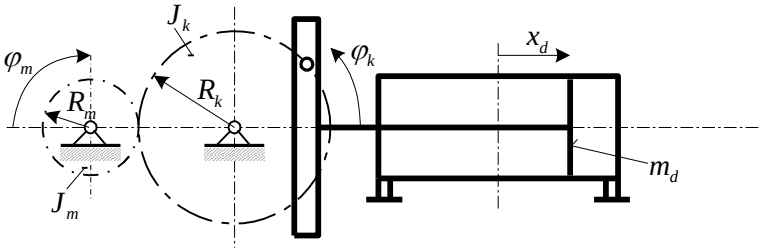
GÉPEK DINAMIKÁJA 13.gyak.hét – 1. Feladat

(kidolgozta: Dr. Nagy Zoltán egyetemi adjunktus)

KULISSZÁS MECHANIZMUS VIZSGÁLATA



KULISSZÁS MECHANIZMUS VÁZLATA

Adott egy kulisszás mechanizmus fogaskerekeinek R_m, R_k geometriája, valamint az m_d, J_m, J_k a dugattyú tömege és a kerekek tehetetlenségi nyomatékai, illetve a dugattyúra ható állandó p_d nyomás és az A_d dugattyú felülete. A meghajtó egyenáramú motor lineáris karakterisztikája

$$M(\dot{\varphi}) = M_{max}\left(1 - \frac{\dot{\varphi}_m}{\dot{\varphi}_{max}}\right).$$

A kulisszás mechanizmus fogaskerekeinek sugarai $R_m = 80\ mm,\ R_k = 160\ mm$.

A tömeg és tehetetlenségi nyomatékok: $m_d = 4{,}5\ kg,\ J_m = 0{,}5\ kgm^2,\ J_k = 2\ kgm^2$.

A dugattyú felülete és a nyomás: $A_d = 1000\ mm^2$, $p_d = 5\ bar$.

A meghajtó egyenáramú motor adatai: $M_{max} = 50\,Nm$, $\dot{\varphi}_{max} = 60\left(\frac{rad}{s}\right)$.

_____ FELADAT _____

Ábrázolja a meghajtó motor fordulatszámát továbbá a dugattyú sebességét az idő függvényében:

$$n_{mot} = n_{mot}(t) \quad (ford / perc)\ ,$$

$$\dot{x}_d = \dot{x}_d(t) \quad (m/s).$$

Az indítás pillanatában $(t = t_0 = 0\ s - ban)$ a meghajtó motor szögelfordulása és szögsebessége:

$$\varphi_{mot} = 0\ (rad)\ ,\ \dot{\varphi}_{mot} = 0\ (rad/s).$$

Ábrázolja a mozgásjellemzőket az első 10 másodpercben!

A megoldás során az idő lépésköz legyen $\Delta t = 0{,}0005\ \ (s)$!

_____ MEGOLDÁS _____

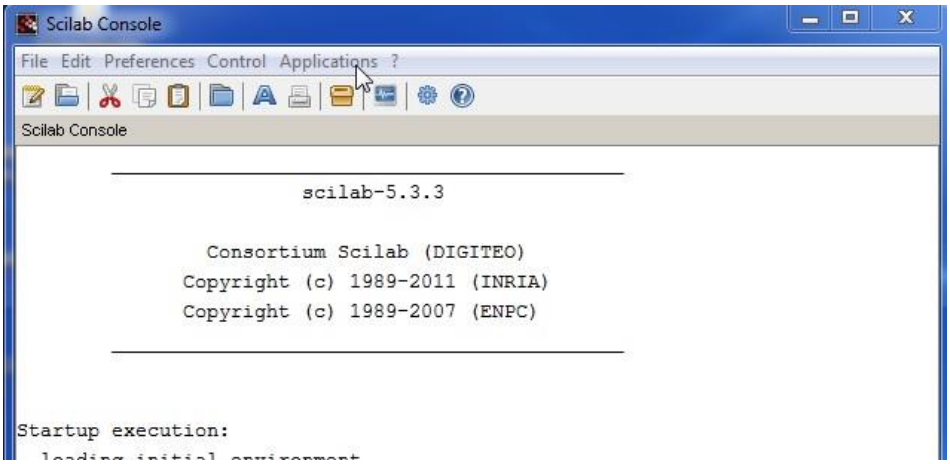
A meghajtó motor szöggyorsulása:

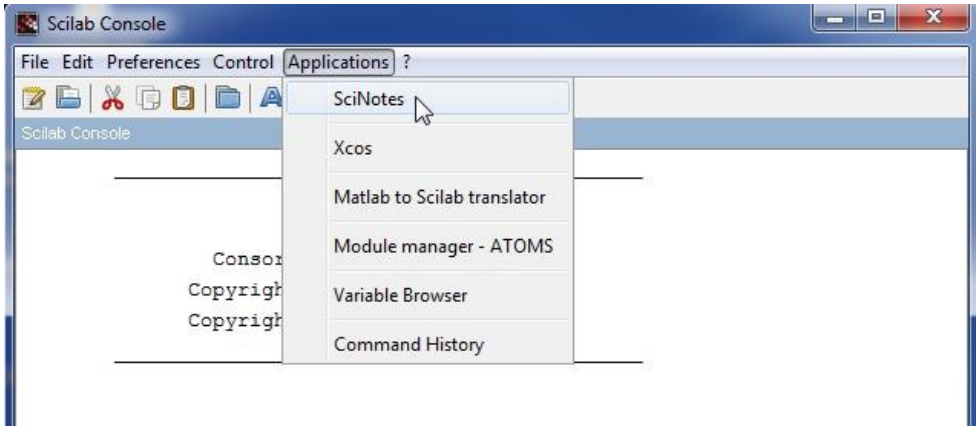
$$\ddot{\varphi}_m = \frac{1}{J(\varphi_m)}\left[-\frac{1}{2}J'(\varphi_m)\dot{\varphi}_m^2 + Q(\varphi,\dot{\varphi})\right] \quad (a\ megoldandó\ diff.egy.)$$

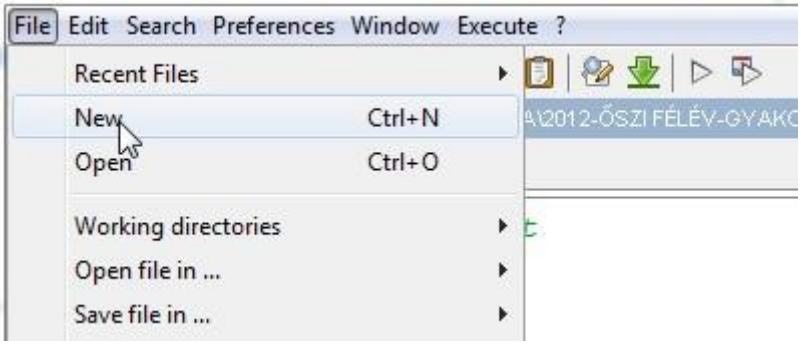
- $J(\varphi_m) = J_m + J_k\left(\frac{R_m}{R_k}\right)^2 + m_d R_m^2 \sin^2\left(\frac{R_m}{R_k}\varphi_m\right)$ *redukált tehetetlenségi nyomaték ,*
- $J'(\varphi_m) = m_d R_m^2 2\sin\left(\frac{R_m}{R_k}\varphi_m\right)\cdot\frac{R_m}{R_k}\cos\left(\frac{R_m}{R_k}\varphi_m\right) = m_d\frac{R_m^3}{R_k}\sin\left(2\frac{R_m}{R_k}\varphi_m\right)$

  a redukált tehetetlenségi nyomaték idő szerinti deriváltja , .
- $Q(\varphi_m,\dot{\varphi}_m) = \left\{M_{\max}\left(1-\frac{\dot{\varphi}_m}{\dot{\varphi}_{\max}}\right) - p_d A_d R_m\left|\sin\frac{R_m}{R_k}\varphi_m\right|\right\}$ *az általános erő (gerjesztés) .*
- $\dot{x}_d = -\dot{\varphi}_m R_k\frac{R_m}{R_k}\sin\left(\frac{R_m}{R_k}\varphi_m\right) = -\dot{\varphi}_m R_m\sin\left(\frac{R_m}{R_k}\varphi_m\right)$ *a dugattyú sebessége.*

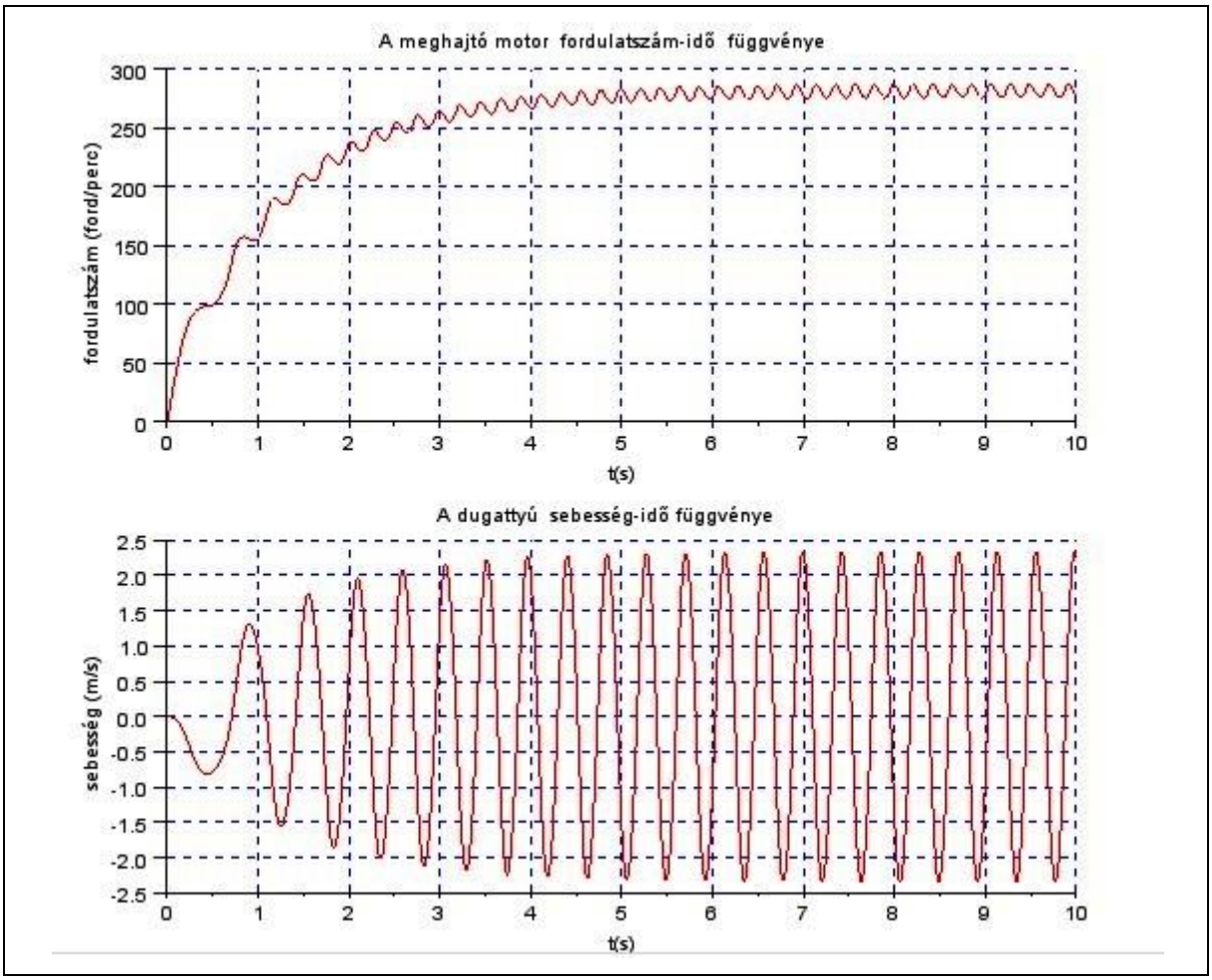
13.gyak.hét – 1. feladat (Runge-Kutta)







```
// KULISSZÁS HAJTÁS
clear;
usecanvas(%T);
function [pdot]=f(t, p)
J=Jm+Jk*(Rm/Rk)^2+md*(Rm^2)*sin(p(1)*Rm/Rk)*sin(p(1)*Rm/Rk);
dJ=md*((Rm^3)/Rk)*sin(2*p(1)*Rm/Rk);
Q=Mmax*( 1-p(2)/OMmax )- pdug*Adug*Rm*abs(sin(p(1)*Rm/Rk));
        ///////
pdot(1)=p(2);       // sebesség, ezt mindig így, ilyen formában kell megadni !!
pdot(2)=(-0.5*dJ*p(2)^2+Q)/J;        // a fgv. gyorsulásra kifejezett alakja
endfunction
        // bemenő adatok
        // geometria
Rm=0.08;  Rk=0.16;          // (m)
        // tömeg és tehetetlenségi nyomatékok
md=4.5;  // (kg) a dugattyú tömege
Jm=0.5;  Jk=2;      // (kgm^2) a motor és a kerék tehetetlenségi nyomatékai
        // dugattyu
Adug=1000;          // (mm^2)
pdug=0.5;           // (N/mm^2) = 5 bar
        // Az egyenáramú meghajtó motor  adatai
Mmax=50;            // (Nm) maximális nyomaték
OMmax=60;           // (rad/s)  maximális szögsebesség
        //  Diff. egyenlet kezdeti feltételeinek megadása az előírások alapján
t0=0;       // kezdeti időpont zérus
dt=0.0005;          // lépésköz (s)
tmax=10.0;          // vizsgálat teljes hossza (s)
p0(1)=0;            // kezdeti szögelfordulás (rad)
p0(2)=0;            // kezdeti szögsebesség (rad/s).
        // Megoldás időintervalluma
t=t0:dt:tmax;       // 10 másodperc, 0,0005 -es lépésközzel végrehajtva
        // Runge-Kutta módszer aktivizálása
p=ode("rk",p0,t0,t,f);
        ////////////////////////////////////////////////////
vdug=-p(2,:).*sin((Rm/Rk)*p(1,:))*Rm;        // a dugattyú sebessége (m/s)
        // EREDMÉNYEK RAJZOLÁSA
subplot(2,1,1)
plot2d(t,p(2,:)*(60/(2*%pi)),5);
xtitle(" A meghajtó motor  fordulatszám-idő  függvénye","t(s)"," fordulatszám
(ford/perc)");
xgrid(2);
subplot(2,1,2)
plot2d(t,vdug(1,:),5);
xtitle("A dugattyú  sebesség-idő függvénye","t(s)","sebesség (m/s)");
xgrid(2);
```


A meghajtó motor fordulatszám-idő függvénye
fordulatszám (ford/perc)
300
250
200
150
100
50
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
t(s)
A dugattyú sebesség-idő függvénye
sebesség (m/s)
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
-1.5
-2.0
-2.5
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
t(s)