ID

Meno: Nikola Popara
Dátum: 25.11.2021

Zadanie

Úlohy:
1. V súbore data1x.mat je nameraná prechodová charakteristika aperiodickej sústavy, pričom jednotkový skok vstupnej veličiny nastal v čase 0,5 s. Identifikujte sústavu všetkými metódami z podkapitol 5.1.1 a 5.1.2. ako sústavu 1. rádu aj 2. rádu.
2. V súbore data2x.mat je nameraná prechodová charakteristika kmitavej sústavy. Identifikujte sústavu všetkými metódami z podkapitoly 5.1.3.
3. V súbore data3x.mat je nameraná prechodová charakteristika aperiodickej sústavy vyššieho rádu. Identifikujte sústavu Broïdovou a Strejcovou metódou z podkapitoly 5.1.4.
4. V súbore data4x.mat je nameraná prechodová (g) aj impulzná (h) charakteristika sústavy druhého rádu. Identifikujte sústavu metódou momentov (podkapitola 5.2.1), pričom uvažujte prenosové funkcie s nulou

Úloha 1

1) Metóda 1

Výpočet

1. $K = y(\infty)$
2. $T = \dfrac{t_2 - t_1}{\ln\left(\dfrac{K - y_1}{K - y_2}\right)}$
3. $D = \dfrac{t_2 x - t_1}{x - 1}$, kde $x = \dfrac{\ln\dfrac{K - y_1}{K}}{\ln\dfrac{K - y_2}{K}}$

y a t sa vyberalo z prechodovej časti, kde bola najväčšia zmena a D sa nepočítalo

Prenosová funkcia

```
 28.84 s + 71.25
 ---------------
  0.4455 s + 1       po pripočítaní 64.73

    6.522
 ------------
 0.4455 s + 1        pred pripočítaním 64.73
```

2) Metóda 2

Výpočet

1. $K = y(\infty)$
2. $T = 1.245(t_{0.7} - t_{0.33})$
3. $D = 1.498t_{0.33} - 0.498t_{0.7}$

t sa získalo bodla percentuálnej hodnoty y resp. y0.7 a k tomu t0.7 atď

Prenosová funkcia

28.85 s + 71.25

0.4457 s + 1

6.522

0.4457 s + 1

3) Metóda 3

Výpočet

1. $K = y(\infty)$
2. $T = 5.5(t_{0.4} - t_{0.28})$
3. $D = 2.8t_{0.28} - 1.8t_{0.4}$

podobne ako v metóde 2 len iné koeficienty

Prenosová funkcia

31.33 s + 71.25

0.484 s + 1

6.522

0.484 s + 1

4) Metóda 4

Výpočet

1. $K = y(\infty)$
2. $T = 0.794(t_{0.7} - t_{0.33})$
3. $D = 1.937t_{0.33} - 0.937t_{0.7}$

podobne ako v metóde 2 len iné koeficienty

Prenosová funkcia

5.23 s^2 + 36.8 s + 71.25

0.0808 s^2 + 0.5685 s + 1

6.522

0.0808 s^2 + 0.5685 s + 1

5) Metóda 1

Výpočet

k	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	0,9	0,95	0,99	1,05	1,1	1,3	2
$f_2(k)$	1,171	1,292	1,495	1,842	2,441	2,581	2,65	2,705	2,786	2,853	3,117	4
$f_1(k)$	31,737	20,088	13,974	10,91	9,72	9,665	9,653	9,649	9,652	9,662	9,748	10,355

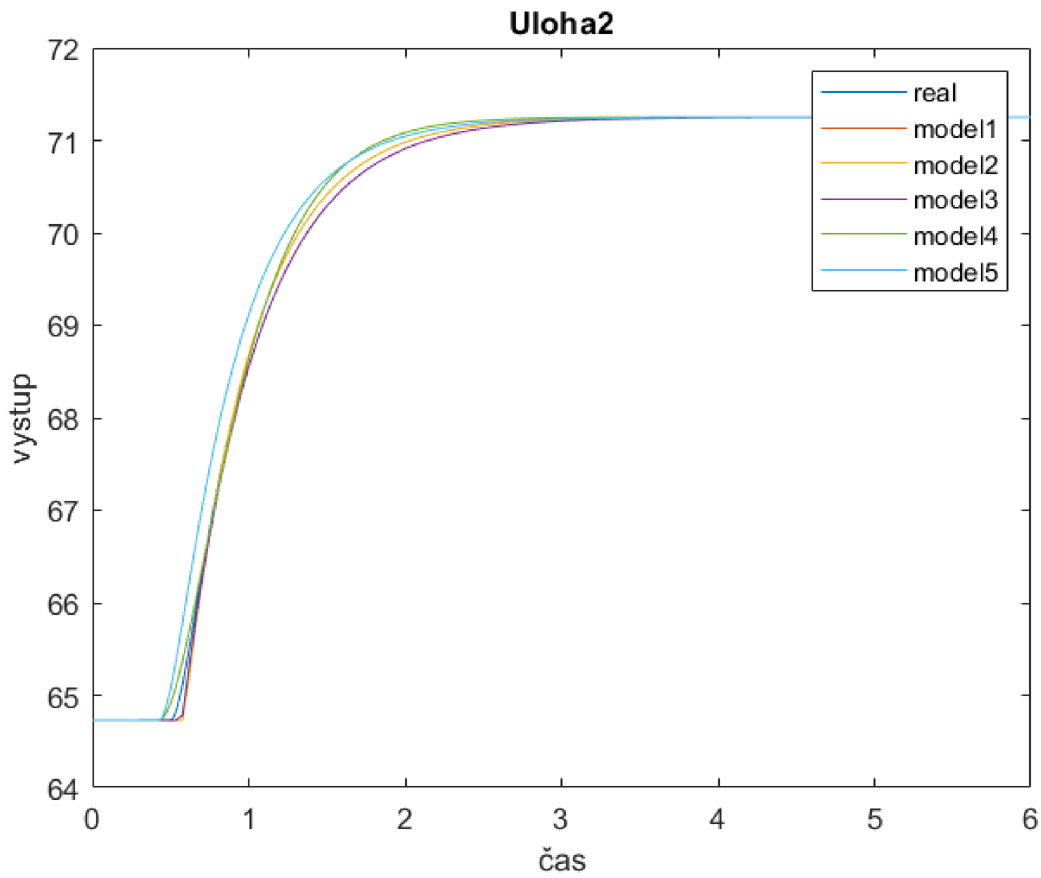
1. $K = y(\infty)$
2. $\frac{T_n}{T_u} = f_1(k)$ $\Rightarrow$ z tabuľky alebo grafu odčítame k
3. pre dané k odčítame z tabuľky alebo grafu $f_2(k)$ $\Rightarrow$ $T_1 = \frac{T_n}{f_2(k)}$
4. $T_2 = kT_1$

Prenosová funkcia

$$\frac{2.373\ s^2 + 33.25\ s + 71.25}{0.03665\ s^2 + 0.5137\ s + 1}$$

$$\frac{6.522}{0.03665\ s^2 + 0.5137\ s + 1}$$

Vykreslenie:



Zhodnotenie: Všetky modeli boli schopné identifikovať daný systém na základe výstupných dát. Model číslo 1 a 5 najlepšie kopíruje daný systém. V spracovaní kódu sa aplikovala metóda s dopravným oneskorením aj bez (resp. s D a bez D). Samozrejme v zadaní bolo uvedené, že sa nejedná o dopravné oneskorenie ale kvôli získaniu skúseností so správaním algoritmu sa skúsilo aplikovať aj dopravné oneskorenie. Avšak ďalej sa počítalo bez oneskorenia. Všetky prechodové funkcie sú uvedené bez oneskorenia.

Úloha 2

1) Metóda 1

Výpočet

1. $K = y(\infty)$
2. $y_1 = K(1+M),\quad y_2 = K(1-M^2) \quad \Rightarrow \quad \boxed{M = \frac{y_1 - y_2}{y_1}}$
3. $M = e^{-\frac{1}{P}\pi\xi}$ kde $P = \sqrt{1-\xi^2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\xi = \left|\frac{\ln M}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2 M}}\right|}$
4. $t_1 = \frac{\pi}{\omega_0 P},\quad t_2 = \frac{2\pi}{\omega_0 P} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\omega_0 = \frac{\pi}{(t_2 - t_1)\sqrt{1-\xi^2}},\quad T = \frac{1}{\omega_0}}$

Prenosová funkcia

```
     23.82
  ---------------------
  s^2 + 4.076 s + 27.51
```

2) Metóda 2

Výpočet

1. $K = y(\infty)$
2. $c = \frac{1}{\pi}\ln\left(\frac{y_1}{K} - 1\right) \quad \Rightarrow \quad \boxed{\xi = \frac{-c}{\sqrt{1+c^2}}}$
3. $\Delta t = t_2 - t_1 \quad \Rightarrow \quad \boxed{T = \frac{\Delta t}{2\pi\sqrt{1+c^2}}}$

Prenosová funkcia

```
     21.94
  --------------------
  s^2 + 3.84 s + 25.35
```

3) Metóda 3

Výpočet

1. $K = y(\infty)$
2. $A_1 = y_1 - y(\infty),\quad A_2 = y_2 - y(\infty),\quad \delta = \frac{A_1}{A_2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\xi = \frac{\ln\delta}{\sqrt{(\ln\delta)^2 + 4\pi^2}}}$
3. $\Delta t = t_2 - t_1 \quad \Rightarrow \quad \boxed{T = \frac{\Delta t}{2\pi}\sqrt{1-\xi^2}}$

Prenosová funkcia

$$\frac{22.5}{s^2 + 4\,s + 25.66}$$

4) Metóda 4

Výpočet

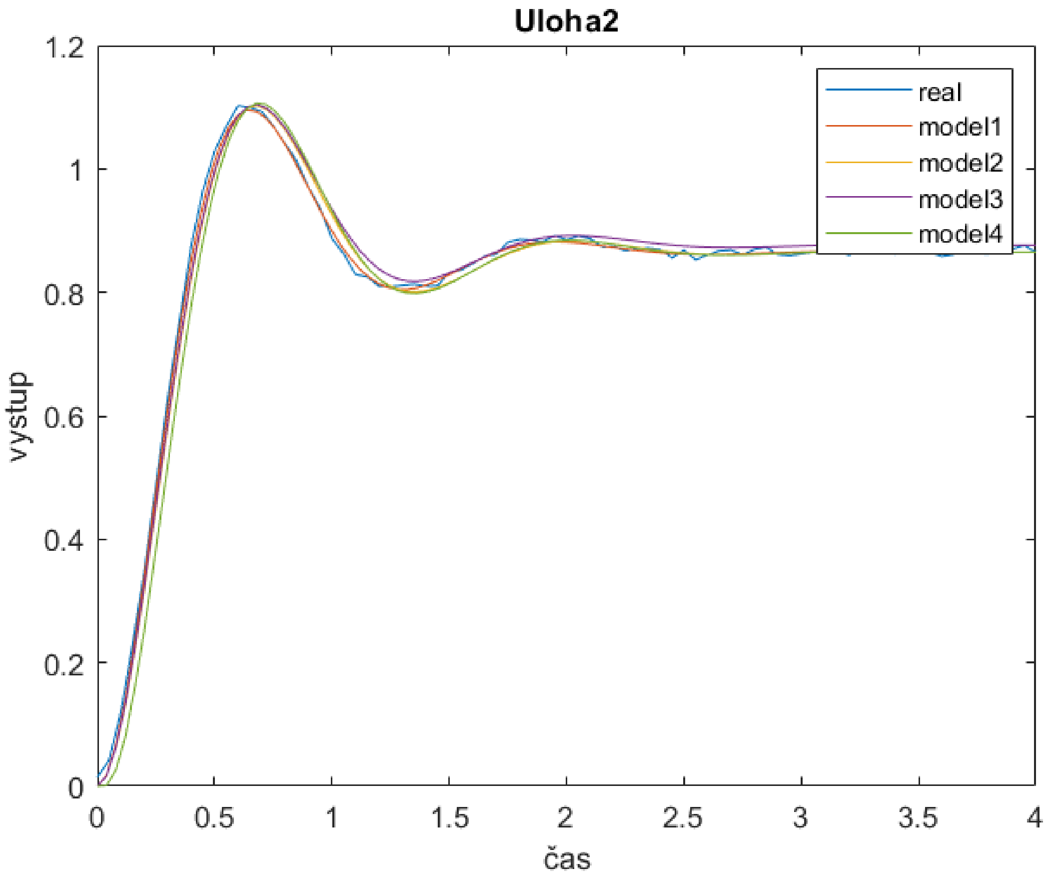
1. $K = y(\infty)$
2. $\xi = -\dfrac{\ln\frac{a_{i+1}}{a_i}}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2\frac{a_{i+1}}{a_i}}}$ alebo $\xi = -\dfrac{\ln\frac{a_{i+2}}{a_i}}{\sqrt{4\pi^2 + \ln^2\frac{a_{i+2}}{a_i}}}$

   (ak sú získané hodnoty rozdielne, výsledná hodnota sa získa ako ich aritmetický priemer)
3. $T = \frac{1}{\pi n}(t_{n+1} - t_1)\sqrt{1-\xi^2}$ kde n je počet získaných hodnôt a_i, $i = 1,\ldots n$
4. $D = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i - \frac{n+1}{2n}(t_{n+1} - t_1)$

Prenosová funkcia

$$\exp(-0.03*s) * \frac{0.8656}{0.03787\,s^2 + 0.1466\,s + 1}$$

Vykreslenie



Zhodnotenie: Taktiež aj v tomto prípade modeli boli schopné adekvátne určovať systém. Avšak v tomto prípade sa jednalo o zašumený signál čo sťažovalo a znepresňovalo samotnú identifikáciu. Napríklad pri hľadaní extrémov pri oscilácií sa môže stáť, že sa zvolí nesprávny extrém. Hodnota môže byť vyššia aj keď sa nejedná o vrchol oscilácie. Tento problém nastáva pri zašumenom signály. Taktiež je vhodné získať ustálenú hodnotu pomocou priemeru. Najlepší model je číslo 1.

Úloha 3

1) Metóda 1

Výpočet

n	1	2	3	4	5	6
f(n)	0	0,104	0,218	0,319	0,410	0,496
g(n)	1	0,368	0,271	0,224	0,195	0,161

1. $K = y(\infty)$
2. $f_s = \frac{T_{us}}{T_n} \Rightarrow$ nájdeme (v tabuľke) také n_0, pre ktoré platí $f(n_0) \leq f_s < f(n_0 + 1)$
   $\Rightarrow n_0$ je rád modelu
3. $D = (f_s - f(n_0))T_n$ (rozdiel medzi skutočným a fiktívnym časom nábehu)
4. $T = T_n g(n_0)$

Prenosová funkcia

```
                         1.784
exp(-0.0186*s) * ----------------------------------------
                 0.003609 s^3 + 0.07058 s^2 + 0.4602 s + 1
```

2) Metóda 2

Výpočet

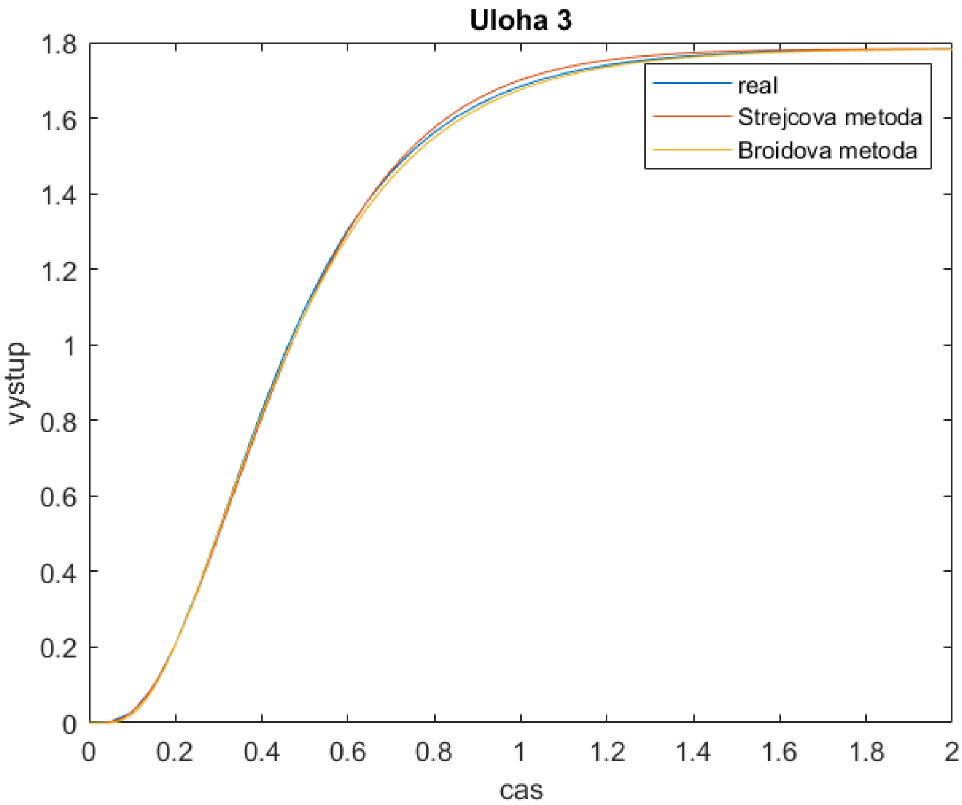
Rovnako ako v 1)

n	1	2	3	4	5	6
f(n)	0	0,096	0,192	0,268	0,331	0,385
g(n)	1	0,500	0,440	0,420	0,410	0,400

Prenosová funkcia

```
                        10.7
exp(-0.0333*s) * -------------------------------------
                 0.01545 s^3 + 0.3721 s^2 + 2.739 s + 6
```

Vykreslenie



Zhodnotenie: Obidva modely sú adekvátne.

Úloha 4

1) Metóda Momentov

Výpočet

1. Z nameranej váhovej funkcie vypočítame momenty M_i, i=1,2,.... $M_i = \sum_{j=1}^{N} t_j^i h_j T_{vz}$
2. Zostavíme a vyriešime sústavu algebrických rovníc $\mathbf{M}.\hat{\boldsymbol{\theta}} = \mathbf{m}$.

$$
\begin{array}{llllcl}
M_0 & & & & = & b_0 \\
-M_1 & +M_0 a_1 & & & = & b_1 \\
\frac{M_2}{2!} & -M_1 a_1 & +M_0 a_2 & & = & 0 \\
-\frac{M_3}{3!} & +\frac{M_2}{2!} a_1 & -M_1 a_2 & & = & 0
\end{array}
\quad \Rightarrow \quad
\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ M_0 & 0 & 0 & -1 \\ -M_1 & M_0 & 0 & 0 \\ \frac{M_2}{2!} & -M_1 & 0 & 0 \end{bmatrix}
\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ b_0 \\ b_1 \end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix} M_0 \\ M_1 \\ -\frac{M_2}{2!} \\ \frac{M_3}{3!} \end{bmatrix}
$$

$$\Downarrow \quad \Downarrow \quad \Downarrow$$

$$\boxed{\hat{\boldsymbol{\theta}} = \mathbf{M}^{-1}\mathbf{m}} \quad \Leftarrow \quad \mathbf{M}.\hat{\boldsymbol{\theta}} = \mathbf{m}$$

Prenosová funkcia

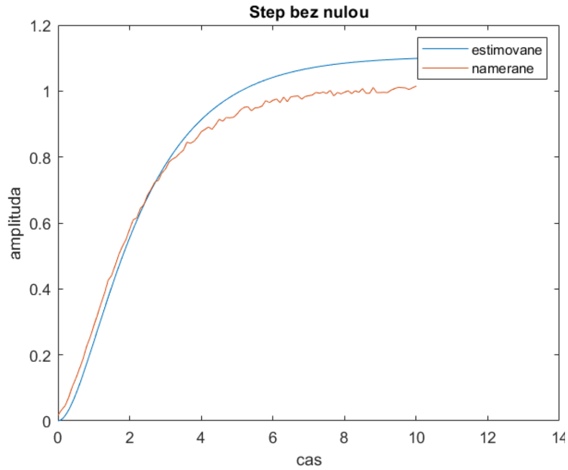
0.7203 s + 1.106

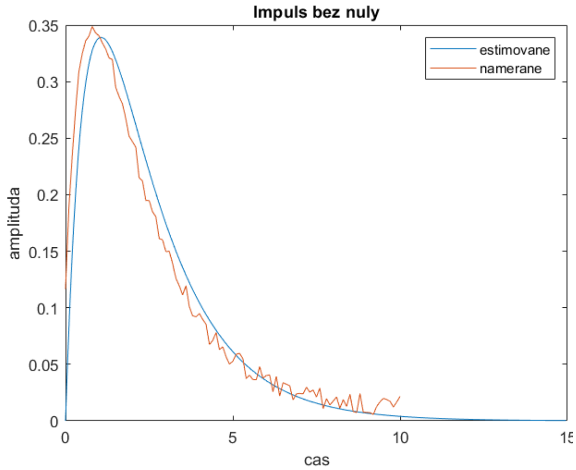
2.729 s^2 + 3.2 s + 1

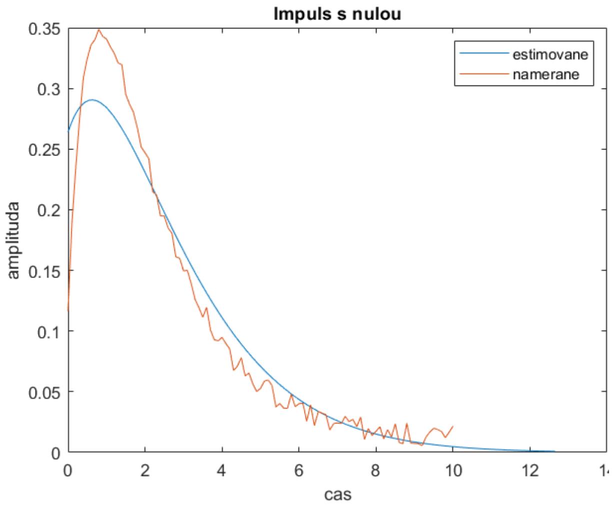
1.106

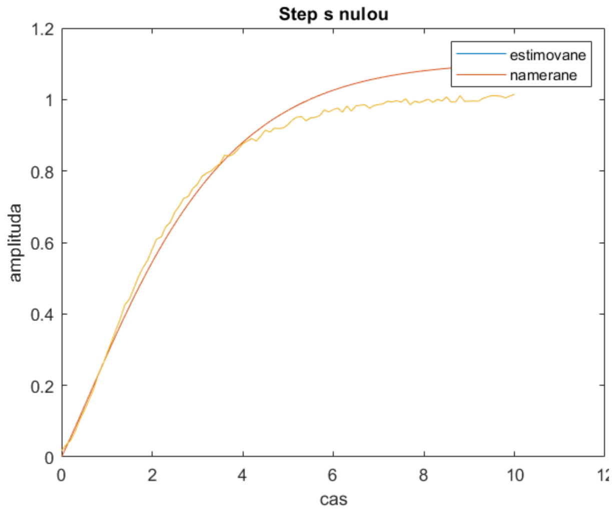
1.224 s^2 + 2.492 s + 1

Vykreslenie









Zhodnotenie: V prípade metódy momentov pre tento prípad model nie je schopný kvalitne určiť resp. identifikovať systém. Metóda bez nuly je výrazne lepšia v identifikovaní impulznej charakteristiky. Avšak stále by bolo vhodné aby bola o niečo presnejšia.

Záver:

V tomto protokole boli uvedené 4 úlohy a každá riešila problém s niekoľkými metódami.

V úlohe jedna sa riešila prechodová charakteristika skoku pre nekmitavý systém. V úlohe 2 sa riešil kmitavý systém. A v úlohe 4 sa riešila prechodová charakteristika na krok a impulz za pomoci momentovej metódy. Možné nepresnosti mohli nastáť pri odčítavaní hodnôt z grafu alebo pri zašumenom signály. V samotnom kóde pre úlohu 1 sa riešil systém bez oneskorenia (podľa zadania) a s oneskorením (len pre otestovanie a ilustráciu). Všetky čiastočné výpočty sú uvedené v programe. Z dôvodu rozsiahlosti daného protokolu sú uvedené len použité rovnice a výsledná prenosová funkcia. Mnohé parametre boli získavané z grafov. V prípade hodnôt získaných z grafov sú uvedené FIG príslušnej metódy. Ďalšia strana obsahuje tieto doplňujúce údaje a FIG.