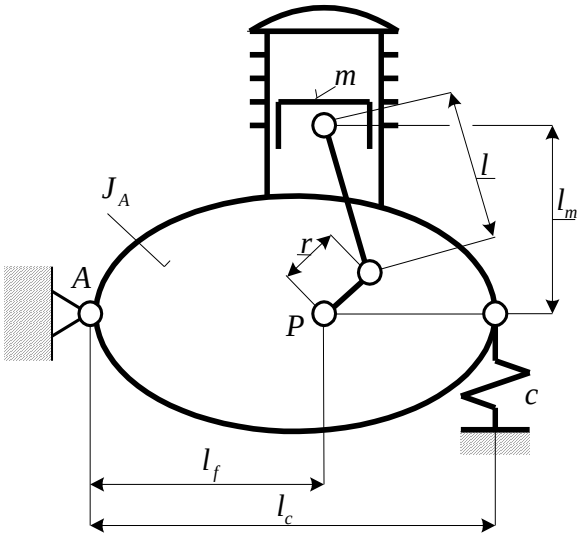
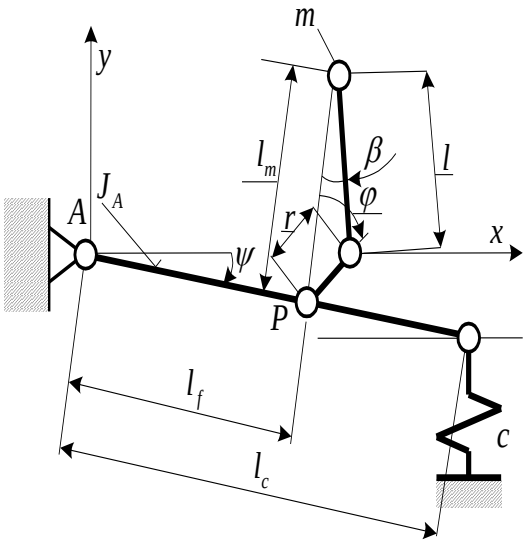
GÉPEK DINAMIKÁJA 7.gyak.hét – 1. Feladat

(kidolgozta: Dr. Nagy Zoltán egyetemi adjunktus)

7.gyak.hét – 1. feladat: RUGALMASAN ÁGYAZOTT EGYHENGERES MOTOR REZGÉSEI



Egyhengeres motor rugalmasan megtámasztva



Egyhengeres motor kinematikai vázlata

Mozgásegyenlet: $\underbrace{\left[J_{Az} + m\left(l_f^2 + l^2 + \frac{r^2}{2}\right)\right]}_{J_{red}}\ddot{\psi} + \frac{l_c^2\psi}{c} = -ml_f r\Omega^2 \cos\Omega t$,

$$\ddot{y}_P = -\frac{l_c^2}{c\,J_{red}}\,y_P - \frac{ml_f^2 r}{J_{red}}\,\Omega^2 \cos\Omega t\,.$$

α^2

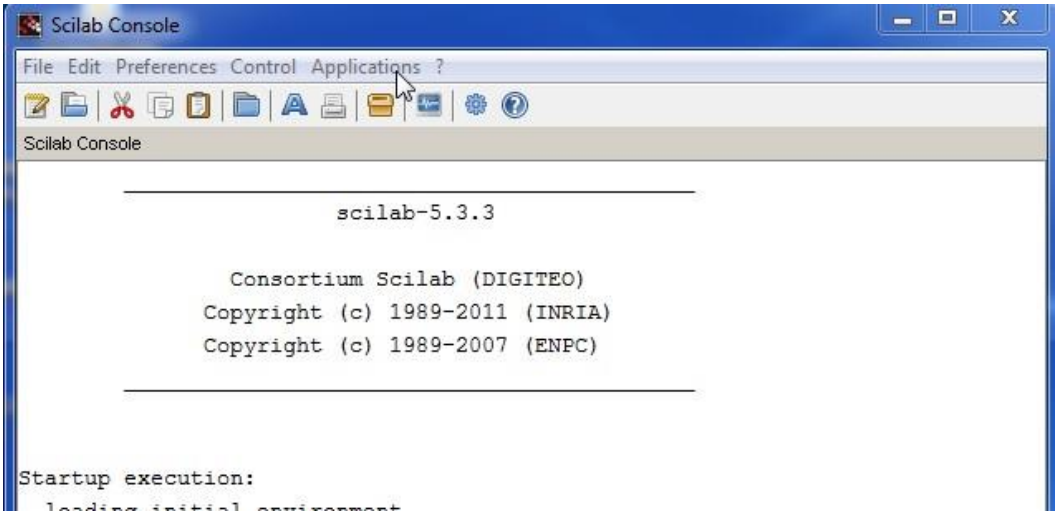
Csillapítást is figyelembe véve: $\ddot{y}_P = -2\alpha\zeta\,\dot{y}_P - \alpha^2 y_P - \frac{ml_f^2 r}{J_{red}}\,\Omega^2 \cos\Omega t\,.$

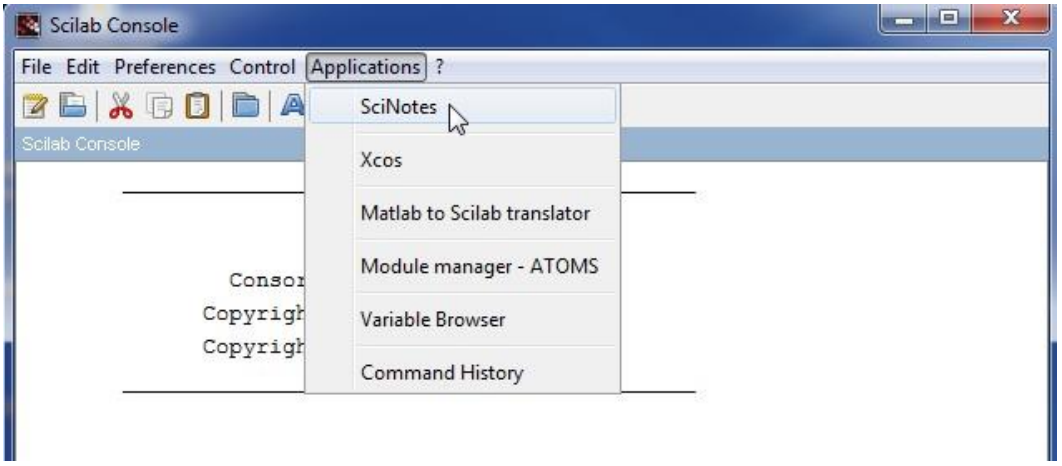
($\zeta = 0{,}1$ … deformációból származó anyagcsillapítás)

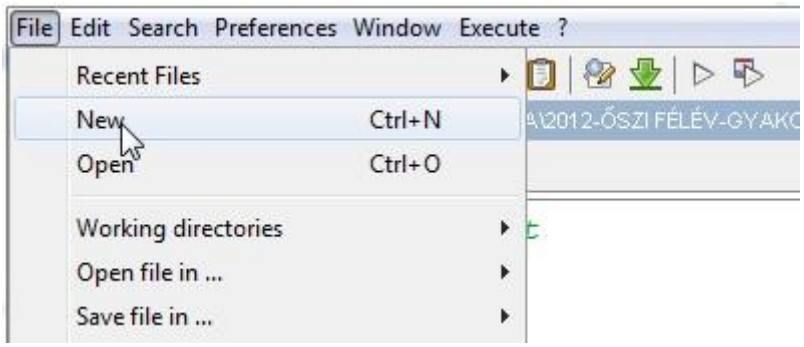
Az egyhengeres motor alapjárati fordulatszáma $n_{\min} = 1000\ ford/min$, maximális fordulatszáma pedig $n_{\max} = 5000\ \ ford/min$. Határozza meg a motor felfüggesztését biztosító rugó $c\left(m/N\right)$ rugóállandóját úgy, hogy a motor főtengelyének $\left(P\ \ pont\right)$ függőleges irányú kitérése $\pm\ 1\ mm$ nagyságú sávban maradjon mindkét fordulatszám esetén!

A konkrét adatok és az előzetes elméleti számítások után két lehetőség adódik: $c_1 = 0{,}00281\ N/m$ (lágyabb rugó) és $c_2 = 0{,}000102\ N/m$ (keményebb rugó).

Határozza meg melyik rugó beépítése esetén teljesíthető az előírt feltétel!







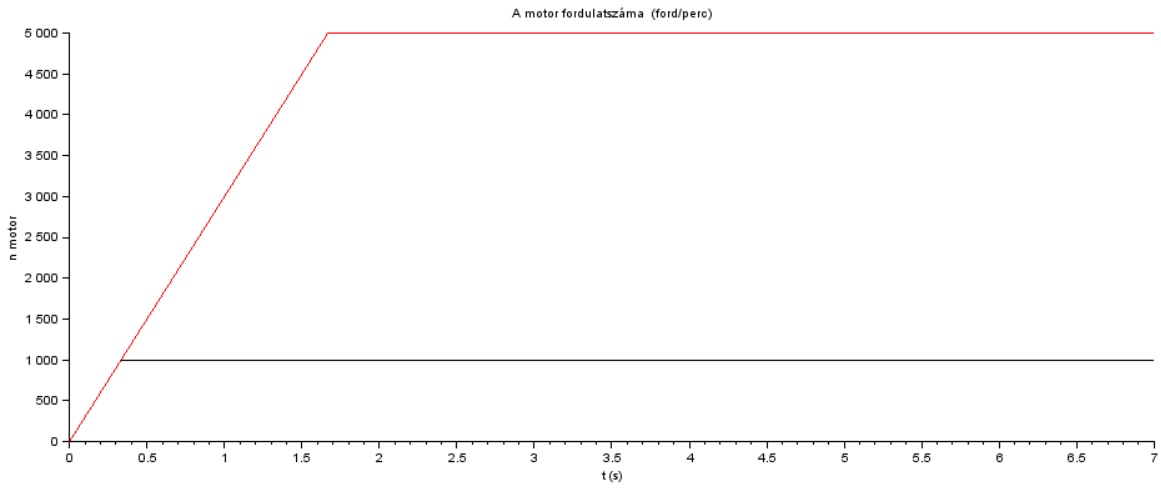
Program futtatása: Execute >> ... file with no echo (keményebb rugó esetén)

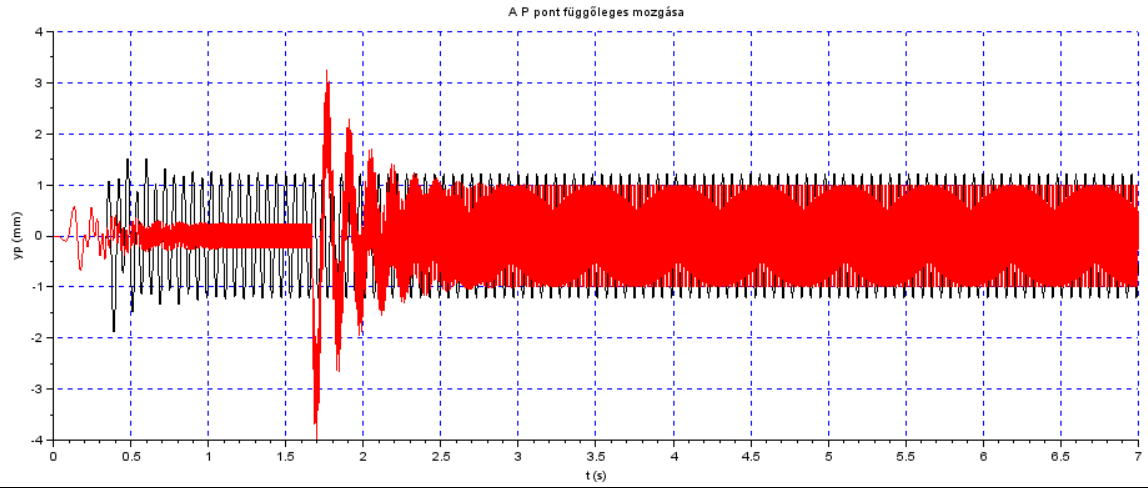
```
// EGYHENGERES MOTOR REZGÉSEI ( omega változó, Euler megoldás)
clear;
usecanvas(%T);
      // GEOMETRIAI ADATOK
lc=0.35;  lf=0.19;  r=0.03;  l=0.12;                // (m)
Jaz=0.52;                                           // kgm^2
m_dug=0.5;                                          // kg
Jred_motor=(Jaz+m_dug*(lf^2+l^2+r^2/2));            // kgm^2
```

```
Jred_dug=m_dug*(lf^2+l^2+r^2/2);                // kgm^2
      // c=0.00281; // (m/N) ... rugóállandó, a lágyabb rugóé
c=0.000112;          // (m/N) ... rugóállandó, a keményebb rugóé
kszi=0.1;            // Lehr-féle csillapítási tényező
alf2=lc^2/(c*Jred_motor);
alf=sqrt(alf2);      // rad/s , csillapítatlan saját körfrekvencia
M0=8;                // (Nm), a motor nyomatéka
      // Üzemi paraméterek (fodulatszámok)
n_min=1000;                  // minimális üzemi fordulatszám, ford/perc
om_min=2*%pi*n_min/60; // rad/s
n_max=5000;                  // maximális üzemi fordulatszám, ford/perc
om_max=2*%pi*n_max/60; // rad/s
      ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
tmax=7;                      // s, a vizsgálat időtartama
dt=0.0005;                   // s,  lépésköz nagysága
n=int(tmax/dt);              // lépések száma
t0=-dt;                      // s
x0=0;                        // m
v0=0;                        // m/s
a0=0;                        // m/s^2
omega0=0;                    // rad/s
epsz0=M0/Jred_dug;           // rad/s^2
a=(1:n);
v=(1:n);
x=(1:n);
om=(1:n);
epsz=(1:n);
      ////// Min. fordulatszám- fekete szín ////////////////////////
      /////      for ciklus kezdete    ////////
for i=1:n
   t(i)=t0+dt
   epsz(i)=M0/Jred_dug
   om(i)=omega0+((epsz(i)+epsz0)/2)*dt

 if om(i)<om_min then
   om1=om(i)
   omeg(i)=om(i)             // ezt ábrázoljuk
      else
   om1=om_min
   omeg(i)=om_min            // ezt ábrázoljuk
      end
   a(i)=(-2*alf*kszi*v0-alf2*x0-(m_dug*lf^2*r*om1^2/Jred_motor)*cos(om1*t(i)))
   v(i)=v0+((a(i)+a0)/2)*dt;
   x(i)=x0+((v(i)+v0)/2)*dt;
      // az új, következő ciklus kezdeti értékei (csere)
   t0=t(i);
   v0=v(i);
   x0=x(i);
   a0=a(i);
   omega0=om1;
```

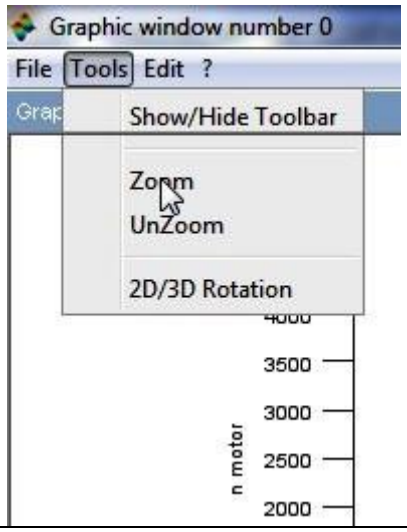
```
   epsz0=epsz(i);
end
      ////      for ciklus vége  ////////
      // Eredmények kirajzoltatása
subplot(2,1,1)
plot2d(t,60*omeg/(2*%pi),1)
xtitle(" A P pont függőleges mozgása"," t (s)","yp (mm)" )
subplot(2,1,2)
plot2d(t,x*1000,1)
xtitle(" A P pont függőleges mozgása"," t (s)","yp (mm)" )
xgrid(2);

      //// MEGJEGYZÉS: a gyorsabb programozás érdekében Ctrl+C funkcióval jelölje ////
      ki a for ciklus kezdete sortól az xgrid(2) sorig, az alábbi MAX ford… után
      //// pedig a Ctrl+V funkcióval másolja át a kijelölt részt !!!!
      ////////////// MAX fordulatszám - piros szín ////////////////////
t0=-dt;
x0=0;
v0=0;
a0=0;
omega0=0;
epsz0=M0/Jred_dug;
for i=1:n
   t(i)=t0+dt
   epsz(i)=M0/Jred_dug
   om(i)=omega0+((epsz(i)+epsz0)/2)*dt

 if om(i)<om_max then
   om1=om(i)
   omeg(i)=om(i)              // ezt ábrázoljuk
      else
   om1=om_max
   omeg(i)=om_max             // ezt ábrázoljuk
      end
   a(i)=(-2*alf*kszi*v0-alf2*x0-(m_dug*lf^2*r*om1^2/Jred_motor)*cos(om1*t(i)))
   v(i)=v0+((a(i)+a0)/2)*dt;
   x(i)=x0+((v(i)+v0)/2)*dt;

   t0=t(i);
   v0=v(i);
   x0=x(i);
   a0=a(i);
   omega0=om1;
   epsz0=epsz(i);
end
subplot(2,1,1)
plot2d(t,60*omeg/(2*%pi),5)
xtitle(" A motor fordulatszáma  (ford/perc)","t (s) "," n motor ")
subplot(2,1,2)
plot2d(t,x*1000,5)
```

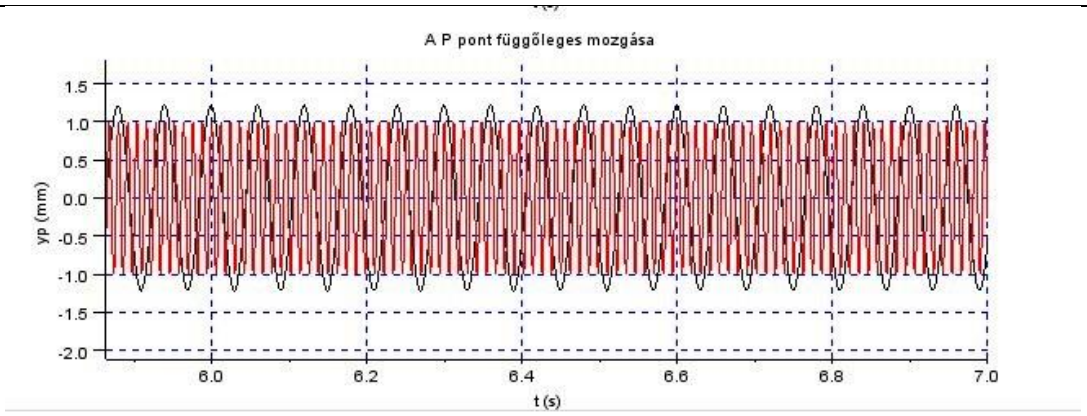
```
xtitle(" A P pont függőleges mozgása"," t (s)","yp (mm)" )
xgrid(2);
```





Állandósult rezgés vizsgálata: a t= 6. és 7.s szakasz nagyítása





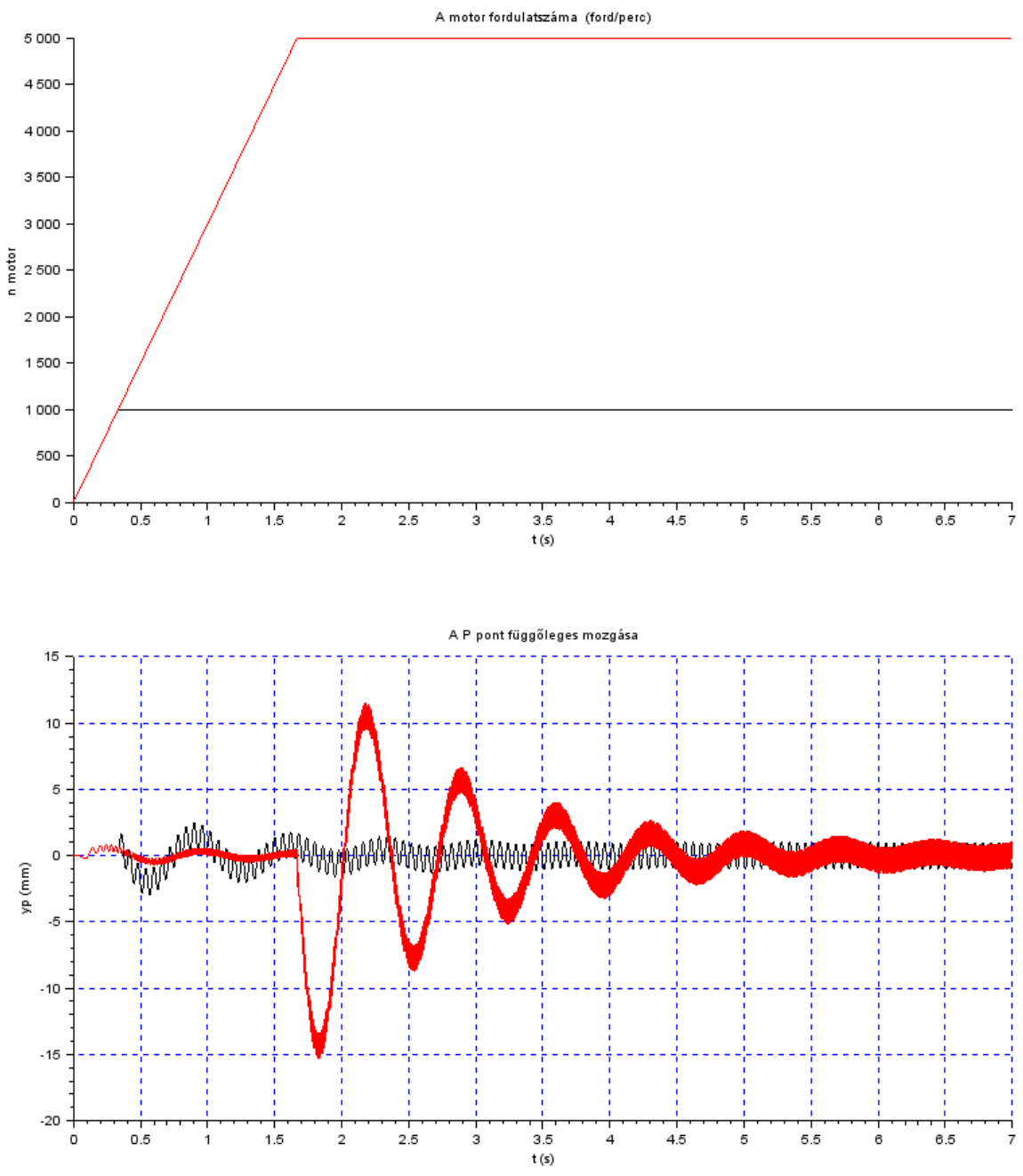
A keményebb rugó nem felel meg, mert az alapjárati fordulatszámon nagyobb a kitérés, mint az előírt (+/-) 1mm!

Grafikus felület bezárása, majd a programban a lágyabb rugóállandó beállítása: c=0.00281 m/N

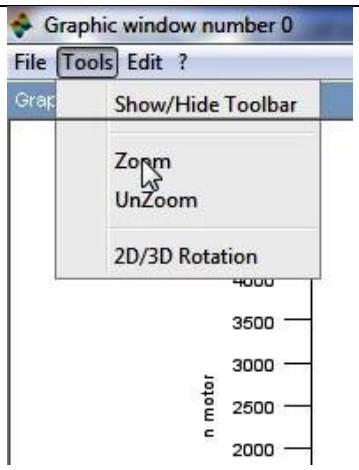
```
// EGYHENGERES MOTOR REZGÉS
clear all;
usecanvas(%T);
// GEOMETRIAI ADATOK
lc=0.35;  lf=0.19;  r=0.03;
Jaz=0.52;  // kgm^2
m_dug=0.5; // kg
Jred_motor=(Jaz+m_dug*(lf^2
Jred_dug=m_dug*(lf^2+l^2+r
// c=0.00281; // (m/N) ...
c=0.000112; // (m/N) ... ru
```

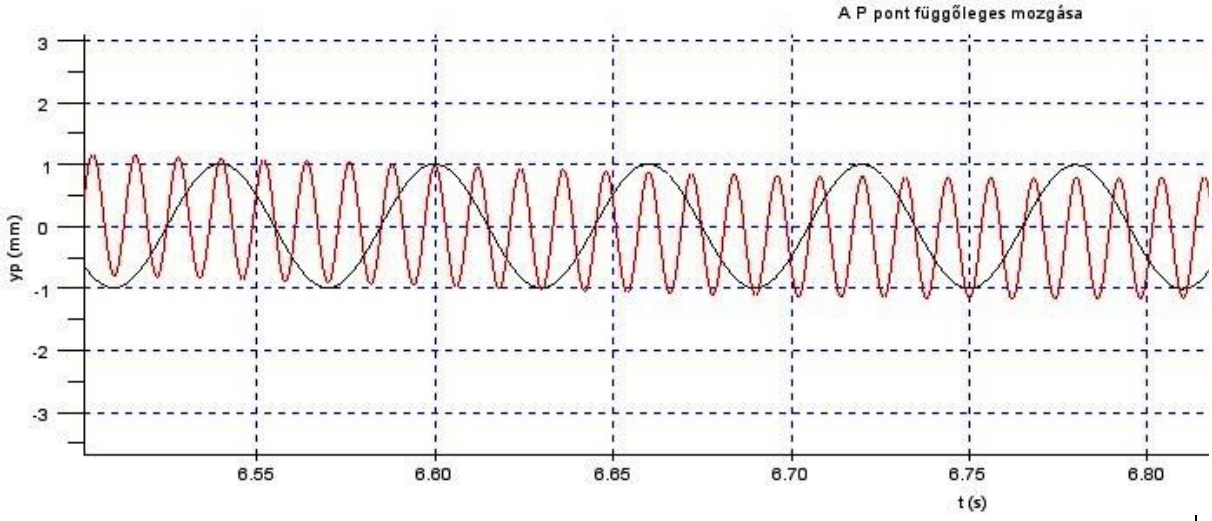
```
// EGYHENGERES MOTOR REZGÉS
clear all;
usecanvas(%T);
// GEOMETRIAI ADATOK
lc=0.35;  lf=0.19;  r=0.03;
Jaz=0.52;  // kgm^2
m_dug=0.5; // kg
Jred_motor=(Jaz+m_dug*(lf^2
Jred_dug=m_dug*(lf^2+l^2+r^
c=0.00281; // (m/N) ... rug
// c=0.000112; // (m/N) ...
```

Program futtatása: Execute >> … file with no echo (lágyabb rugó esetén)



Állandósult rezgés vizsgálata: a t= 6. és 7.s szakasz nagyítása





A lágyabb rugó a megfelelő! A P pont függőleges elmozdulása - állandósult állapotban - mind az alapjárati, mind a maximális fordulatszám esetén belül marad az előírt (+/-) 1 mm-es elmozdulási sávban !