

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Základní údaje o projektu

Projekt	Amper, SŠ PTA Jihlava - Pracoviště Legionářů 3
Číslo projektu	CZ.1.07/1.1.36/02.0066
Číslo sady	05
Číslo vzdělávacího materiálu	04/5
Autor	Ing. Salah Ifrah
Datum vytvoření	15 září 2013
Předmět	Automatické řízení
Téma	Proporcionální Struktura P regulátoru
Anotace	Pracovní list je zaměřený hlavně na praktické použití blokové algebry při analýze chování lineárního regulačního obvodu
Metodický pokyn	Pracovní list s úkoly, vhodný i pro individuální práci, časová náročnost 90 minut
Inovace	ICT podpora teoretické výuky automatického řízení simulací, vyšší názornost a originalita, podpora interakce mezi učitelem a žákem

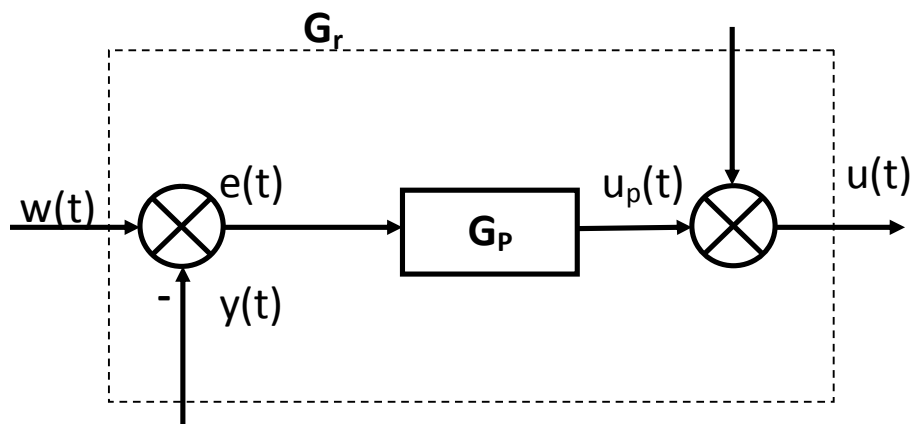
Paralelní struktura P regulátoru

Klíčová aktivita: blokové schéma regulátoru, funkční model, obrazový přenos celku	
Cíl: ➤ Vytvořit blokové schéma elektronické proporcionální struktury P regulátoru. ➤ Vytvořit pro tuto strukturu funkční model v prostředí Wolfram-Mathematica .	
Vstupní znalosti	Základy spojitého lineárního řízení, blokové algebry a sw Wolfram-Mathematica
	Pomocné prostředky: - Wolfram-Mathematica, CDFplayer - Amper_05_ProStrukturaRegulatoruP_Cv.cdf - Kurz automatického řízení
	Činnost: počítačové cvičení, doba řešení: 1,5H

I-Zadání

Soustava vyššího řádu je vytvořena z několika bloků nižšího řádu, jak je patrné z obrázku. Odvoďte výsledný přenos soustavy vyššího řádu popisující dané systémy, jestliže přenosy jednotlivých bloků jsou:

$$G_p = K_p$$



Kde:

$w(t)$ je žádaná veličina, $y(t)$ je regulovaná veličina, $e(t)$ je vstup regulátoru, $u(t)$ je akční veličina, $u(0)$ je počáteční hodnota akční veličiny, $u_p(t)$ je akční veličina proporcionální složky, $u_i(t)$ je akční veličina integrační složky, $u(t)$ je výstup regulátoru P, G_p je přenos proporcionální složky. K_p je zesílení proporcionální složky.

II-Úkoly

- I. Připravte referát.

2. Odvodte jednotlivé obrazové přenosy G_p a vytvořte výsledný přenos G_r P regulátoru dle obrázku:
 - a. uveďte obecnou definici obrazového a frekvenčního přenosu,
 - b. určete vstupy a výstupy rozdílového členu a bloků G_p , G_I , G_D a G_r
 - c. napište vztah mezi vstupy a výstupy rozdílových členů,
 - d. napište vztah mezi vstupem a výstupem pro každý blok G_p , G_I , G_D a G_r , spočítejte výsledný obrazový výstup regulátoru G_r .

3. Ověřte výsledky elektronické paralelní struktury P regulátoru z bodu 2) v prostředí softwaru Wolfram-

Mathematica, **podle potřeby si vyžádejte pomoc od učitele**

- a. v prostředí softwaru Wolfram-Mathematica otevřete soubor typu .nb (notebook) a nazvěte jej **ParStrPIDreg _jmeno_trida_datum**
- b. seznámte s příkazovými řádky `TransferFunctionModel`, `TransferFunctionExpand` a `SystemsMod-`

elFeedbackConnect a jejich použití,

c. Vytvořte funkční model pomocí příkazových řádků : “ TransferFunctionModel “, “TransferFunctionExpand “ a “SystemsModelFeedbackConnect”.

4. Na základě funkčního modelu z bodu 3) určete řád bloků G_p a řád výsledného přenosu P regulátoru G_r .

III-Závěr

do závěru uveďte shrnutí poznatků o paralelní struktuře P regulátoru a její využití v regulační technice.

Vypracování úkolů

I-Příprava referátu

řádně vyplňte hlavičku referátu (viz formulář)

2-Odvození obrazového přenosu soustavy vyššího řádu G_r

a-obecná definice přenosové funkce

Přenosová funkce G je matematické vyjádření relace mezi vstupem lineárního systému $u(t)$ a jeho výstupem $y(t)$. Může být jednorozměrný systém (1 vstup a 1 výstup) nebo vícerozměrný (několik vstupů a výstupů). Jsou známy dva druhy přenosových funkcí obrazový a frekvenční přenos

- **obrazový přenos** : podíl Laplaceova obrazu $Y(s)$ výstupního signálu $y(t)$ k L-obrazu vstupního $U(s)$ signálu $u(t)$ při nulových počátečních podmínkách. L-obrazy získáme z originálů Laplaceovou transformací.

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}, \quad \text{kde } s \equiv \frac{d}{dt} \text{ je operátor derivace}$$

- **frekvenční přenos** : podíl Fourierova obrazu $Y(j\omega)$ výstupního signálu $y(t)$ k F-obrazu $U(j\omega)$ vstupního signálu $u(t)$ při nulových počátečních podmínkách. Frekvenční přenos lze formálně určit z obrazového přenosu dosazením $s \equiv j\omega$

$$G(j\omega) = \frac{Y(j\omega)}{U(j\omega)}, \quad \text{kde } j \text{ komplexní}$$

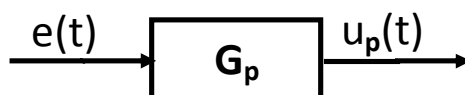
operátor a ω kruhová frekvence

b,c,d,e -vstupy a výstupy bloků a sumátorů

- Blok G_p

jeden vstup, ten je označen v časové oblasti $e(t)$.

1 výstup, který jsou označen v časové oblasti $u_p(t)$.



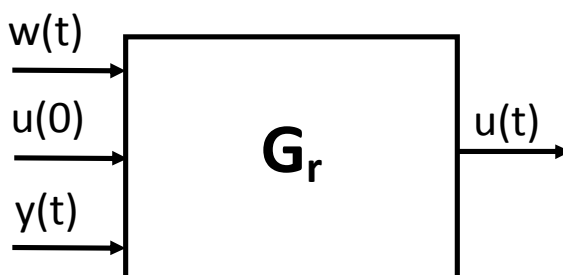
Relace mezi vstupem a výstupem každého bloku budou:

$$u_p(s) = G_p * e(s),$$

- Výsledný blok G_r má

3 vstupy, $w(t)$, $u(0)$ a $y(t)$ respektive žádaná veličina, počátečná hodnota akční veličiny a regulovaná veličiny

1 výstup, $u(t)$ akční veličina tj. výstup P regulátoru



Relace mezi vstupem a výstupem bude vektorová:

$$u = \begin{pmatrix} G_{wu} & G_{u_0 u} & G_{yu} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} w \\ u_0 \\ y \end{pmatrix}$$

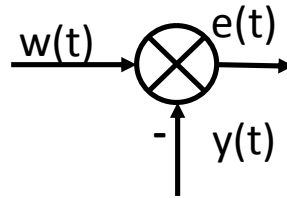
kde:

u je výstup

$\begin{pmatrix} w \\ u_0 \\ y \end{pmatrix}$ je vektor vstupů

$\begin{pmatrix} G_{wu} & G_{u_0 u} & G_{yu} \end{pmatrix}$ je přenosová matice

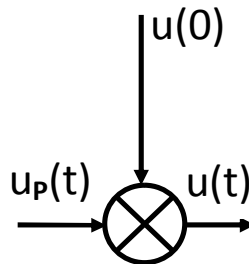
- Sumátor $e(t)$ má
dva vstupy $w(t)$ a $y(t)$
jeden výstup $e(t)$



Relace mezi vstupy a výstupem bude:

$$e(t) = w(t) - y(t), \quad \text{přenos sumátoru je vždycky 1}$$

- Sumátor $u(t)$ má
dva vstupy $u_{PI}(t)$ a $u(0)$ repektive výstup regulované soustavy a počáteční honota
jeden výstup $u(t)$ tj. úpravený výstup regulované soustavy



Relace mezi vstupy a výstupem bude:

$$u(t) = u_P(t) + u(0), \quad \text{přenos sumátoru je vždycky 1}$$

3-Ověření výsledků

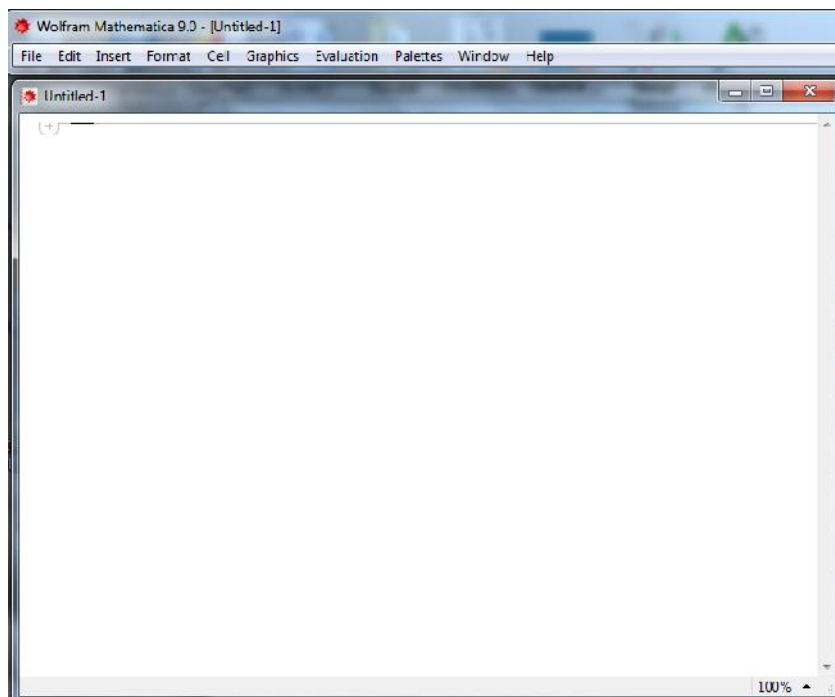
a- Tvorba souboru typu notebook

Toto je ukázkový text ukázkové podkapitoly ukázkové kapitoly ukázkového dokumentu.

v prostředí Wolfram-mathematica- hlavní menu postupně klepněte levým tlačítkem myši na:

File → *New* → *Notebook (.nb)* nebo *ctrl+N*

objeví se prázdný soubor s názvem “untitled-číslo”



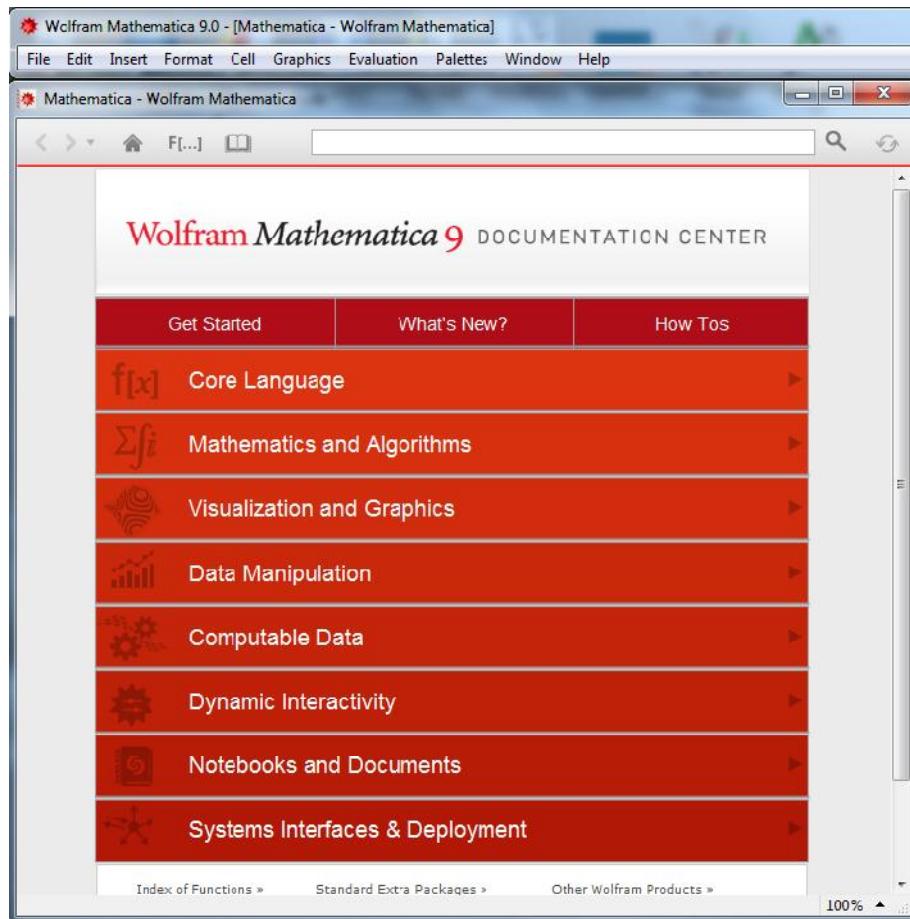
uložte jej pod názvem “ParStrPreg_jmeno_trida_datum ”

b- Seznámení se s jednotlivými příkazovými řádky

v prostředí Wolfram-mathematica - hlavní menu postupně klepněte levým tlačítkem myši na:

Help → Documentation Centre

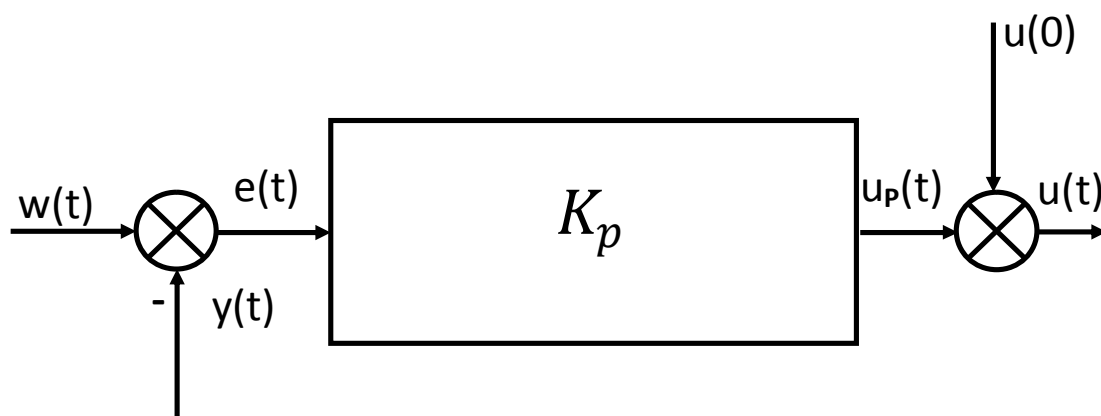
objeví se *podmenu*



Do prázdného pole napište jednotlivé příkazové řádky a postupně prostudujte způsob jejich použití

c-Tvorba funkčního modelu pomocí příkazových řádků

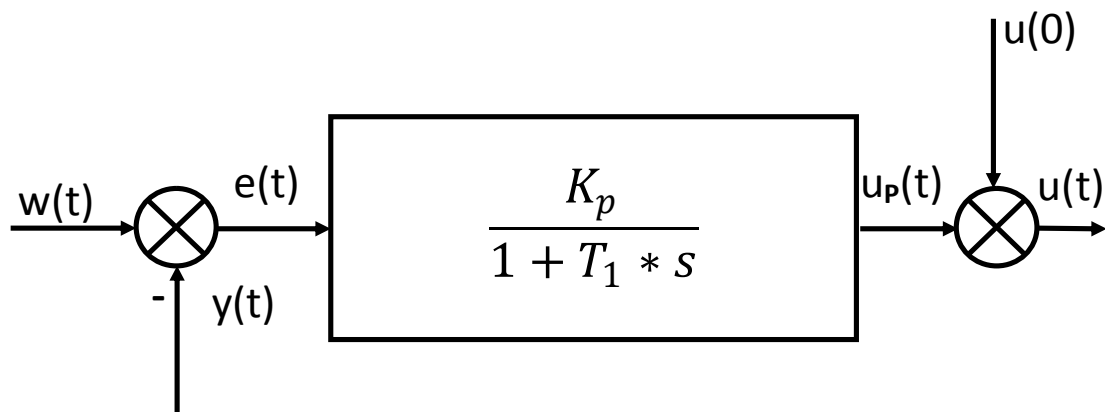
K výpočtu dílčích přenosů využijeme princip superpozice. Blokové schéma výsledné přenosové matice G_r ideálního PD regulátoru bude



Kde:

K_p je zesílení proporcionální složky

a blokové schéma výsledné přenosové matice Gr reálného P rgulátoru bude



Kde:

T_1 je časová konstanta

Funkční model přenosové matice Gr dostaneme následujícím příkazovým řádkem

$$\text{Gr} = \text{TransferFunctionModel} \left[\left\{ \frac{K_p}{1 + T_1 * s}, 1, -\frac{K_p}{1 + T_1 * s} \right\}, s \right]$$

$$\left(\frac{K_p}{1 + T_1 s} \quad 1 \quad -\frac{K_p}{1 + T_1 s} \right) \tau$$

Funkční model výsledné přenosové funkce vytvoříme také jako funkci parametrů K_p

$$\text{PrenosGr}[K_p, T_1] := \text{TransferFunctionModel} \left[\left\{ \frac{K_p}{1 + T_1 * s}, 1, -\frac{K_p}{1 + T_1 * s} \right\}, s \right]$$

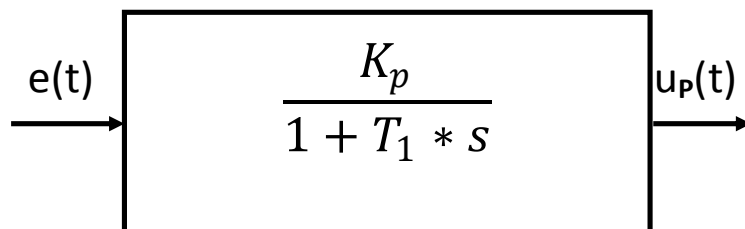
Pro dané hodnoty $K_p=0.2$, $T_1=0.1$ můžeme vyjádřit přenosovou matici jako běžnou funkci s názvem "PrenosGGr".

Výsledek je následující parametrizovaný funkční model.

$$\text{GGr} = \text{PrenosGr}[0.2, 10, 0.1]$$

$$\left(\frac{0.2 (0.5 + 1. s)}{(1 + 0.1 s) s} \quad 1 \quad -\frac{0.2 (0.5 + 1. s)}{(1 + 0.1 s) s} \right) \tau$$

Blokové schéma korekčního členu regulátoru je



a přenos korekčního členu Gkc bude

$$G_{kc} = \frac{K_p}{1 + T_1 * s}$$

Jeho funkční model dostaneme následujícím příkazovým řádkem

```
Gkc = TransferFunctionModel [{  $\frac{K_p}{1 + T_1 s}$  }, s]
```

$$\left(\frac{K_p}{1 + T_1 s} \right) \tau$$

Pro dané hodnoty $K_p=0.2$, $T_1=0.1$ můžeme vyjádřit přenos korekčního členu jako běžnou funkci s názvem "PrenosGGkc".

Výsledek je následující parametrizovaný funkční model.

```
PrenosGkc [Kp_, T1_] := TransferFunctionModel [{  $\frac{K_p}{1 + T_1 s}$  }, s]
```

```
GGkc = PrenosGkc [0.2, 0.1]
```

$$\left(\frac{0.2}{1 + 0.1 s} \right) \tau$$

4-Řád složky Gp, Gr a jejich rozměry

Řád složky Gp, v případě reálného P regulátoru, určuje stupeň polynomu ve jmenovateli přenosové funkce, tedy je 1.

Řád korekčního členu reálného P regulátoru je 1. Řád výsledné vícerozměrné soustavy reálného P regulátoru se určuje řadem dílčích přenosů.

Výsledná soustava je vícerozměrná a má rozměr 3x1 tj. 3 vstupy a 1 výstup.

```
SystemsModelDimensions [Gr]
```

```
{3, 1}
```

Korekční člen je jednorozměrná soustava

```
SystemsModelDimensions [Gkc]
```

```
{1, 1}
```

Závěr

Zdroje

- Interní studijní materiál školy a firemní dokumentace software Wolfram-Mathematica.

Materiál je určen pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.

Všechna neocitovaná autorská díla jsou dílem autora.

Všechny neocitované obrázky jsou součástí prostředků výukového software Microsoft office 2007.