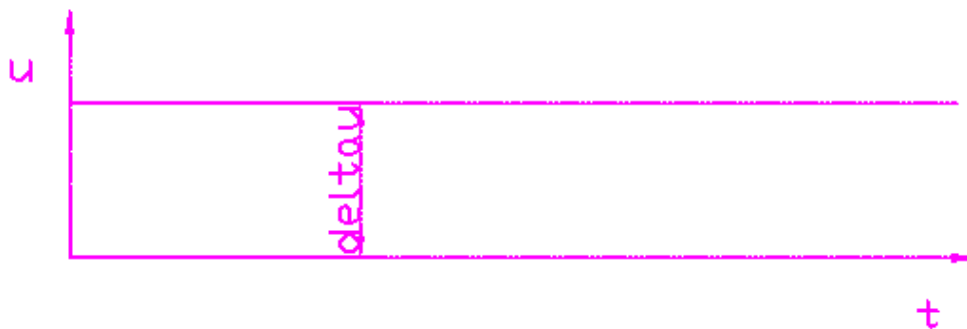
$r > 1$ neregulovatelná

U astatických soustav musí být soustava regulovatelná, jinak nemůže existovat

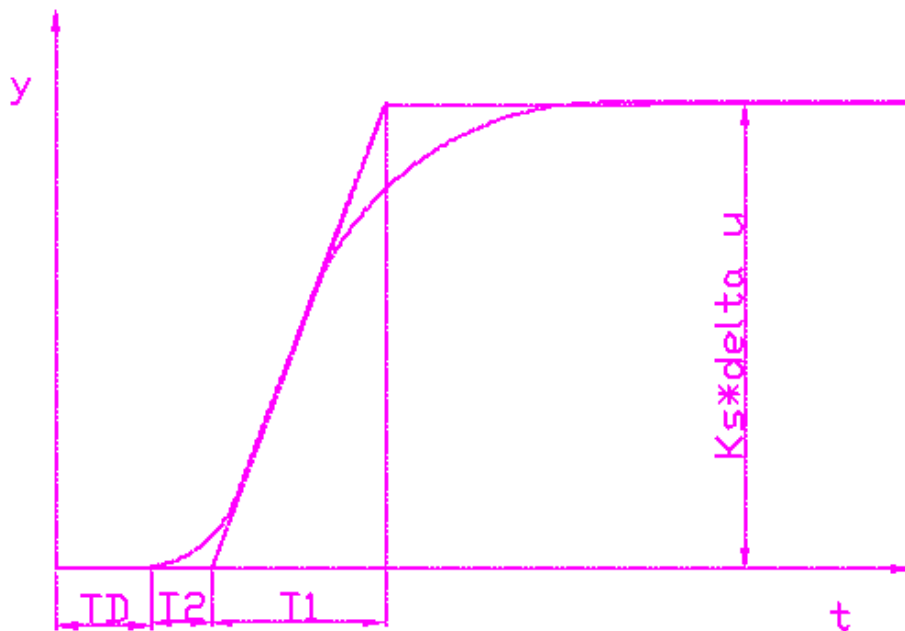
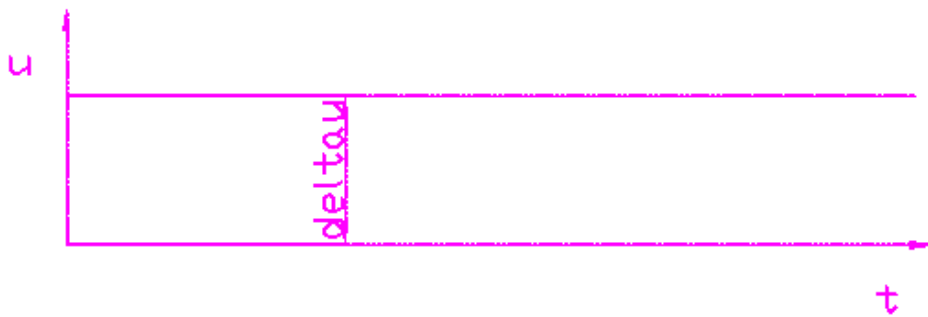
Přechodová charakteristika bezkapacitní statické soustavy s dopravním zpožděním



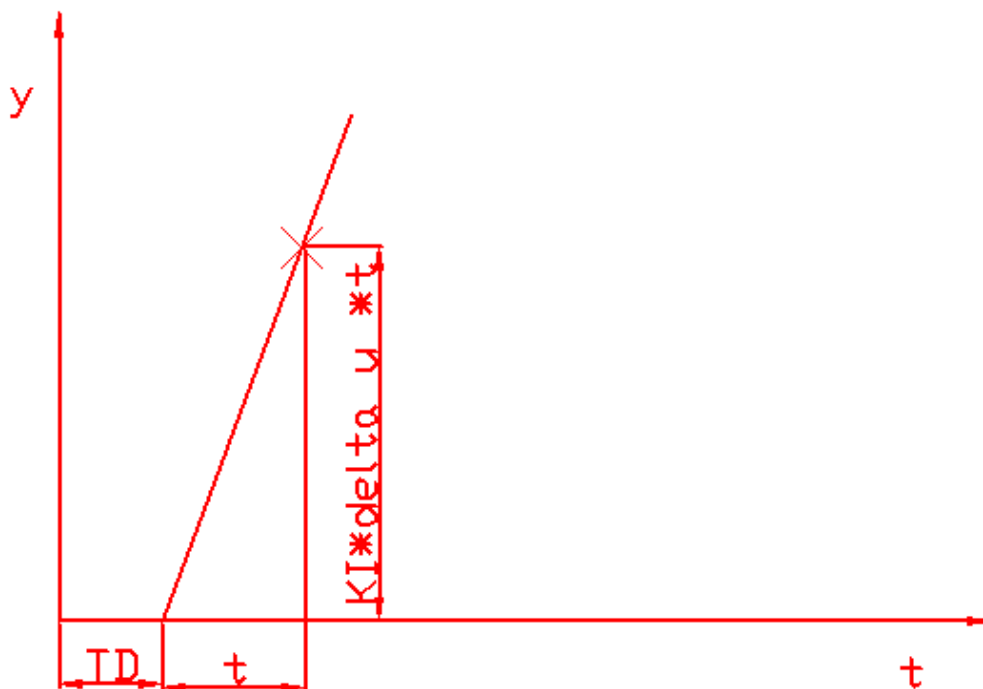
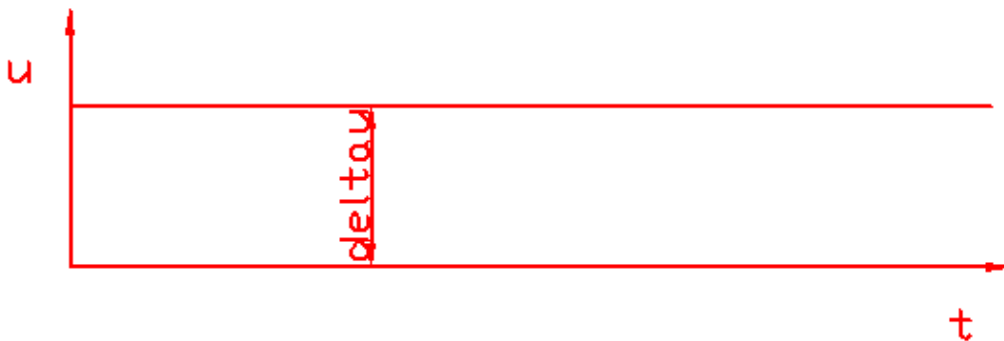
Přechodová charakteristika jednodukapacitní statické soustavy s dopravním zpožděním



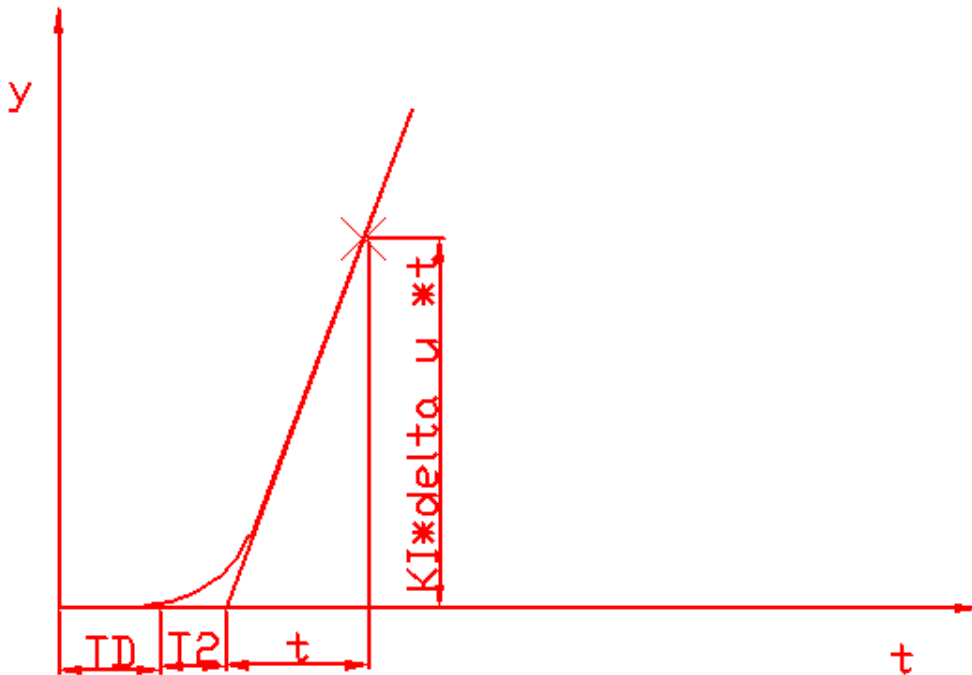
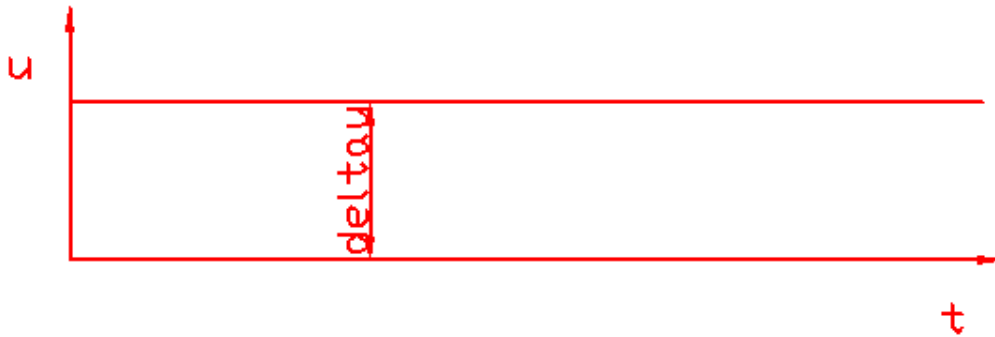
Přechodová charakteristika dvoukapacitní statické soustavy s dopravním zpožděním



Přechodová charakteristika jednodukapacitní astatické soustavy s dopravním zpožděním



Přechodová charakteristika dvoukapacitní astatické soustavy s dopravním zpožděním





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

TD = negativní jev – snažíme se ho minimalizovat

a) akční člen umístíme co nejbližší výstupu regulované soustavy

b) používáme rychlé signály (elektrické, rychlost světla, atd.)

c) používáme systémy s dobrými dynamickými vlastnostmi



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