

Ingegneria e Tecnologia dei Sistemi di Controllo

- Controllo della Virata di un aeromobile -



Alessandro Scopigno

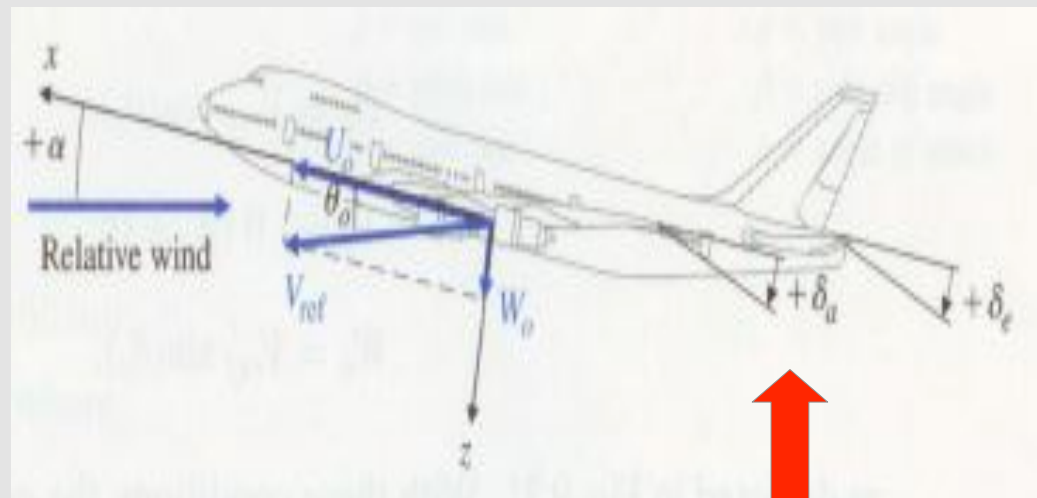
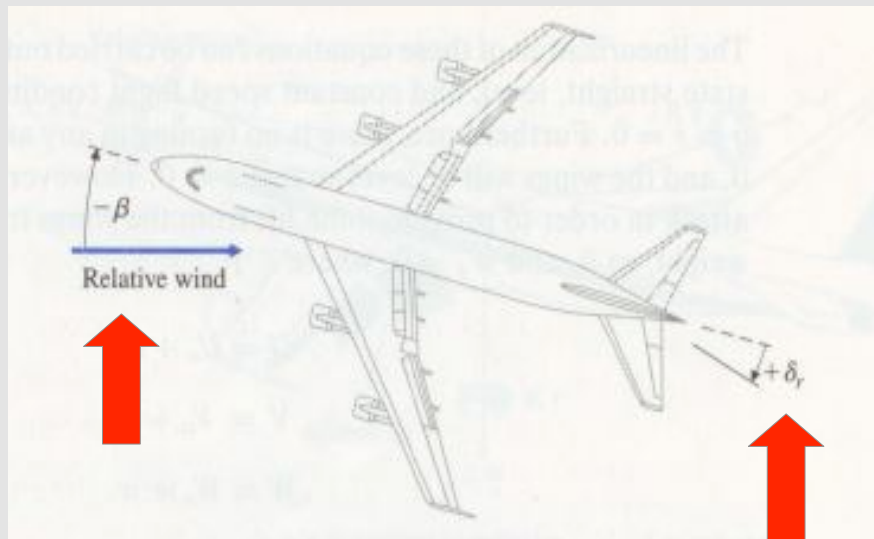
Eugenio Carocci

**Università degli studi dell'Aquila
Anno Accademico 2012 - 2013**

SOMMARIO

- Descrizione fisica del modello
- Modello matematico del movimento dell'aereo
- Controllo manuale con piattaforma Arduino
- Implementazione del controllo manuale in Matlab
- Schema del Plant controllato
- Implementazione del controllo automatico in Matlab
- Conclusioni

RAPPRESENTAZIONE FISICA DELL'AEREO



PRESENTAZIONE DEL MODELLO MATEMATICO

$$\begin{bmatrix} \dot{\beta} \\ \dot{r} \\ \dot{p} \\ \dot{\phi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_v & -U_0 & V_0 & g_0 \cos \theta_0 \\ N_v & N_r & N_p & 0 \\ L_v & L_r & L_p & 0 \\ 0 & \tan \theta_0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ r \\ p \\ \phi \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_{\delta_r} & Y_{\delta_a} \\ N_{\delta_r} & N_{\delta_a} \\ L_{\delta_r} & L_{\delta_a} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_r \\ \delta_a \end{bmatrix}$$

β = angolo di derapata laterale, $\beta = \frac{v}{U_0}$,

r = velocità d'imbardamento

p = velocità di rollio

ϕ = angolo di rollio

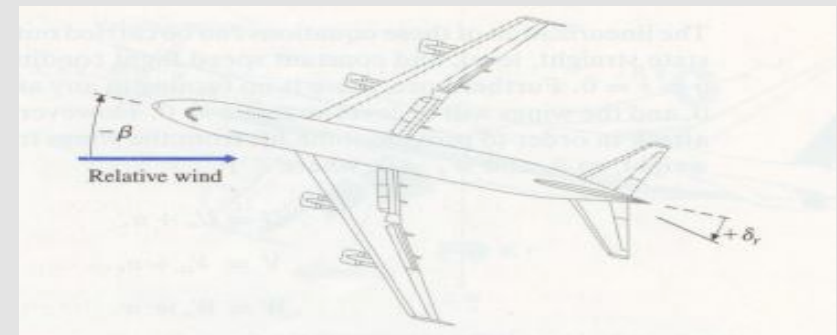
Y_{v,δ_r,δ_a} = derivata parziale della forza aerodinamica in direzione y rispetto alle perturbazioni $\beta, \delta_r, \delta_a$,

$N_{v,r,p,\delta_r,\delta_a}$ = derivate di stabilità del momento aerodinamico (imbardamento),

$L_{v,r,p,\delta_r,\delta_a}$ = derivate di stabilità del momento aerodinamico (rollio),

δ_r = deflessione del timone,

δ_a = deflessione dell'alettone,

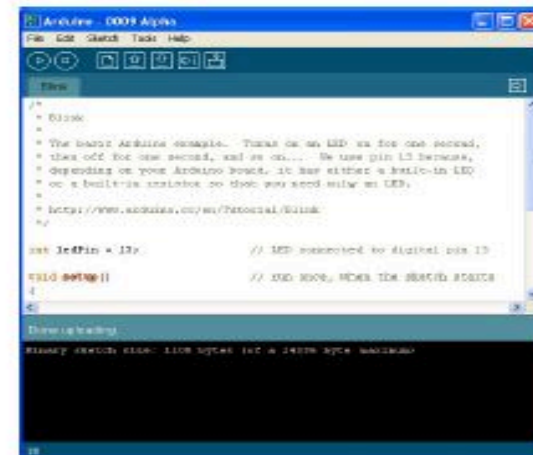
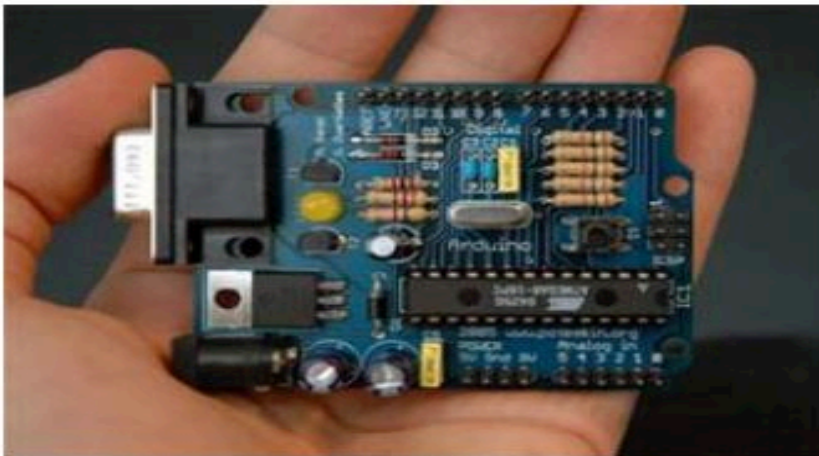


DISCRETIZZAZIONE DEL MODELLO MATEMATICO

- Il modello illustrato è continuo, per i nostri obiettivi viene discretizzato.
- La discretizzazione viene realizzata in Matlab utilizzando
- la funzione contenuta nel *Control System Toolbox*,
- denominata $c2d(sysC, T_s, 'method')$
- $sysC$ è il sistema tempo continuo, T_s è il sample time e il
- terzo campo della funzione indica quale metodo si utilizza
- per la discretizzazione
- Per la conversione abbiamo scelto lo Zero Order Hold con
- un sample time di 0.05 s

ARDUINO

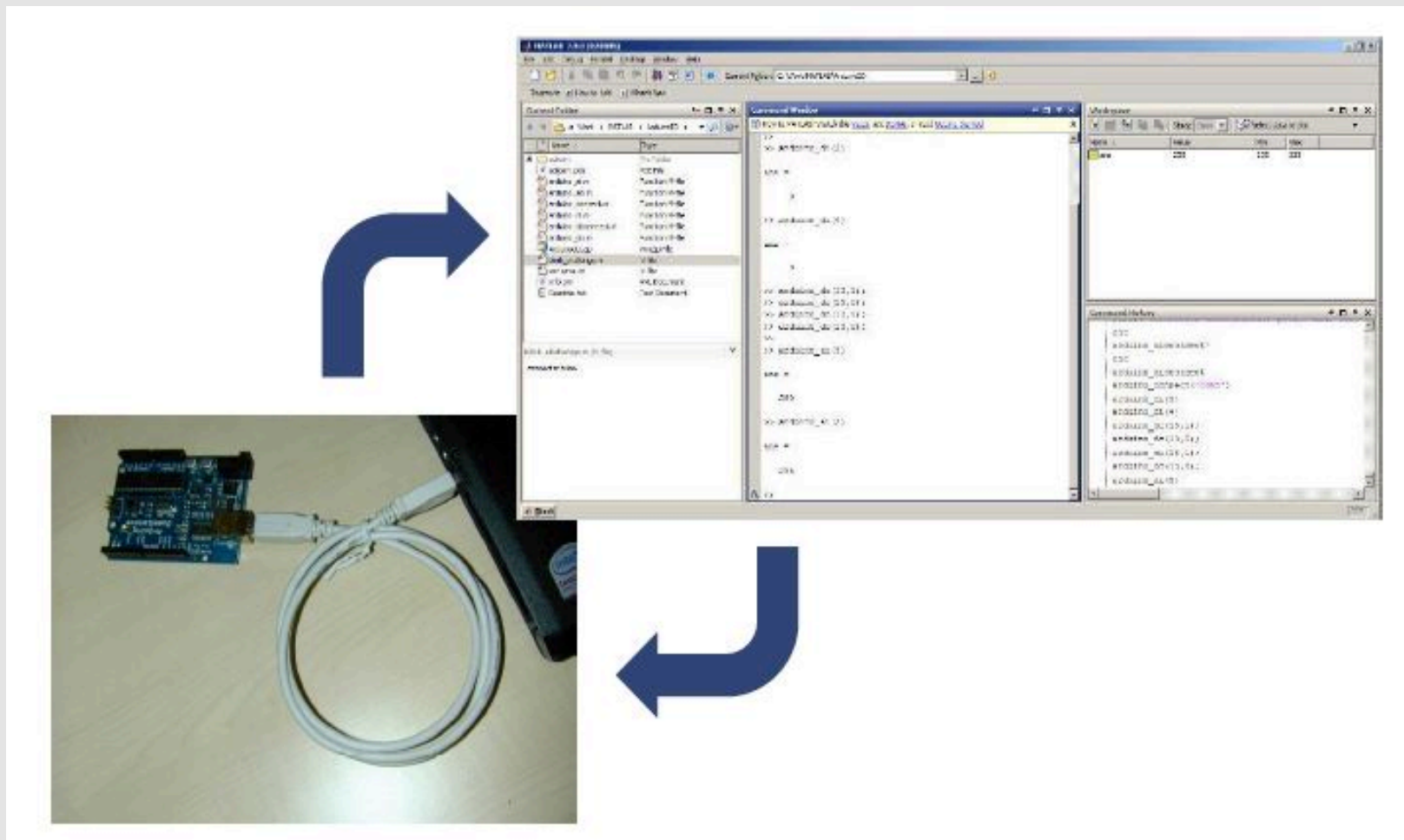
- Arduino is an open-source microcontroller board, with an associated development environment.



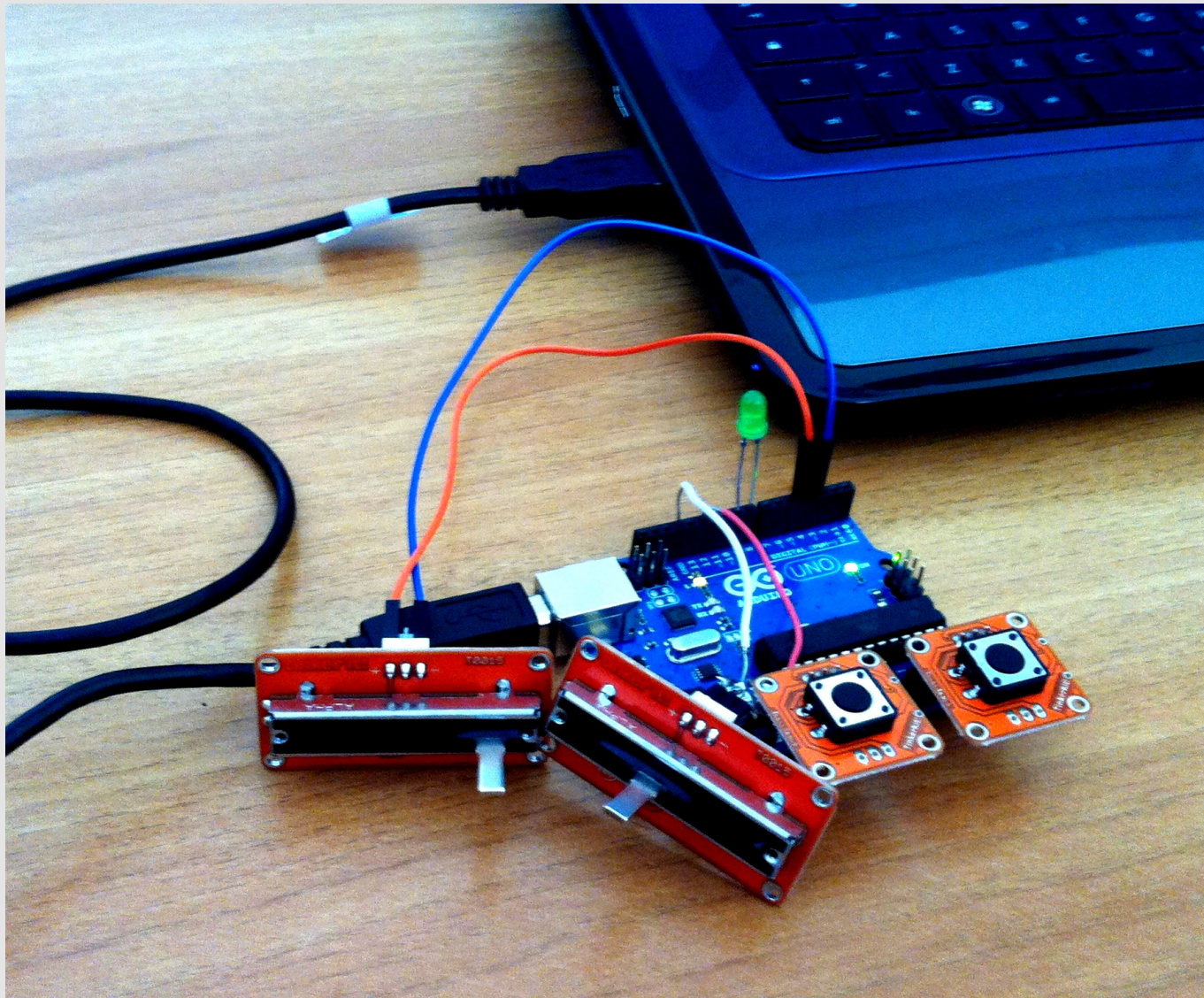
- Arduino is an inexpensive open-source microcontroller board, well suited for a wide range of projects
- Arduino + ArduinoIO package + MATLAB = inexpensive and interactive Analog and Digital IO from the MATLAB command line

ARDUINO

- interfacciamento con Matlab -

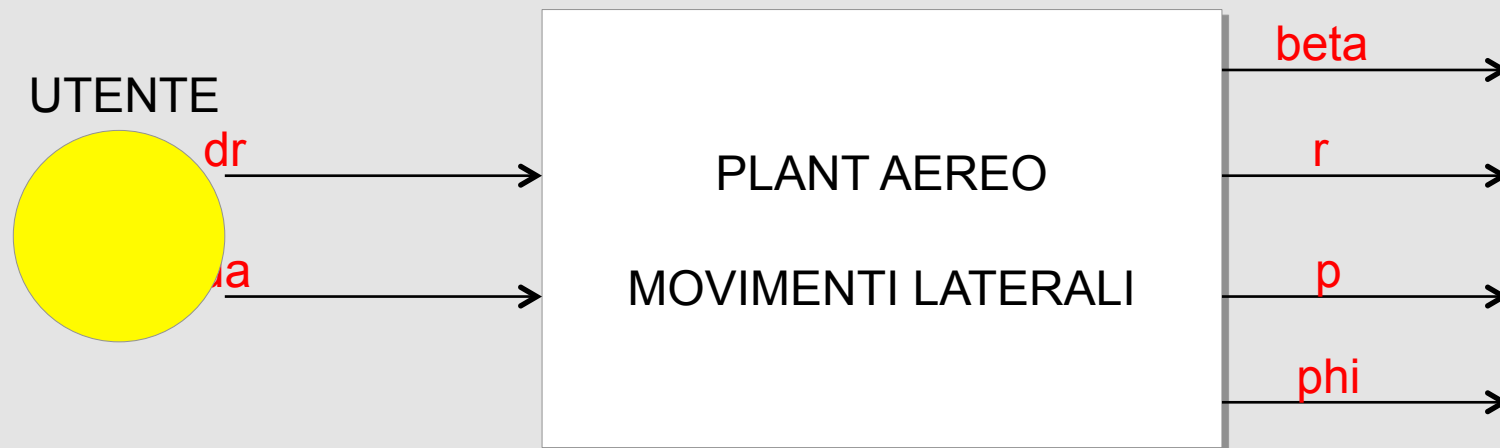


RAPPRESENTAZIONE COLLEGAMENTI FISICI



CONTROLLO MANUALE

- schema -



$$\begin{bmatrix} \dot{\beta} \\ \dot{r} \\ \dot{p} \\ \dot{\phi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_v & -U_0 & V_0 & g_0 \cos \theta_0 \\ N_v & N_r & N_p & 0 \\ L_v & L_r & L_p & 0 \\ 0 & \tan \theta_0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ r \\ p \\ \phi \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_{\delta_r} & Y_{\delta_a} \\ N_{\delta_r} & N_{\delta_a} \\ L_{\delta_r} & L_{\delta_a} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_r \\ \delta_a \end{bmatrix}$$

CONTROLLO MANUALE

- azioni -

- Utente sceglie angoli di :
- - Rollio \longrightarrow beta
- - Imbardata \longrightarrow phi
- Mediante controllo diretto di rudder e degli ailerons si cerca
- di stabilizzare l'aereo
- Come si vedrà durante la simulazione sarà un compito molto arduo!
- Tutto ciò è dovuto agli autovalori del Plant che non consentono un volo agevole

CONTROLLO AUTOMATICO

- assegnazione degli autovalori -

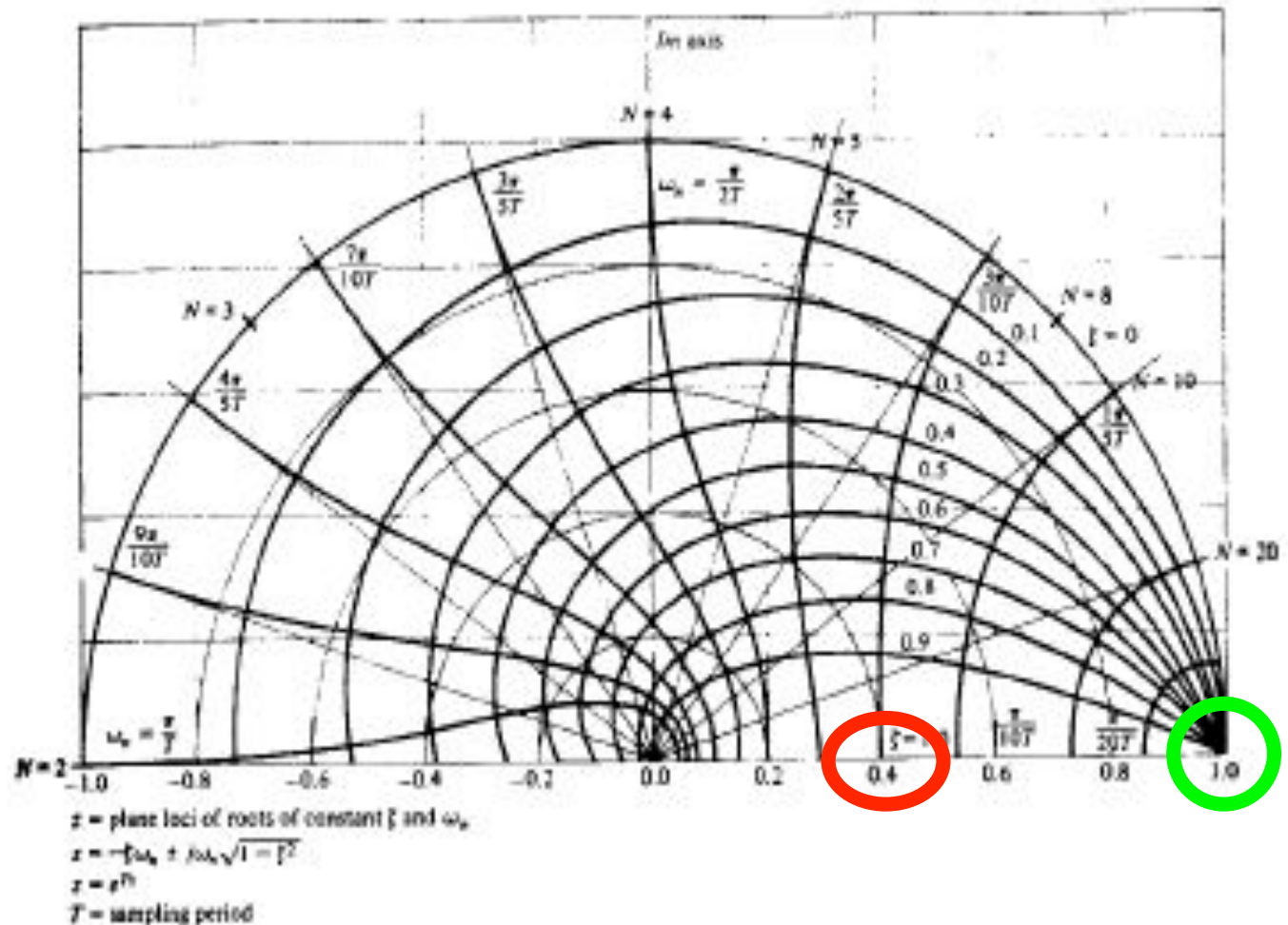
- Specifiche di controllo :
- Smorzamento > 0.5
- Pulsazione Naturale < 0.5
- Le specifiche di controllo determinano la posizione dei poli del controllore.
- I poli dell'osservatore vengono scelti in relazione ai poli del controllore.

CONTROLLO AUTOMATICO

- assegnazione degli autovalori -

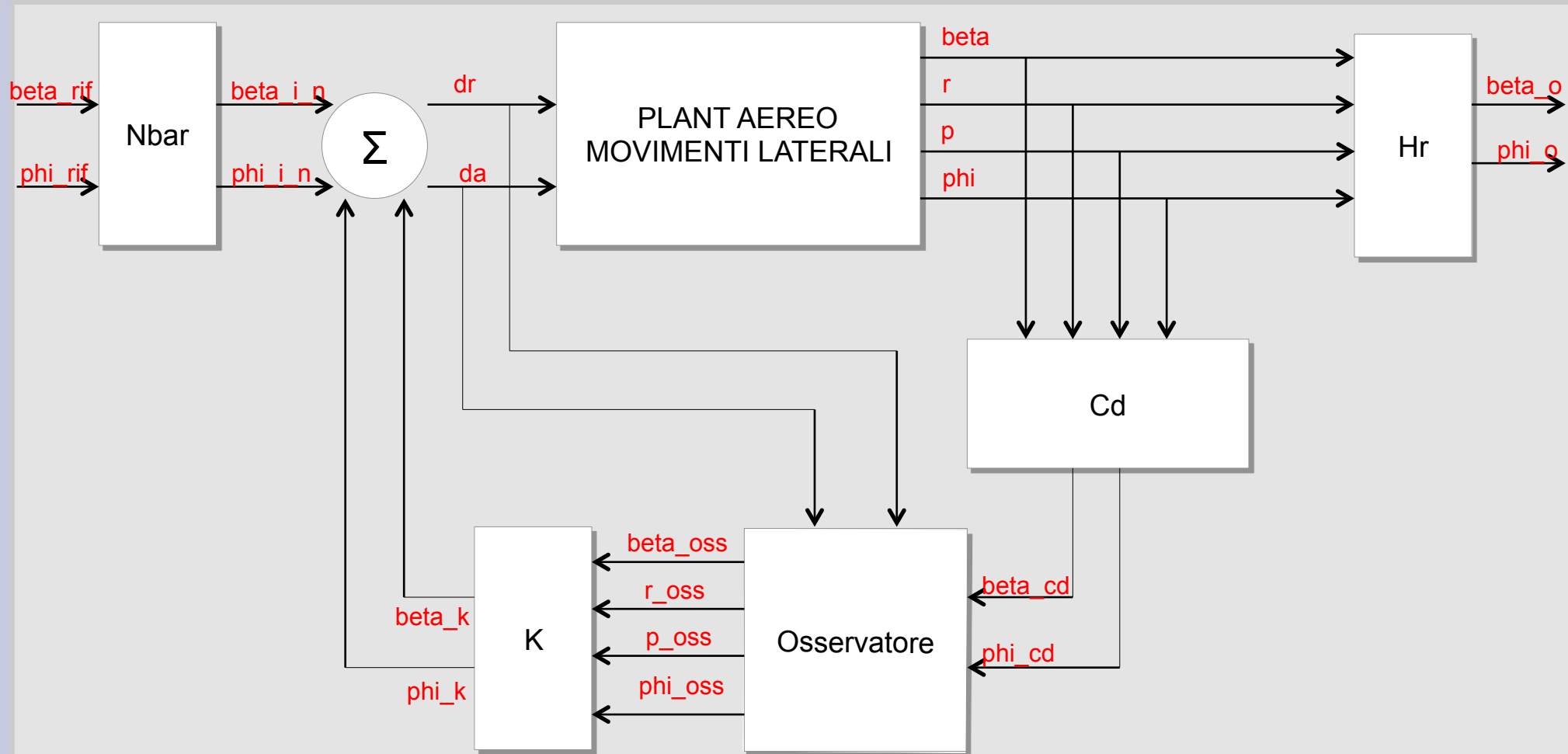
LEGENDA:

VERDE : Poli Controllore
ROSSO : Poli Osservatore



CONTROLLO AUTOMATICO

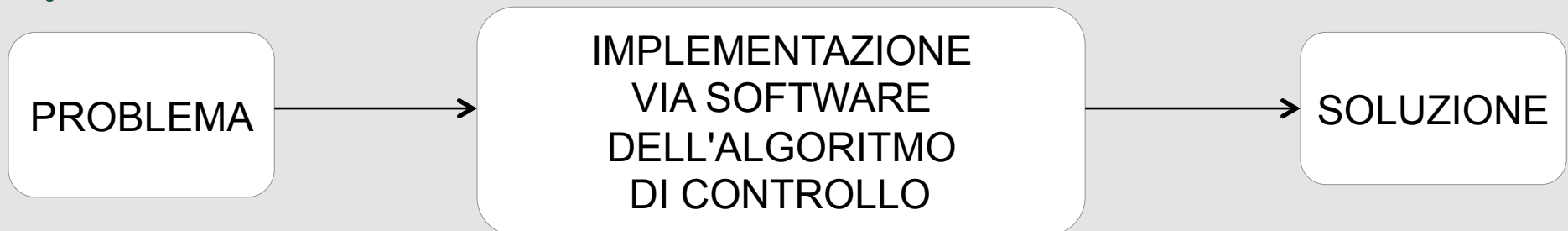
- schema -



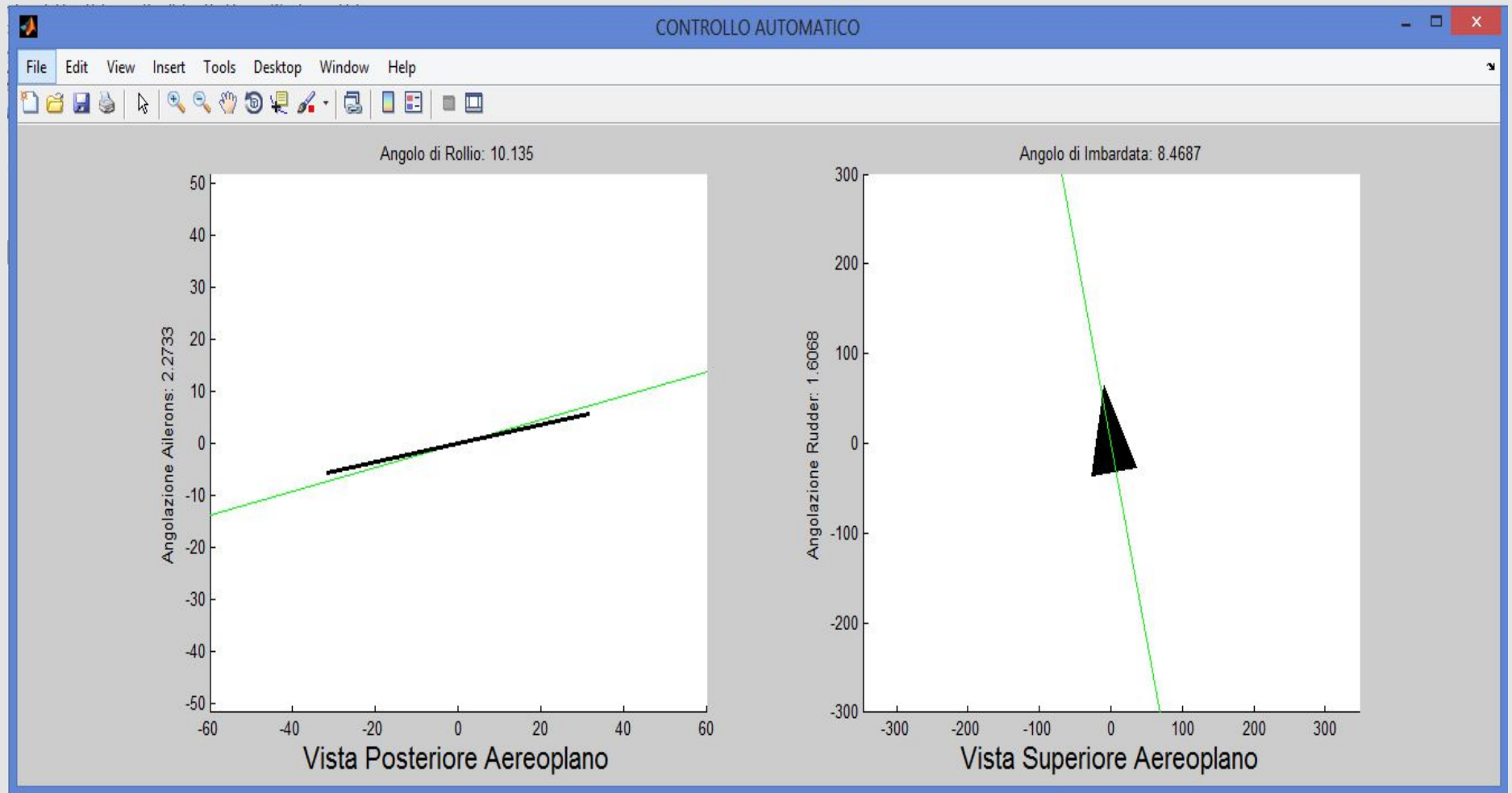
CONTROLLO AUTOMATICO

- azioni -

- Utente sceglie angoli di :
 - - Rollio \longrightarrow beta
 - - Imbardata \longrightarrow phi
- Tutto il resto viene elaborato in modo automatico via software



INTERFACCIA GRAFICA



LINK UTILI

- Official Arduino web site: <http://arduino.cc/en/>
 - Knowledge base: <http://www.freeduino.org/>
-
- Official Getting Started guide: <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>
 - The LadyAda Tutorial: <http://www.ladyada.net/learn/arduino/>