

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

Katedra informatizácie a riadenia procesov

Radlinského 9, 812 37 Bratislava 1

TVORBA GUI PRE JEDNODUCHÝ NÁVRH REGULÁTOROV

Semestrálny projekt

Bratislava, máj 2005

Vypracovala: Lenka Čemanová

Vedúci projektu: Doc. Ing. Monika Bakošová, CSc.

Ďakujem vedúcej semestrálnej práce Doc. Ing. Monika Bakošovej, CSc. za cenné rady a pripomienky pri získavaní vedomostí z oblasti tvorby grafického užívateľského rozhrania v programovacom jazyku MATLAB.

Obsah

1. Úvod	2
2. Teoretická časť	3
2.1. Regulátor	3
2.2. PID regulátor	3
2.2.1. Opis zložiek PID regulátora	3
2.2.2. Štruktúry regulátora	5
2.2.3. Výber regulátora	5
2.3. Strejcova metóda identifikácie systémov	6
2.4. Syntéza regulátora	7
2.4.1. Ziegler – Nicholsova metóda syntézy regulátora	8
2.4.2. Strejcova metóda syntézy regulátora	8
2.4.3. Ukazovatele kvality riadenia	9
2.5. Grafické užívateľské rozhranie (GUI)	9
3. Experimentálna časť	10
3.1. Použitie programového systému pre návrh regulátora s využitím prechodovej charakteristiky	11
3.2. Použitie programového systému pre návrh regulátora už identifikovaného systému	16
4. Záver	20
5. Zoznam použitej literatúry	21
6. Prílohy	22

1. Úvod

Regulátor je dynamické zariadenie spracovávajúce vstupnú veličinu, ktorou je regulačná odchýlka. Je tvorený jedným, alebo viacerými regulačnými prvkami. Kombináciou týchto prvkov vytvárame rôzne typy regulátorov so špecifickými vlastnosťami, ako je P, PI, PD a PID regulátor.

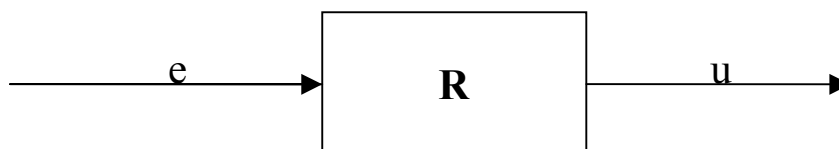
Pre návrh regulátora je dôležitý časový priebeh výstupnej veličiny, teda prechodová charakteristika. Využitím prechodovej charakteristiky sa parametre regulátora určia metódami analytickými, alebo experimentálnymi. Medzi používané experimentálne metódy patrí napríklad metóda Zieglerova – Nicholsova a Strejcova.

Cieľom práce bolo v programovom prostredí MATLAB vytvoriť grafické užívateľské rozhranie (GUI), ktoré by umožnilo jednoducho navrhnuť regulátor pre systém, u ktorého možno odmerať prechodovú charakteristiku alebo pre systém, ktorého prenos je už identifikovaný. GUI sa skladá z elementov ako sú okná, tlačidlá, ikony a simulačné schémy. Tieto elementy vzniknú pomocou príkazov zadávaných v programovacom jazyku MATLAB.

2. Teoretická časť

2.1 Regulátor

Regulátor je aktívnym členom regulačného obvodu, ktorý má za úlohu generovať akčnú veličinu spracovaním regulačnej odchýlky podľa určitého predpisu. Druh operácie vykonanej na vstupe závisí od typu regulátora a obvykle sa dá vyjadriť nejakým matematickým operátorom [1],[2].



Obr. 1 Bloková schéma regulátora

2.2 PID regulátor

Činnosť väčšiny regulátorov zahŕňa v sebe operáciu jedného, alebo kombináciu viacerých regulačných prvkov, ktorými sú: proporcionálny člen, integračný člen a derivačný člen. Ich spojením vzniká proporcionálno - integračno – derivačná činnosť.

Najčastejšie používaným typom regulátora v priemysle je PID regulátor. Odhaduje sa, že stupeň jeho nasadenia v priemysle prekračuje 90%. Jeho výhodou je jednoduchosť, robustnosť, ako i fakt, že je realizovateľný v rozličných analógových prevedeniach (elektrických, pneumatických) a v súčasnosti najmä v digitálnych [1],[3].

2.2.1 Opis zložiek PID regulátora

- **Proporcionálny člen (P):**

Generuje akčnú veličinu, ktorá je priamo úmerná regulačnej odchýlke. Jej matematický opis je:

$$u_p(t) = Z_R e(t) \quad (1)$$

kde Z_R je proporcionálne zosilnenie. P- člen je opísaný prenosom

$$G_R(s) = \frac{U_p(s)}{E(s)} = Z_R \quad (2)$$

Charakteristickým parametrom proporcionálneho člena je pásmo proporcionality p_p , ktoré vyjadruje takú zmenu vstupu, ktorá je potrebná na zmenu výstupu o 100%.

P- člen môže vystupovať aj samostatne ako P – regulátor. Jeho nedostatkom však je, že pri regulácii zanecháva trvalú regulačnú odchýlku. Je to spôsobené jeho vlastnosťou, že dokáže generovať nenulový akčný zásah iba pri nenulovom vstupe.

- **Integračný člen (I):**

Integračný člen, alebo integrátor vykonáva operáciu integrovania vstupnej veličiny. Jeho matematický zápis je:

$$u_I(t) = \frac{1}{T_I} \int e(t) dt \quad (3)$$

kde T_I je integračná časová konštanta a určuje rýchlosť zmeny akčného zásahu v prípade jednotkovej regulačnej odchýlky. Prenosová funkcia I- člena je:

$$G_R(s) = \frac{U_I(s)}{E(s)} = \frac{1}{T_I s} \quad (4)$$

Integrátor pracuje ako pamäťový člen, aj pri nulovom vstupnom signále môže generovať výstup rôzny od nuly. Táto vlastnosť zaručuje odstránenie trvalej regulačnej odchýlky pri regulácii, keď regulátor zahrňuje v sebe I- člen.

- **Derivačný člen (D):**

D- člen, alebo derivátor vykonáva operáciu derivovania vstupnej veličiny, zlepšuje stabilitu uzatvoreného regulačného obvodu. Jeho matematický opis je:

$$u_D(t) = T_D \frac{de(t)}{dt} \quad (5)$$

kde T_D je derivačná časová konštanta a svojou akciou predpovedá vývoj regulačnej odchýlky. Prenosová funkcia D- člena je:

$$G_R(s) = \frac{U_D(s)}{E(s)} = T_D s \quad (6)$$

Ideálny derivátor nie je fyzikálne realizovateľný. Je citlivý na prítomnosť šumu v riadenej veličine, pretože derivácia nepresného signálu môže viesť k veľkým a častým zmenám amplitúdy riadenia. V praktickej aplikácii sa musí doplniť filtrom 1. rádu. D- člen sa využíva v regulátore v kombinácii s inými prvkami a slúži hlavne na odstránenie náhlych zmien regulovanej veličiny.

2.2.2 Štruktúry PID regulátora

PID regulátor obsahuje tri zložky: proporcionálnu, integračnú a derivačnú. Konkrétna realizácia môže byť rôzna a závisí napríklad od spôsobu implementácie. Najčastejšie sa využívajú nasledovné PID štruktúry:

- Bez interakcie

$$G_R(s) = Z_R \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right) \quad (7)$$

- S interakciou

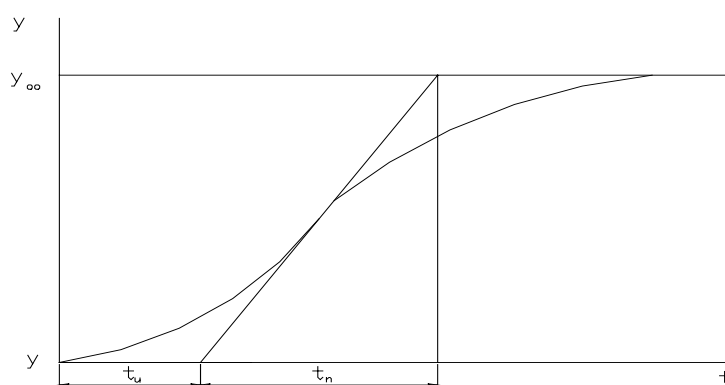
$$G_R(s) = Z_R \left(1 + \frac{1}{T_I s} \right) (1 + T_D s) \quad (8)$$

2.2.3 Výber regulátora

- P regulátor – je najjednoduchší regulátor. Používame ho v prípade, že určitá nenulová regulačná odchýlka v ustálenom stave je akceptovateľná, alebo keď riadený systém obsahuje integrátor. Príkladom z riadenia procesov môže byť regulácia tlaku v plynových zásobníkoch či regulácia výšky hladiny.
- PI regulátor – používame v prípade, že P regulátor ja nevyhovujúci a riadený systém sa dá opísať jednoduchou dynamikou. Výhodou je odstránenie trvalej regulačnej odchýlky, avšak za cenu väčšieho preregulovania a menej tlmených kmitov. Navyše, zvyšovanie zosilnenia môže viesť k nestabilite.
- PD regulátor – vďaka D zložke nevykazuje veľké preregulovanie a teda sa rýchlo ušľahuje. Avšak keďže neobsahuje I zložku, v obvode ostáva trvalá regulačná odchýlka rovnaká ako u samotného P regulátora. Používame ho najmä pre procesy, ktoré majú integračné správanie, alebo veľké časové konštanty.
- PID regulátor – je robustný, predpovedá správanie sa procesu v budúcnosti a vo všeobecnosti je jeho zosilnenie nižšie ako u zodpovedajúceho PI regulátora. Nevýhodou je citlivosť D zložky na šum merania.
- Problematické procesy z hľadiska nasadenia PID regulátora zahŕňajú systémy s dopravným oneskorením, s časovo premennými parametrami, prípadne procesy vykazujúce vlastné kmity.

2.3 Strejcova metóda identifikácie systémov

Často používaným vstupným signálom pre návrh regulátora, prípadne pre približné určenie dynamických vlastností regulovaného objektu, je skoková zmena jednej zo vstupných veličín pri zachovaní ostatných vstupných veličín konštantných. Pred uskutočnením skokovej zmeny je nutné, aby bol skúmaný systém v ustálenom stave. Časový priebeh výstupnej veličiny, ktorý je odozvou na skokovú zmenu jednej zo vstupných veličín nazývame reálnou prechodovou charakteristikou [2],[3].



Obr. 2 Všeobecná prechodová charakteristika

Na identifikáciu systému vyššieho rádu sa používa **Strejcova metóda**.

Predpokladá sa, že vstupná veličina sa zmenila skokom v čase $t = t_0$, z hodnoty u_0 na hodnotu u_{nek} . Na prechodovej charakteristike sa určí inflexný bod a preloží sa krivka dotyčnicou (najjednoduchšie sa určí ako priamka minimálneho sklonu, ktorá ešte nepretína prechod. charakteristiku v troch bodoch). Dotyčnica na rovnobežkách s časovou osou prechádzajúcimi hodnotami y_0 a y_{nek} vymedzí dva časové údaje: časť prieťahu t_u a čas nábehu t_n . Dynamické vlastnosti identifikovaného systému sa aproximujú pomocou náhradného prenosu v tvare:

$$G(s) = \frac{Z}{(Ts + 1)^n} e^{-Ds} \quad (9)$$

Z – zosilnenie

T – časová konštanta

D – dopravné oneskorenie systému

n – rád systému

Postup pri identifikácii systému:

1. Z nameranej prechodovej charakteristiky určiť hodnoty t_u , t_n a hodnotu zosilnenia systému daného vzťahom:

$$Z = \frac{y_{nek} - y_0}{u_{nek} - u_0} \quad (10)$$

2. Určiť podiel

$$f_s = \frac{t_u}{t_n} \quad (11)$$

3. Podľa tabuľky 1. vybrať rád systému n tak, aby platilo

$$f(n) \leq f_s \leq f(n+1) \quad (12)$$

Tabuľka 1. Tabuľka pre Strejcovu metódu identifikácie

n	1	2	3	4	5	6
$f(n) = \frac{t_u}{t_n}$	0,000	0,104	0,218	0,319	0,410	0,493
$g(n) = \frac{T}{t_n}$	1,000	0,368	0,271	0,224	0,195	0,161

3. Určiť dopravné oneskorenie D ako rozdiel medzi skutočným a fiktívnym časom nábehu t_u

$$D = [f_s - f(n)]t_n \quad (13)$$

4. Určiť časovú konštantu T pomocou hodnôt z riadku funkcie $g(n)$ pre príslušné n .
Odčíta sa $g(n)$ a T sa určí ako:

$$T = g(n)t_n \quad (14)$$

2.4 Syntéza regulátora

Po identifikácii systému Strejcovou metódou, ktorá spracovala prechodovú charakteristiku sa môžu určiť parametre regulátora. Na určenie parametrov sa využívajú metódy analitické

a experimentálne. Medzi experimentálne patria napr.: Zieglerova – Nicholsova a Strejcova [2].

2.4.1 Zieglerova – Nicholsova metóda syntézy regulátora

Parametre PID regulátora sa určujú v tvare

$$G_R(s) = Z_R \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right) \quad (15)$$

pomocou tabuľky 2. Vyberie sa vhodný typ regulátora a z príslušného riadku sa vypočítajú jeho parametre. Hodnoty Z , t_u a t_n použité pri výpočtoch parametrov regulátora sú definované v kapitole „Strejcova metóda identifikácie systémov“ [2].

Tabuľka 2. Nastavenie regulátora podľa Zieglera – Nicholsa z prechodovej charakteristiky

Regulátor	Z_R	T_I	T_D
P	$\frac{1}{Z} \frac{t_n}{t_u}$		
PI	$\frac{0,9}{Z} \frac{t_n}{t_u}$	$3,33 t_u$	
PID	$\frac{1,2}{Z} \frac{t_n}{t_u}$	$2 t_u$	$0,5 t_u$

2.4.2 Strejcova metóda syntézy regulátora

Parametre PID regulátora sa určujú v tvare

$$G_R(s) = Z_R \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right) \quad (16)$$

pomocou tabuľky 3. Vyberie sa vhodný typ regulátora a z príslušného riadku sa vypočítajú jeho parametre. Ak sa volí typ PID regulátora, potom musí byť identifikovaný prenos minimálne tretieho rádu, pre P a PI regulátor je potrebné mať minimálne prenos druhého rádu. Hodnoty Z , n a T použité pri výpočtoch parametrov regulátora sú definované v kapitole „Strejcova metóda identifikácie systémov“ [2].

Tabuľka 3. Nastavenie regulátora podľa Strejca z prechodovej charakteristiky

Regulátor	Z_R	T_I	T_D
P	$\frac{1}{Z} \frac{1}{n-1}$		
PI	$\frac{1}{Z} \frac{n+2}{4(n-1)}$	$T \frac{n+2}{3}$	
PID	$\frac{1}{Z} \frac{7n+16}{16(n-2)}$	$T \frac{7n+16}{15}$	$T \frac{(n+1)(n+3)}{7n+16}$

2.4.3 Ukazovatele kvality riadenia

Stabilita je nevyhnutným, nie však postačujúcim kritériom správnej funkcie uzavretého systému riadenia. Dôležité je aj dynamické správanie sa systému pri prechode z jedného rovnovážneho stavu do iného stavu. Vlastnosti systému v prechodovom stave hovoria o kvalite riadenia. Kvalita regulácie sa dá posúdiť pomocou **ukazovateľov kvality**. Medzi základné ukazovatele patria: doba regulácie, maximálne preregulovanie, čas maximálneho preregulovania, počet preregulovaní a pomerný koeficient tlmenia. Pre exaktnejšie určenie používame integrálne kritériá kvality [1].

- Integrál absolútnej regulačnej odchýlky IAE

$$IAE = \int_0^t |e(t)| dt \quad (17)$$

- Integrál štvorca regulačnej odchýlky ISE

$$ISE = \int_0^t e^2(t) dt \quad (18)$$

2.5 Grafické užívateľské rozhranie (GUI)

Matlab poskytuje vizualizáciu dát a tým umožňuje vytvoriť prostredie, ktoré sa vyznačuje jednoduchosťou a jednoznačnosťou obsluhy. Prostredie sa vytvára pomocou príkazov zadávaných v príkazovom okne.

Typy príkazov:

FIGURE – príkaz na vytvorenie celkovej podoby okna s použitím nižšie uvedených príkazov

CLEAR – vymazanie premennej a funkcie z pamäti

UICONTROL – vytvorí prepojenie medzi užívateľom a ovládaním aktuálnej podoby okna.

STYLE – zápis na určenie charakteristiky tlačidla

Napríklad: 'Style','popup' – rolovacie tlačidlo

'Style','push' – tlačidlo

'Style','text' – ikona v ktorej sa nachádza len text

'Style','edit' – ikona na zápis údajov

FOREGROUNDColor – farba popredia

BACKGROUNDColor – farba pozadia

POSITION – určuje polohu tlačidla, ikony alebo celého okna

STRING – pomocou tohto príkazu zadávame text do textovej ikony

CALLBACK – návrat do predošlého kroku

STR2NUM – konverzia reťazca na číslo

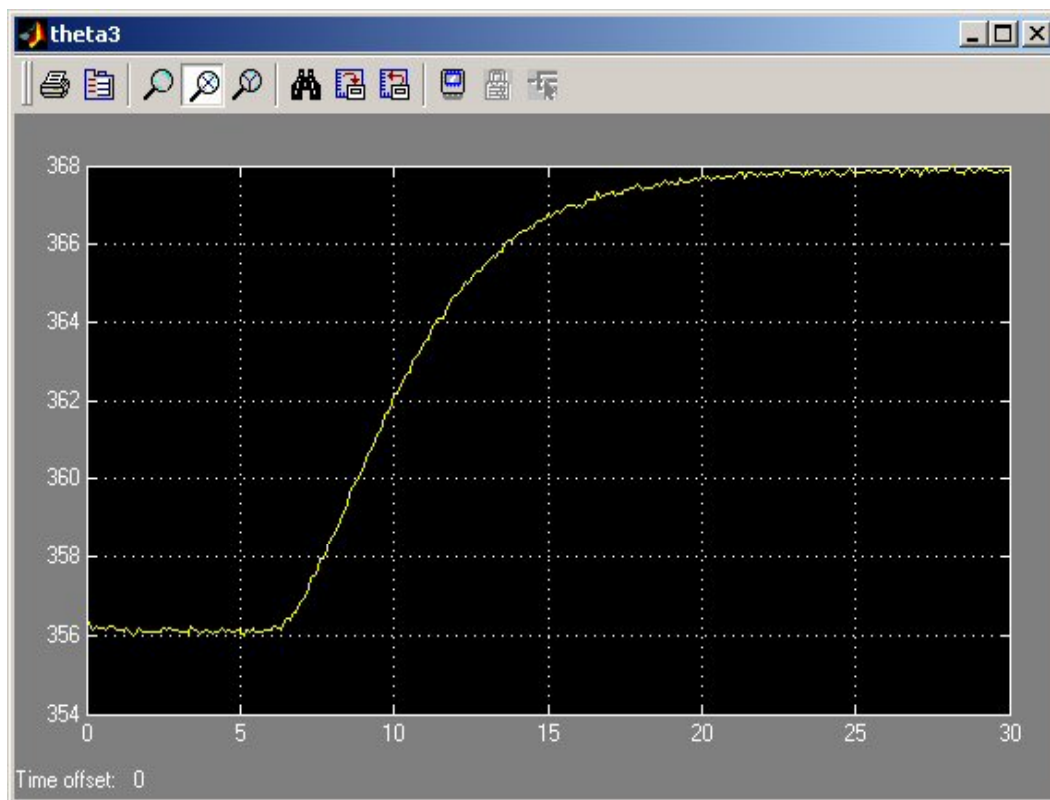
NUM2STR – konverzia čísla na reťazec

3. Experimentálna časť

Programový systém pre syntézu regulátora umožňuje navrhovať regulátor tak, že najprv systém zidentifikujeme, alebo využíva len zadanie parametrov už zidentifikovaného systému. Pre ukážku budú obidva spôsoby opísané na príklade návrhu regulátora pre riadenie sústavy troch sériovo zapojených výmenníkov tepla.

Riadiacou veličinou výmenníkov je teplota ohrevnej pary ϑ_p , ktorá má v pôvodnom ustálenom stave hodnotu $\vartheta_p^s = 400$ K. Riadenou veličinou je teplota výstupného prúdu ohrievanej kvapaliny z tretieho výmenníka tepla ϑ_3 . Poruchovou veličinou je teplota vstupného prúdu ohrievanej kvapaliny do prvého výmenníka ϑ_v . Prechodovú charakteristiku sa odmerala vykonaním skokovej zmeny teploty pary z ustálenej hodnoty $\vartheta_p^s = 400$ K na teplotu $\vartheta_p = 450$ K v čase $t_0 = 5$ min.

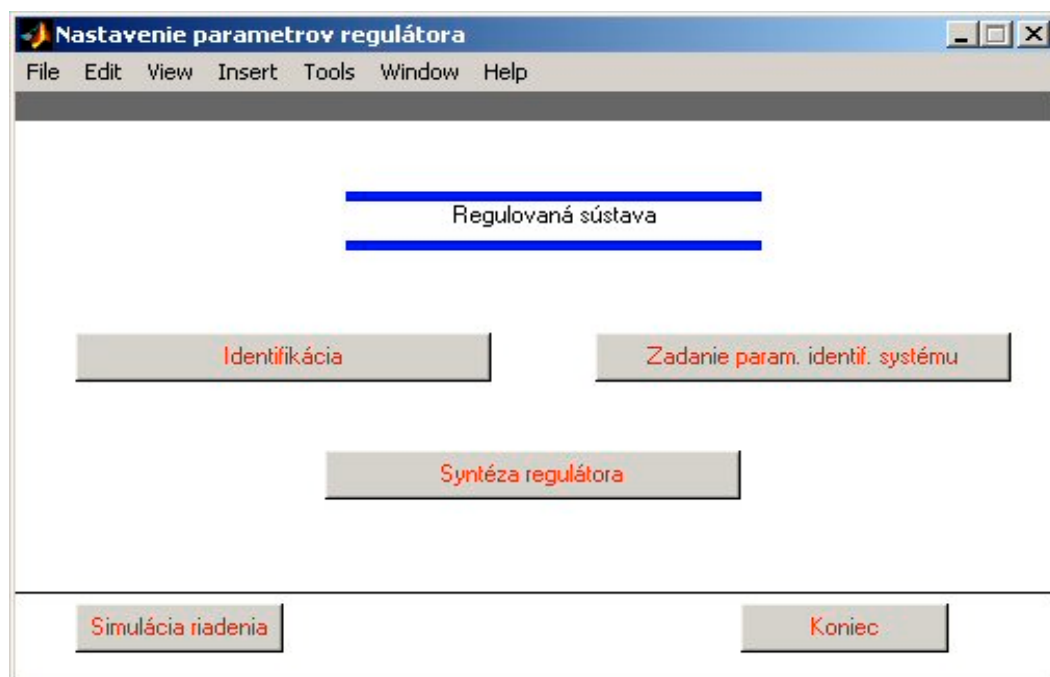
Programy pomocou ktorých boli vytvorené všetky okná programového systému pre syntézu regulátora sú vypísané v prílohe.



Obr. 3 Prechodová charakteristika troch sériovo zapojených výmenníkov tepla

3.1 Použitie programového systému pre návrh regulátora s využitím prechodovej charakteristiky

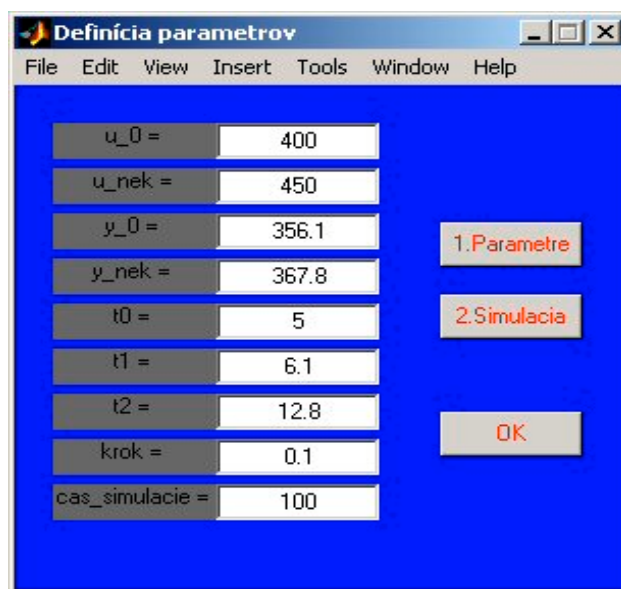
V príkazovom okne MATLABu sa zadá príkaz **nastavenie** a stlačením klávesnice ENTER sa otvorí okno s názvom „Nastavenie parametrov regulátora“.



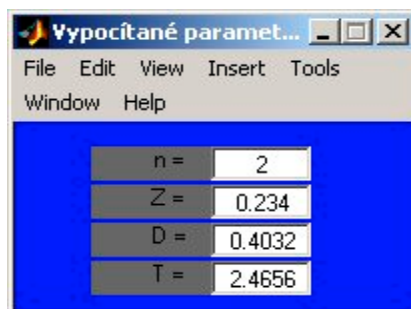
Z hlavého okna sa kliknutím vyberie tlačidlo „Identifikácia“. Otvorí sa okno s názvom „Sústavy“, kde je na výber identifikácia systému prvého, alebo vyššieho rádu. V našom prípade to bude výber sústavy vyššieho rádu.



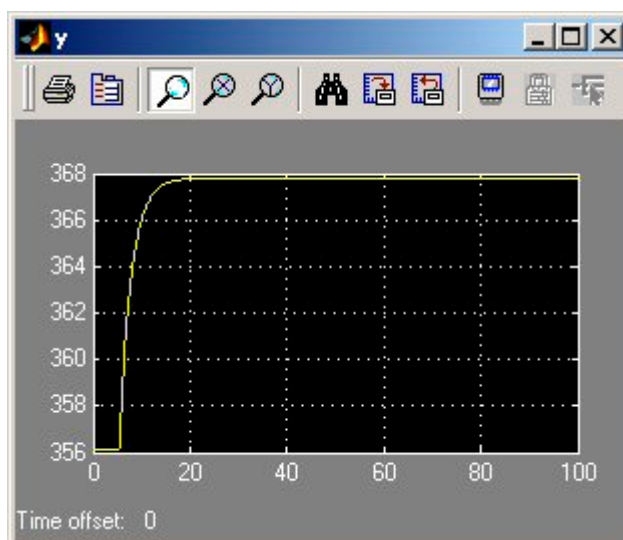
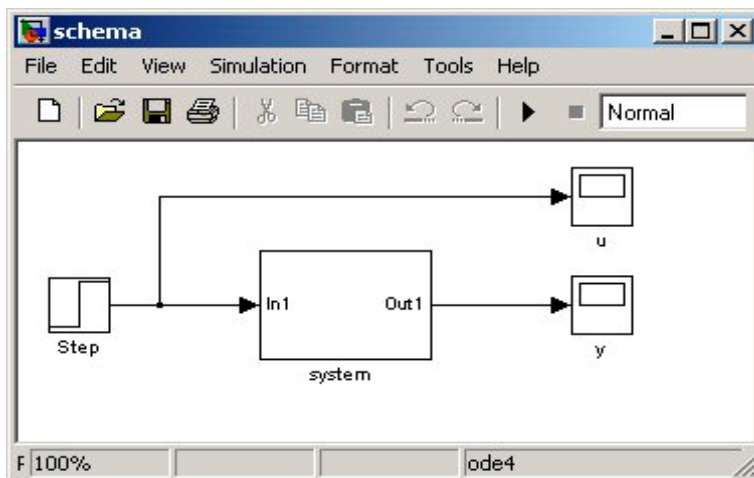
Po výbere sa objaví okno „Definícia parametrov“, kde sa vyplnia požadované údaje pre identifikáciu. Údaje sa získajú vyhodnotením prechodovej charakteristiky (viď obr.3).



Po vyplnení a kliknutí na tlačidlo „Parametre“ sa objaví okno s vypočítanými parametrami rádu, zosilnenia, dopravným oneskorením a časovou konštantou.



Tým pádom je systém identifikovaný a overenie identifikácie sa môže uskutočniť pomocou tlačidla „Simulácia“ v okne „Definícia parametrov“.

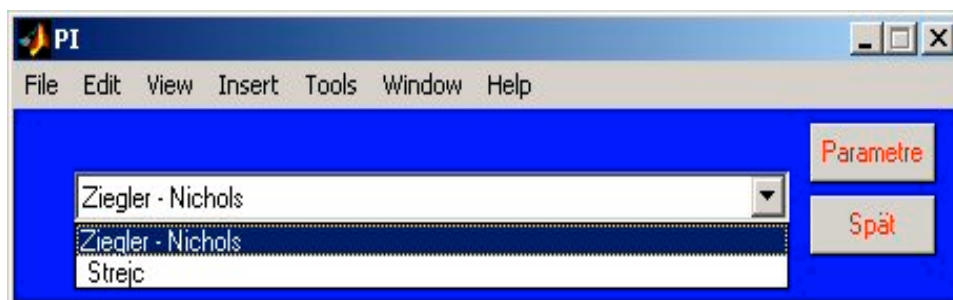


Obr. 4 Odsimulovaný priebeh prechodovej charakteristiky

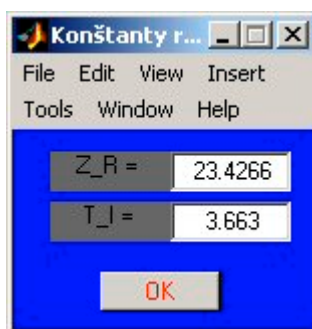
Po zidentifikovaní a simulačnom overení stlačením tlačidla „OK“ v okne „Definícia parametrov“ sa prejde do okna „Syntéza regulátora“. Dostáva sa na výber uskutočnenie syntézy regulátorov P, PI a PID.



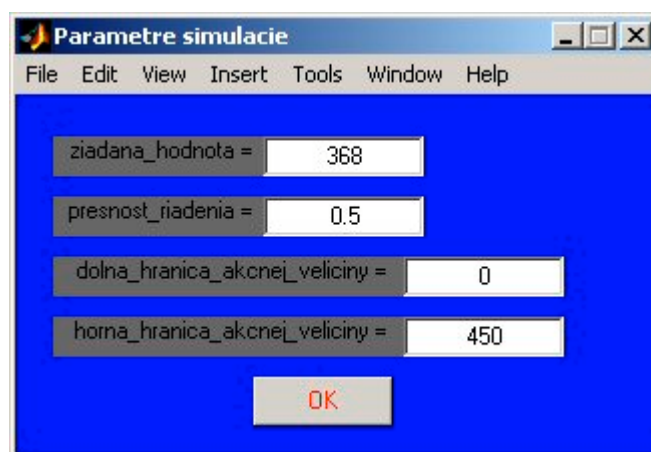
Kliknutím sa vyberie napríklad regulátor PI. Otvorí sa okno, kde sa vyberie metóda syntézy regulátora. Napríklad metóda Zieglerovu – Nicholsovu.



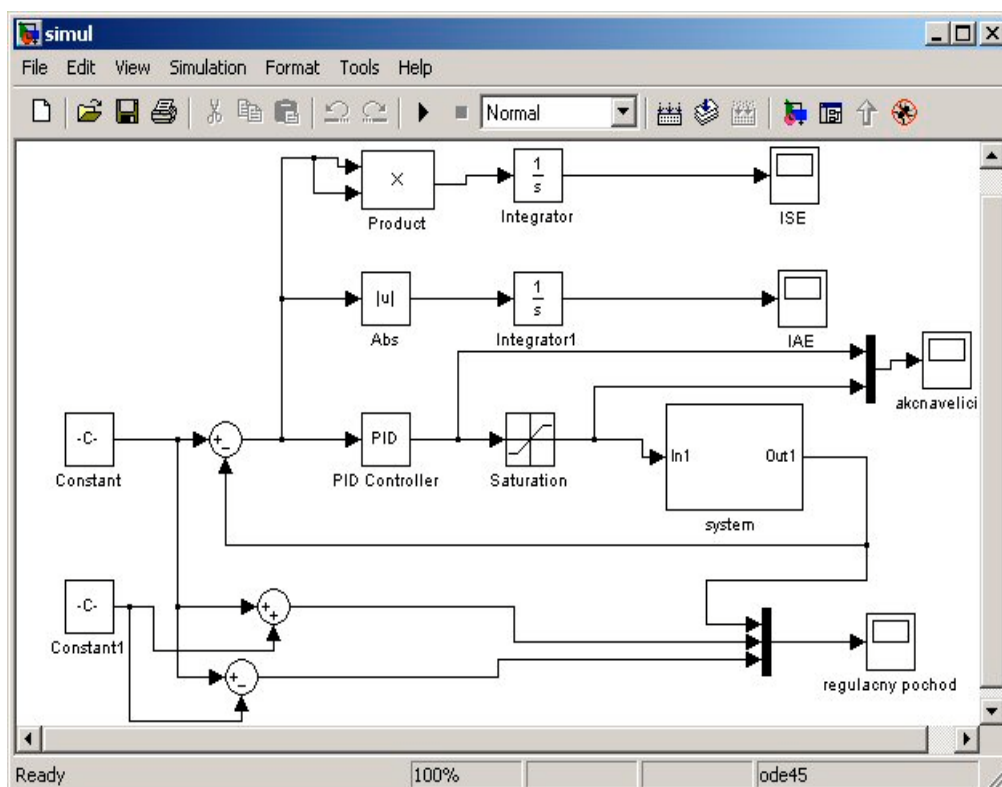
Po výbere metódy a jej následným označením kliknutím na tlačidlo „Parametre“ sa otvorí okno s vypočítanými parametrami navrhnutého regulátora.



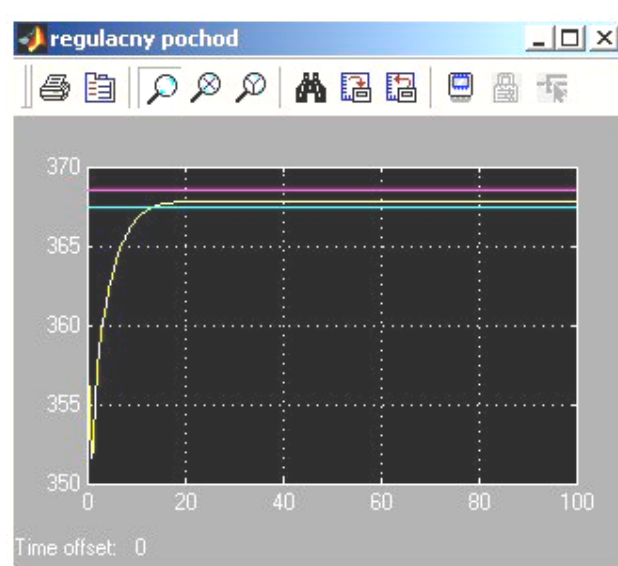
Potvrdením tlačidla „OK“ v okne „Konštanty regulátora“ sa prejde do okna „Parametre simulácie“. Tu sa zadávajú potrebné hodnoty pre simuláciu, v ktorej sa overí či regulátor spĺňa požiadavky na reguláciu.



Pre odsimulovanie sa klikne na tlačidlo „OK“. Otvorí sa simulačná schéma a spustí sa simulácia.



Simuláciou sa overuje ako by sa správal uzavretý regulačný obvod tvorený zidentifikovaným systémom a navrhnutým regulátorom. Simulačnú schému umožňujú vyhodnotiť integrálne ukazovatele kvality (ISE a IAE). Pomocou nich sa môžu porovnať rôzne regulátory navrhnuté pre daný systém.

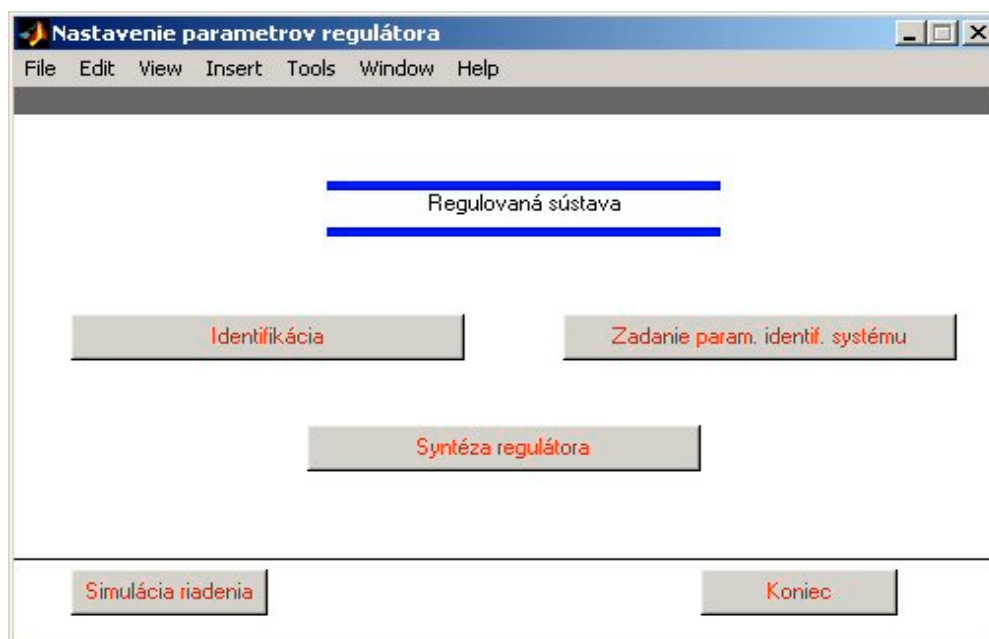


Obr. 5 Výsledok regulácie troch sériovo zapojených výmenníkov tepla s navrhnutým PI regulátorom

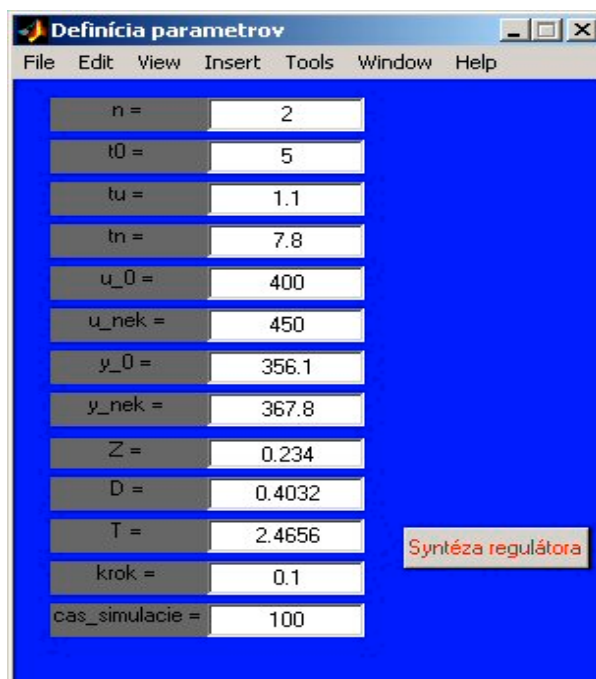
3.2 Použitie programového systému pre návrh regulátora už identifikovaného systému

Využije sa vtedy, keď celý systém je už identifikovaný – nepotrebuje sa vyhodnocovať prechodová charakteristika.

V príkazovom okne MATLABu sa zadá príkaz **nastavenie** a stlačením klávesnice ENTER sa otvorí okno s názvom „Nastavenie parametrov regulátora“.



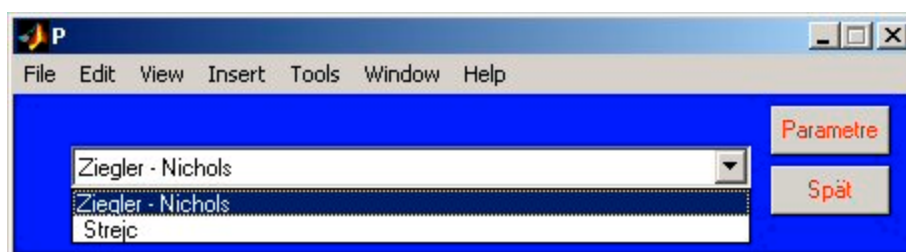
Z ponuky hlavného okna sa vyberie kliknutím tlačidlo „Zadanie parametrov identifikovaného systému“. Otvorí sa okno „Definícia parametrov“ a vyplnia sa požadované údaje.



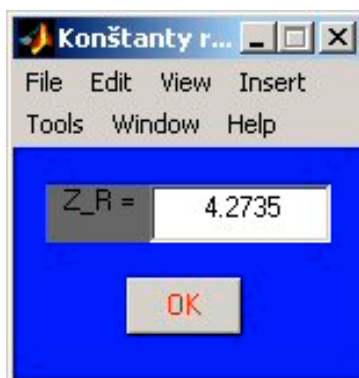
Po vyplnení údajov sa klikne na tlačidlo „Syntéza regulátora“. Otvorí sa okno, kde sa vyberie syntéza regulátora P, PI alebo PID. Napríklad regulátor P.



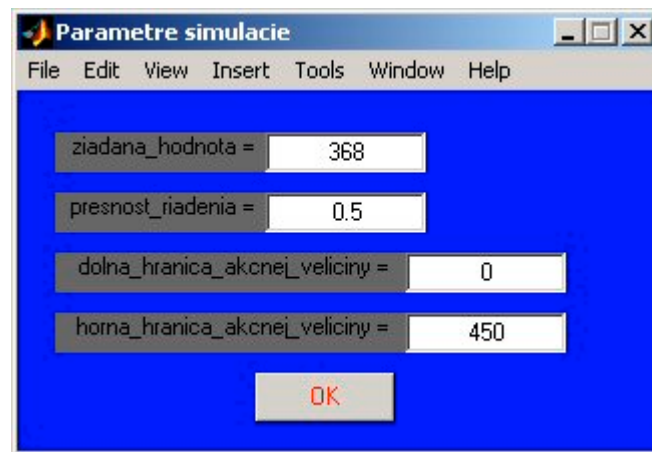
Kliknutím na tlačidlo P sa otvorí okno s rolovacím tlačidlom, kde sa môže zvoliť metóda syntézy regulátora. Napríklad Strejcova metóda.



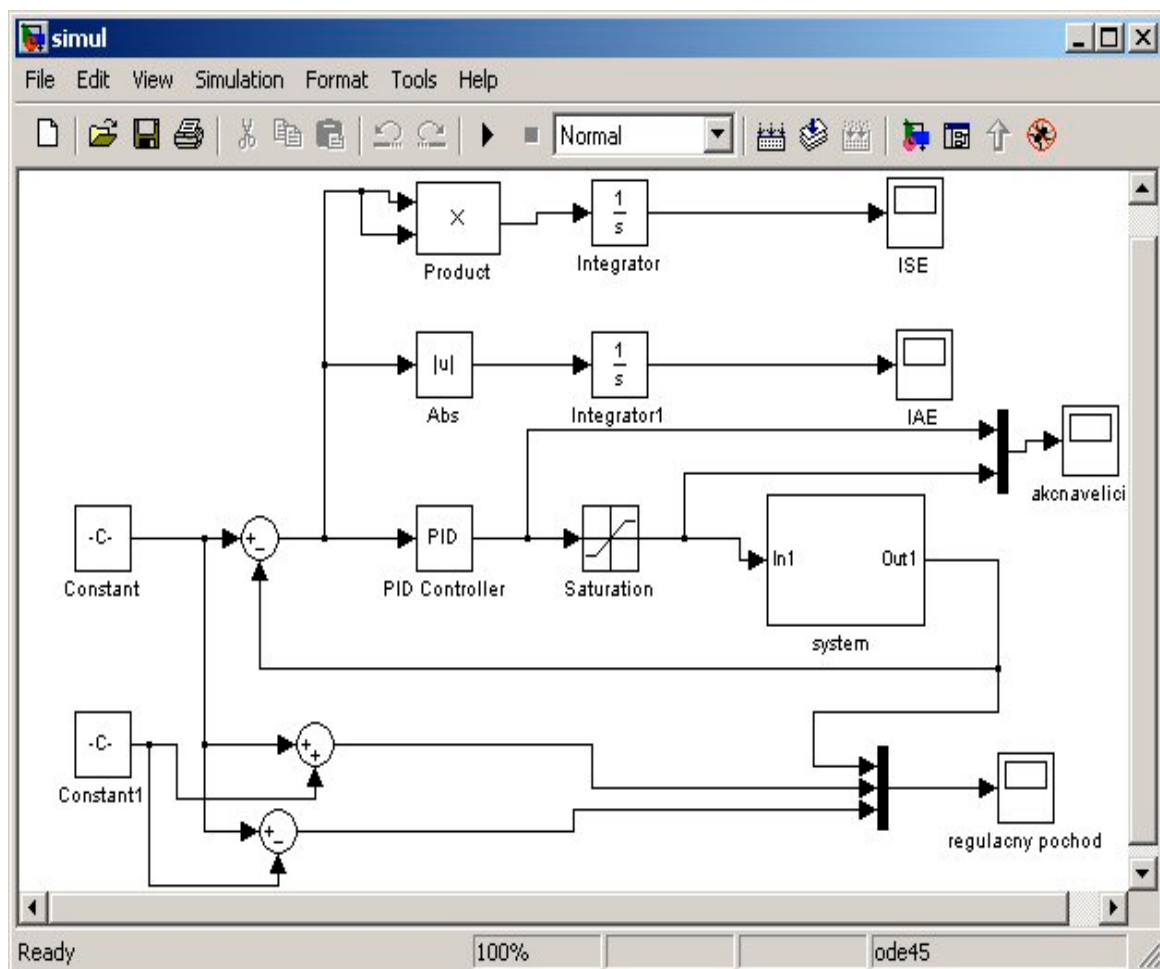
Po výbere metódy a jej následným označením kliknutím na tlačidlo „Parametre“ sa získa okno s vypočítanými parametrami navrhnutého regulátora.

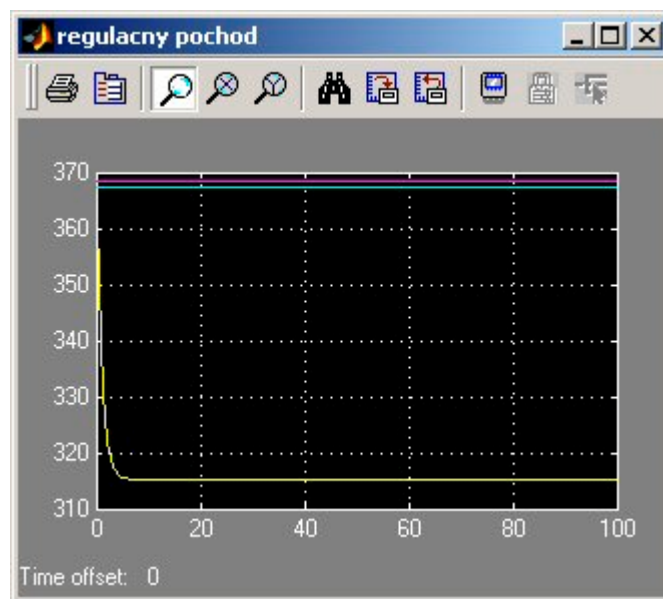


Kliknutím na tlačidlo „OK“ v okne „Konštanty regulátora“ sa prejde do okna „Parametre simulácie“. Tu sa zadávajú potrebné hodnoty pre simuláciu, v ktorej sa overuje ako daný regulátor pracuje.



Pre odsimulovanie sa použije tlačidlo „OK“. Otvorí sa simulačná schéma a môže sa spustiť simulácia. Simulačnú schému nám umožňujú vyhodnotiť integrálne ukazovatele kvality (ISE a IAE). Pomocou nich sa môžu porovnávať rôzne regulátory navrhnuté pre daný systém.





Obr. 6 Výsledok regulácie troch sériovo zapojených výmenníkov tepla s navrhnutým P regulátorom

4. Záver

Cieľom mojej práce bolo vytvorenie programového systému pre jednoduchý návrh regulátora prostredníctvom grafického užívateľského rozhrania (GUI) v programovacom jazyku MATLAB. Rozhranie transformovalo kódovanie jazyka Matlab do vizuálnej podoby, čím som vytvorila prostredie umožňujúce navrhnuť regulátor aj bežnému užívateľovi len na základe voľby z ponúkaných možností rozhrania .

5. Zoznam použitej literatúry

- [1] Mészáros, A. a kol.: Základy automatizácie. STU, Bratislava 1997.
- [2] Bakošová, M. a kol.: Laboratórne cvičenia zo základov automatizácie. STU, Bratislava 2003.
- [3] Fikar, M., Miklaš, J.: Identifikácia systémov. STU, Bratislava 1999.

6. Prílohy

1. Program pre vytvorenie hlavného okna Nastavenie parametrov regulátora

```
clear;
global struct_fb struct_fbw but_mode fgcolor_edit_text typ_ns ...
    w_left w_bottom w_width w_height ...
    per_a per_b minper minper1 minper2

% Rozmery hlavného okna
w_left=100;
w_bottom=100;
w_width=500;
w_height=300;

% Rozmery a polohy ďalších častí hlavného okna
width_push=200;
height_push=25;
width_title=200;
height_title=30;
left1=30;
left_title=160;
top_all=220;
delta_y=33;
width_edit=250;
k=1.3;

% Farby ďalších objektov
fgcolor_title='black';
fgcolor_edit_text='cyan';
AlertColor=[.5,.5,.5];

% Parametre simulácie
TS=500;      % čas simulácie

but_mode=1;  % defaultní struktura obvodu = FB (0=FBFW)
typ_ns=1;    % defaultní nominalni soustava = 2.řád s dopravním zpožděním
typy_ns=1;   % 1-1.rad bez zpozdění, 2-1.rad se zpozděním
            % 3-2.rad bez zpozdění, 4-2.rad se zpozděním

%-----

barva1 = [.4 .4 .4];
figure('Color',barva1,...
    'Resize','off',...
    'Numbertitle','off',...
    'name','Nastavenie parametrov regulátora', ...
    'position',[w_left w_bottom w_width w_height]);
figure(gcf);
axes('position',[-.050 -.05 1.5 1]);
```



```

axis([0 100 0 100]);

%-----
reg_soustava = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor','blue',...
    'Position',[left_title top_all width_title heigth_title],...
    'String',' ');
reg_soustava = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor',fgcolor_title,...
    'BackgroundColor','white',...
    'Position',[left_title top_all+5 width_title heigth_title-10],...
    'String','Regulovaná sústava');
%-----
zpusob_navrhu= uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[left1,top_all-0.8*k*delta_y-delta_y,width_push,heigth_push],...
    'String','Identifikácia',...
    'ForegroundColor','red',...
    'CallBack','sustavy');
%-----
zpusob_navrhu= uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[left1+250,top_all-0.8*k*delta_y-delta_y,width_push,heigth_push],...
    'String','Zadanie param. identif. systému',...
    'ForegroundColor','red',...
    'CallBack','id_system');

%-----
zpusob_navrhu= uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[left1+120,top_all-2.2*k*delta_y-delta_y,width_push,heigth_push],...
    'String','Syntéza regulátora',...
    'ForegroundColor','red',...
    'CallBack','reg');

%-----
line('xdata',[2 100],'ydata',[20 20],'color','black');

start_simulace = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[30 15 100 25],...
    'String','Simulácia riadenia',...
    'ForegroundColor','red',...
    'CallBack','simul_param');

konec = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[350 15 100 25],...
    'String','Koniec',...
    'ForegroundColor','red',...
    'CallBack','close all');

```

2. Program pre vytvorenie okna Sústavy

```
figure('Color','white',...
      'Resize','off',...
      'Numbertitle','off',...
      'name','Sústavy', ...
      'position',[35 120 250 150]);

%-----
zpusob_navru= uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[30 100 180 30],...
    'String','Sústava 1.rádu',...
    'ForegroundColor','red',...
    'Callback','Sus1');

%-----
zpusob_navru= uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[30 60 180 30],...
    'String','Sústava vyššieho rádu',...
    'ForegroundColor','red',...
    'Callback','Sus2');

%-----
konec = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[170 15 60 25],...
    'String','Spät',...
    'ForegroundColor','red',...
    'Callback','nastavenie');
```

3. Program pre vytvorenie okna Definícia parametrov (pre súst. 1 rádu)

```
u_0='zadaj';
u_nek='zadaj';
y_0='zadaj';
y_nek='zadaj';
t0='zadaj';
t1='zadaj';
t2='zadaj';
krok='zadaj';
cas_simulacie ='zadaj';

fig = figure('Color','blue',...
    'Resize','off',...
    'Numbertitle','off',...
    'name','Definícia parametrov', ...
    'position',[325 65 300 280]);

%-----hodnota u_0 -----

u_0_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 240 80 20],...
```

```

'String','u_0 = ');

u_0 = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(u_0),...
    'Position',[100 240 80 20],...
    'Callback',['u_0=str2num(get(u_0,"String"));']);

%-----hodnota u_nek -----

u_nek_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 215 80 20],...
    'String','u_nek = ');

u_nek = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(u_nek),...
    'Position',[100 215 80 20],...
    'Callback',['u_nek=str2num(get(u_nek,"String"));']);

%-----hodnota y_0 -----

y_0_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 190 80 20],...
    'String','y_0 = ');

y_0 = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String', num2str(y_0),...
    'Position',[100 190 80 20],...
    'Callback',['y_0=str2num(get(y_0,"String"));']);

%-----hodnota y_nek -----

y_nek_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 165 80 20],...
    'String','y_nek = ');
y_nek = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...

```

```
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'String',num2str(y_nek),...
'Position',[100 165 80 20],...
'CallBack',['y_nek=str2num(get(y_nek,"String"));']);
```

%-----hodnota t0 -----

```
t0_text = uicontrol(gcf,...
'Style','text',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',barva1,...
'Position',[20 140 80 20],...
'String','t0 = ');
```

```
t0 = uicontrol(gcf,...
'Style','edit',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'String',num2str(t0),...
'Position',[100 140 80 20],...
'CallBack',['t0=str2num(get(t0,"String"));']);
```

%-----hodnota t1 -----

```
t1_text = uicontrol(gcf,...
'Style','text',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',barva1,...
'Position',[20 115 80 20],...
'String','t1 = ');
```

```
t1 = uicontrol(gcf,...
'Style','edit',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'String',num2str(t1),...
'Position',[100 115 80 20],...
'CallBack',['t1=str2num(get(t1,"String"));']);
```

%-----hodnota t2 -----

```
t2_text = uicontrol(gcf,...
'Style','text',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',barva1,...
'Position',[20 90 80 20],...
'String','t2 = ');
```

```
t2 = uicontrol(gcf,...
'Style','edit',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'String', num2str(t2),...
'Position',[100 90 80 20],...
'CallBack',['t2=str2num(get(t2,"String"));']);
```

```
%----- krok -----
```

```
krok_text = uicontrol(gcf,...  
    'Style','text',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',barva1,...  
    'Position',[20 65 80 20],...  
    'String','krok = ');
```

```
krok = uicontrol(gcf,...  
    'Style','edit',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',[1 1 1],...  
    'String', num2str(krok),...  
    'Position',[100 65 80 20],...  
    'Callback',['krok=str2num(get(krok,"String"));']);
```

```
%----- cas_simulacie -----
```

```
cas_simulacie_text = uicontrol(gcf,...  
    'Style','text',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',barva1,...  
    'Position',[20 40 80 20],...  
    'String','cas_simulacie = ');
```

```
cas_simulacie = uicontrol(gcf,...  
    'Style','edit',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',[1 1 1],...  
    'String', num2str(cas_simulacie),...  
    'Position',[100 40 80 20],...  
    'Callback',['cas_simulacie=str2num(get(cas_simulacie,"String"));']);
```

```
%-----
```

```
navrat = uicontrol(gcf,...  
    'Style','push',...  
    'Position',[210 75 70 25],...  
    'String','OK',...  
    'ForegroundColor','red',...  
    'Callback','reg;');
```

```
pokracovat = uicontrol(gcf,...  
    'Style','push',...  
    'Position',[210 140 70 25],...  
    'String','2.Simulacia',...  
    'ForegroundColor','red',...  
    'Callback','schema');
```

```
pokracovat = uicontrol(gcf,...  
    'Style','push',...  
    'Position',[210 180 70 25],...  
    'String','1.Parametre',...  
    'ForegroundColor','red',...  
    'Callback','param');
```

4. Program pre vytvorenie okna Vypočítané parametre (pre súst. 1 rádu)

```
fig = figure('Color','blue',...
            'Resize','off',...
            'Numbertitle','off',...
            'name','Vypocítané parametre', ...
            'position',[350 100 200 100]);

n1=1;
tu1=t1-t0;
tn1=t2-t1;

%-----hodnota Z -----
Z_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[40 60 80 18],...
    'String','Z = ');

Z1=((y_nek-y_0)/(u_nek-u_0));
Z = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(Z1) ,...
    'Position',[100 60 50 18],...
    'Callback',['Z1=str2num(get(Z,"String"));']);

%-----hodnota D -----
D_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[40 40 80 18],...
    'String','D = ');

D1=t1-t0;
D = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(D1) ,...
    'Position',[100 40 50 18],...
    'Callback',['D1=str2num(get(D,"String"));']);

%-----hodnota T -----
T_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[40 20 80 18],...
    'String','T = ');

T1=t2-t1;
```

```

T = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(T1) ,...
    'Position',[100 20 50 18],...
    'CallBack',['(T1)=str2num(get(T,"String"));']);

```

```

Z=Z1;
T=T1;
D=D1;
n=n1;
tu=tu1;
tn=tn1;

```

5. Program na vytvorenie okna Definícia parametrov (pre súst. vyššieho rádu)

```

u_0='zadaj';
u_nek='zadaj';
y_0='zadaj';
y_nek='zadaj';
t0='zadaj';
t1='zadaj';
t2='zadaj';
krok='zadaj';
cas_simulacie ='zadaj';

```

```

fig = figure('Color','blue',...
    'Resize','off',...
    'Numbertitle','off',...
    'name','Definícia parametrov', ...
    'position',[325 65 300 280]);

```

%-----hodnota u_0 -----

```

u_0_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 240 80 20],...
    'String','u_0 = ');

```

```

u_0 = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(u_0),...
    'Position',[100 240 80 20],...
    'CallBack',['u_0=str2num(get(u_0,"String"));']);

```

%-----hodnota u_nek -----

```

u_nek_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...

```

```
'BackgroundColor',barva1,...  
'Position',[20 215 80 20],...  
'String','u_nek = ');
```

```
u_nek = uicontrol(gcf,...  
    'Style','edit',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',[1 1 1],...  
    'String',num2str(u_nek),...  
    'Position',[100 215 80 20],...  
    'Callback',['u_nek=str2num(get(u_nek,"String"));']);
```

```
%-----hodnota y_0 -----
```

```
y_0_text = uicontrol(gcf,...  
    'Style','text',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',barva1,...  
    'Position',[20 190 80 20],...  
    'String','y_0 = ');
```

```
y_0 = uicontrol(gcf,...  
    'Style','edit',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',[1 1 1],...  
    'String', num2str(y_0),...  
    'Position',[100 190 80 20],...  
    'Callback',['y_0=str2num(get(y_0,"String"));']);
```

```
%-----hodnota y_nek -----
```

```
y_nek_text = uicontrol(gcf,...  
    'Style','text',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',barva1,...  
    'Position',[20 165 80 20],...  
    'String','y_nek = ');
```

```
y_nek = uicontrol(gcf,...  
    'Style','edit',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',[1 1 1],...  
    'String',num2str(y_nek),...  
    'Position',[100 165 80 20],...  
    'Callback',['y_nek=str2num(get(y_nek,"String"));']);
```

```
%-----hodnota t0 -----
```

```
t0_text = uicontrol(gcf,...  
    'Style','text',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',barva1,...  
    'Position',[20 140 80 20],...  
    'String','t0 = ');
```



```
t0 = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(t0),...
    'Position',[100 140 80 20],...
    'Callback',['t0=str2num(get(t0,"String"));']);
```

```
%-----hodnota t1 -----
```

```
t1_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 115 80 20],...
    'String','t1 = ');
```

```
t1 = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(t1),...
    'Position',[100 115 80 20],...
    'Callback',['t1=str2num(get(t1,"String"));']);
```

```
%-----hodnota t2 -----
```

```
t2_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 90 80 20],...
    'String','t2 = ');
```

```
t2 = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String', num2str(t2),...
    'Position',[100 90 80 20],...
    'Callback',['t2=str2num(get(t2,"String"));']);
```

```
%----- krok -----
```

```
krok_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 65 80 20],...
    'String','krok = ');
```

```
krok = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
```

```

'String', num2str(krok),...
'Position',[100 65 80 20],...
'Callback',['krok=str2num(get(krok,"String"));]);

%----- cas_simulacie -----

cas_simulacie_text = uicontrol(gcf,...
'Style','text',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',barva1,...
'Position',[20 40 80 20],...
'String','cas_simulacie = ');

cas_simulacie = uicontrol(gcf,...
'Style','edit',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'String', num2str(cas_simulacie),...
'Position',[100 40 80 20],...
'Callback',['cas_simulacie=str2num(get(cas_simulacie,"String"));]);

%-----
navrat = uicontrol(gcf,...
'Style','push',...
'Position',[210 75 70 25],...
'String','OK',...
'ForegroundColor','red',...
'Callback','reg;');

pokracovat = uicontrol(gcf,...
'Style','push',...
'Position',[210 140 70 25],...
'String','2.Simulacia',...
'ForegroundColor','red',...
'Callback','schema');

pokracovat = uicontrol(gcf,...
'Style','push',...
'Position',[210 180 70 25],...
'String','1.Parametre',...
'ForegroundColor','red',...
'Callback','param2');

```

6. Program pre vytvorenie okna Vypočítané parametre (pre súst. vyššieho rádu)

```

fig = figure('Color','blue',...
'Resize','off',...
'Numbertitle','off',...
'name','Vypočítané parametre', ...
'position',[350 120 200 100]);

tu2=t1-t0;
tn2=t2-t1;

```

```
%-----hodnota rad -----  
rad=tu2/tn2;
```

```
if (0<=rad>0.104)  
    n1=1;  
    g=1;  
    f=0;  
end  
if (0.104<=rad>0.218)  
    n1=2;  
    g=0.368;  
    f=0.104;  
end  
if (0.218<=rad>0.319)  
    n1=3;  
    g=0.271;  
    f=0.218;  
end  
if (0.319<=rad>0.410)  
    n1=4;  
    g=0.224;  
    f=0.319;  
end  
if (0.410<=rad>0.493)  
    n1=5;  
    g=0.195;  
    f=0.410;  
end
```

```
%-----hodnota n-----  
n_text = uicontrol(gcf,...  
    'Style','text',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',barva1,...  
    'Position',[40 70 80 18],...  
    'String','n = ');
```

```
n = uicontrol(gcf,...  
    'Style','edit',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',[1 1 1],...  
    'String',num2str(n1),...  
    'Position',[100 70 50 18],...  
    'CallBack','(n1)=str2num(get(n,"String"));');
```

```
%-----hodnota Z -----  
Z_text = uicontrol(gcf,...  
    'Style','text',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',barva1,...  
    'Position',[40 50 80 18],...  
    'String','Z = ');
```

```
Z2=((y_nek-y_0)/(u_nek-u_0));  
Z = uicontrol(gcf,...
```

```

'Style','edit',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'String',num2str(Z2) ,...
'Position',[100 50 50 18],...
'CallBack',['(Z2)=str2num(get(Z,"String"));']);

%-----hodnota D -----
D_text = uicontrol(gcf,...
'Style','text',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',barval,...
'Position',[40 30 80 18],...
'String','D = ');

D2=((t1-t0)/(t2-t1))-f*(t2-t1);
D = uicontrol(gcf,...
'Style','edit',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'String',num2str(D2) ,...
'Position',[100 30 50 18],...
'CallBack',['(D2) =str2num(get(D,"String"));']);

%-----hodnota T -----
T_text = uicontrol(gcf,...
'Style','text',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',barval,...
'Position',[40 10 80 18],...
'String','T = ');

T2=g*(t2-t1);
T = uicontrol(gcf,...
'Style','edit',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'String',num2str(T2) ,...
'Position',[100 10 50 18],...
'CallBack',['(T2)=str2num(get(T,"String"));']);

n=n1;
Z=Z2;
T=T2;
D=D2;
tu=tu2;
tn=tn2;
polynom=[T 1];
polynom1=polynom;
for n2=2:n1;
    menovatel=conv(polynom,polynom1);
    polynom1=menovatel;
end

```

7. Program na vytvorenie okna Definícia parametrov (už identifikovaného systému)

```
n='zadaj';
tu='zadaj';
tn='zadaj';
Z='zadaj';
T='zadaj';
D='zadaj';
krok='zadaj';
cas_simulacie='zadaj';
t0='zadaj';
u_0='zadaj';
u_nek='zadaj';
y_0='zadaj';
y_nek='zadaj';

fig = figure('Color','blue',...
             'Resize','off',...
             'Numbertitle','off',...
             'name','Definícia parametrov', ...
             'position',[50 60 300 360]);

%-----hodnota n -----
n_text = uicontrol(gcf,...
                  'Style','text',...
                  'ForegroundColor','black',...
                  'BackgroundColor',barva1,...
                  'Position',[20 330 80 20],...
                  'String','n = ');

n = uicontrol(gcf,...
              'Style','edit',...
              'ForegroundColor','black',...
              'BackgroundColor',[1 1 1],...
              'String',num2str(n),...
              'Position',[100 330 80 20],...
              'Callback',['n=str2num(get(n,"String"));']);

%-----hodnota t0 -----
t0_text = uicontrol(gcf,...
                   'Style','text',...
                   'ForegroundColor','black',...
                   'BackgroundColor',barva1,...
                   'Position',[20 305 80 20],...
                   'String','t0 = ');

t0 = uicontrol(gcf,...
               'Style','edit',...
               'ForegroundColor','black',...
               'BackgroundColor',[1 1 1],...
               'String',num2str(t0),...
               'Position',[100 305 80 20],...
               'Callback',['t0=str2num(get(t0,"String"));']);

%-----hodnota tu -----
```

```

tu_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 280 80 20],...
    'String','tu = ');

tu = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String', num2str(tu),...
    'Position',[100 280 80 20],...
    'CallBack',['tu=str2num(get(tu,"String"));']);

```

```

%-----hodnota tn -----
tn_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 255 80 20],...
    'String','tn = ');

```

```

tn = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(tn),...
    'Position',[100 255 80 20],...
    'CallBack',['tn=str2num(get(tn,"String"));']);

```

```

%-----hodnota u_0 -----
u_0_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 230 80 20],...
    'String','u_0 = ');

```

```

u_0 = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(u_0),...
    'Position',[100 230 80 20],...
    'CallBack',['u_0=str2num(get(u_0,"String"));']);

```

```

%-----hodnota u_nek -----
u_nek_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 205 80 20],...
    'String','u_nek = ');

```

```

u_nek = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(u_nek),...
    'Position',[100 205 80 20],...
    'Callback',['u_nek=str2num(get(u_nek,"String"));']);

```

```

%-----hodnota y_0 -----

```

```

y_0_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 180 80 20],...
    'String','y_0 = ');

```

```

y_0 = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String', num2str(y_0),...
    'Position',[100 180 80 20],...
    'Callback',['y_0=str2num(get(y_0,"String"));']);

```

```

%-----hodnota y_nek -----

```

```

y_nek_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 155 80 20],...
    'String','y_nek = ');

```

```

y_nek = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(y_nek),...
    'Position',[100 155 80 20],...
    'Callback',['y_nek=str2num(get(y_nek,"String"));']);

```

```

%-----hodnota Z -----

```

```

Z_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 130 80 18],...
    'String','Z = ');

```

```

Z = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(Z) ,...
    'Position',[100 130 80 18],...
    'Callback',['Z=str2num(get(Z,"String"));']);

```

```
%-----hodnota D -----
```

```
D_text = uicontrol(gcf,...  
    'Style','text',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',barva1,...  
    'Position',[20 105 80 20],...  
    'String','D = ');
```

```
D = uicontrol(gcf,...  
    'Style','edit',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',[1 1 1],...  
    'String',num2str(D),...  
    'Position',[100 105 80 20],...  
    'Callback',['D=str2num(get(D,"String"));]);
```

```
%-----hodnota T -----
```

```
T_text = uicontrol(gcf,...  
    'Style','text',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',barva1,...  
    'Position',[20 80 80 20],...  
    'String','T = ');  
T = uicontrol(gcf,...  
    'Style','edit',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',[1 1 1],...  
    'String',num2str(T),...  
    'Position',[100 80 80 20],...  
    'Callback',['T=str2num(get(T,"String"));]);
```

```
%----- krok -----
```

```
krok_text = uicontrol(gcf,...  
    'Style','text',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',barva1,...  
    'Position',[20 55 80 20],...  
    'String','krok = ');
```

```
krok = uicontrol(gcf,...  
    'Style','edit',...  
    'ForegroundColor','black',...  
    'BackgroundColor',[1 1 1],...  
    'String', num2str(krok),...  
    'Position',[100 55 80 20],...  
    'Callback',['krok=str2num(get(krok,"String"));]);
```

```
%----- cas_simulacie -----
```

```
cas_simulacie_text = uicontrol(gcf,...  
    'Style','text',...  
    'ForegroundColor','black',...
```



```

'BackgroundColor',barva1,...
'Position',[20 30 80 20],...
'String','cas_simulacie = ');

cas_simulacie = uicontrol(gcf,...
'Style','edit',...
'ForegroundColor','black',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'String', num2str(cas_simulacie),...
'Position',[100 30 80 20],...
'CallBack',['cas_simulacie=str2num(get(cas_simulacie,"String"));]);

navrat = uicontrol(gcf,...
'Style','push',...
'Position',[200 70 95 25],...
'String','Syntéza regulátora',...
'ForegroundColor','red',...
'CallBack','reg;');

```

8. Program na vytvorenie okna Syntéza regulátora

```

fig = figure('Color','blue',...
'Resize','off',...
'Numbertitle','off',...
'name','Syntéza regulátora', ...
'position',[40 200 180 120]);

%-----
zpusob_navru= uicontrol(gcf,...
'Style','push',...
'Position',[30 80 50 25],...
'String','P',...
'ForegroundColor','red',...
'CallBack','P_p');

%-----
zpusob_navru= uicontrol(gcf,...
'Style','push',...
'Position',[30 50 50 25],...
'String','PI',...
'ForegroundColor','red',...
'CallBack','PI_p');

%-----
zpusob_navru = uicontrol(gcf,...
'Style','push',...
'Position',[30 20 50 25],...
'String','PID',...
'ForegroundColor','red',...
'CallBack','PID_p');

navrat = uicontrol(gcf,...
'Style','push',...
'Position',[120 50 50 25],...
'String','Spät',...
'ForegroundColor','red',...
'CallBack','nastavenie');

```

9. Program na vytvorenie okna P

```
fig = figure('Color','blue',...
            'Resize','off',...
            'Numbertitle','off',...
            'name','P', ...
            'position',[120 80 450 80]);

typyns = uicontrol(gcf,...
                  'Style','popup',...
                  'Position',[30 20 340 35],...
                  'String','Ziegler - Nichols| Strejc',...
                  'Value',typy_ns,...
                  'ForegroundColor','black',...
                  'BackgroundColor','white',...
                  'Callback','typy_ns = get(typyns,"Value");');

navrat = uicontrol(gcf,...
                  'Style','push',...
                  'Position',[380 20 60 25],...
                  'String','Spät',...
                  'ForegroundColor','red',...
                  'Callback','reg');

prenos_s = uicontrol(gcf,...
                    'Style','push',...
                    'Position',[380 50 60 25],...
                    'String','Parametre',...
                    'ForegroundColor','red',...
                    'Callback','p_param');
```

10. Program na vytvorenie okna Konštanty regulátora (pre P regulátor)

```
fig = figure('Color','blue',...
            'Resize','off',...
            'Numbertitle','off',...
            'name','Konštanty regulátora P', ...
            'position',[280 220 150 100]);

%----- Z_R -----
Z_R_text = uicontrol(gcf,...
                    'Style','text',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',barva1,...
                    'Position',[15 60 50 25],...
                    'String','Z_R = ');

if typy_ns==1
    ZR1=((1/Z)*(tn/tu));
    Z_R = uicontrol(gcf,...
                  'Style','edit',...
                  'ForegroundColor','black',...
                  'BackgroundColor',[1 1 1],...
                  'String',num2str(ZR1),...
                  'Position',[70 60 75 25],...
                  'Callback','[(ZR1) = str2num(get(Z_R,"String"))];');
```

```

elseif typy_ns==2
    ZR1=(1/Z)*(1/(n-1));
    Z_R = uicontrol(gcf,...
        'Style','edit',...
        'ForegroundColor','black',...
        'BackgroundColor',[1 1 1],...
        'String',num2str(ZR1),...
        'Position',[60 60 78 25],...
        'CallBack',['(ZR1) = str2num(get(Z_R,"String"));']);

    end
    Z_R=ZR1;
    t_i=1e10;
    t_d=0;
    z_r=Z_R;
    potvrdenie = uicontrol(gcf,...
        'Style','push',...
        'Position',[50 20 50 25],...
        'String','OK',...
        'ForegroundColor','red',...
        'CallBack','simul_param');

```

11. Program na vytvorenie okna PI

```

fig = figure('Color','blue',...
    'Resize','off',...
    'Numbertitle','off',...
    'name','PI', ...
    'position',[120 80 450 80]);

typyns = uicontrol(gcf,...
    'Style','popup',...
    'Position',[30 20 340 35],...
    'String','Ziegler - Nichols| Strejc',...
    'Value',typy_ns,...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackGroundColor','white',...
    'CallBack','typy_ns = get(typyns,"Value");');

navrat = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[380 20 60 25],...
    'String','Spät',...
    'ForegroundColor','red',...
    'CallBack','reg');

prenos_s = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[380 50 60 25],...
    'String','Parametre',...
    'ForegroundColor','red',...
    'CallBack','pi_param');

```

12. Program na vytvorenie okna Konštanty regulátora (pre PI regulátor)

```
fig = figure('Color','blue',...
            'Resize','off',...
            'Numbertitle','off',...
            'name','Konštanty regulátora PI', ...
            'position',[280 220 150 100]);

Z_R_text = uicontrol(gcf,...
                    'Style','text',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',barva1,...
                    'Position',[20 70 60 20],...
                    'String','Z_R = ');

T_I_text = uicontrol(gcf,...
                    'Style','text',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',barva1,...
                    'Position',[20 45 60 20],...
                    'String','T_I = ');

if typy_ns==1

    ZR2=((0.9/Z)*(tn/tu));
    Z_R = uicontrol(gcf,...
                    'Style','edit',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',[1 1 1],...
                    'String',num2str(ZR2),...
                    'Position',[70 70 70 20],...
                    'Callback',['(ZR2) = str2num(get(Z_R,"String"))']);

    TI2=(3.33*tu);
    T_I = uicontrol(gcf,...
                    'Style','edit',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',[1 1 1],...
                    'String',num2str(TI2),...
                    'Position',[70 45 70 20],...
                    'Callback',['(TI2) = str2num(get(T_I,"String"))']);

elseif typy_ns==2

    ZR2=(1/Z)*(n+2)/(4*(n-1));
    Z_R = uicontrol(gcf,...
                    'Style','edit',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',[1 1 1],...
                    'String',num2str(ZR2),...
                    'Position',[70 70 70 20],...
                    'Callback',['(ZR2) = str2num(get(Z_R,"String"))']);
```

```

    TI2 = T*((n+2)/3);
    T_I = uicontrol(gcf,...
        'Style','edit',...
        'ForegroundColor','black',...
        'BackgroundColor',[1 1 1],...
        'String',num2str(TI2),...
        'Position',[70 45 70 20],...
        'Callback',['TI2 = str2num(get(T_I,"String"));']);

    end
    Z_R=ZR2;
    T_I=TI2;
    z_r=Z_R;
    t_i=T_I;
    t_d=0;
    potvrdenie = uicontrol(gcf,...
        'Style','push',...
        'Position',[45 10 60 20],...
        'String','OK',...
        'ForegroundColor','red',...
        'Callback','simul_param');

```

13. Program na vytvorenie okna PID

```

fig = figure('Color','blue',...
    'Resize','off',...
    'Numbertitle','off',...
    'name','PID', ...
    'position',[120 80 450 80]);

typyns = uicontrol(gcf,...
    'Style','popup',...
    'Position',[30 20 340 35],...
    'String','Ziegler - Nichols| Strejc',...
    'Value',typy_ns,...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackGroundColor','white',...
    'Callback','typy_ns = get(typyns,"Value");');

navrat = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[380 20 60 25],...
    'String','Spät',...
    'ForegroundColor','red',...
    'Callback','reg');

prenos_s = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[380 50 60 25],...
    'String','Parametre',...
    'ForegroundColor','red',...
    'Callback','pid_param');

```

14. Program na vytvorenie okna Konštanty regulátora (pre PID regulátor)

```
fig = figure('Color','blue',...
            'Resize','off',...
            'Numbertitle','off',...
            'name','Konštanty regulátora PID', ...
            'position',[280 220 150 120]);

Z_R_text = uicontrol(gcf,...
                    'Style','text',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',barva1,...
                    'Position',[20 90 60 20],...
                    'String','Z_R = ');

T_I_text = uicontrol(gcf,...
                    'Style','text',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',barva1,...
                    'Position',[20 65 60 20],...
                    'String','T_I = ');

T_D_text = uicontrol(gcf,...
                    'Style','text',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',barva1,...
                    'Position',[20 40 60 20],...
                    'String','T_D = ');

if typy_ns==1

    ZR3=(1.2/Z)*(tn/tu);
    Z_R = uicontrol(gcf,...
                    'Style','edit',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',[1 1 1],...
                    'String',num2str(ZR3),...
                    'Position',[70 90 70 20],...
                    'CallBack',[(ZR3) = str2num(get(Z_R,"String"));]);

    TI3=(2*tu);
    T_I = uicontrol(gcf,...
                    'Style','edit',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',[1 1 1],...
                    'String',num2str(TI3),...
                    'Position',[70 65 70 20],...
                    'CallBack',[TI3 = str2num(get(T_I,"String"));]);

    TD3=(0.5*tu);
    T_D = uicontrol(gcf,...
                    'Style','edit',...
                    'ForegroundColor','black',...
                    'BackgroundColor',[1 1 1],...
                    'String',num2str(TD3),...
```

```

        'Position',[70 40 70 20],...
        'CallBack',['TD3 = str2num(get(T_D,"String"));']);

elseif typy_ns==2

    ZR3=(1/Z)*(((7*n)+16)/(16*(n-2)));
    Z_R = uicontrol(gcf,...
        'Style','edit',...
        'ForegroundColor','black',...
        'BackgroundColor',[1 1 1],...
        'String',num2str(ZR3),...
        'Position',[70 90 70 20],...
        'CallBack',['(ZR3) = str2num(get(Z_R,"String"));']);

    TI3=T*(((7*n)+16)/15);
    T_I = uicontrol(gcf,...
        'Style','edit',...
        'ForegroundColor','black',...
        'BackgroundColor',[1 1 1],...
        'String',num2str(TI3),...
        'Position',[70 65 70 20],...
        'CallBack',['TI3 = str2num(get(T_I,"String"));']);

    TD3=T*(((n+1)*(n+3))/((7*n)+16));
    T_I = uicontrol(gcf,...
        'Style','edit',...
        'ForegroundColor','black',...
        'BackgroundColor',[1 1 1],...
        'String',num2str(TD3),...
        'Position',[70 40 70 20],...
        'CallBack',['TD3 = str2num(get(T_D,"String"));']);

end
Z_R=ZR3;
T_I=TI3;
T_D=TD3;
z_r=Z_R;
t_i=T_I;
t_d=T_D;
potvrdenie = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[45 10 60 25],...
    'String','OK',...
    'ForegroundColor','red',...
    'CallBack','simul_param');

```

15. Program na vytvorenie okna Parametre simulácie

```

ziadana_hodnota ='zadaj';
presnost_riadenia ='zadaj';
dolna_hranica_akcnej_veliciny ='zadaj';
horna_hranica_akcnej_veliciny ='zadaj';

fig = figure('Color','blue',...
    'Resize','off',...

```

```

        'Numbertitle','off',...
        'name','Parametre simulacie', ...
        'position',[35 120 320 180]);

%-----hodnota ziadana_hodnota -----
ziadana_hodnota_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 140 110 20],...
    'String','ziadana_hodnota = ');

ziadana_hodnota = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(ziadana_hodnota),...
    'Position',[125 140 80 20],...
    'Callback',['ziadana_hodnota=str2num(get(ziadana_hodnota,"String"));']);

%-----hodnota presnost_riadenia -----
presnost_riadenia_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 110 110 20],...
    'String','presnost_riadenia = ');

presnost_riadenia = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(presnost_riadenia),...
    'Position',[125 110 80 20],...
    'Callback',['presnost_riadenia=str2num(get(presnost_riadenia,"String"));']);

%-----hodnota dolna_hranica_akcnej_veliciny -----
dolna_hranica_akcnej_veliciny_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 80 180 20],...
    'String','dolna_hranica_akcnej_veliciny = ');

dolna_hranica_akcnej_veliciny = uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String', num2str(dolna_hranica_akcnej_veliciny),...
    'Position',[195 80 80 20],...
    'Callback',['dolna_hranica_akcnej_veliciny=str2num(get(dolna_hranica_akcnej_veliciny,"String"));']);

%-----hodnota horna_hranica_akcnej_veliciny -----

```



```

horna_hranica_akcnej_veliciny_text = uicontrol(gcf,...
    'Style','text',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',barva1,...
    'Position',[20 50 180 20],...
    'String','horna_hranica_akcnej_veliciny = ');

horna_hranica_akcnej_veliciny= uicontrol(gcf,...
    'Style','edit',...
    'ForegroundColor','black',...
    'BackgroundColor',[1 1 1],...
    'String',num2str(horna_hranica_akcnej_veliciny),...
    'Position',[195 50 80 20],...
    'Callback',['horna_hranica_akcnej_veliciny=str2num(get(horna_hranica_akcnej_veliciny,"String"));']);

navrat = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[120 15 70 25],...
    'String','OK',...
    'ForegroundColor','red',...
    'Callback','simul;');

```