

CONTROLLI AUTOMATICI LS
Ingegneria Informatica

Simulazione di sistemi non lineari
Linearizzazione
Osservabilità e Controllabilità

Gianni Borghesan

gianni.borghesan@unibo.it

- Sistema non lineare dinamico

$$\dot{x}_1 = -3x_1 + (u + 5.5x_3) \cos(x_2) + x_3 + \frac{3}{2}\pi - 1$$

$$\dot{x}_2 = -\sin(2x_1) + \sin(2x_2)$$

$$\dot{x}_3 = 2(u + 5.5x_3) \cos(2x_2) + x_3 + 1$$

$$y = x_3, \text{ ingresso } u$$

- Costruire modello Simulink:
Si utilizza il blocco MATLAB FUNCTION
 - Questo blocco prende in ingresso ed uscita un vettore
 - Chiama una m-function definita in apposito file.
- Si utilizza il blocco MATLAB FUNCTION per implementare le funzioni f e g

$$\dot{x} = f(x, u)$$

$$y = g(x, u)$$

```
function [ xdot ] = statoNL( in )
% stato x=[in(1) in(2) in(3) ]'           ingresso u= in(4)

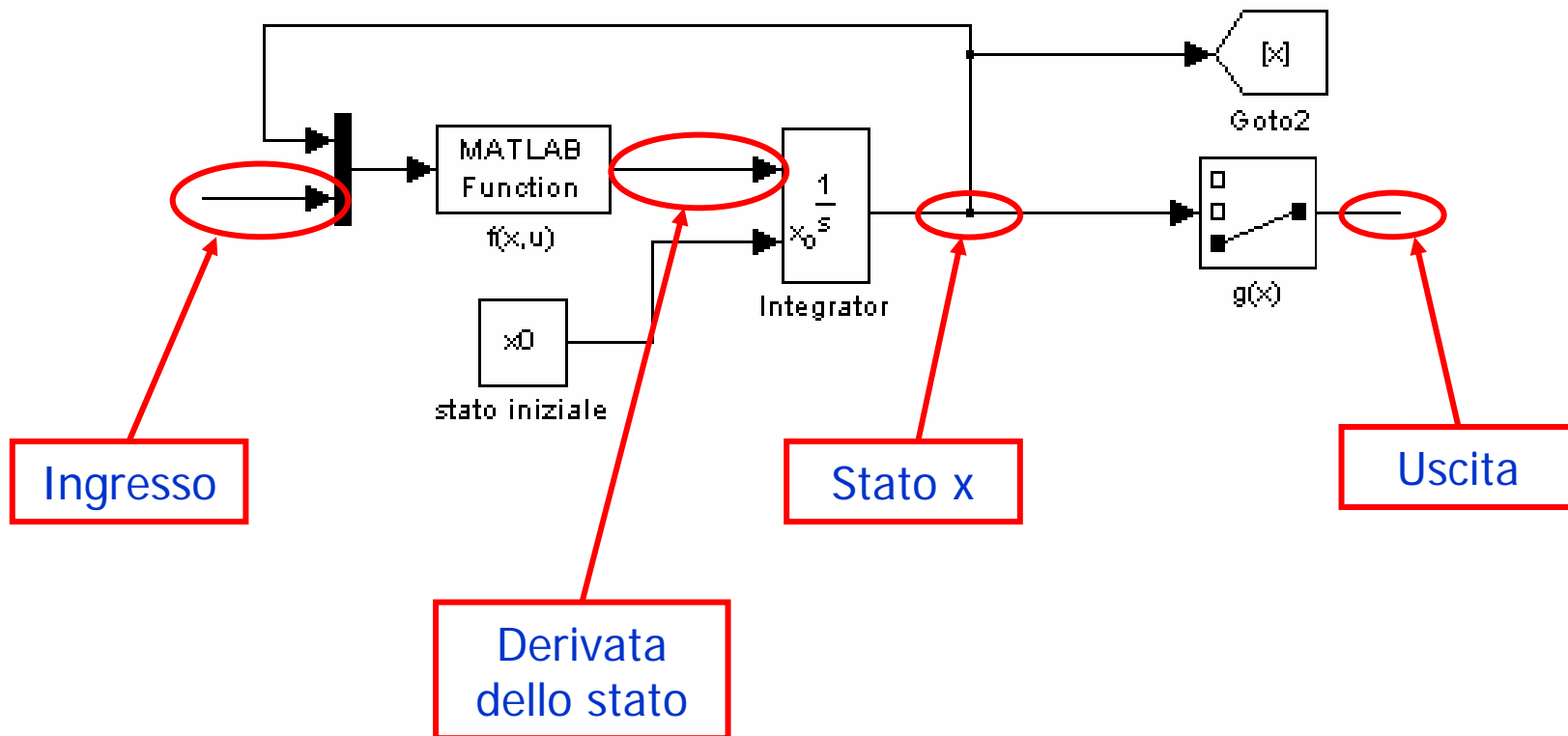
xdot(1)=-3*in(1)+(in(4)+5.5*in(3))*cos(in(2))+in(3)+3*pi/2 -1;
xdot(2)=-sin(2*in(1))+ sin(2*in(2));
xdot(3)=2*(in(4)+5.5*in(3))*cos(2*in(2))+in(3)+1;

end
```

- Per integrare lo stato si utilizza un integratore

$$\dot{x} = f(x, u)$$

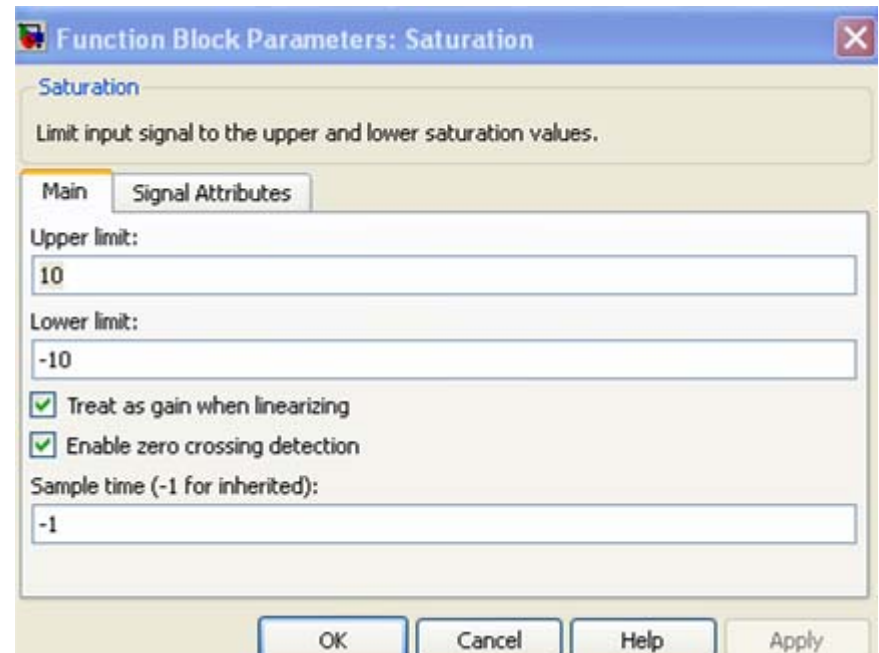
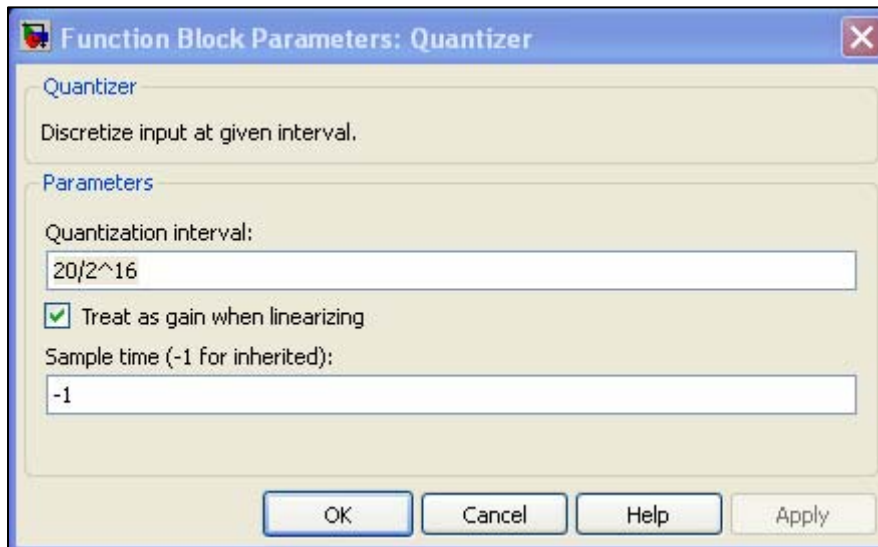
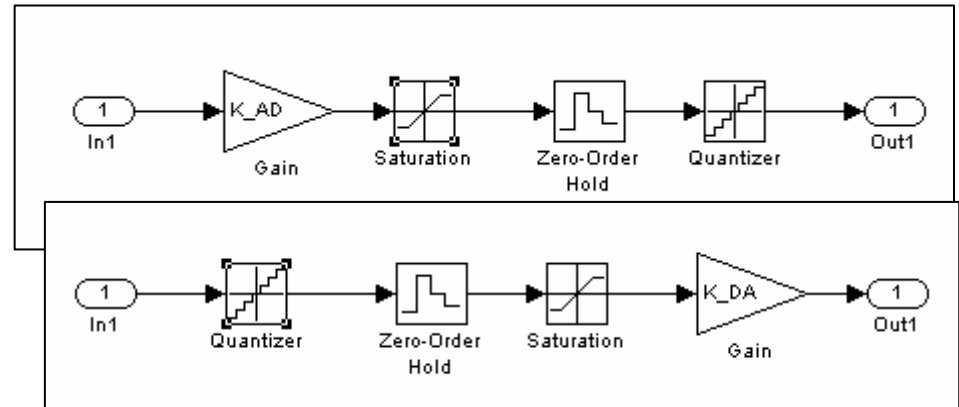
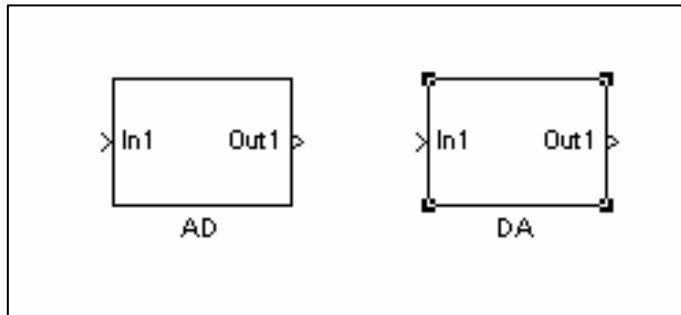
$$y = g(x, u)$$



- Studio della stabilità tramite il metodo della Linearizzazione di Lyapunov nel punto $x_{pe} = [\pi/2 \ \pi/2 \ 1]'$, $u_e = -4.5$
 1. Verificare che il punto sia di equilibrio ($f(x_{pe}, u) = 0$)
 2. Costruire la matrice A con le derivate parziali
 3. Studiare gli autovalori di A

- Linearizzazione del sistema intorno al punto di equilibrio
 $x_{pe} = [\pi/2 \ \pi/2 \ 1]'$, $u_e = -4.5$
 1. Costruire le matrici A B C con le derivate parziali
 2. Calcolare le matrici di Controllabilità ed Osservabilità
 3. Creare il modello simulink
 4. Sostituire i valori del punto di equilibrio e sommare tali valori agli ingressi ed uscite
 5. Confrontare gli stati per diversi ingressi.
 6. Provare diversi stati iniziali.

■ Descrizione dei blocchi A/D e D/A



CONTROLLI AUTOMATICI LS

Simulazione di sistemi non lineari
Linearizzazione
Osservabilità e Controllabilità
FINE

Gianni Borghesan

gianni.borghesan@unibo.it