با توجه به مقاله هدف اصلی، سنکرونسازی و اثبات سنکرونسازی دو سیستم ترکیبی که یکی در فرستنده قرار دارد و دیگری در گیرنده میباشد.

کد سیستم بر اساس دو سیستم ارباب و برده ای که هر کدام از این دو سیستم ترکیبی از سیستم فوق آشوب لو و سیستم آشوبناک یکپارچه (یونیفاید) مقاله

Secure communications based on the synchronization of the hyperchaotic Chen and the unified chaotic systems

میباشد. که سیستم ابرآشوب لو به فرم زیر میباشد

$$\begin{cases} \dot{x} = a(y-x) \\ \dot{y} = -xz + cy \\ \dot{z} = xy - bz \\ \dot{w} = z - dw \end{cases}$$

در پوشه دو ام فایل وجود دارد که یکی از آنها دو سیستم بدون کنترل و سنکرونسازی و دیگری با سنکرونسازی دو سیستم با پارامترهای ناشناخته میباشد براساس روش فیدبک غیرخطی تطبیقی ارایه شده، قانون کنترل و قانون به روز رسانی پارامترها در کد ارائه شده لحاظ شده است. چنانچه دیده میشود خطای سنکرون سازی در کمتر از 2 ثانیه به صفر می رسد و تخمین پارامترهای نادانسته نیز به مقادیر واقعی همگرا می شوند.

براساس روش فیدبک غیرخطی تطبیقی ارایه شده، قانون کنترل و قانون به روز رسانی پارامترها به صورت زیر انتخاب شدند:

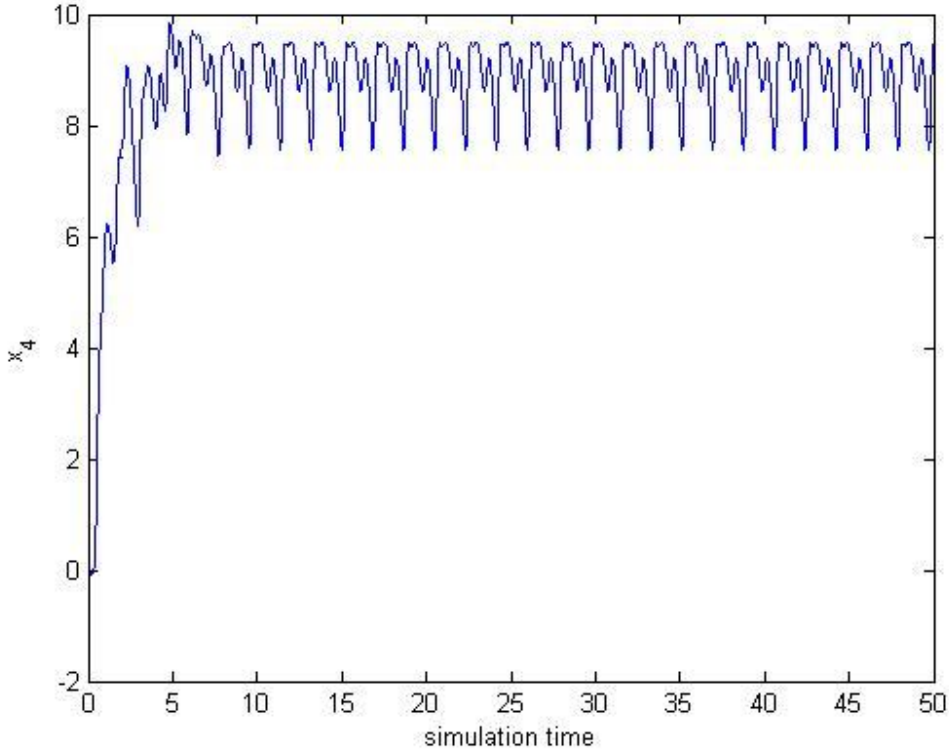
$$\begin{cases} u_1 = -\hat{a}_s(x_2^s - x_1^s) + a_m(x_2^m - x_1^m) - k_1 e_1 \\ u_2 = x_1^s x_3^s - \hat{c}_s x_2^s - x_1^m x_3^m + c_m(x_2^m) - e_4 - k_2 e_2 \\ u_3 = -x_1^s x_2^s + \hat{b}_s x_3^s + x_1^m x_2^m - b_m(x_3^m) - k_3 e_3 \\ u_4 = \hat{d}_s x_4^s - d_m x_4^m - e_3 - k_4 e_4 \end{cases}$$

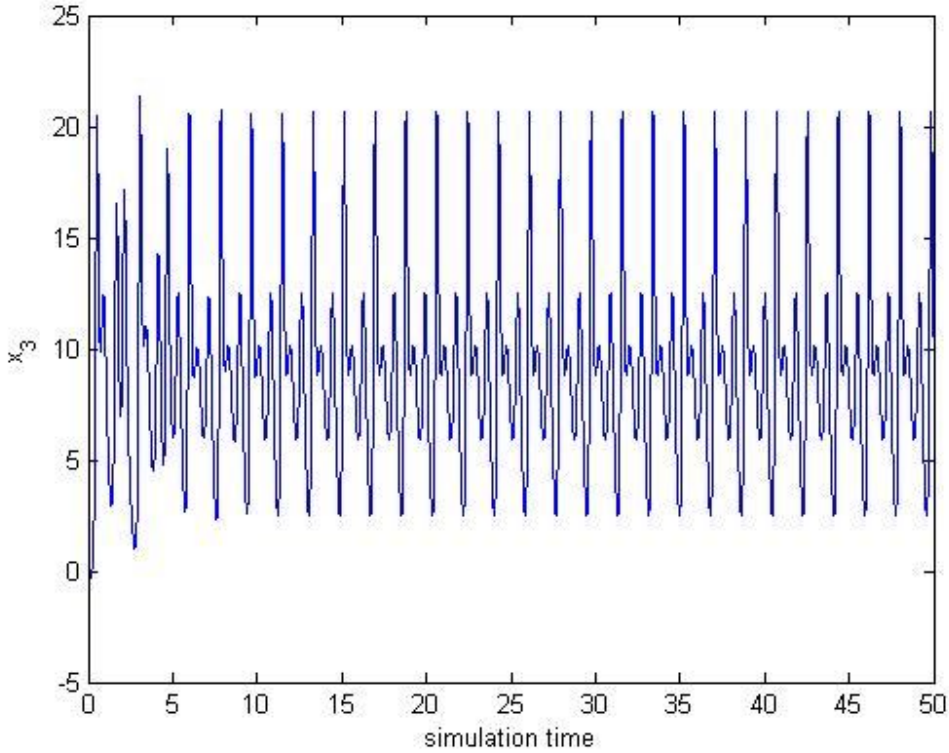
که پارامترها بصورت زیر آپدیت میشوند:

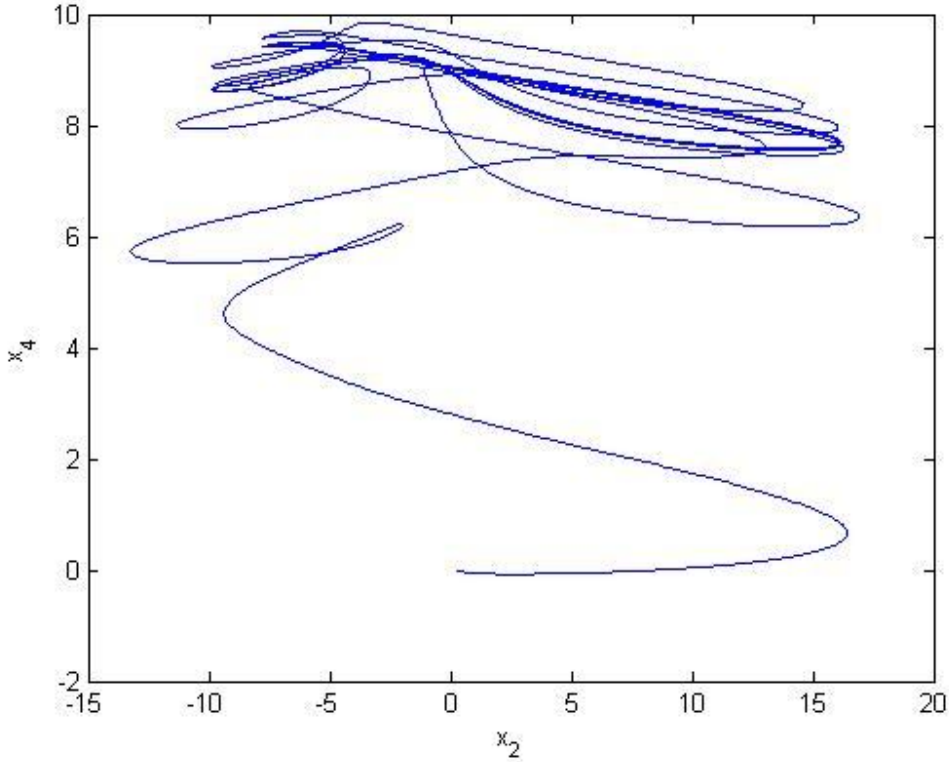
$$\begin{cases} \dot{\hat{a}}_s = -\alpha_1 (x_2^s - x_1^s) e_1 \\ \dot{\hat{b}}_s = \alpha_2 x_2^s e_2 \\ \dot{\hat{b}}_s = -\alpha_3 x_3^s e_3 \\ \dot{\hat{d}}_s = -\alpha_3 x_4^s e_4 \end{cases}$$

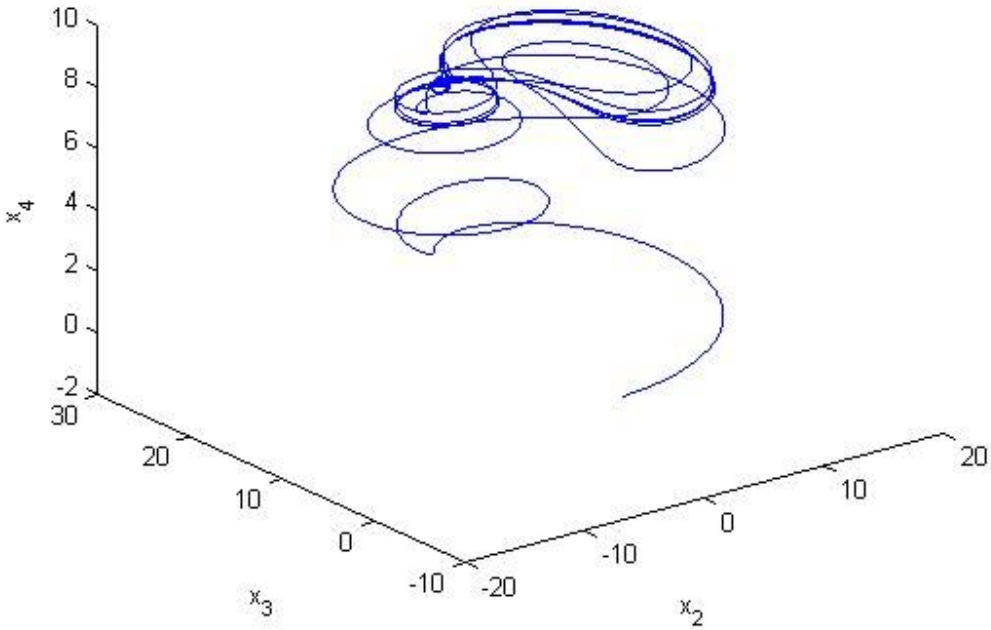
برای قویتر شدن کار و مقاله شدن باید ابتدا بر اساس تعریف خطای سیستم ارباب و برده و براساس این مدل جدید تابع لیاپانف مناسب تعریف و همگرایی و سنکرون شدن اثبات گردد.

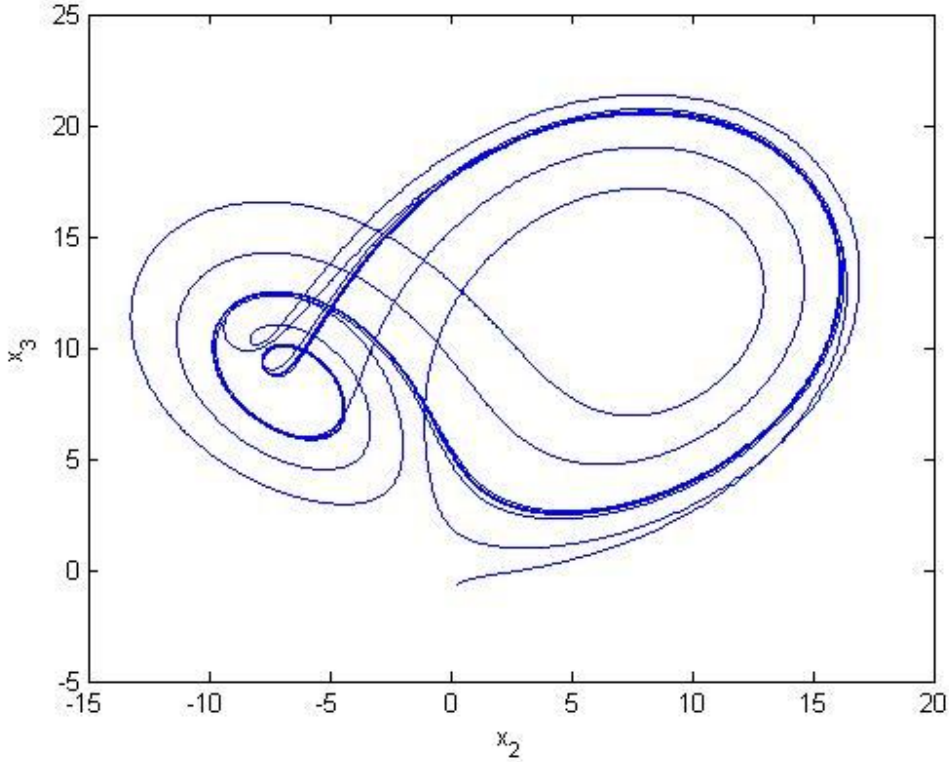
نتایج خروجی lu بدون u

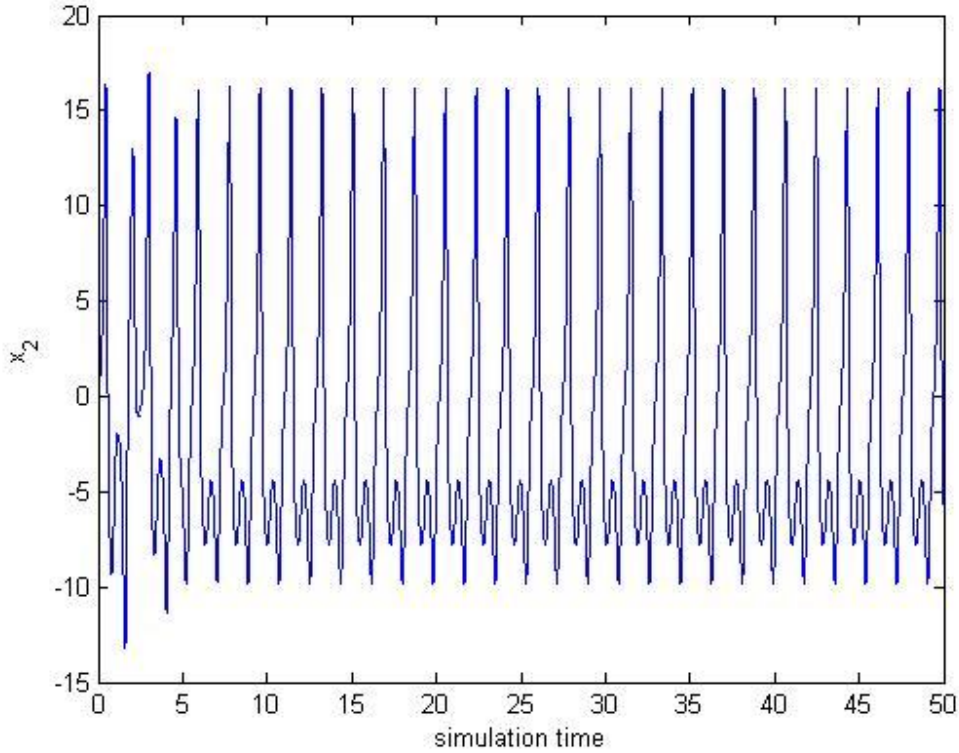

10
8
6
4
2
0
-2
x_4
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
simulation time

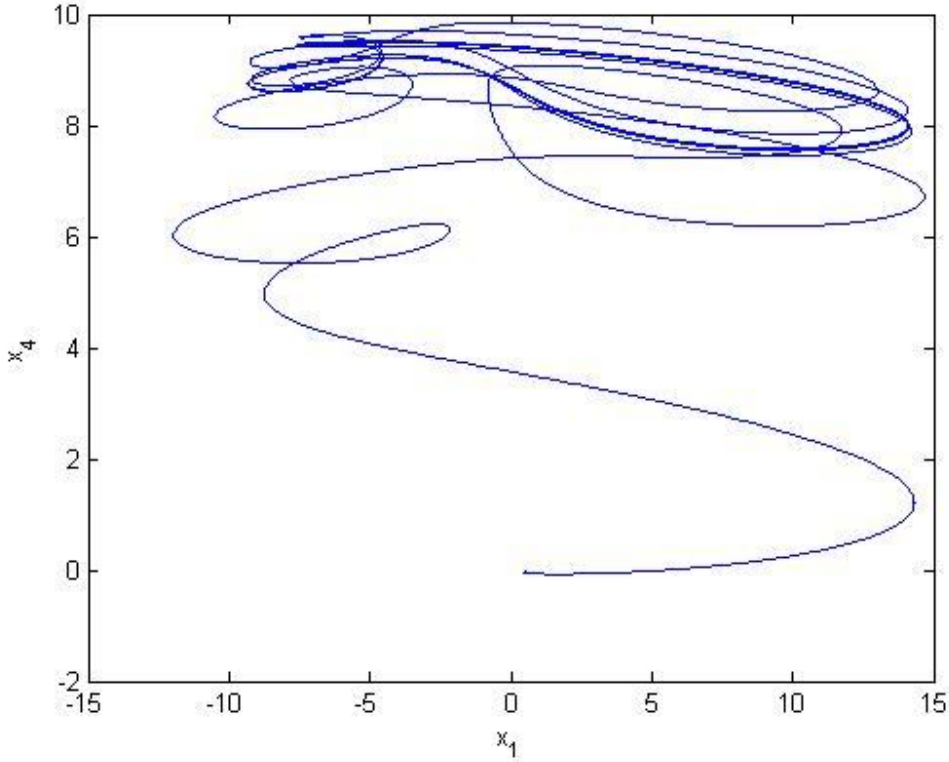

25
20
15
10
5
0
-5
x_3
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
simulation time

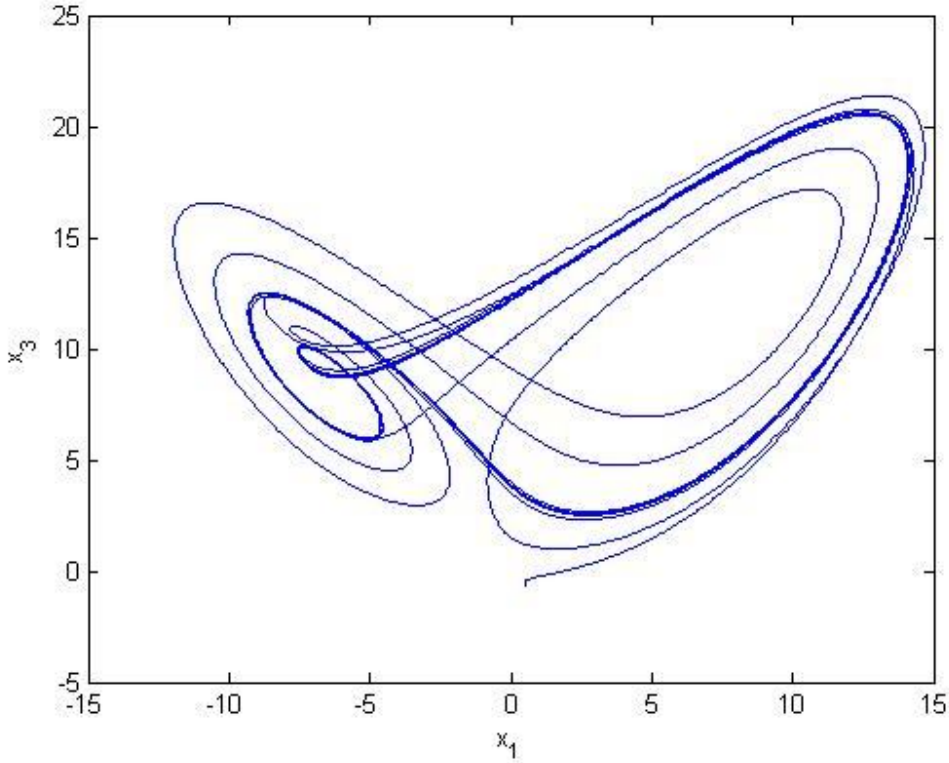

10
8
6
4
2
0
-2
-15
-10
-5
0
5
10
15
20
x_4
x_2

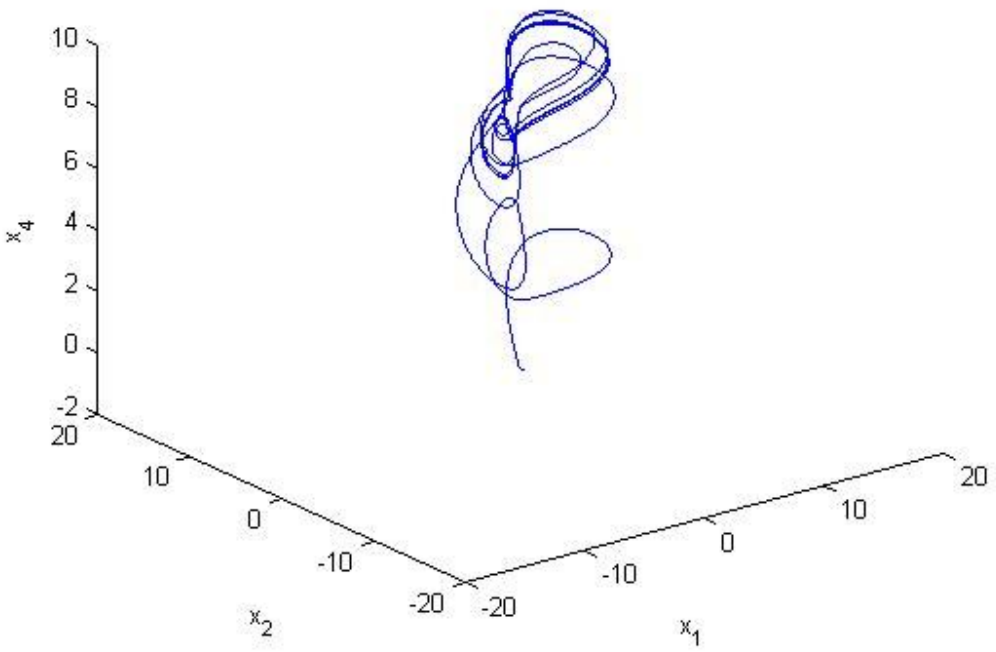

10
8
6
4
2
0
-2
30
20
10
0
-10
-20
-10
0
10
20
x_4
x_3
x_2

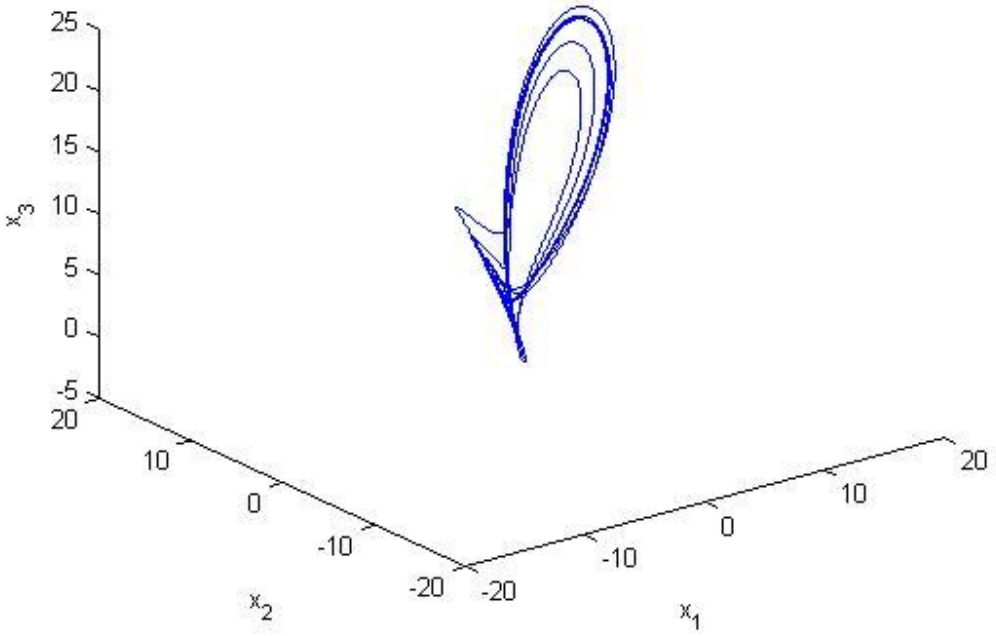

25
20
15
10
5
0
-5
-15
-10
-5
0
5
10
15
20
x_3
x_2

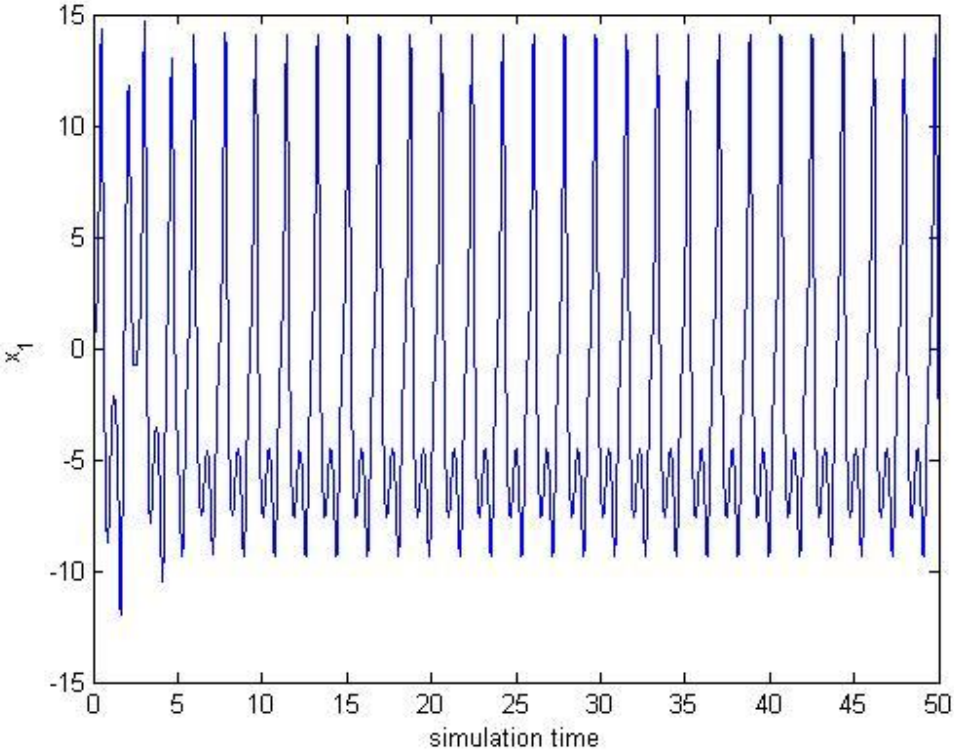

20
15
10
5
0
-5
-10
-15
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
x_2
simulation time


10
8
6
4
2
0
-2
-15
-10
-5
0
5
10
15
x_4
x_1

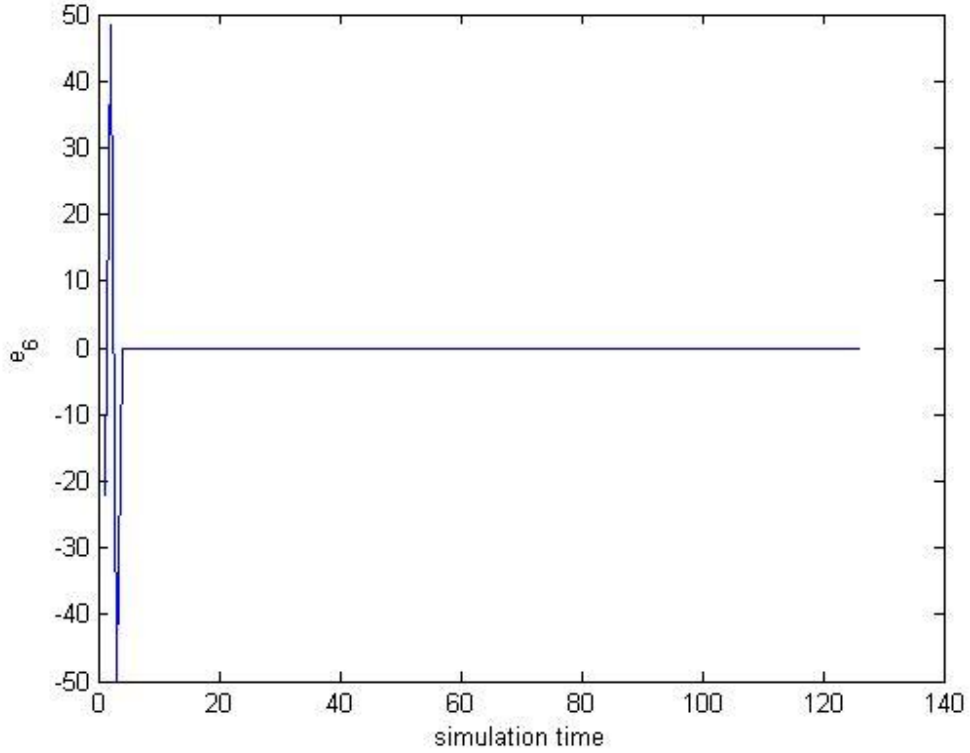

25
20
15
10
5
0
-5
-15
-10
-5
0
5
10
15
x_3
x_1

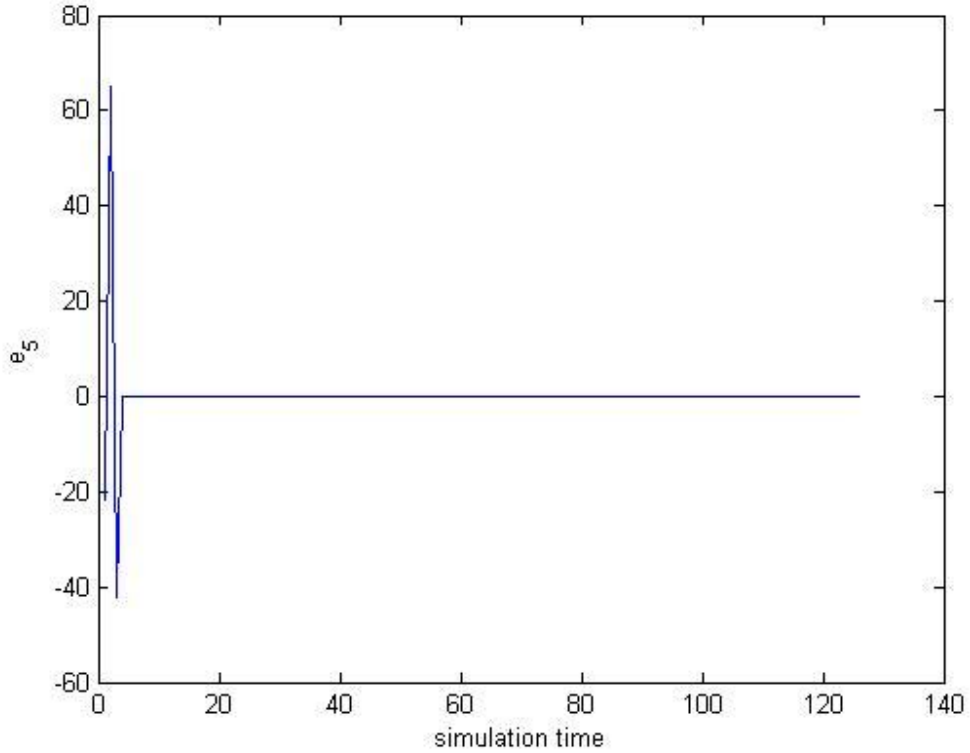

10
8
6
4
2
0
-2
x_4
20
10
0
-10
-20
x_2
-20
-10
0
10
20
x_1

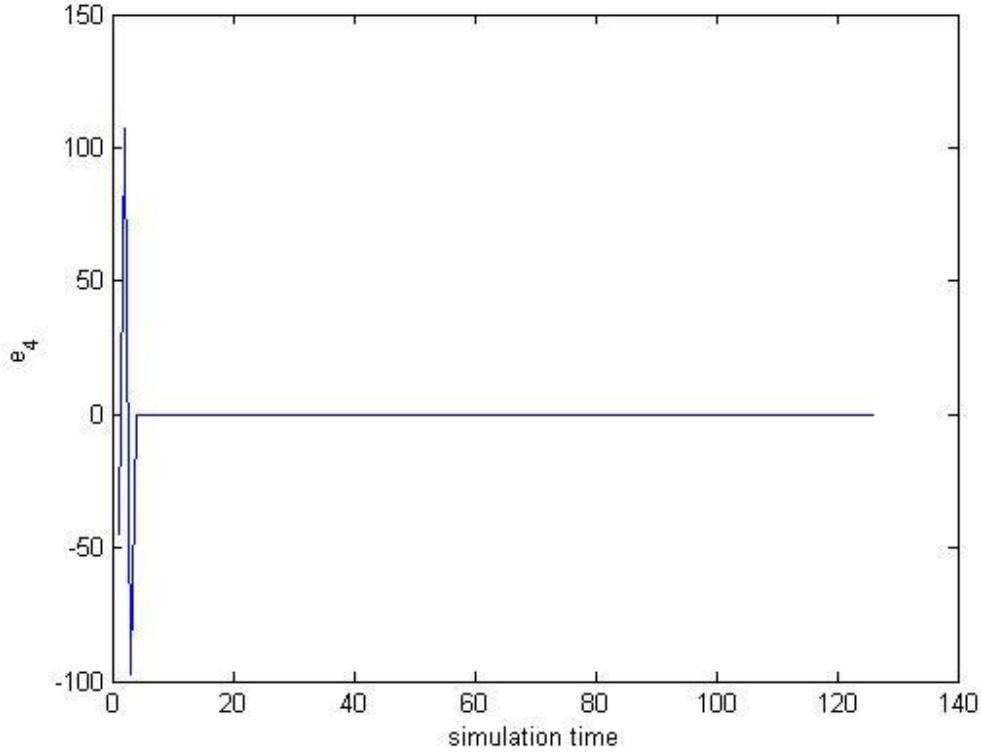

25
20
15
10
5
0
-5
x_3
20
10
0
-10
-20
x_2
-20
-10
0
10
20
x_1

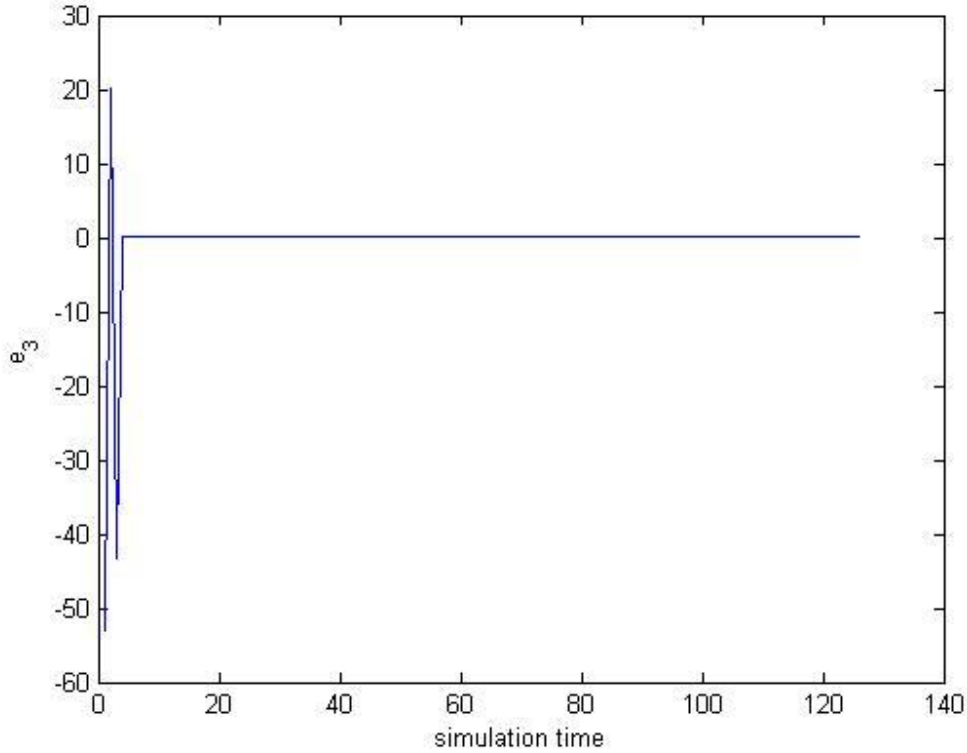

15
10
5
0
-5
-10
-15
x1
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
simulation time

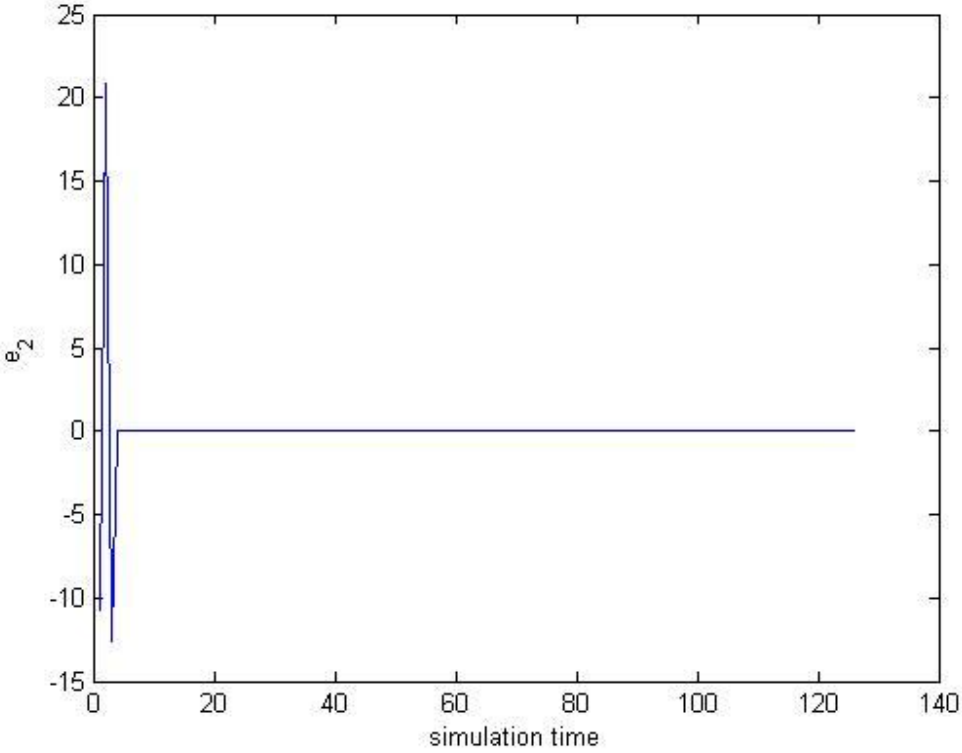
نتایج خروجی Lu با کنترل وفقی لغزنده

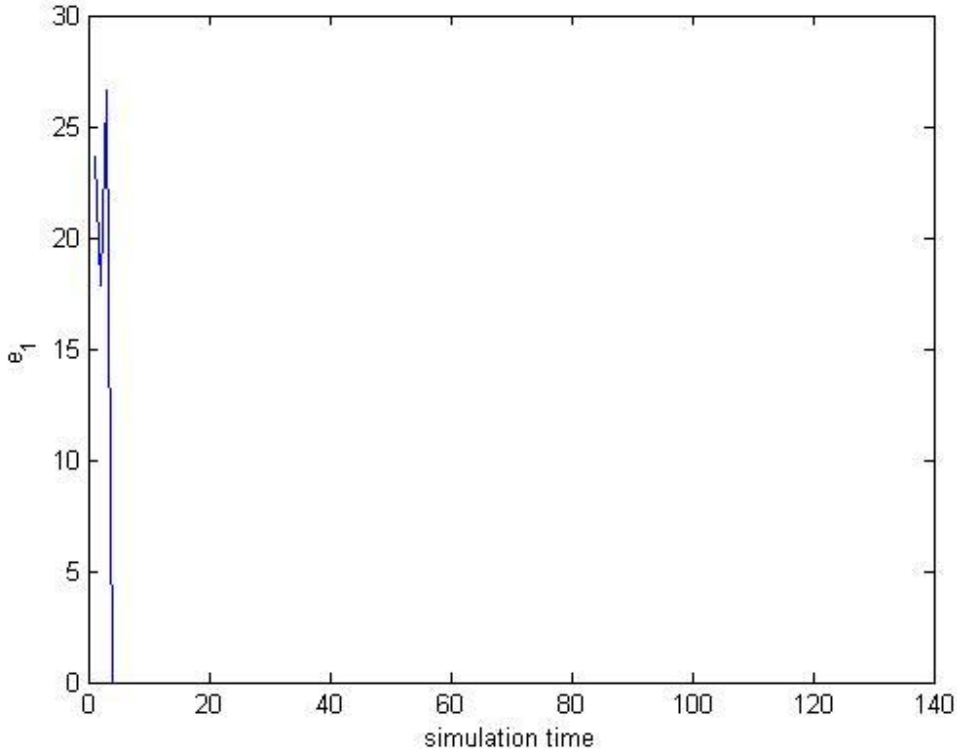

50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
e_6
0
20
40
60
80
100
120
140
simulation time


80
60
40
20
0
-20
-40
-60
e_5
0
20
40
60
80
100
120
140
simulation time


150
100
50
0
-50
-100
e_4
0
20
40
60
80
100
120
140
simulation time


30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
e_3
0
20
40
60
80
100
120
140
simulation time


25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
e_2
0
20
40
60
80
100
120
140
simulation time


30
25
20
15
10
5
0
e_1
0
20
40
60
80
100
120
140
simulation time