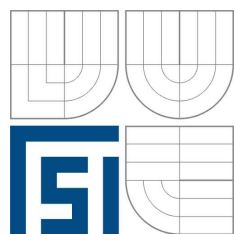


# **Podklady pro počítačové cvičení předmětu „Dynamika“**

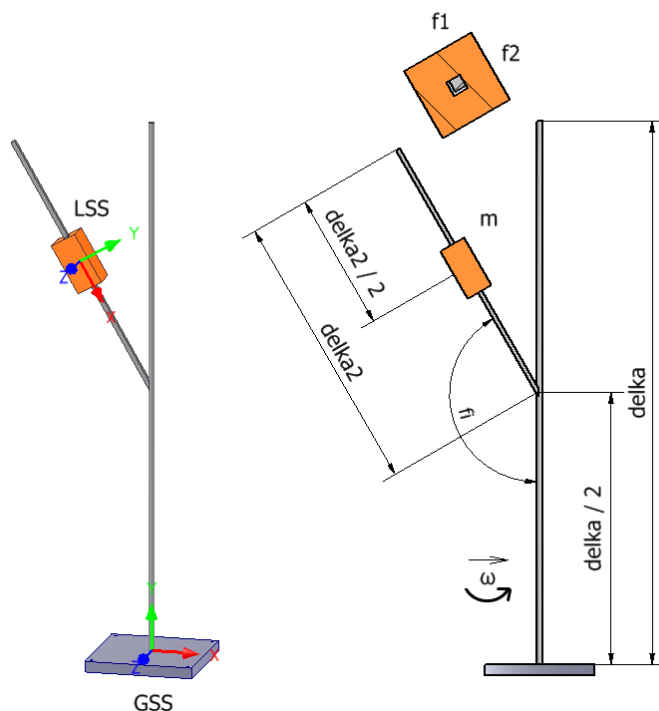


Prof. Eduard Malenovský  
Ing. Lukáš Březina  
Ing. Ondřej Andrš

Brno 2009

Podporováno z projektu FRVŠ „Inovace předmětů Kinematika a Dynamika s  
využitím moderních simulačních nástrojů“

## 1. Smykadlo



Obr. 1 Smykadlo

Je dáno smykadlo podle obr. 1. Pro soustavu jsou volitelné následující veličiny obr. 2 :

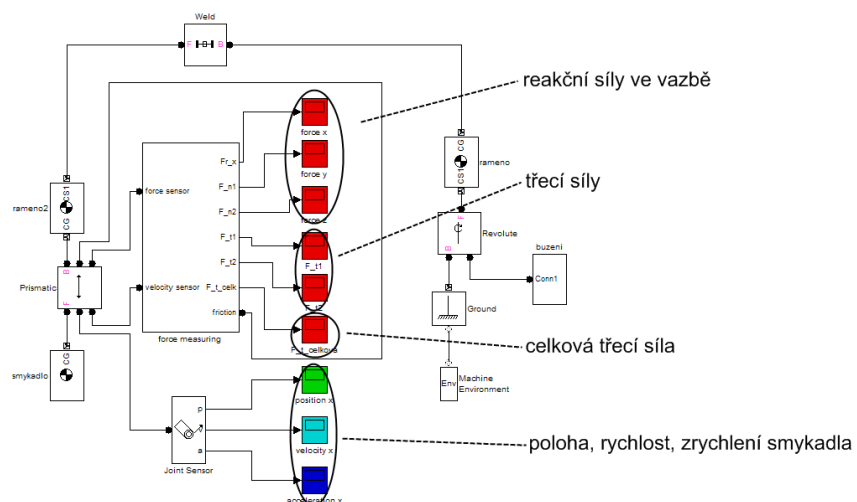
- úhel sklopení ramene ( $f_i$  [deg])
- délky ramen ( $delka$  [m],  $delka2$  [m])
- hmotnost smykadla ( $m$  [kg])
- budící úhlová rychlost ( $\omega$  [rad/s])
- koeficienty tření ( $f_1$ ,  $f_2$ )

```
File Edit Text Go Cell Tools Debug >>
+ - 1.0 + ÷ 1.1 × % % % % %
1 %uhel sklopeni ramene
2 - fi = 150; % [deg]
3 - uhel = fi*(pi/180); %[rad]
4
5 %delky ramen [m]
6
7 - delka = 1;
8 - delka2 = 0.5;
9
10 %hmotnost smykadla
11
12 - m = 1; %[kg]
13
14 %budici uhlova rychlost
15 - omega = 10; %[rad/s]
16
17 %koeficienty treni
18 - f1 = 0.1;
19 - f2 = 0.1;
```

Obr. 2 Volitelné parametry simulace - smykadlo

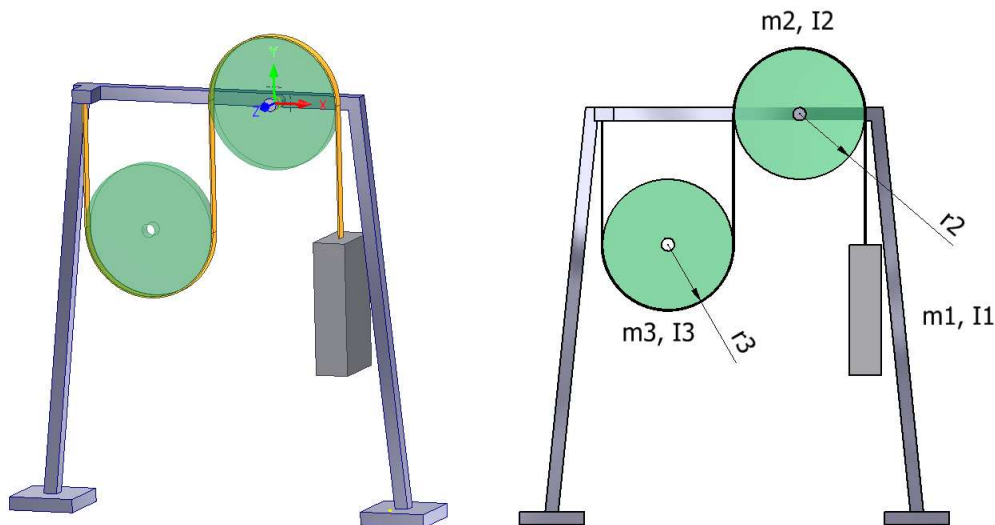
Smykadlo koná složený pohyb a jsou na něm měřené následující veličiny:

- reakční síly  
v posuvné vazbě  
(v lokálním ss)
- třecí síly  $F_{t1}$ ,  
 $F_{t2}$ ,  
 $F_{t\_celkova}$  (v  
lokálním ss)
- poloha, rychlost,  
zrychlení  
smykadla (v  
lokálním ss)

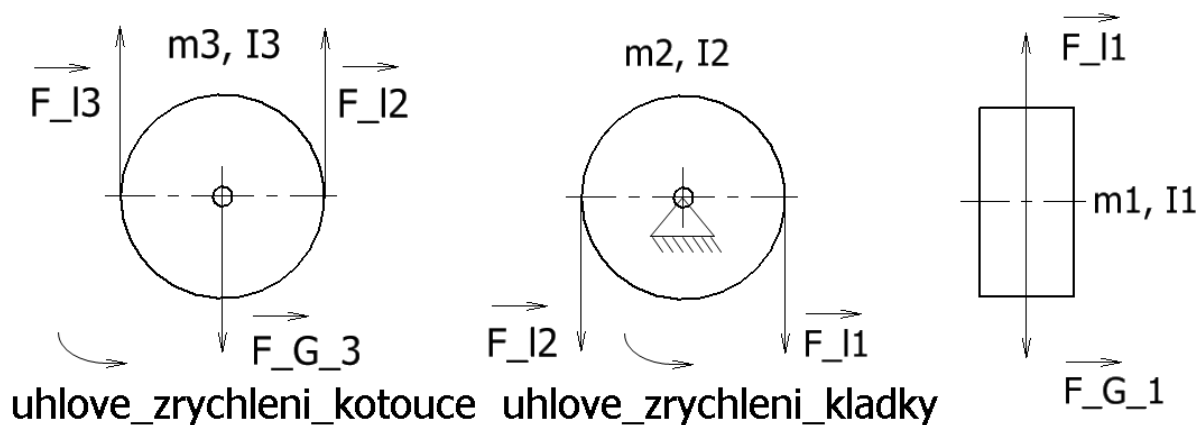


Obr. 3 Měřené veličiny - smykadlo

## 2. Soustava těles



Obr. 4 Soustava těles



Obr. 5 Uvolnění těles

Je dána soustava těles podle obr. 4.

Uvolnění těles je znázorněno na obr. 5. Pro soustavu jsou volitelné následující veličiny (obr. 6):

- hmotnosti jednotlivých těles ( $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  [kg])
- momenty setrvačnosti jednotlivých těles ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  [kg\*m<sup>2</sup>])
- poloměr kladky ( $r_2$  [m])
- poloměr kotouče ( $r_3$  [m])
- tloušťka kladky a kotouče ( $h_2$ ,  $h_3$  [m])

```

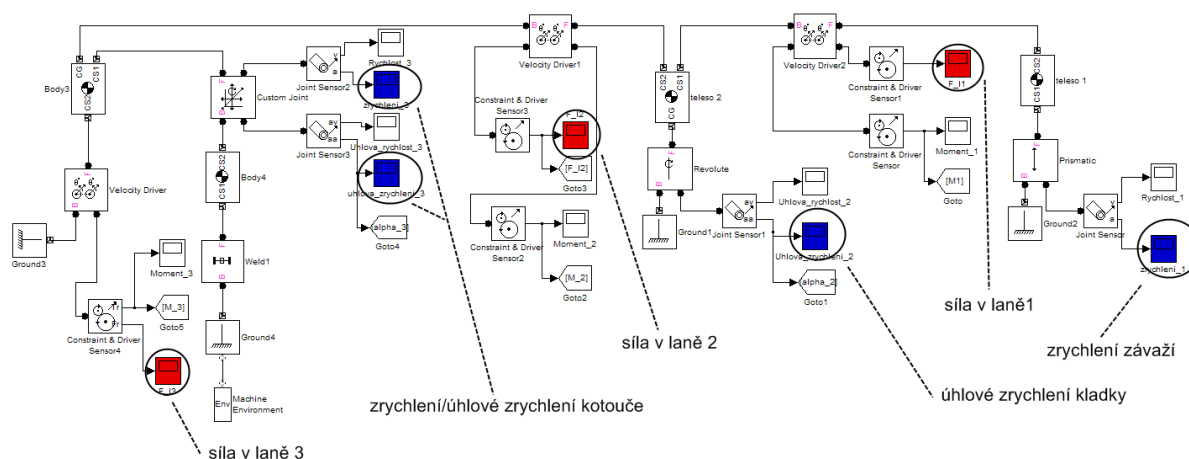
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
1 - clear all
2 - c
3
4 - % teleso1 (zavazi)
5 - m1 = 2; % [kg]
6 - I1 = eye(3); % [kg*m^2]
7
8 - % teleso2 (kladka)
9 - m2 = 1; % [kg]
10 - r2 = 2; % [m]
11 - h2 = r2/10; % [m]
12 - I2 = [(m2/4)*(r2^2 + (h2^2)/3) 0 0;
13 -      0 (m2/4)*(r2^2 + (h2^2)/3) 0;
14 -      0 0 (m2*r2^2)/2]; % [kg*m^2]
15
16 - % teleso3 (kotouc)
17 - m3 = 1; % [kg]
18 - r3 = 0.5; % [m]
19 - h3 = r3/10; % [m]
20 - I3 = [(m3/4)*(r3^2 + (h3^2)/3) 0 0;
21 -      0 (m3/4)*(r3^2 + (h3^2)/3) 0;
22 -      0 0 (m3*r3^2)/2]; % [kg*m^2]
23
24 - rr = r3 + r2;

```

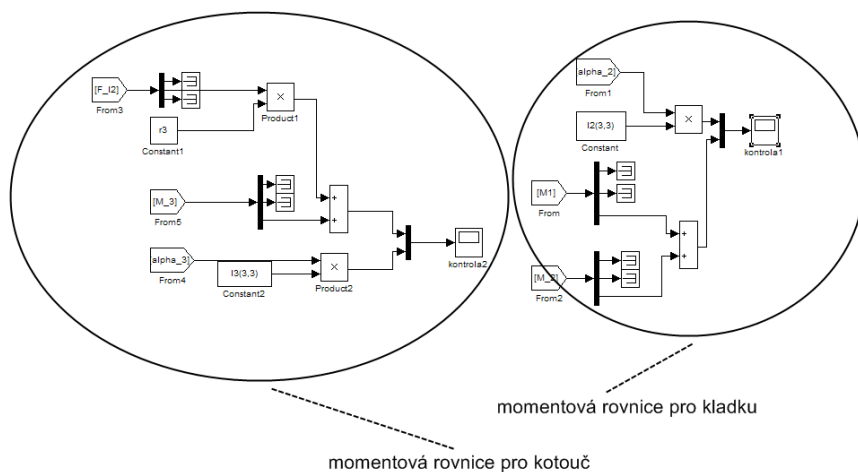
Obr. 6 Volitelné parametry simulace– soustava těles

Během simulace jsou měřeny následující veličiny obr. 7 :

- síly v laněch
- zrychlení a úhlová zrychlení jednotlivých těles
- pro kontrolu jsou měřeny i rychlosti a úhlové rychlosti všech těles, včetně momentů
- ve spodní části simulačního okna jsou sestaveny momentové rovnice pro kladku a kotouč, obr. 8

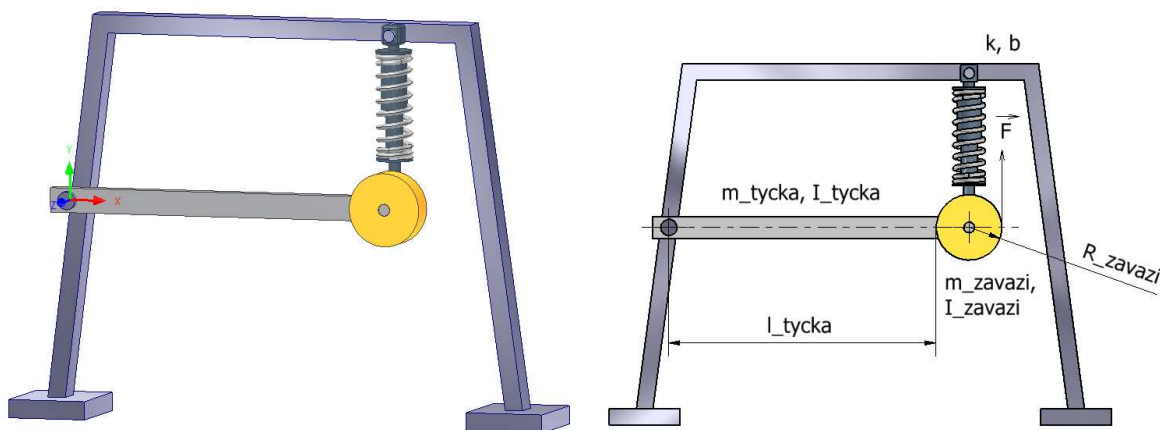


Obr. 7 Měřené veličiny – soustava těles



Obr. 8 Momentové rovnice pro kladku a kotouč

### 3. Kmitání



Obr. 9 Kmitající soustava těles

Je dána soustava těles podle obr. 9. Pro soustavu jsou volitelné následující veličiny (obr. 10):

- hmotnosti jednotlivých těles ( $m_{tycka}$ ,  $m_{zavazi}$  [kg])
- momenty setrvačnosti jednotlivých těles ( $I_{tycka}$ ,  $I_{zavazi}$  [kg\*m<sup>2</sup>])
- délka tyče, poloměr závaží, tloušťka závaží ( $l_{tycka}$ ,  $R_{zavazi}$ ,  $h_{zavazi}$  [m])
- tuhost pružiny ( $k$  [N/m])
- tlumení tlumiče ( $b$  [N\*s/m])
- budící síla (amp [N])
- budící frekvence (freq [Hz])
- horní, spodní vůle (vule\_H, vule\_L [m])

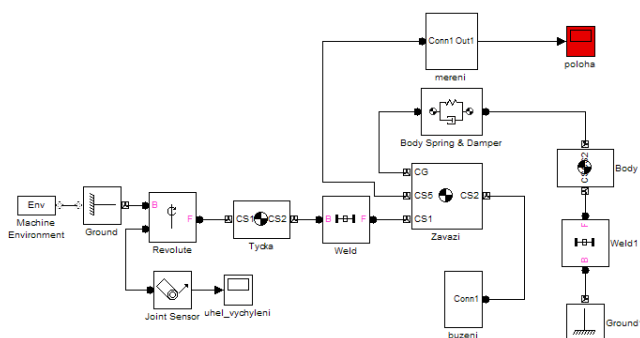
```

1 clear all
2 clc
3
4 %Definice teles
5 %Tycka
6 m_tycka = 0.001; % [kg]
7 l_tycka = 1; % [m]
8 I_tycka = (m_tycka*l_tycka^2)/12 * [0 0 0; 0 1 0; 0 0 1]; % [kg*m^2]
9
10 %Zavazi
11 m_zavazi = 10; % [kg]
12 R_zavazi = 0.1; % [m]
13 h_zavazi = R_zavazi/2; % [m]
14 I_zavazi = [(m_zavazi/4)*(R_zavazi^2 + (h_zavazi^2)/3) 0 0;
15             0 (m_zavazi/4)*(R_zavazi^2 + (h_zavazi^2)/3) 0;
16             0 0 (m_zavazi*R_zavazi^2)/2]; % [kg*m^2]
17
18 %Tuhost (k) [N/m]
19 k = 1000000;
20 %Tlumeni (b) [N*s/m]
21 b = 10;
22 % FO [N]
23 amp = 5;
24 % budici frekvence [Hz]
25 freq = 50.2248; % [Hz]
26 w = freq * 2*pi; % [rad/s]
27
28 %Horni vůle
29 vule_H = 0.01;
30 %Spodni vůle
31 vule_L = -0.18;
32
33
34

```

Během simulace je měřena poloha těžiště v ose y [m], obr. 11.

Obr. 10 Volitelné parametry simulace - kmitání



Obr. 11 Měřené veličiny – kmitání

