

---

## Table of Contents

Harj. 2, teht. 15 Doku .....	1
Ratkaistaan ode45-ratkaisijalla. ....	1
Ratkaisufunktioiden piirto: .....	1
Faasipiirros eli k"ayr"a (x(t),y(t),z(t)) .....	2
Tutkitaan alkuarvojen pienen muutoksen vaikutusta ratkaisuihin. ....	3
Verrataan pienen muutoksen vaikutusta ratkaisuun. ....	3
Yllä lasketun erotusfunktion kuva: .....	4
Piirret"a"an kuvat viimeksi saaduilla arvoilla (k=2). ....	5
Mathworks "viimeisen paalle"-animaatio komennolla lorenz .....	7
Lue tarkemmin aiheesta: .....	7

## Harj. 2, teht. 15 Doku

Kirjoitetaan differentiaaliyht.systeemin koodi tiedostoon diffsys.m

```
%{  
function dy = diffsys( t,x )  
dy=[ -10*x(1)+28*x(2); ...  
      10*x(1)-x(2)-x(1)*x(3); ...  
      -8/3*x(3)+x(1)*x(2) ...  
    ];  
%}  
% Huomaa, ett"a muuttuja t tarvitaan, vaikka sit"a ei tassa (autonomisen  
% systeemin tapauksessa k"a"aytet"a mihink"a"an. (Kutsusyntaksin oltava sama,  
% jotta kutsuva ode-rutiini voi toimia kaikenlaisille yht.systeemeille.)
```

## Ratkaistaan ode45-ratkaisijalla.

Alkuarvot:

```
xyz0=[-10; -4; 12];  
[T,XYZ]=ode45(@diffsys,0:.01:40,xyz0);  
%  
% Kun kutsussa annetaan T-valin sijasta T-vektori, niin tulokset  
% palautetaan juuri annetun T-vektorin pisteissa. ode45 palauttaa  
% T-vektorin sellaisenaan ja XYZ on 3-sarakkeinen matriisi, jonka kukin  
% sarake ilmaisee ao. ratkaisufunktion (approksimaation) ko. T-pisteessa.
```

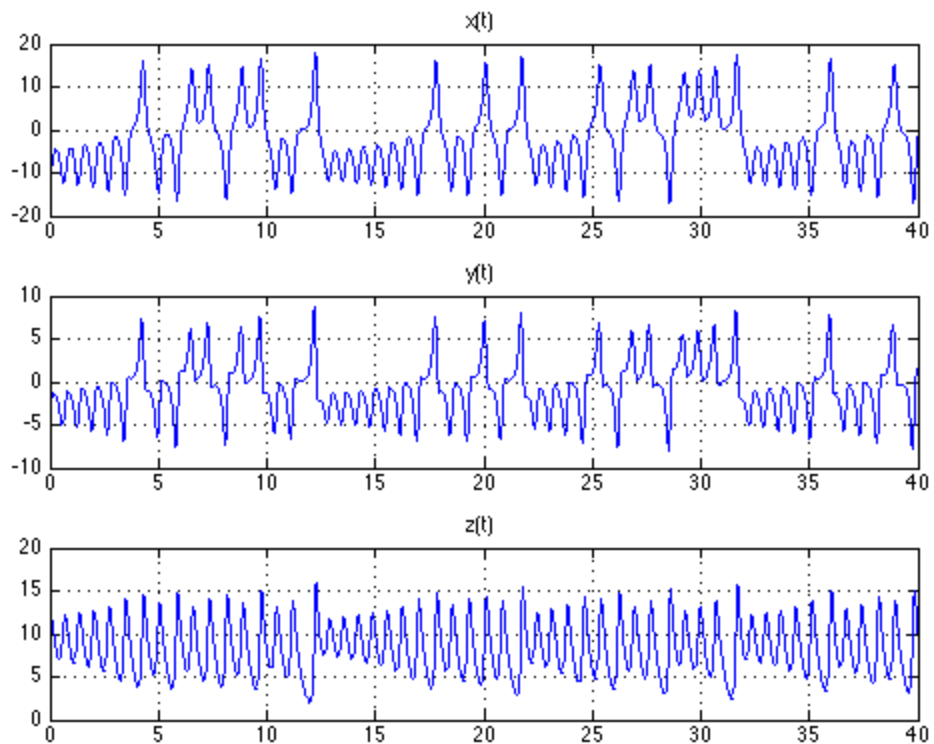
## Ratkaisufunktioiden piirto:

Ratkaisufunktiot ajan funktiona.

```
% Jaetaan grafiikkaruutu osiin subplot:lla.  
subplot(3,1,1)  
plot(T,XYZ(:,1))  
title('x(t)')
```

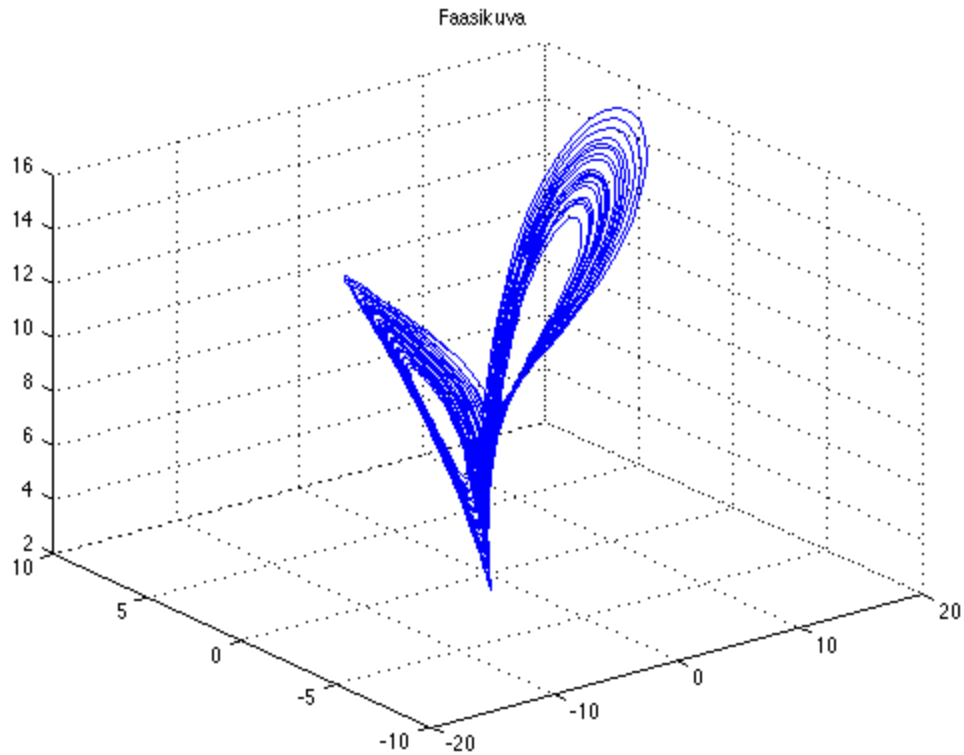
---

```
grid on
subplot(3,1,2)
plot(T,XYZ(:,2))
title('y(t)')
grid on
subplot(3,1,3)
plot(T,XYZ(:,3))
title('z(t)')
grid on
shg
```



## Faasipiirros eli k"ayr"a (x(t),y(t),z(t))

```
figure
plot3(XYZ(:,1),XYZ(:,2),XYZ(:,3))
title('Faasikuva')
grid on
```



## Tutkitaan alkuarvojen pienen muutoksen vaikutusta ratkaisuihin.

Muutellaan alkuarvoja lis"am"all"a 0.1 alkup. vektoriin kullakin kierroksella.  
 Kolmen sarakkeen tulosvektorit on k"atev"a"a tallettaa solutaulukkoon ("cell array"). Se voidaan ajatella indeksoiduksi muuttujaksi, jota indeksoidaan aaltosuluissa olevalla indeksillä.

```
N=2;

for k=0:N
    xyzAA=(1+k*0.1)*xyz0;
    [T,XYZ]=ode45(@diffsyst,0:.01:40,xyzAA);
    XYZM{k+1}=XYZ;
end
```

## Verrataan pienen muutoksen vaikutusta ratkaisuun.

```
maxarvo=max(abs(XYZM{1}(:,1))) % k=0, x(t)
erotuksenmax=max(abs(XYZM{1}(:,1)-XYZM{2}(:,1))) % max |x(t)(k=0) - x(t)(k=1)|
```

---

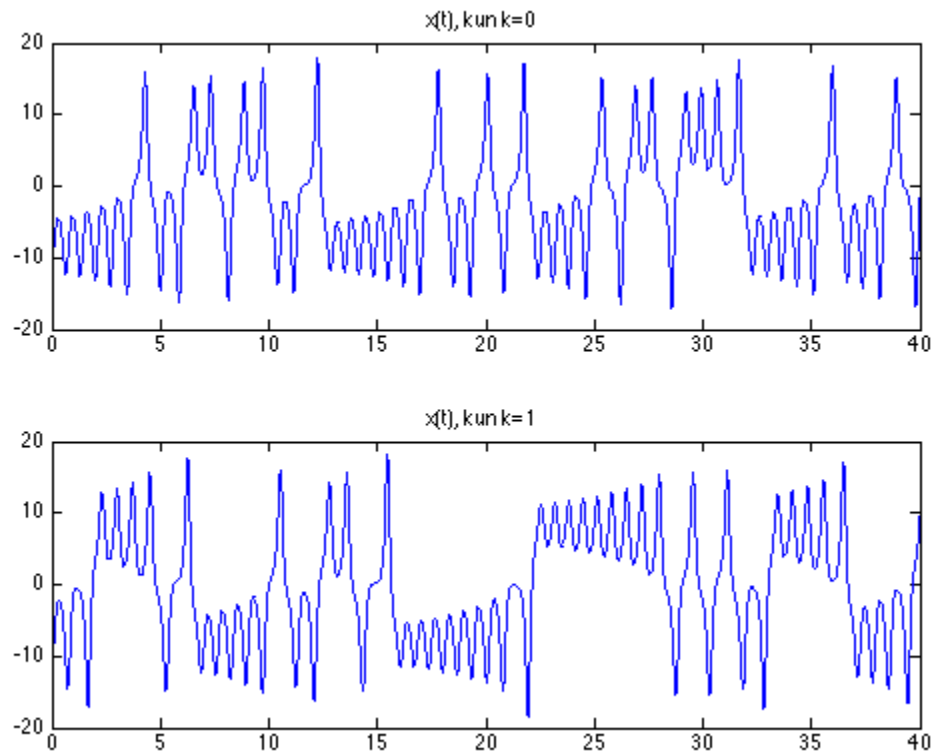
```
subplot(2,1,1)
plot(T,XYZM{1}{(:,1)})
title('x(t), kun k=0')
subplot(2,1,2)
plot(T,XYZM{2}{(:,1)})
title('x(t), kun k=1')
shg
```

```
maxarvo =
```

```
18.0378
```

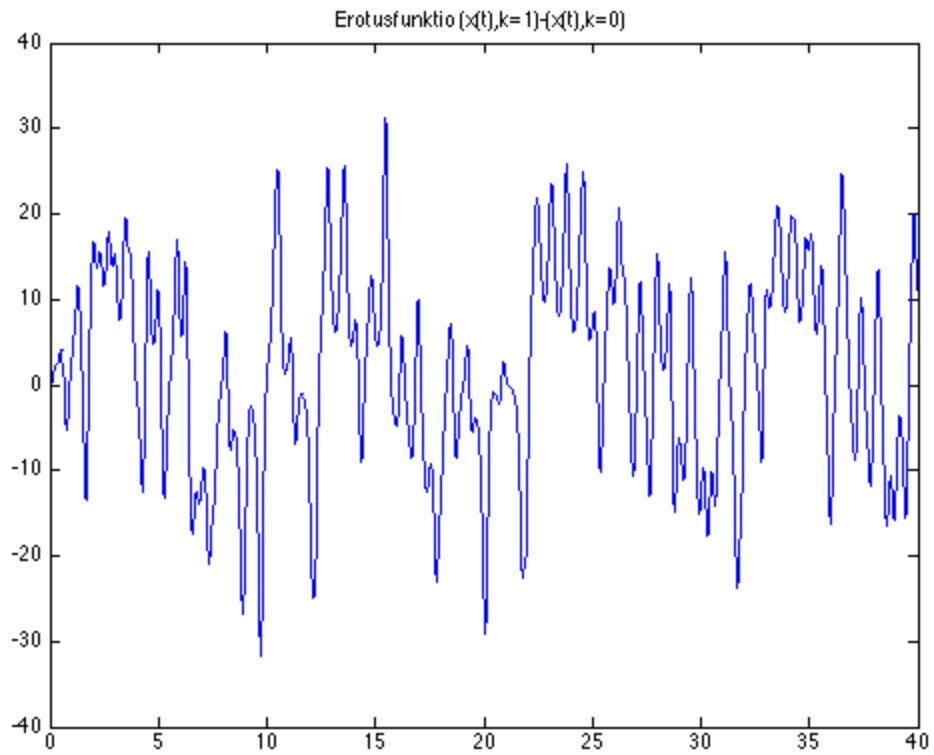
```
erotuksenmax =
```

```
31.5963
```



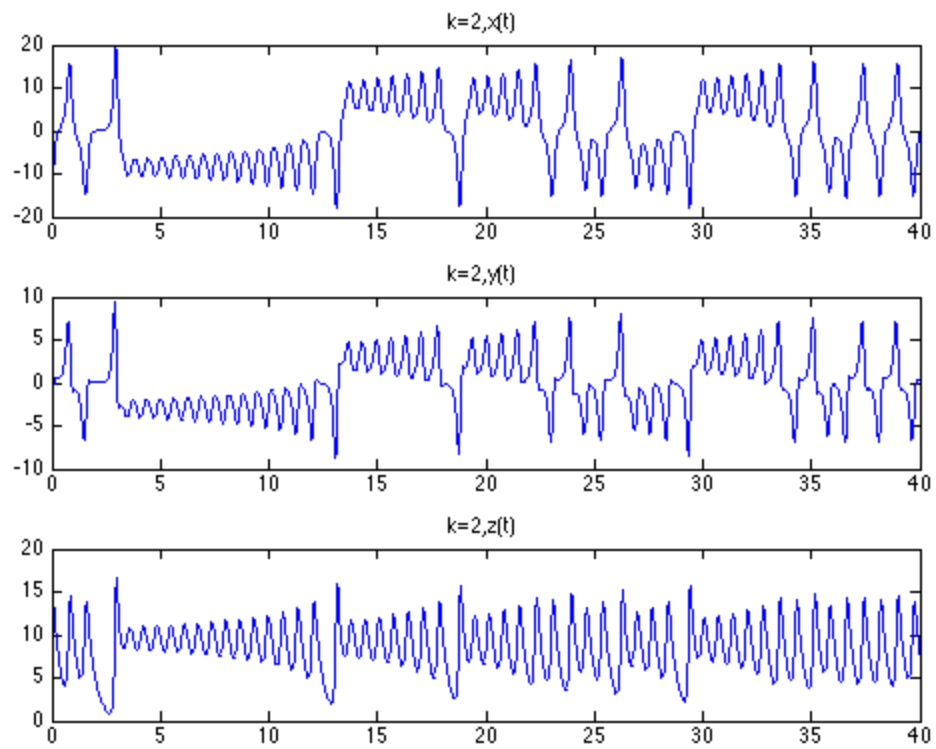
## Ylla lasketun erotusfunktion kuva:

```
figure
plot(T,XYZM{2}{(:,1)}-XYZM{1}{(:,1)})
title('Erotusfunktio (x(t),k=1)-(x(t),k=0)')
shg
```

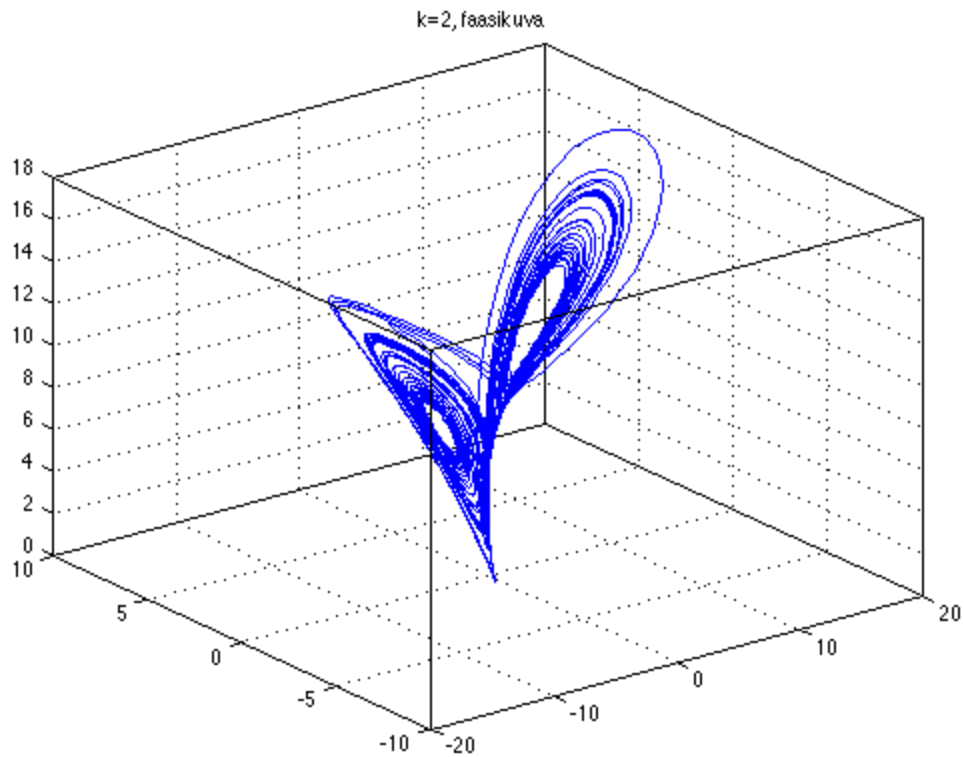


**Piirret"a"an kuvat viimeksi saaduilla arvoilla (k=2).**

```
figure
subplot(3,1,1)
plot(T,XYZ(:,1))
title('k=2,x(t)')
subplot(3,1,2)
plot(T,XYZ(:,2))
title('k=2,y(t)')
subplot(3,1,3)
plot(T,XYZ(:,3))
title('k=2,z(t)')
shg
```



```
figure  
plot3(XYZ(:,1),XYZ(:,2),XYZ(:,3))  
title('k=2, faasikuva')  
box;grid on
```



## Mathworks "viimeisen paalle"-animaatio komennolla lorenz

(Oma vaatimattomampi animaatio on suht. helppo tehd"ä, mutta antaapa nyt olla.) Kokeile, lue doc lorenz ja Molerin NCM-kirjan sivuilta 202-203 "Lorenz attractor"

### Lue tarkemmin aiheesta:

[Moler NCM 7.8. Lorenz Attractor](#)

*Published with MATLAB® 8.0*