

- **Analisi della stabilità interna di sistemi dinamici LTI**

Si analizza l'evoluzione libera del sistema, ossia l'effetto di condizioni iniziali non nulle in assenza di ingresso. Le matrici sono triangolari e quindi gli autovalori sono i coefficienti della diagonale principale.

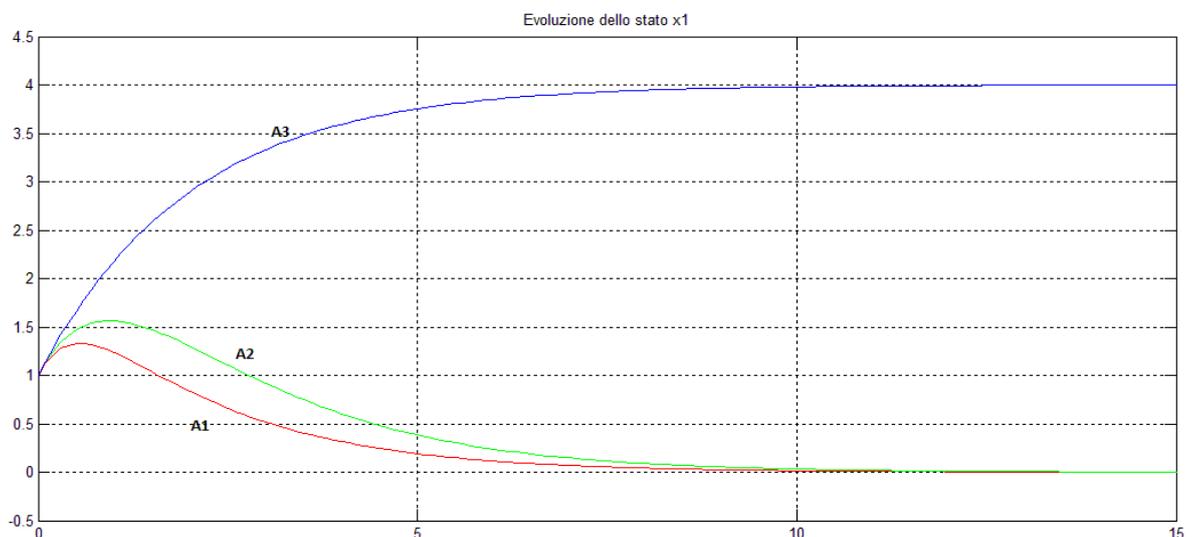
	A_1	A_2	A_3	A_4
Autovalori	-0.5 e -2	-0.5 e -1	-0.5 e 0	-0.5 e 1
Stabilità interna a tempo continuo	Asintoticamente stabile	Asintoticamente stabile	Semplicemente stabile	Instabile
Stabilità interna a tempo discreto	Instabile	Semplicemente stabile	Asintoticamente stabile	Semplicemente stabile

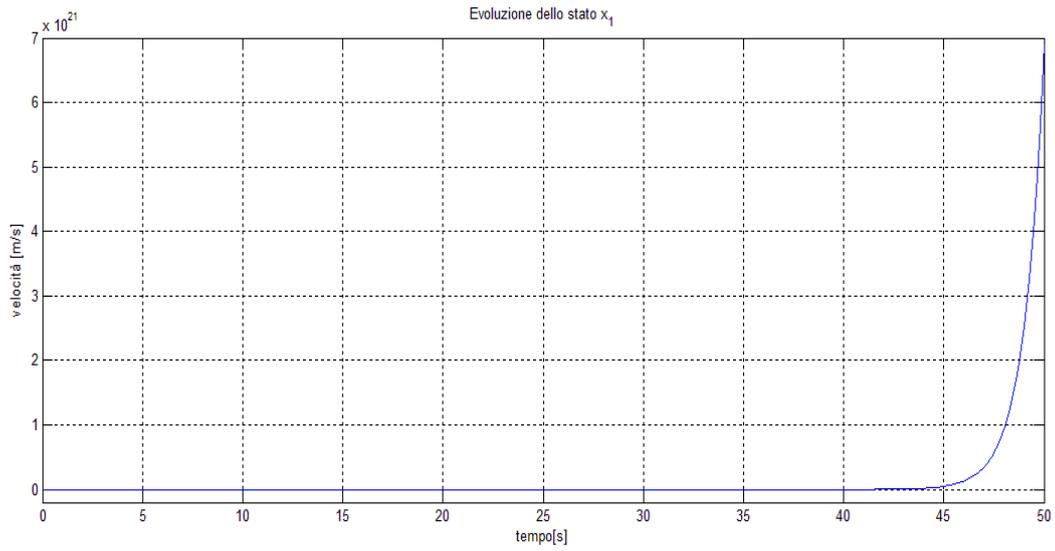
- **Tempo continuo**

Le seguenti osservazioni sono fatte per l'evoluzione degli stati x_1 e x_2 .

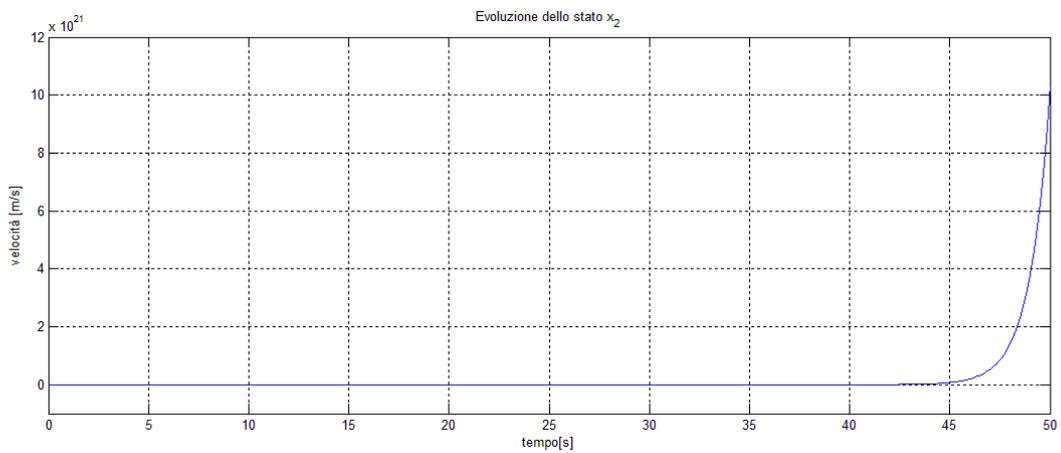
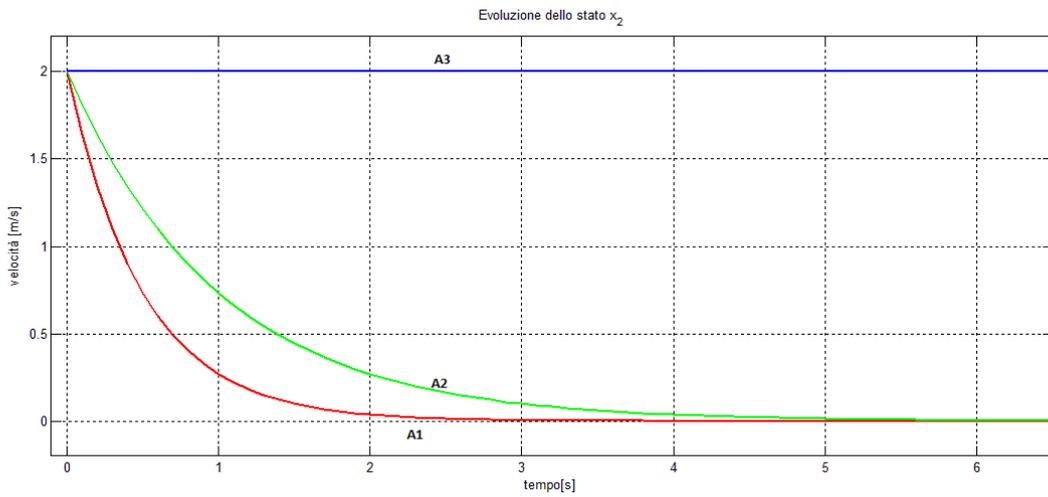
L'evoluzione degli stati dei sistemi corrispondenti alle matrici A_1 e A_2 converge asintoticamente a zero perché tutti i rispettivi autovalori sono strettamente minori di zero. La matrice A_3 ha un autovalore nullo e quindi l'evoluzione degli stati si mantiene limitata senza convergere a zero (in questo caso al valore 4). La matrice A_4 ha un autovalore positivo e quindi l'evoluzione di almeno uno degli stati diverge asintoticamente.

- **Evoluzione dello stato x_1**



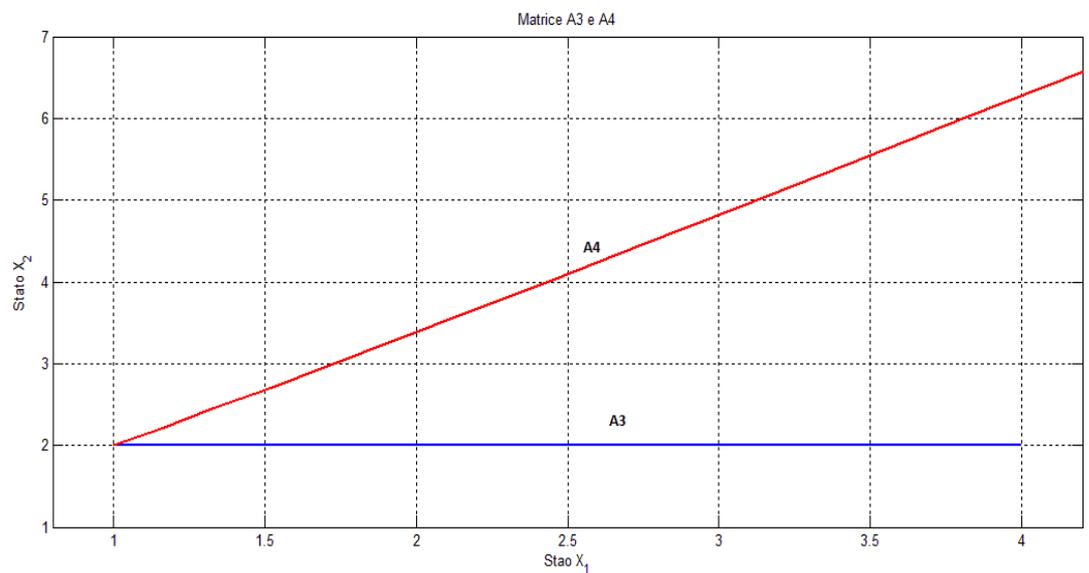
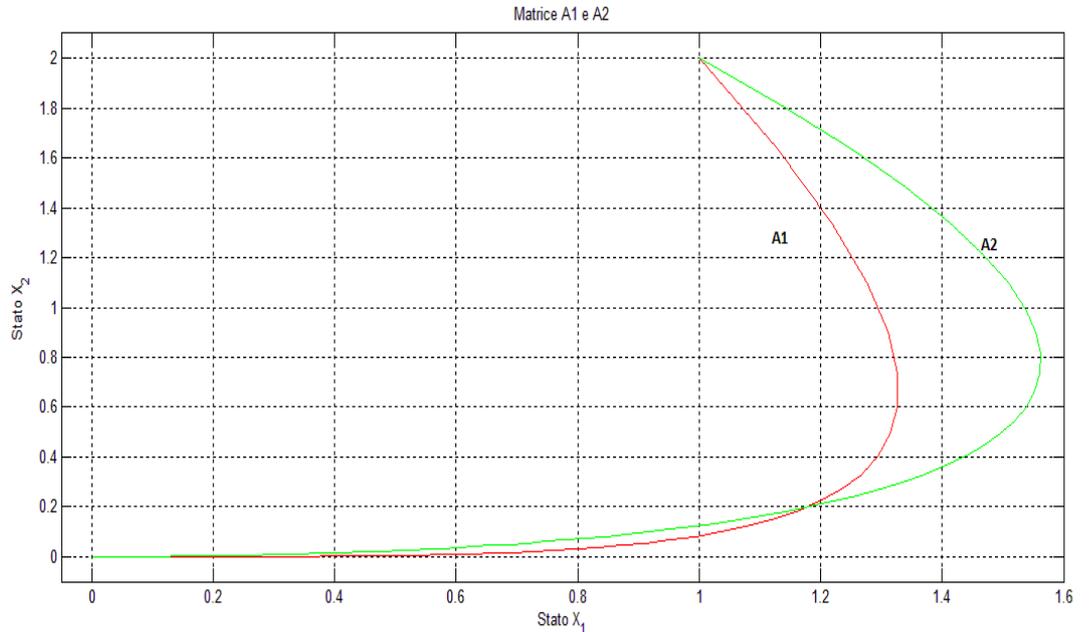


- **Evolutione dello stato x_2**



- **Proiezione sul piano degli stati X_1 e X_2 (tempo continuo)**

Dai grafici si vede che le proiezioni delle evoluzioni degli stati X_1 e X_2 sono stabili nei casi cui è soddisfatta la condizione di asintotica stabilità, ossia per i sistemi aventi come matrici di stato A_1 e A_2 .

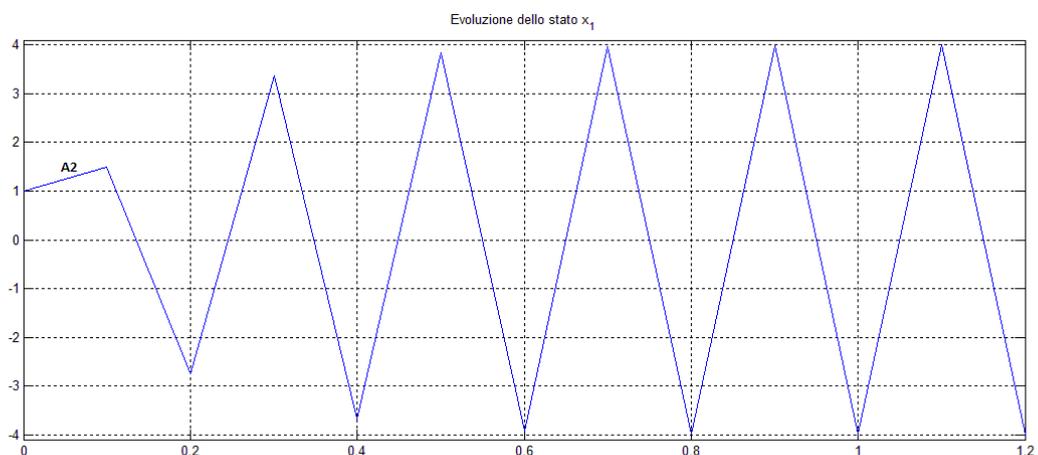
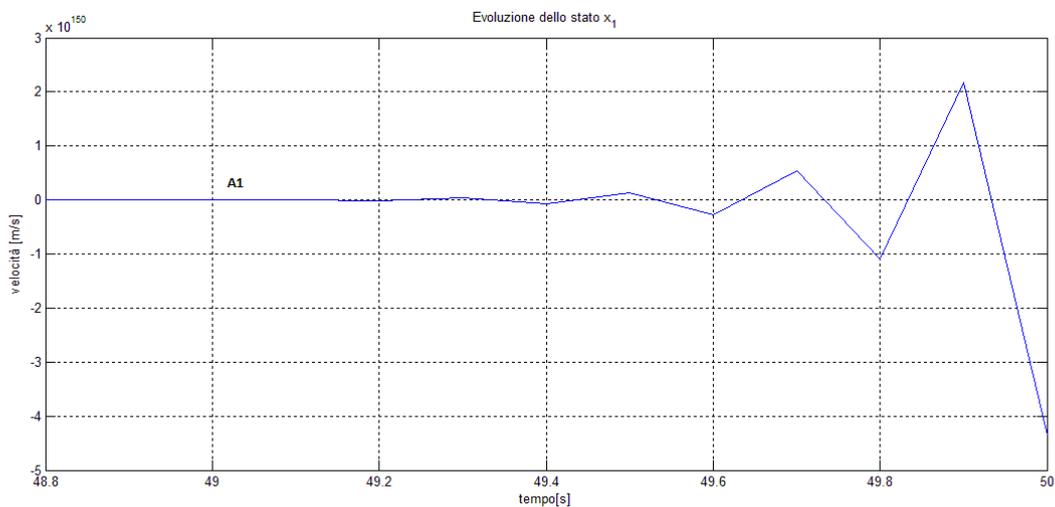


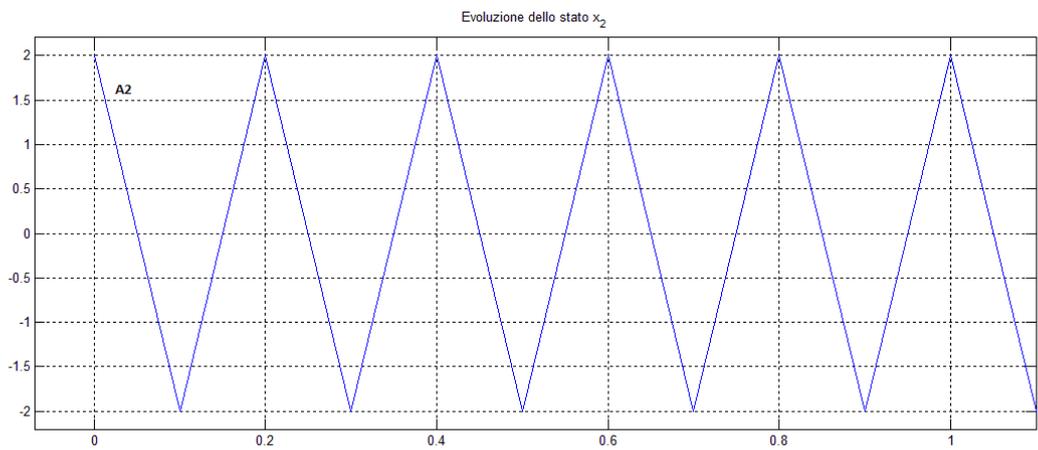
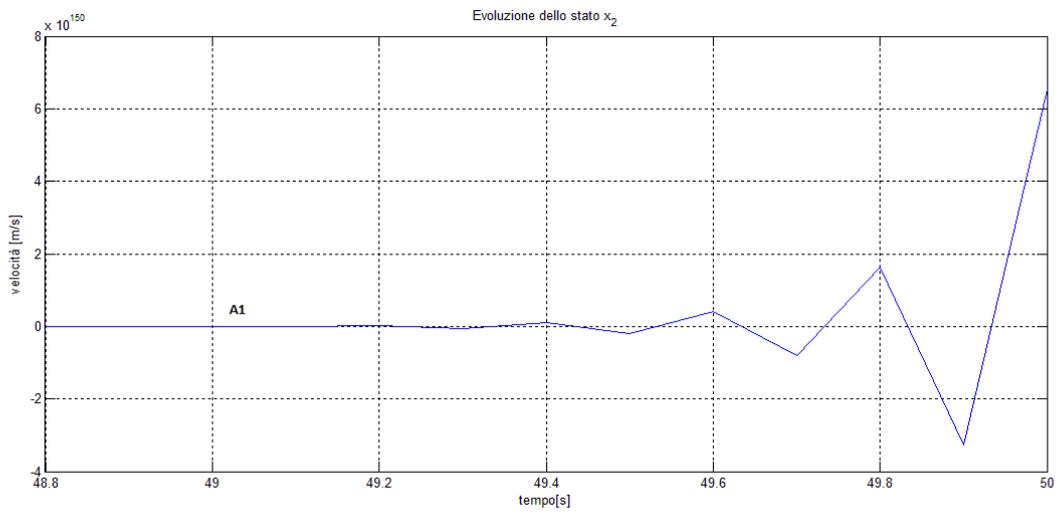
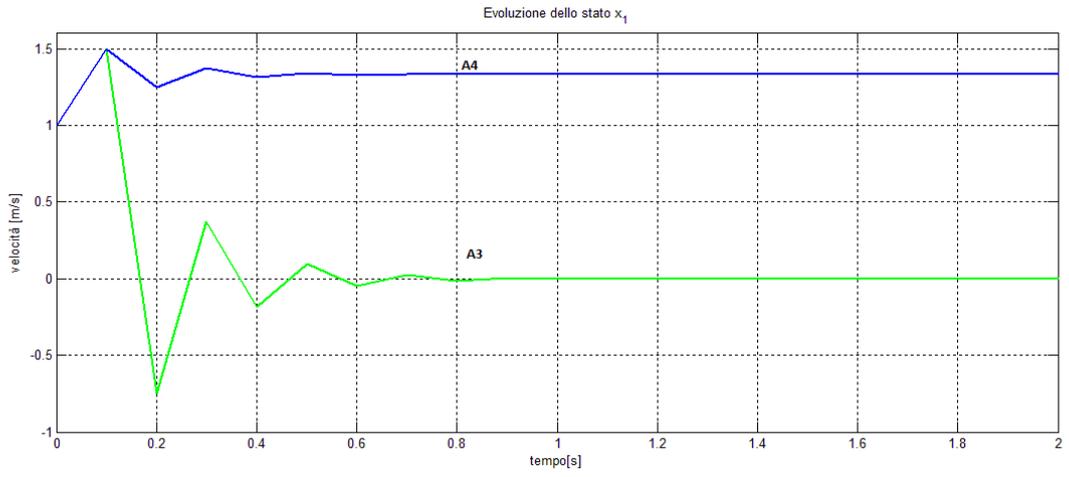
• Tempo discreto

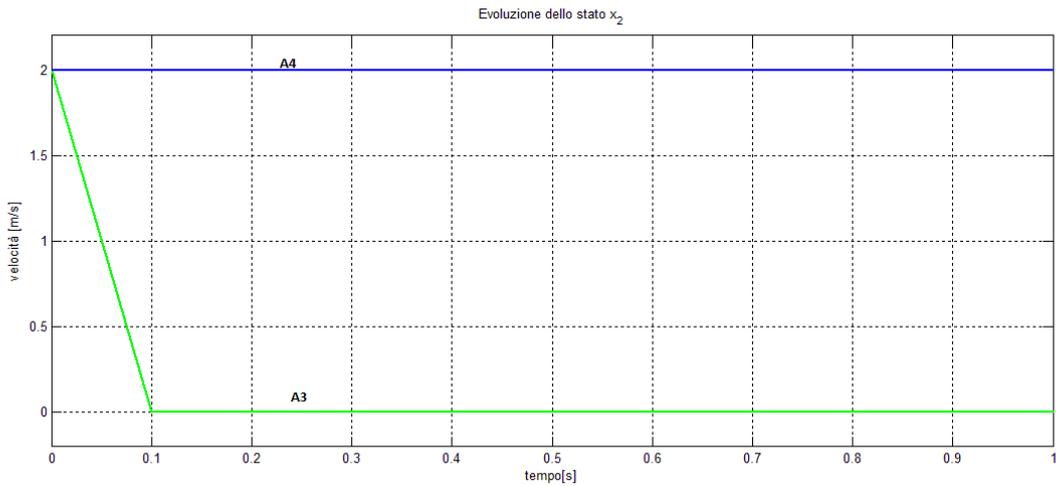
Le seguenti osservazioni sono fatte per l'evoluzione degli stati X_1 e X_2 .

La matrice A_1 ha un autovalore (-2) il cui modulo è maggiore di uno e quindi l'evoluzione di almeno uno degli stati diverge asintoticamente. L'evoluzione degli stati del sistema corrispondente alla matrice A_3 converge asintoticamente a zero perché il modulo di tutti gli autovalori è strettamente minore di uno.

Le matrici A_2 e A_4 hanno un autovalore con modulo pari a uno e quindi l'evoluzione degli stati si mantiene limitata senza convergere a zero.

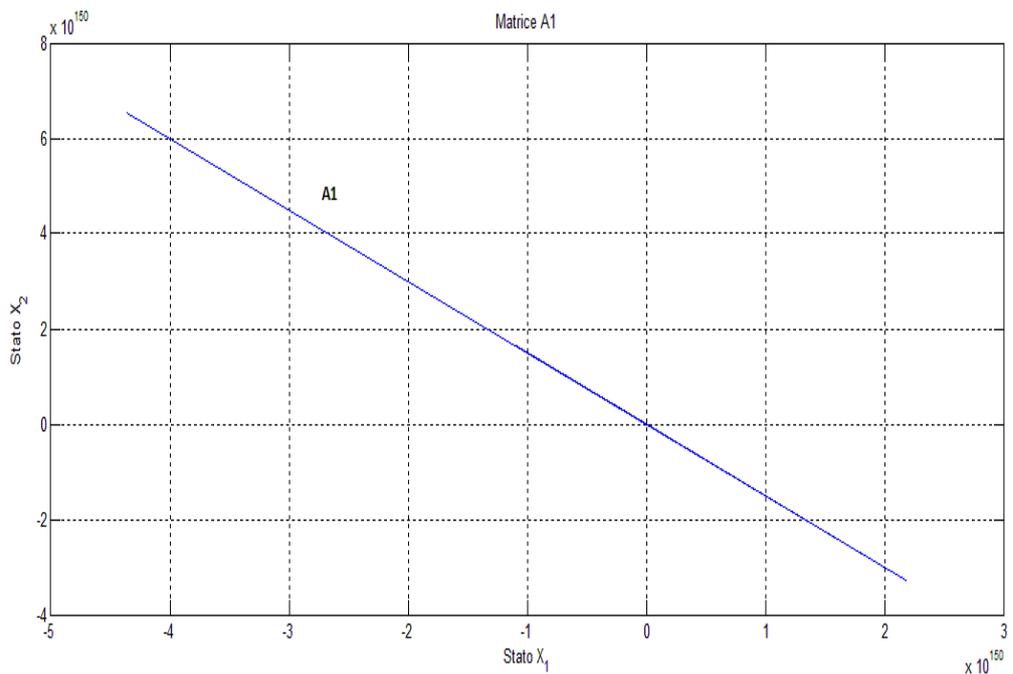


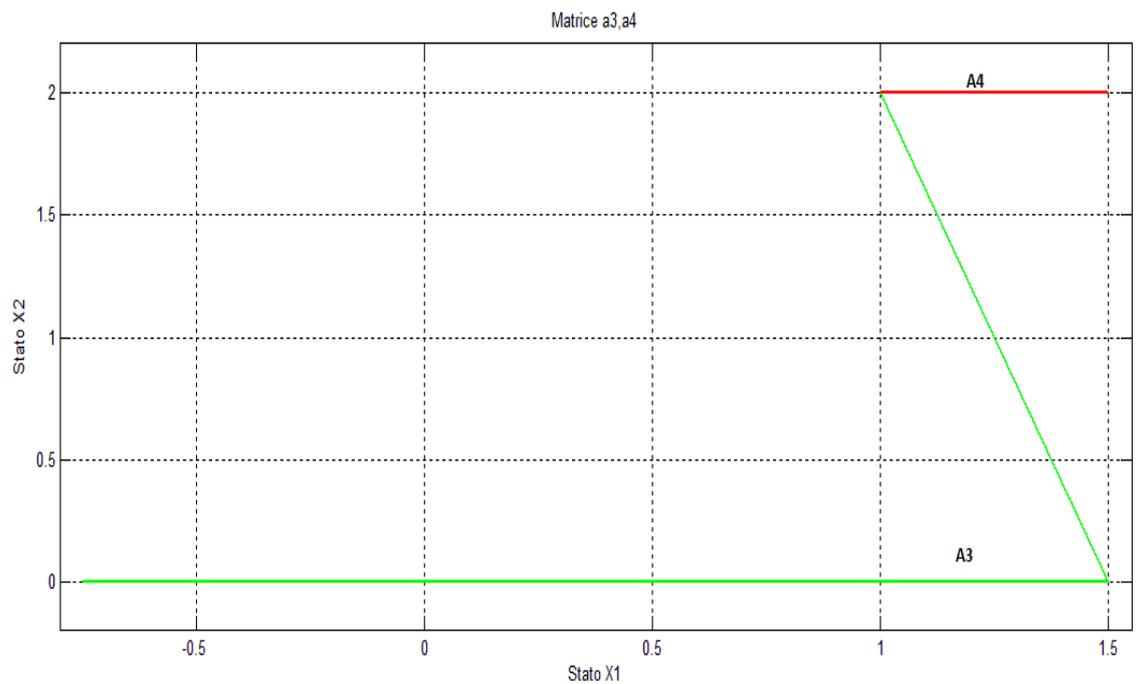
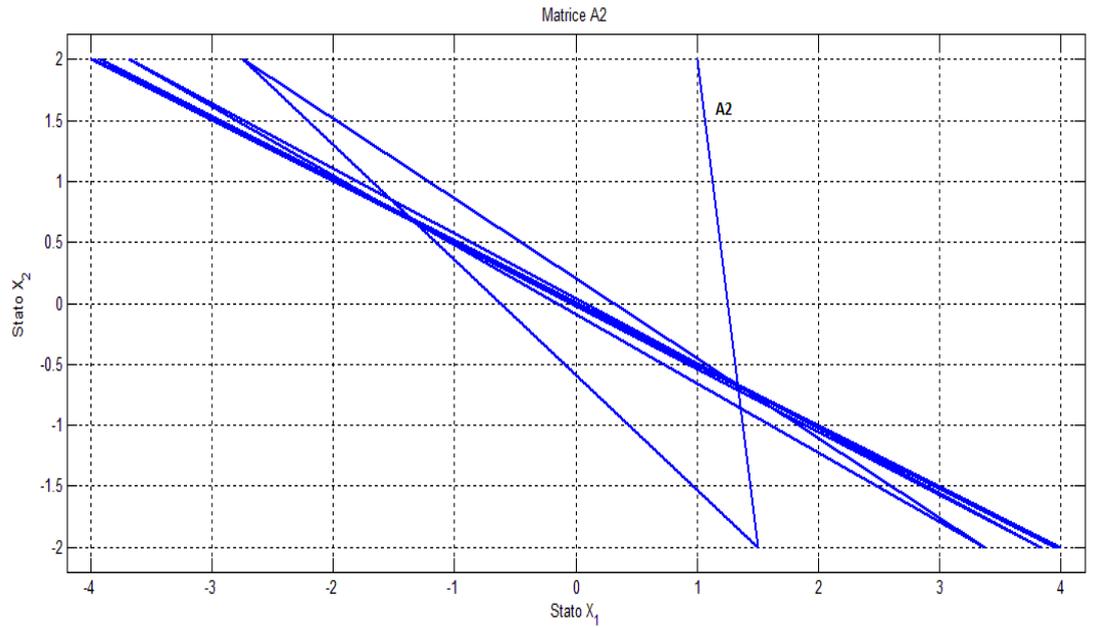




- **Proiezione sul piano degli stati X_1 e X_2 (tempo discreto)**

Dai grafici si vede che le proiezioni delle evoluzioni degli stati X_1 e X_2 sono stabili nei casi cui è soddisfatta la condizione di asintotica stabilità, cioè per il sistema avente come matrice di stato A_3 .





• Script Matlab

```
% Tempo discreto
```

```
B = [1; 1];
```

```
C = [1, 3];
```

```
D = [1];
```

```
x0 = [1; 2];
```

```
A1 = [-0.5 1 ; 0 -2];
```

```
A2 = [-0.5 1 ; 0 -1];
```

```
A3 = [-0.5 1 ; 0 0];
```

```
A4 = [-0.5 1 ; 0 1];
```

```
T = 0:1:20;
```

```

% INGRESSO NULLO
U = (0*T);

SYS1 = ss(A1,B,C,D,-1);
[YS1,TS1,XS1] = lsim(SYS1,U,T,x0) ;

SYS2 = ss(A2,B,C,D,-1);
[YS2,TS2,XS2] = lsim(SYS2,U,T,x0);

SYS3 = ss(A3,B,C,D,-1);
[YS3,TS3,XS3] = lsim(SYS3,U,T,x0);

SYS4 = ss(A4,B,C,D,-1);
[YS4,TS4,XS4] = lsim(SYS4,U,T,x0);

% EVOLUZIONE DELLO STATO X1

figure(13), plot(TS3,XS3(:,1),'g',TS4,XS4(:,1),' b'),grid on,
title('Evoluzione dello stato x_1');
xlabel('tempo[s]'), ylabel('velocità [m/s]'),

figure(12), plot(TS2,XS2(:,1),'b'),grid on,
title('Evoluzione dello stato x_1 A2');
xlabel('tempo[s]'), ylabel('velocità [m/s]'),

figure(11), plot(TS1,XS1(:,1),'b'), grid on, zoom on,
title('Evoluzione dello stato x_1'),
xlabel('tempo[s]'), ylabel('velocità [m/s]'),

% EVOLUZIONE DELLO STATO X2

figure(23), plot(TS3,XS3(:,2),'g',TS4,XS4(:,2)),grid on,
title('Evoluzione dello stato x_2');
xlabel('tempo[s]'), ylabel('velocità [m/s]'),

figure(22), plot(TS2,XS2(:,2),'b'),grid on,
title('Evoluzione dello stato x_2');

figure(21), plot(TS1,XS1(:,2),'b'), grid on, zoom on,
title('Evoluzione dello stato x_2'),
xlabel('tempo[s]'), ylabel('velocità [m/s]'),

% Proiezione di X2 su X1

figure(1),plot(XS4(:,1),XS4(:,2),'r',XS3(:,1),XS3(:,2),'g'), grid on,
title ('Matrice A3,A4'), xlabel ('Stato X_1'), ylabel ('Stato X_2'),

figure(2),plot (XS1(:,1),XS1(:,2),'b'), grid on ,
title('Matrice A1'), xlabel ('Stato X_1'), ylabel ('Stato X_2'),

figure(3),plot (XS2(:,1),XS2(:,2),'b'), grid on ,
title('Matrice A2'), xlabel ('Stato X_1'), ylabel ('Stato X_2'),

```