INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt	Amper, SŠ PTA Jihlava - pracoviště tř. Legionářů 3
Číslo projektu	CZ .1.07/1.1.36/02.0066
Číslo sady	01
Číslo vzdělávacího materiálu	*03/5*
Autor	Ing. Salah Ifrah
Datum vytvoření	15 září 2013
Předmět	*Automatické řízení*
Téma	*Tvary spojité přenosové funkce systém prvního řádu s dopravním zpožděním*
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*

Tvary spojioté přenosové funkce systému 1. řádu s dopravním zpožděním

Klíčová aktivita: obecný tvar obrazového přenosu, součin, součet a zpětnovazební tvar

Cíl:

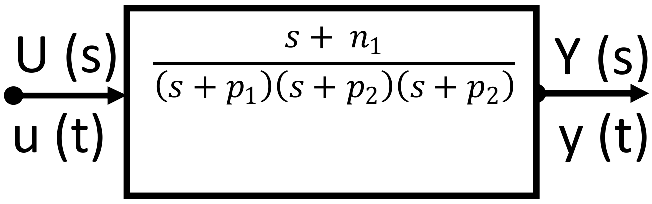
- Vytvořit z obecného tvaru přenosu tvar součinu a tvar součtu a naopak.
- Vytvořit tyto tvary jako funkční modely v prostředí Wolfram-Mathematica .

Vstupní znalosti	Základy spojitého lineárního řízení, blokové algebry a sw Wolfram-Mathematica
	Pomocné prostředky: - Wolfram-Mathematica - Amper_01_TvSpPr_Sys1RaSdopZpo_Cv.cdf - Kurz automatického řízení
	Činnost: počítačové cvičení, doba řešení: 1,5H

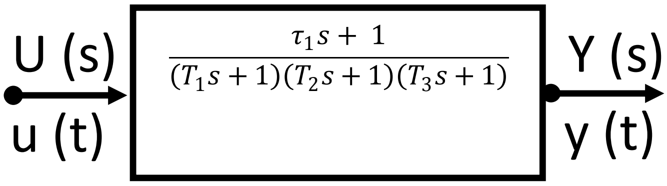
Zadání

vyjádřete daný obecný tvar obrazového přenosu pomocí dalších typů tvarů jako jsou “tvar součinu kořenových činitelů”, “tvar s časovými konstantami” a “tvar parciálních zlomků”

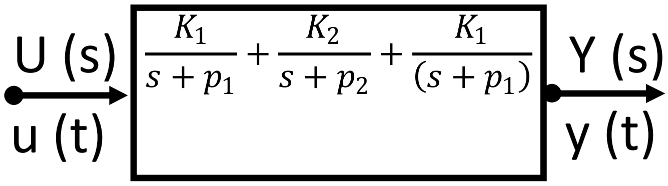
$$G = \frac{3}{6+s}\, e^{-2s} \cong \frac{3}{6+s}\;\frac{1-\frac{2s}{2}}{1+\frac{2s}{2}}$$



tvar součinu kořenových činitelů



tvar s časovými konstantami



tvar s časovými konstantami

Úkoly

1. Připravte referát.
2. uveďte obecnou definici přenosové funkce.
3. seznamte se s jednotlivými tvary vyjádření přenosové funkce (přenosu) a určete počet vstupů a výstupů

   regulované soustavy a uveďte jeho název.
4. Určete kořeny polynomů v čitateli a jmenovateli (nuly = zeros, póly= pols).
5. Napište přenosovou funkci (přenos) ve tvaru kořenových činitelů a uveďte význam jeji parametrů .
6. Napište přenosovou funkci (přenos) ve tvaru s časovými konstantami a uveďte význam jeji parametrů.
7. Napište přenosovou funkci (přenos) ve tvaru parciálních zlomků a uveďte význam jeji parametrů.
8. Ověřte pomocí softwaru Wolfram-Mathematica výsledky z bodů 3 až 7, podle potřeby si vyžádejte pomoc od učitele
   a. v prostředí softwaru Wolfram-Mathematica otevřete soubor typu .nb (notebook) a nazvěte jej

      TvSpPrSy1sDoZp _jmeno_trida_datum.
   b. Seznamte se s příkazovými řádky Apart, Simplify, FullSimplify, TransferFunctionFactor, TransferFunctionModel,

SystemsModelDimensions,TransferFunctionPoles, TransferFunctionZeros, TransferFunctionExpand a jejich využití.

c. Vytvořte funkční modely na základě jednotlivých tvaů přenosové funkce .

9. Na základě funkčního modelu z bodu 8c) a určete řád dané soustavy s přenosem G(s).

Závěr

do závěru uveďte porovnávání tvarů přenosové funkce a jejich využití a zejména využití nul, pólů, zesílení a časových konstant.

1-Příprava referátu - vyplněte hlavičku referátu (viz formalář).

2-Obecná definice přenosové funkce

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

a - 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.

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)},$$

kde $s \equiv \frac{d}{dt}$ je operátor derivace

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

$$G(j\omega) = \frac{Y(j\omega)}{U(j\omega)},$$

kde j komlexní operátor a ω krůhová frekvence

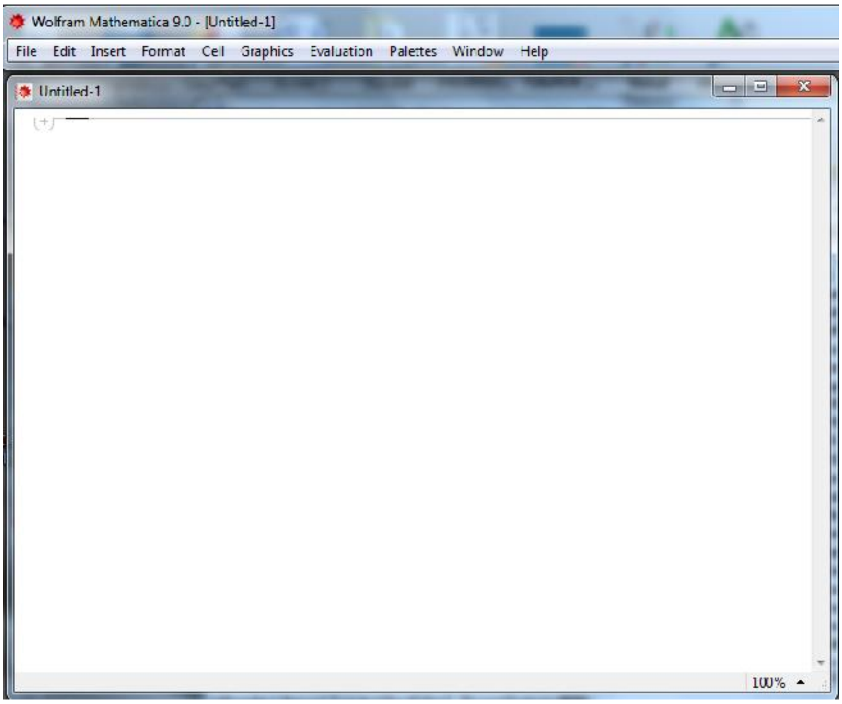
8-Ověření výsledků v prostředí Wolfram Mathematica

a- Tvorba souboru typu notebook

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

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

objeví se prázdný soubor s názvem “ untitled-číslo”



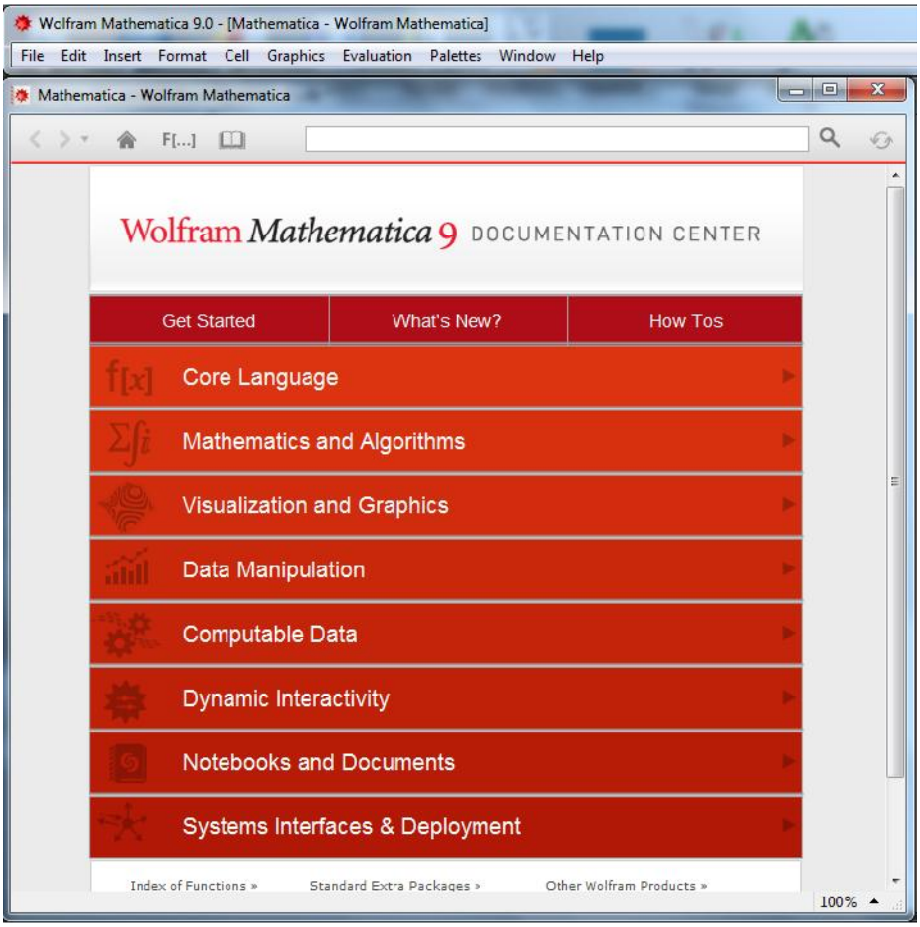
uložte jej pod názvem “TvSpPrSy1sDoZp _jmeno_trida_datum ”

b- seznámení s jednotlivými příkazovými řádky

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

Help →Documentation Centre

objeví se *podmenu*



Do prázdného pole napište jednotlivé příkazové řádky a postupne prostudujte sytaxe a způsob použití

c- Tvorba funkčních modelů a ověření vypočtených výsledků

bod 3-Jednotlivé tvary přenosové funkce - tvorba funkčního modelu

Jsou zmámé 4 tvary přenosové funkce lineární spojité regulované soustavy:

- -obecný tvar,
- -tvar součinu kořenových činitelů,
- -tvar s časovými konstantami,
- -tvar parciálních zlomků.

Funkční model přenosové funkce v obecném tvaru dostaneme příkazovým řádkem

$$G = \mathtt{TransferFunctionModel}\left[\left\{\left\{\frac{3}{6+s}\,\frac{1-\frac{2s}{2}}{1+\frac{2s}{2}}\right\}\right\}, s\right]$$

$$\left(\frac{3\,(1-s)}{(1+s)\,(6+s)}\right)^{\mathcal{T}}$$

a dimenze regulované soustavy bude

SystemsModelDimensions $\left[\left(\frac{3\,(1-s)}{(1+s)\,(6+s)}\right)^{\mathcal{T}}\right]$

```
{1, 1}
```

Jedná se o jednorozměrnou regulovanou soustavu

bod 4-Kořeny polynomů v čitateli a jmenovateli (nuly = zeros, póly= poles).

Nuly určíme příkazovým řádkem

TransferFunctionZeros [G]

```
{{{1}}}
```

Póly určíme příkazovým řádkem

TransferFunctionPoles [G]

```
{{{-6, -1}}}
```

bod 5-Přenosová funkce - tvar kořenových činitelů

Tvar kořenových činitelů funkčního modelu z bodu 3 určíme příkazovým řádkem

TransferFunctionFactor [G]

$$\left(-\frac{3\,(-1+s)}{(1+s)\,(6+s)}\right)^{\mathcal{T}}$$

bod 6-Přenosová funkce - tvar s časovými konstantami

Tvar s časovými konstantami funkčního modelu určíme příkazovým řádkem

TransferFunctionModel $\left[\left\{\left\{\frac{3}{6+s}\,\frac{1-\frac{2s}{2}}{1+\frac{2s}{2}}\right\}\right\},\ s\right]$

$$\left(\frac{3\,(1-s)}{(1+s)\,(6+s)}\right)^{\mathcal{T}}$$

Časové konstanty jsou -1 a -6.

Statické zesílení soustavy určíme v ustáleném stavu výstupu soustavy y(t) pro t → ∞ nebo pro s → 0 , tedy je 1/3

bod 7-Přenosová funkce - tvar parciálních zlomků

Tvar parciálních zlomků funkčního modelu určíme příkazovým řádkem

Apart $\left[\frac{3}{6+s}\,\frac{1-\frac{2s}{2}}{1+\frac{2s}{2}}\right]$

$$\frac{6}{5\,(1+s)}-\frac{21}{5\,(6+s)}$$

Výsledekem je součet 2 přenosů. Tvar součinu kořenových činitelů dostaneme

```
TransferFunctionModel[{{6/(5 (1 + s)) - 21/(5 (6 + s))}}, s]
```

$$\left(-\frac{3\,(-1+s)}{(1+s)\,(6+s)}\right)^{\mathcal{T}}$$

Obecný tvar dostaneme zpět

```
TransferFunctionModel[{{6/(5 (1 + s)) - 21/(5 (6 + s))}}, s] // Simplify
```

$$\left(\frac{3-3\,s}{6+7\,s+s^2}\right)^{\mathcal{T}}$$

9-Řád regulované soustavy

řád regulované soustavy určuje nejvýšší stupeň polynomu na jmenovateli přenosové funkce G. V našem případě je 2.

Závěr

Přenosová funkce se používá hlavně

-pro popis chování a vlastnosti regulovaných soustav (elektrické, mechanické, elektrome chanické, pneumatické a hydraulické) a regulátorů.

-při vyšetřování stability regulačních obvodů

-při návrhu regulátorů

Časová konstanta: určuje ideální dobu, za kterou by výstup regulované soustavy dosahl ustalený stav y(t) pro t → ∞ .

Nuly, poly a zesílení soustavy: určují hlavně míru stability regulované nebo regulační soustavy při návrhu regulátoru.

Obecný tvar přenosové funkce: určuje řád soustavy, řad astatismu a usnadňuje kreslení frekvenční charakteristiky v komplexní rovině

Tvar parciálních zlomků přenosové funkce: usnadňuje realizace soustavy.

Tvar přenosová funkce s časovými konstantami: usnadňuje kreslení frekvenční amplitudové a fázvé charakteristiky . Je nejpoužívanější tvar v regulační technice .

Zdroje

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

-http://reference.wolfram.com/mathematica/ref/TransferFunctionPoles.html?q=TransferFunctionPoles&lang=en

-http://reference.wolfram.com/mathematica/ref/TransferFunctionZeros.html?q=TransferFunctionZeros&lang=en

-http://reference.wolfram.com/mathematica/ref/TransferFunctionFactor.html?q=TransferFunctionFactor&lang=en

-http://reference.wolfram.com/mathematica/ref/TransferFunctionModel.html?q=TransferFunctionModel&lang=en

-http://reference.wolfram.com/mathematica/ref/TransferFunctionExpand.html?q=TransferFunctionExpand&lang=en