

## Zadanie č. 7

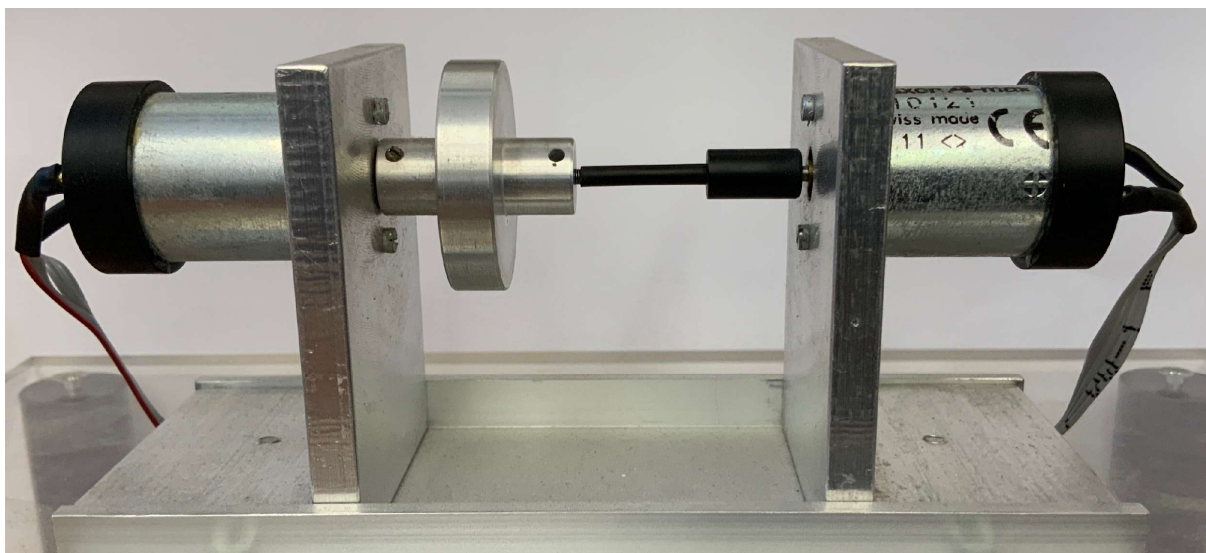
### Identifikácia servosystému

Cieľom zadania je osvojiť si postup identifikácie reálneho systému v okolí daného pracovného bodu, vybrať najvhodnejšiu štruktúru modelu a uskutočniť validáciu výsledného modelu.

Rotačný servosystém (Obr. 1) pozostáva z jednosmerného motora a tachodynamu, ktoré sa nachádzajú na hliníkovom ráme. Tachodynamo slúži na meranie uhlovej rýchlosti.

Na nameranie údajov potrebných na identifikáciu budeme používať simulačnú schému *cv7\_ident.slx*, ktorá je zobrazená na Obr. 2.

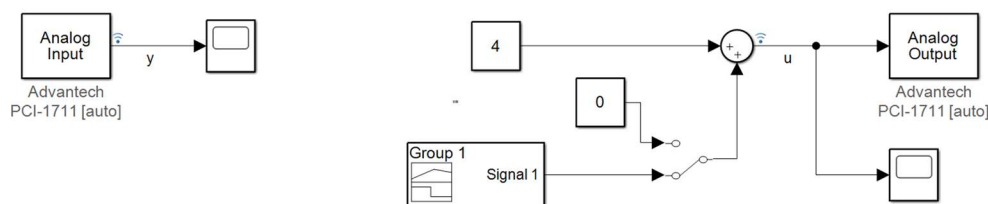
**Vstupným signálom je riadiace napätie motora**, ktoré nastavujeme cez blok *Analog Output* a **výstupom je signál zodpovedajúci uhlovej rýchlosti (otáčkam)**, ktoré čítame z bloku *Analog Input*.



Obr. 1. Rotačný servosystém

### Úlohy:

1. Nájdite ustálenú hodnotu otáčok  $Y_0$  [V] pri skoku vstupného napätia na hodnotu  $U_0=4$  V (pracovný bod).
2. Identifikujte diskretnú prenosovú funkciu v okolí pracovného bodu  $[U_0, Y_0]$  s periódou vzorkovania 0,01 s. Venujte pozornosť voľbe štruktúry (t.j. rádu) identifikovaného modelu.
3. Získaný model simulačne preverte aj pre iný tvar vstupného signálu. Urobte diskusiu dosiahnutých výsledkov.
4. Vypracovaný dokument pre laboratórne cvičenie uložte vo formáte pdf pod názvom *proces1\_Priezvisko1\_Priezvisko2* do miesta odovzdania v AIS.



Obr. 2. Simulačná schéma

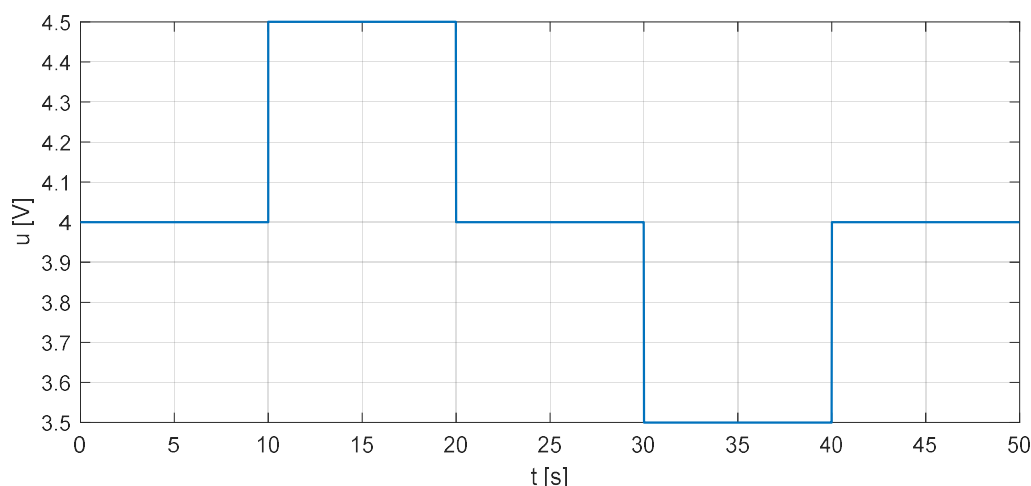
**Riešenie:**

Na začiatku je **potrebné určiť pracovný bod, v okolí ktorého bude prebiehať identifikácia systému**. Potrebujeme **získať hodnotu otáčok  $Y_0$** , ktorá **zodpovedá vstupnému napätiu  $U_0=4\text{ V}$** . Prepínačom v schéme zmeníme vstupný signál na konstantu zodpovedajúcu požadovanému vstupnému napätiu  $U_0$ . Po ukončení experimentu odčítame z grafu spomínanú ustálenú hodnotu otáčok  $Y_0$ .

$$U_0=4;$$

$$Y_0=...; \text{ (odčítať z grafu)}$$

Po úspešnom nájdení pracovného bodu, v ktorom budeme vykonávať identifikáciu, prepne prepínač vstupného signálu v schéme na obdĺžnikový signál z bloku *Signal builder*. **Následne uskutočníme vhodný experiment, aby sme získali množinu vstupno/výstupných údajov, ktoré budú obsahovať dostatočné množstvo informácií o dynamických vlastnostiach systému**. Keďže systém identifikujeme v okolí pracovného bodu odpovedajúceho vstupnému napätiu  $U_0$ , budeme vstupný signál meniť v okolí hodnoty  $4\text{ V}$  formou obdĺžnikového signálu s amplitúdou  $0,5\text{ V}$  a periódou  $10\text{ sekúnd}$ . Vstupný signál  $u$  je zobrazený na Obr. 3.



Obr. 3. Vstupný signál

Získané dáta z experimentu si **nezabudnite uložiť prípadne stiahnuť/poslať pre ich ďalšie spracovanie a následnú prípravu dokumentu**.

Vhodné je uložiť si celý workspace zavolaním:

```
save('menosuboru.mat')
```

Pre **vybranie vstupných a výstupných hodnôt** po experimente **potrebných pre identifikáciu** použijeme nasledovné príkazy:

```

logout = out.get('logout')
u_signal = logout.get('u')
y_signal = logout.get('y')
um = u_signal.Values.Data
ym = y_signal.Values.Data
tm = y_signal.Values.Time

```

Vstupný a výstupný signál je po skončení experimentu zaznamenaný s periódou vzorkovania  $T_v = 0.01$  s.

Keďže systém nabieha prvým skokom do pracovného bodu, nebudeme tento skok uvažovať pri identifikácii. **Vynechanie prvého skoku** pre zostavenie dát pre identifikáciu vykonáme tak, že nájdeme indexy prvkov časového vektora väčších ako 10s:

```
indxs = find(tm > 10);
```

**Od nameraných dát je potrebné odstrániť ešte ustálenú zložku**, pracovný bod  $[U_0, Y_0]$ , a vybrať len spomínané dáta pre  $t_m > 10$ s:

```

u = um(indxs)-U0
y = ym(indxs)-Y0
t = tm(indxs)

```

Na identifikáciu **použijeme funkciu arx** (pozri *help arx*), ktorá **identifikuje parametre ARX modelu** (je ekvivalentný diskretný prenosovej funkcii) **metódou najmenších štvorcov**. Ako **vstupné parametre** potrebuje táto funkcia **maticu vzorkovaných vstupno/výstupných údajov**:

```
z = iddata(y,u, 0.01)
```

Každý realizovateľný diskretný prenos má dopravné oneskorenie najmenej jednu periódou vzorkovania, nastavte teda  $nk = 1$ . Rády čitateľa a menovateľa  $na$  a  $nb$  nastavte pre začiatok tiež na hodnotu 1.

```

na = 1
nb = 1
nk = 1

```

**Definujte vektor obsahujúci rád čitateľa prenosu  $nb$ , rád menovateľa prenosu  $na$  a hodnotu dopravného oneskorenia  $nk$ :**

```
n = [na,nb,nk]
```

**Identifikáciu vykonáme príkazom:**

```
m = arx(z,n)
```

kde  $m$  je *idpoly* objekt, ktorý okrem parametrov modelu obsahuje aj ďalšie údaje, napr. hodnotu účelovej funkcie metódy najmenších štvorcov.

**Polynómy čitateľa a menovateľa identifikovanej prenosovej funkcie získame príkazom:**

```
[a,b] = polyform(m)
```

Pre vytvorenie diskretný prenosovej funkcie s periódou vzorkovania použijeme funkciu *tf*:

```
sysdis = tf(b,a,0.01)
```

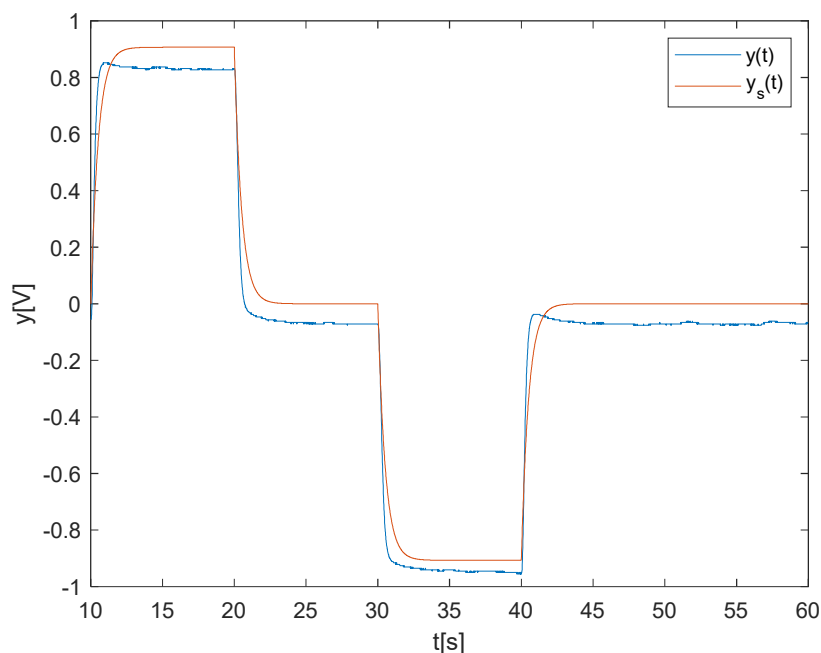
**Získaný model je treba validovať**, t.j. **overiť** či **vhodne modeluje dynamiku systému v danom pracovnom bode**. Najjednoduchší spôsob je **porovnať odozvu systému aj identifikovaného**

**modelu na ten istý vstupný signál.** Odozvu identifikovaného modelu  $m$  na vstupný signál  $u$  (bez ustálenej zložky) dostaneme príkazom *sim*:

```
ys = sim(m,u)
```

Výstup simulácie vykreslíme spoločne s pôvodným výstupom  $y$  (bez ustálenej zložky, t.j. iba zmeny voči pracovnému bodu):

```
plot(t,y,t,ys)
xlabel('t[s]')
ylabel('y[V]')
legend('y(t)', 'y_s(t)')
```



Porovnanie odozvy modelu na validačné dáta je možné realizovať aj príkazom:

```
compare(z,m)
```

**Prezrite si dosiahnuté výsledky a vyhodnoťte vhodnosť modelu.**

**Vyskúšajte, či vyššie hodnoty rádov čitateľa a menovateľa nezlepšia kvalitu identifikovaného modelu.**

**Najlepší model preverte aj v inom pracovnom bode, napr.  $U_0 = 5V$  bez toho, aby ste vykonali znova identifikáciu.**

**Podľa pokynov v bode 4 vytvorte dokument s názvom *cv7\_Priezvisko1\_Priezvisko2*, do ktorého uveďte:**

- získané prenosové funkcie modelov a grafické porovnanie ich odozvy s nameraným výstupom,
- zhodnotenie dosiahnutých výsledkov - uveďte, ktorý model najlepšie vystihuje dynamiku neznámeho systému a prečo,
- grafické porovnanie odozvy najlepšieho modelu a systému v inom pracovnom bode napr. pre  $U_0 = 5V$ .