

Používateľská príručka

Príloha k predmetu Tímový projekt

Vypracovali: Bc. Eva Štalmachová
Bc. Ján Urdianyk
Bc. Denis Vasko
Bc. Marek Trebuľa

Obsah

1	Úvod	2
2	Opis simulovaného príkladu	3
3	Spustenie	4
3.1	Postup č. 1	4
3.2	Postup č. 2 - editovanie	4
4	Štruktúra GUI	6
4.1	Zoznam panelov	6
5	Ovládacie prvky	8
5.1	Animácia kyvadla	8
5.2	Priebehy a zobrazovanie veličín	9
5.3	Vlastnosti kyvadla	10
5.4	Reset simulácie	10
5.5	Nastavenie stavov kyvadla	11
5.6	Riadiaci panel	12
5.7	Spustenie/Pozastavenie simulácie	15
6	Ukončenie programu	15

1 Úvod

Úlohou tohto grafického užívateľského rozhrania (ďalej len GUI) je zobrazovať, animovať, simulovať a reprezentovať správanie sa kyvadla. Pričom GUI má umožniť používateľovi jednoduchú zmeny fyzikálnych vlastností kyvadla, zmeny stavových veličín kyvadla (výchylka, uhlová rýchlosť) a možnosť aplikácie rôzneho riadenia. GUI teda umožňuje skúšať zmeny parametrov samotného kyvadla alebo kyvadla spolu s riadením. Dôsledky týchto zmien je možné okamžite sledovať a prípadne vyhodnocovať kvalitu riadenia.

GUI by sa mohlo stať pomôckou pre študentov, ktorá pomôže študentom získať jasnejšiu predstavu o prejednávaných problémoch pri opise, a návrhu riadenia nelineárnych systémov.

2 Opis simulovaného príkladu

Ako bolo spomenuté v úvode GUI je určené na simuláciu a opis hmotného bodu na závese (kyvadla). Nasledovná rovnica opisuje systém kyvadla:

$$mL^2 \frac{d^2\Theta(t)}{dt^2} + B \frac{d\Theta(t)}{dt} + mgL \sin(\Theta(t)) = u \quad (1)$$

m - hmotnosť kyvadla

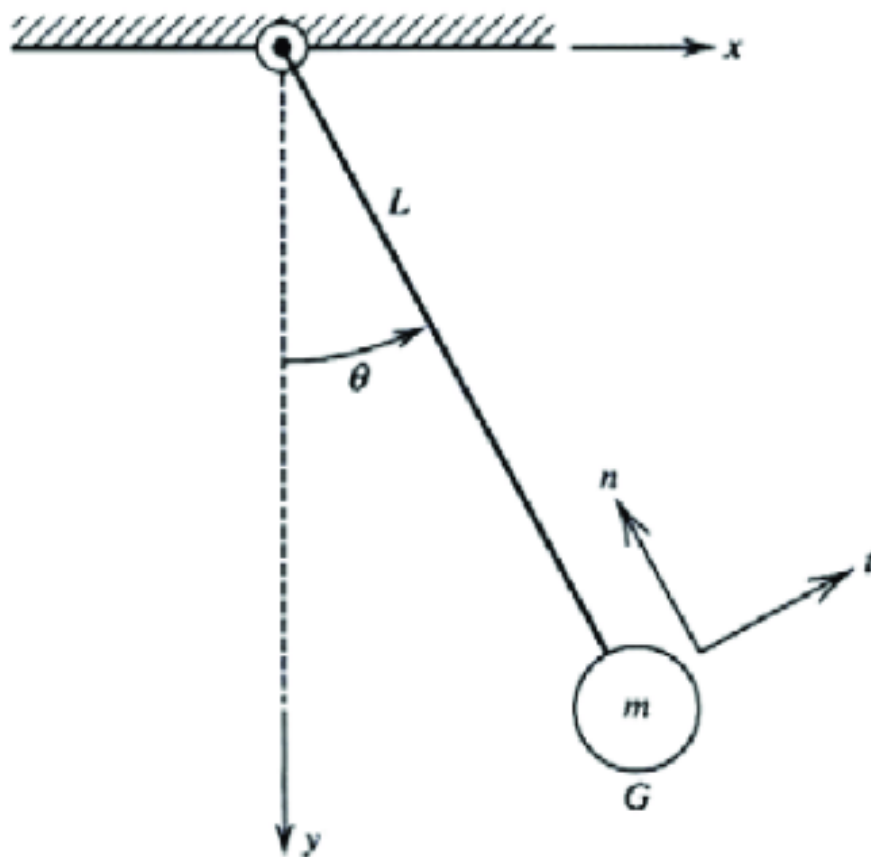
L - dĺžka závesu

B - tlmenie

g - gravitačné zrýchlenie ($9.81m/s^2$)

Θ - výchylka kyvadla

u - akčný zásah



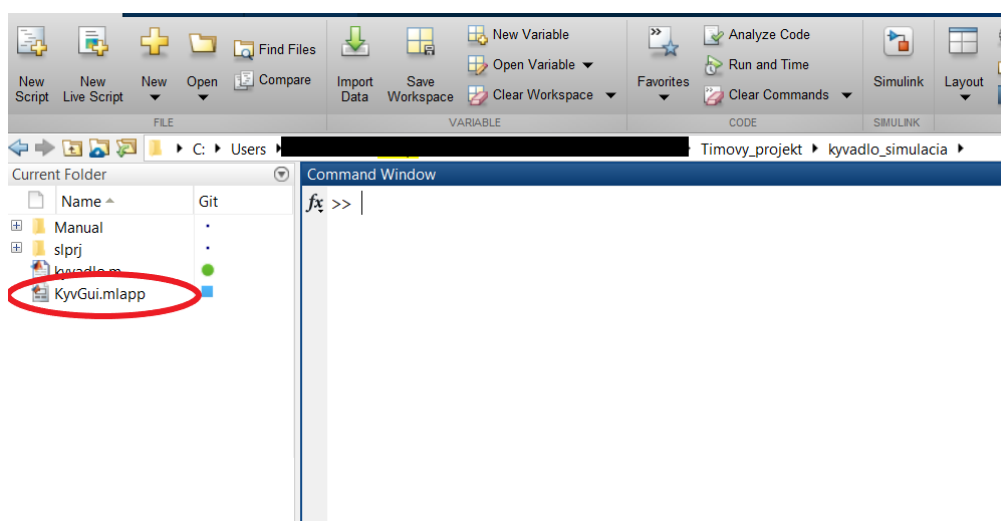
Obr. 1: Náčrt kyvadla

3 Spustenie

GUI bolo vytvorené v programe Matlab verzia 2018b. Spustenie je teda nutné vykonať priamo z Matlabu 2018b alebo **novšej** verzie.

3.1 Postup č. 1

1. Spustíte program *Matlab*.
2. *Current Folder* nastavíte na priečinok, v ktorom sa nachádza súbor s názvom *KyvGui.mlapp* (obr. 2).

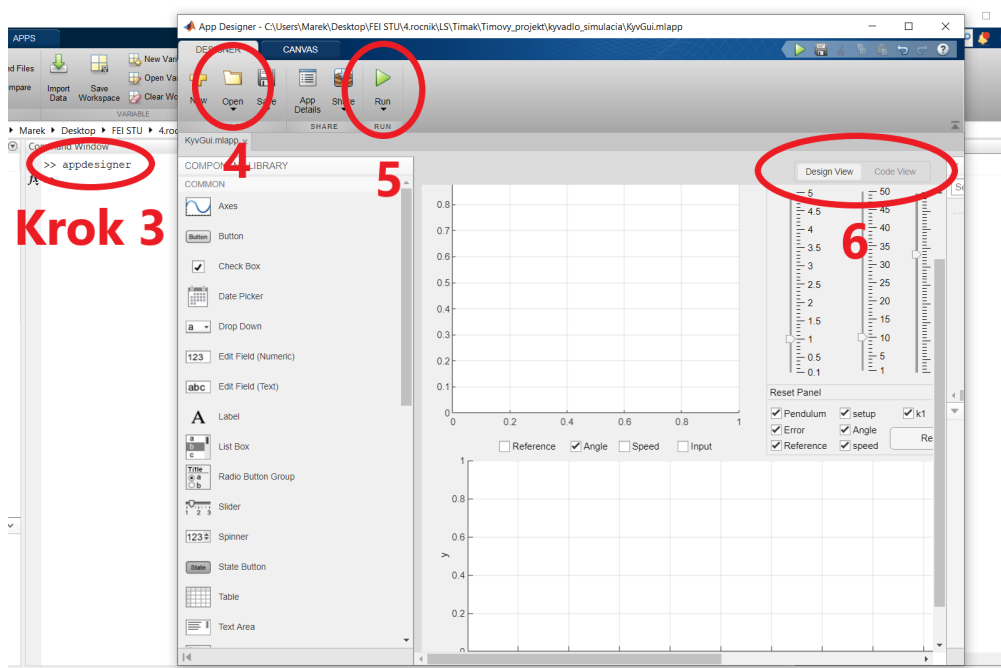


Obr. 2: Spustenie postup 1.

3. Dvojklikom na *KyvGui.mlapp* (zvýraznená položka na obr. 2) spustíte GUI.

3.2 Postup č. 2 - editovanie

1. Spustíte program *Matlab*.
2. *Current Folder* nastavíte na priečinok, v ktorom sa nachádza súbor s názvom *KyvGui.mlapp* (obr. 2).
3. Do *Command Window* napíšete príkaz »*appdesigner*. A stlačíte Enter. Týmto príkazom ste spustili nástroj na tvorbu a editovanie GUI (obr. 3).
4. V hornej lište pomocou položky *Open* otvorte súbor *KyvGui.mlapp*
5. Potom pomocou položky *Run* spustíte GUI.

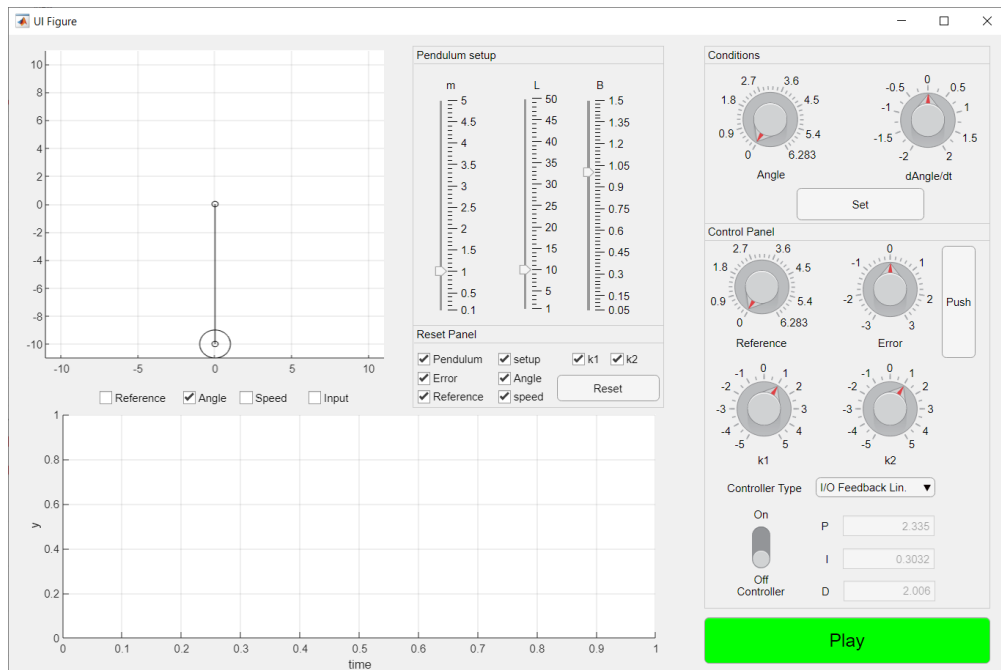


Obr. 3: Spustenie postup 2.

6. Pomocou položky č. 6 môžete prepínať medzi zobrazením vzhľadu GUI a kódu GUI.

4 Štruktúra GUI

Po úspešnom spustení by ste mali vidieť nasledovné okno ako na obr. 4. Keďže

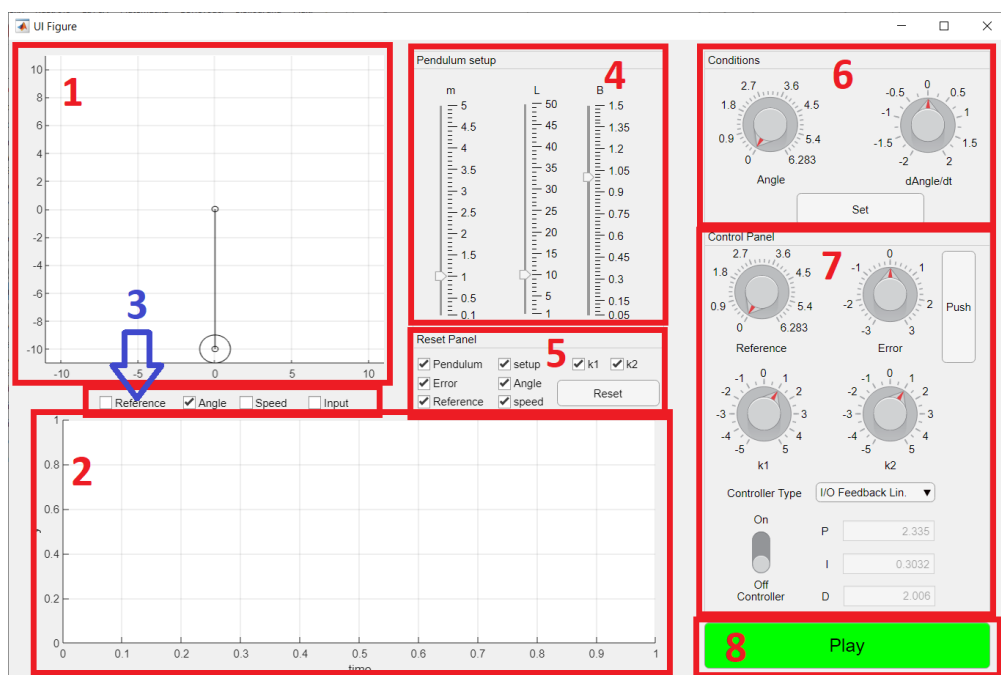


Obr. 4: GUI

GUI obsahuje relatívne veľa ovládacích prvkov, je rozčlenené na niekoľko panelov (skupín ovládacích prvkov, obr. 5).

4.1 Zoznam panelov

1. Okno animácie kyvadla.
2. Okno priebehov veličín v čase.
3. Panel výberu zobrazenia priebehov.
4. Panel nastavenia fyzikálnych vlastností kyvadla.
5. Panel resetovania nastavení.
6. Panel nastavenia stavových veličín kyvadla.
7. Panel riadenia.
8. Tlačidlo **Play/Pause**.



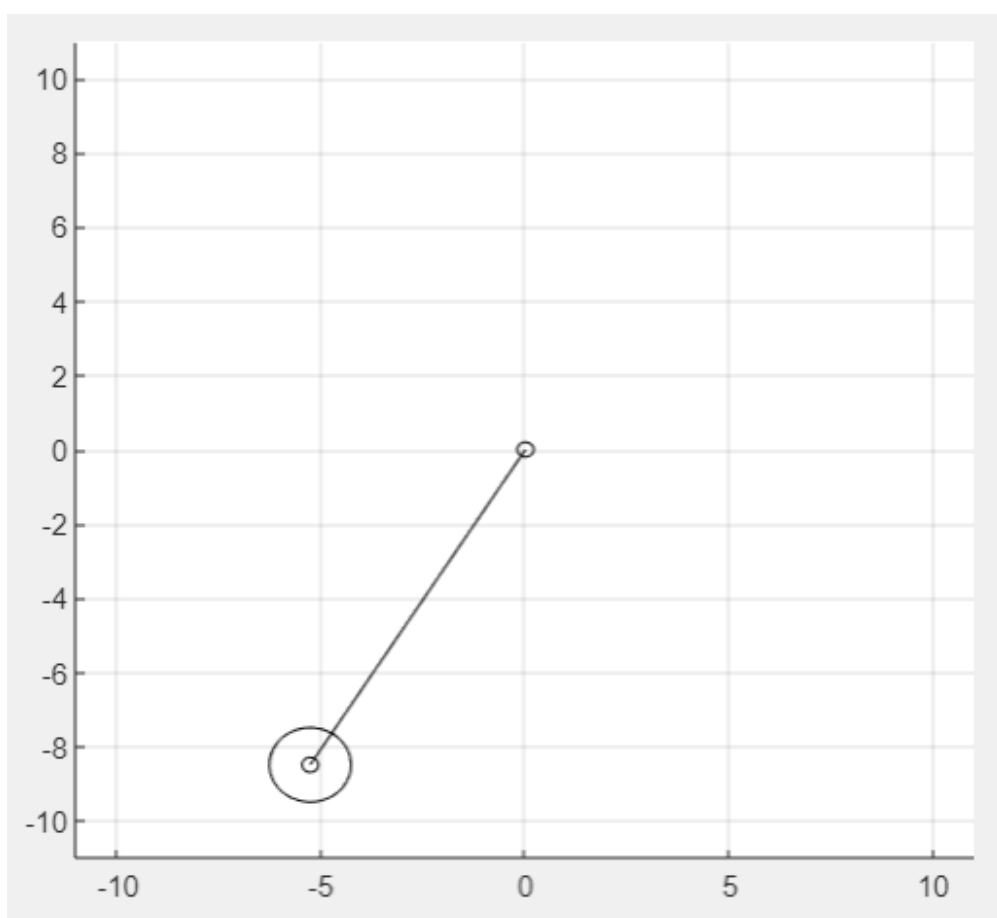
Obr. 5: Štrukturovanie GUI

5 Ovládacie prvky

V tejto kapitole sa podrobnejšie pozrieme na funkcionality jednotlivých ovládačov, ktoré vidíme na obr. 4 alebo obr. 5 kde vidíme komponenty číselne označené, na toto označenie komponentov sa budeme odvolávať v celej kapitole.

5.1 Animácia kyvadla

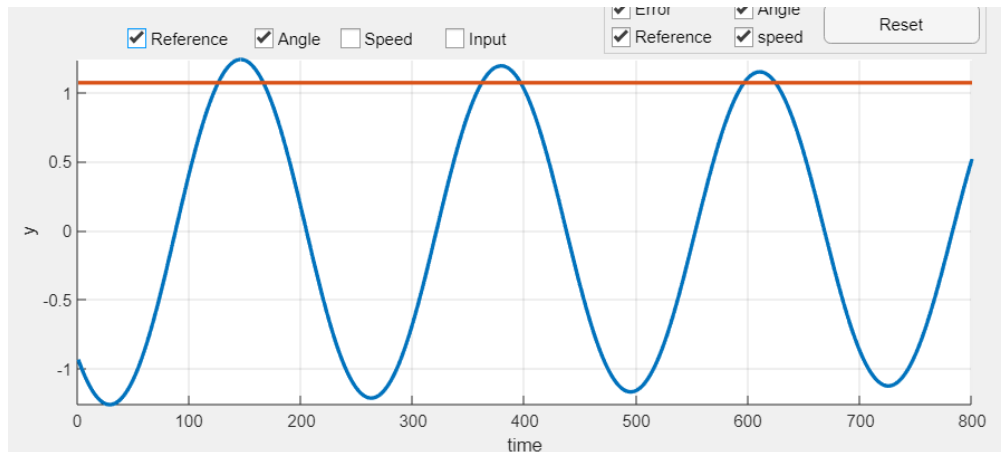
Prvým komponentom s označením 1 na obr. 5 je graf, v ktorom sa pohybuje kyvado. Záves je upevnený v bode $[0,0]$ a dĺžka závesu sa priamo viaže na parameter nastaviteľný v komponente č. 4.



Obr. 6: Komponent 1 - animácia kyvadla.

5.2 Priebehy a zobrazovanie veličín

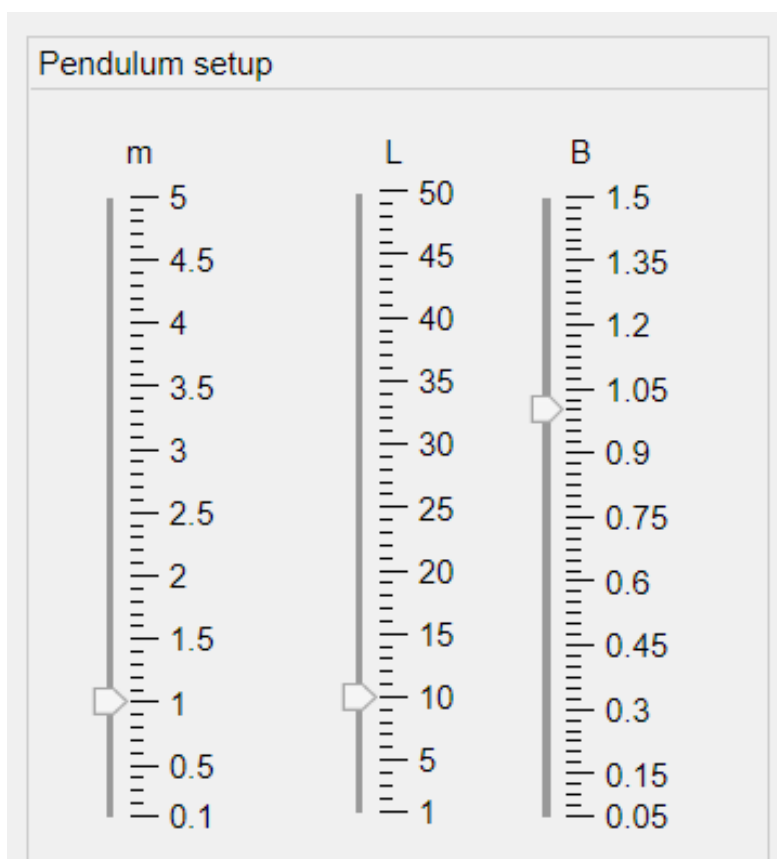
V tejto podkapitole sme spojili komponenty **2** a **3**. V komponente **2**, teda v grafe sa zobrazujú signály, vybrané v komponente **3**. Používateľ si môže kombinovať zobrazenie výchylky (*Angle*), uhlovej rýchlosti (*Speed*) kyvadla, akčného zásahu (*Input*) a želanej výchylky (*Reference*) kyvadla ľubovoľne podľa potreby. Na obr. 7 je zobrazený uhol a želaná hodnota. Zobrazuje sa vždy posledných 800 časových úsekov.



Obr. 7: Zobrazenie signálov.

5.3 Vlastnosti kyvadla

Panel 4 umožňuje nastavenie fyzikálnych vlastností kyvadla. Konkrétne hmotnosť (m), dĺžku závesu (L) a tlmenie kmitov (B). Nastavenie je realizované posuvníkmi v určitom rozmedzí hodnôt. Zmena nastavenia sa neprejavuje súčasne s pohybom posuvníka, ale až po jeho uvoľnení sa pri najbližšom prekreslení aplikujú a zobrazia zmeny, čo môže chvíľku (cca. do 1 sekundy) trvať.



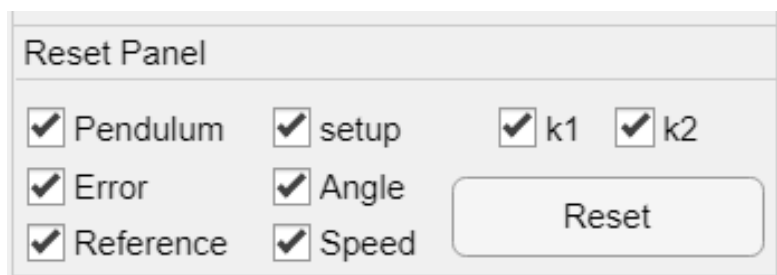
Obr. 8: Nastavenie vlastností kyvadla.

5.4 Reset simulácie

Gui umožňuje reset nastavení na pôvodné hodnoty (pôvodné hodnoty - rozumej hodnoty pri spustení). Zaškrtnuté položky sa resetnú po stlačení tlačidla *Reset* umiestnenom na tomto paneli.

1. *Pendulum* - nastaví aktuálnu rýchlosť a výchylku kyvadla na 0.
2. *Error* - nastaví ovládač *Error* v komponente **7** na 0.

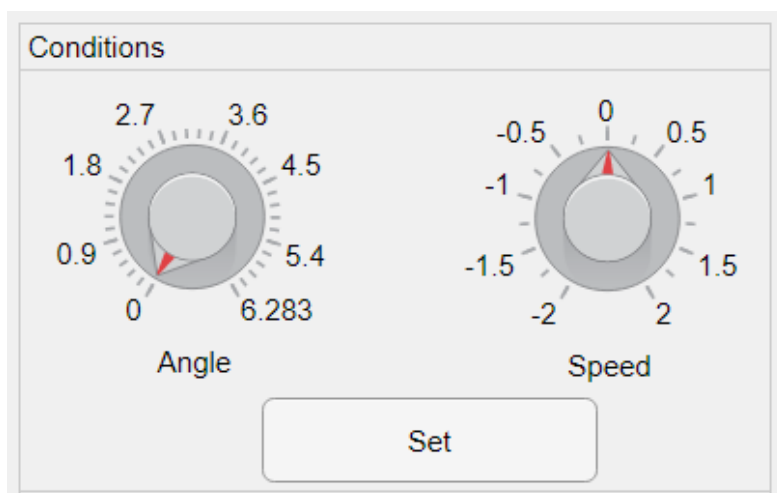
3. *Reference* - nastaví želanú hodnotu aj ovládač *Reference* v paneli **7** na 0.
4. *setup* - zresetuje hodnoty v komponente **4**.
5. *Angle* - nastaví ovládač *Angle* v komponente **6** na 0.
6. *Speed* - nastaví ovládač *Speed* v komponente **6** na 0.
7. *k1*, *k2* - nastaví ovládače *k1*, *k2* v komponente **7** na 1.



Obr. 9: Reset panel.

5.5 Nastavenie stavov kyvadla

Panel **6** slúži na nastavenie výchylky a uhlovej rýchlosti kyvadla. Postup pri nastavení je nasledovný: Na otočných ovládačoch nastavte požadované hodnoty a stlačte tlačidlo *Set*. Ak ste zmenili uhol to sa na animácii prejaví okamžite po stlačení *Set*. Pozorovať nastavenie rýchlosti je možné len pri bežiacej simulácii.

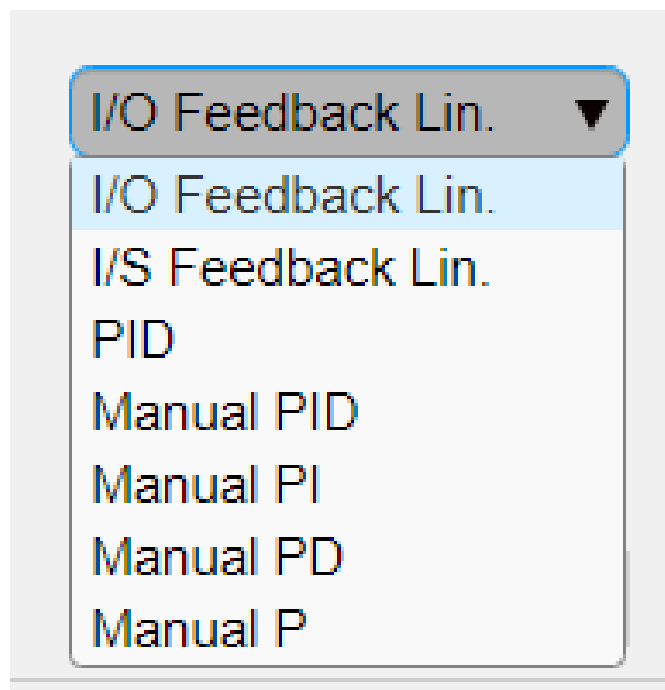


Obr. 10: Nastavenie stavov kyvadla.

5.6 Riadiaci panel

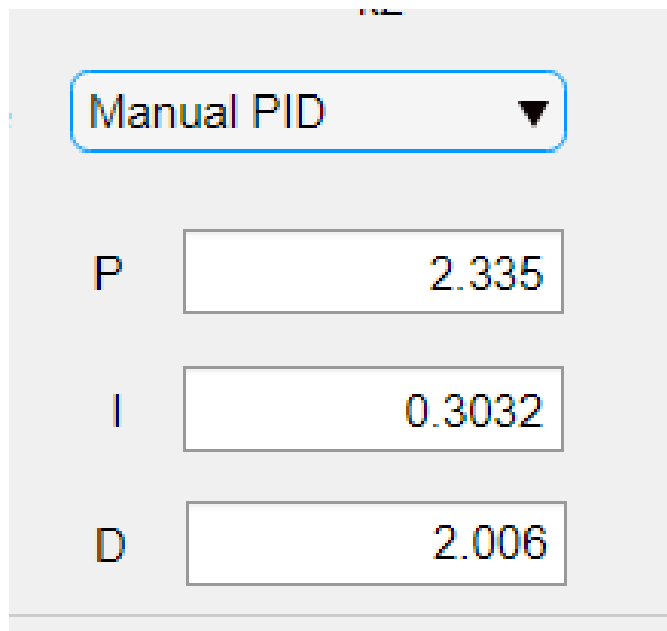
Na obr. 13 vidíme detail na komponent 7. Skladá sa z nasledovných ovládačov:

1. *Reference* - nastavuje želanú hodnotu výchylky kyvadla. Nastavenie sa uskutočňuje súčasne s pohybom ovládača, teda netreba žiadnym tlačidlom potvrdzovať nastavenie hodnoty.
2. *Error* - porucha, simuluje udelenie rýchlosti kyvadlu vonkajšou silou tzv. štvchnutie/úder. Ovládačom *Error* sa nastavuje veľkosť/sila úderu a až stlačením tlačidla *Push* sa vykoná.
3. $k1$, $k2$ - nastavujú parametre $k1$, $k2$, ktoré sa využívajú pri riadení pomocou spätnoväzbovej linearizácií. Pri použití iných regulátorov sú tieto ovládače deaktivované.
4. *Controller Type* - dropdown menu, ktoré umožňuje výber (obr. 11) regulátora použitého pre riadenie kyvadla. Pri spustení je vždy zvolený regulátor odvodený vstupno-výstupnou spätnoväzbovou linearizáciou. Pre položku *PID* je použitý klasický PID regulátor s prednastavenými hodnotami. Tieto hodnoty sú zobrazené v textových oknách P , I , D napriek tomu, že sú neaktívne.



Obr. 11: Menu s regulátormi.

5. P , I , D - textové okná určené pre vloženie hodnoty používateľom. Aktivujú sa len pri zapnutí niektorého z manuálnych regulátorov (obr. 12). Inak sú neaktívne ako na obr. 13.



The image shows a software interface for manual PID control. At the top, there is a dropdown menu labeled 'Manual PID'. Below it, there are three input fields for the PID gains: 'P' with a value of 2.335, 'I' with a value of 0.3032, and 'D' with a value of 2.006. The interface has a light gray background and a blue border around the dropdown menu.

Parameter	Value
P	2.335
I	0.3032
D	2.006

Obr. 12: Menu s regulátormi.

6. *Controller* - prepínač **nadradený** všetkým predchádzajúcim nastaveniam, slúži na odpojenie regulátora. Inak povedané akčný zásah bude **nulový**. Treba dbať na to, aby bol v polohe **ON**, keď je to žiadúce.

Control Panel

2.7 3.6 4.5 5.4 6.283 0 0.9 1.8

Reference

-1 -2 -3 0 1 2 3

Error

-1 -2 -3 -4 -5 0 1 2 3 4 5

k1

-1 -2 -3 -4 -5 0 1 2 3 4 5

k2

Push

Controller Type

I/O Feedback Lin. ▼

On

Off

Controller

P

2.335

I

0.3032

D

2.006

Obr. 13: Control panel.

14

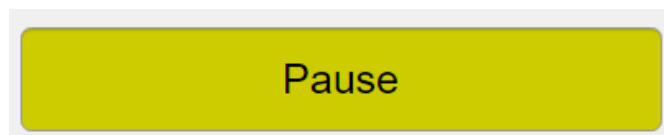
5.7 Spustenie/Pozastavenie simulácie

Komponentom 8 je najväčšie tlačidlo v pravom dolnom rohu. Slúži na ovládanie behu simulácie. Má 2 stavy.

1. Je zelené a je na ňom napísanie play (obr. 14), vtedy je simulácia pozastavená a stlačením tlačidla ju spustíte.
2. Je žlté a je na ňom napísanie pause (obr. 15), vtedy je simulácia pustená a stlačením tlačidla ju pozastavíte.



Obr. 14: Play pre spustenie.



Obr. 15: Pause pre pozastavenie.

6 Ukončenie programu

Pri zatváraní programu, najprv pozastavte simulovanie (tlačidlo v stave ako na obr. 14) a až potom zatvorte symbolom *X* v pravom hornom rohu. Ak tak vykonáte počas behu simulácie Matlab bude hlásiť chyby, ktoré môžu znepokojiť užívateľa.