



Università di Siena

L'Automatic Control Telelab

Marco Casini

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Università di Siena, Italy

Email: casini@ing.unisi.it

Sommario

- Introduzione all'Automatic Control Telelab (ACT)
- Descrizione di una sessione
- Come progettare un controllore personalizzato
- Architettura software dell'ACT
- Competizione tra studenti

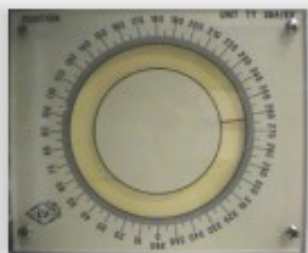
L'Automatic Control Telelab

- L'Automatic Control Telelab (ACT) è un laboratorio remoto sviluppato presso l'università di Siena con lo scopo principale di creare un ambiente didattico che permettesse agli studenti di interagire con processi fisici attraverso Internet.
- L'ACT consente agli studenti di progettare dei propri controllori attraverso Matlab/Simulink e di utilizzarli per il controllo dei processi remoti.
- L'ACT è accessibile 24 ore al giorno e permette agli studenti di interagire con i processi remoti da qualunque computer collegato ad Internet.

Esperimenti Disponibili

Attualmente, sono disponibili per il controllo remoto i seguenti processi:

- Motore CC per il controllo di posizione e velocità. (Lineare - Stabile)
- Controllo di livello di un serbatoio. (Nonlineare - Stabile)
- Sistema di levitazione magnetica. (Nonlineare - Instabile)
- Simulatore di elicottero. (Nonlineare - Instabile - MIMO)
- Robot Mobile (Lego Mindstorms). (Robotica Mobile)



Motore CC



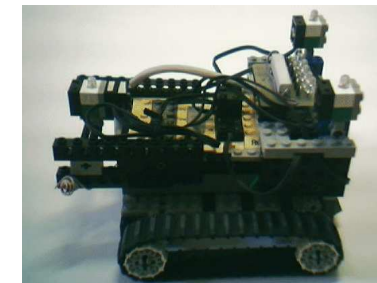
Serbatoio



Levitazione Magnetica



Elicottero



Robot Mobile

Caratteristiche Principali dell'ACT

Le caratteristiche principali dell'ACT possono essere così riassunte:

- Possibilità di scegliere un controllore predefinito o progettarne uno personalizzato in modo semplice tramite un **Modello Simulink**.
- Interfaccia grafica *user-friendly*, che consente ad un utente di interagire con l'esperimento in modo semplice e immediato.
- Non è richiesta l'installazione di software particolare. E' sufficiente un comune browser di navigazione e, nel caso di controllori progettati in remoto, il pacchetto Matlab/Simulink.
- Possibilità di modificare in linea il riferimento e i parametri del controllore.
- Visualizzazione in linea dei segnali tipici dell'esperimento e del video in diretta.
- Facilità di aggiungere nuovi processi per il controllo remoto.

Descrizione di una Sessione Tipica

Durante una tipica sessione, l'utente può effettuare le seguenti operazioni:

- Scegliere l'esperimento tra un insieme di processi disponibili.
- Scegliere il controllore da usare (in un insieme di controllori predefiniti) o progettarne uno personalizzato.
- Verificare il comportamento del controllore simulando l'esperimento attraverso un modello Simulink fornito.
- Avviare l'esperimento remoto.
- Durante l'esperimento, modificare il riferimento e cambiare alcuni parametri del controllore per ottenere prestazioni migliori.
- Osservare i segnali dell'esperimento (riferimento, ingresso, uscita) e il video in diretta del processo.
- Fermare l'esperimento e scaricare i dati per effettuare analisi *off-line*.

La “Control Type Interface”

Una volta selezionato l'esperimento, questa interfaccia consente ad un utente di scegliere un controllore predefinito o progettare uno personalizzato.

Position Control
Control of the angle of a DC motor.

Personal Data

Name	Country	Email
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Predefined Controllers

Download Model	P.I.D. Controller	Run Experiment
--------------------------------	-------------------	--------------------------------

User-defined Controller

?	Controller Model	<input type="text"/>	Sfoglia...
?	Controller Data	<input type="text"/>	Sfoglia...
?	Sample Time (msec)	<input type="text"/>	Range=[10,100]
?	Download Template	Send Controller	
?	Download Simulator		

Magnetic Levitation

P.I.D. Controller

Automatic Control Telelab

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Università degli Studi di Siena



Automatic Control Telelab - M... [-] [] [X]

Command panel

Parameters Panel

Show Panel

Reference Panel

Show Panel

Graphics Panel

Command Position

Avviso: finestra dell'applet

ACT - Reference Panel [-] [] [X]

Reference Panel

Reference [0.5, 2.5]

Sinusoidal Wave [v]

Amplitude Frequency Center

Avviso: finestra dell'applet

ACT - Controller Parameters [-] [] [X]

Parameters Panel

Proportional Coefficient [v]

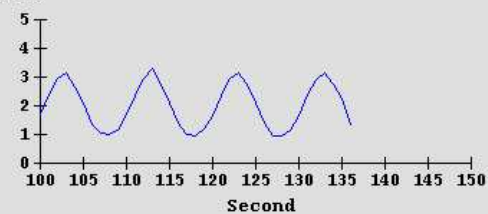
Value

Avviso: finestra dell'applet

ACT Graph - Command [-] [] [X]

Command

Volt



Time

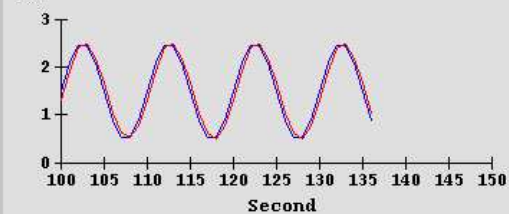
Input

Avviso: finestra dell'applet

ACT Graph - Position [-] [] [X]

Position

cm



Time

Reference

Output

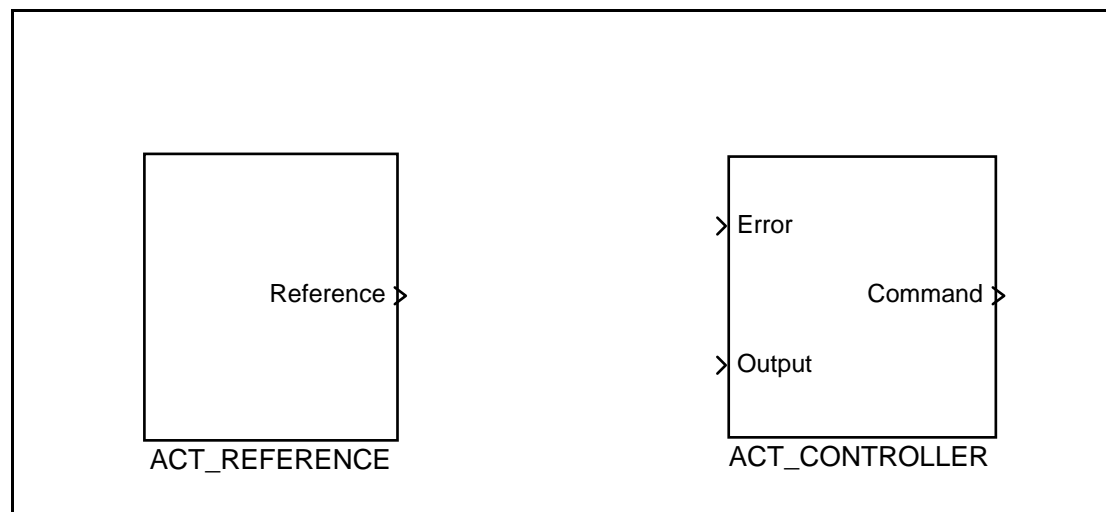
Error

Avviso: finestra dell'applet

Come Progettare un Controllore Personalizzato

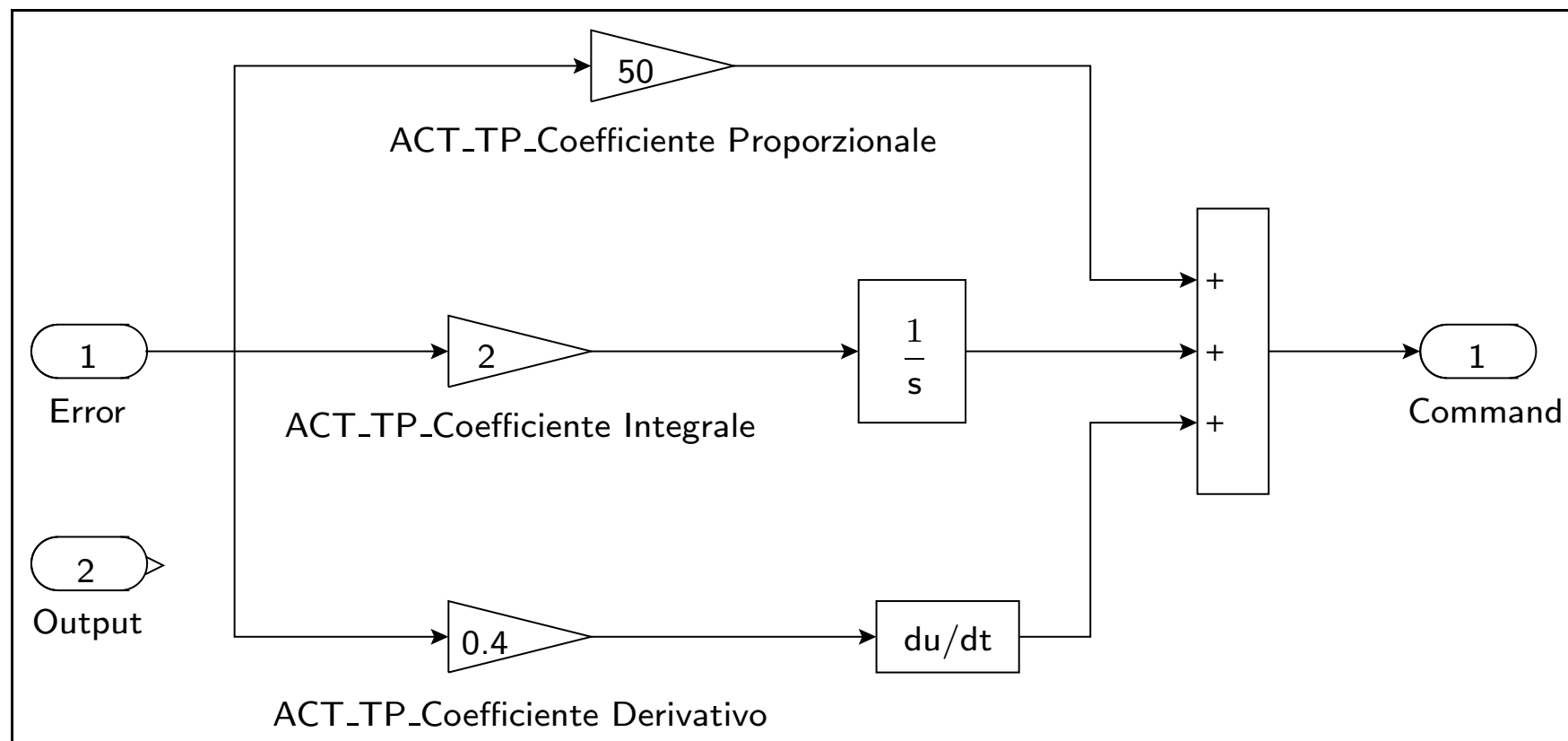
L'Automatic Control Telelab permette ad un utente di progettare un controllore personalizzato così come di scegliere i riferimenti che potranno essere applicati durante l'esperimento.

Per fare ciò è necessario scaricare un modello Simulink di esempio (*template.mdl*) e modificarlo inserendo i blocchi desiderati, disponibili nelle librerie standard di Simulink.



Il modello Simulink *template.mdl*

Esempio di un Controllore Personalizzato (PID)

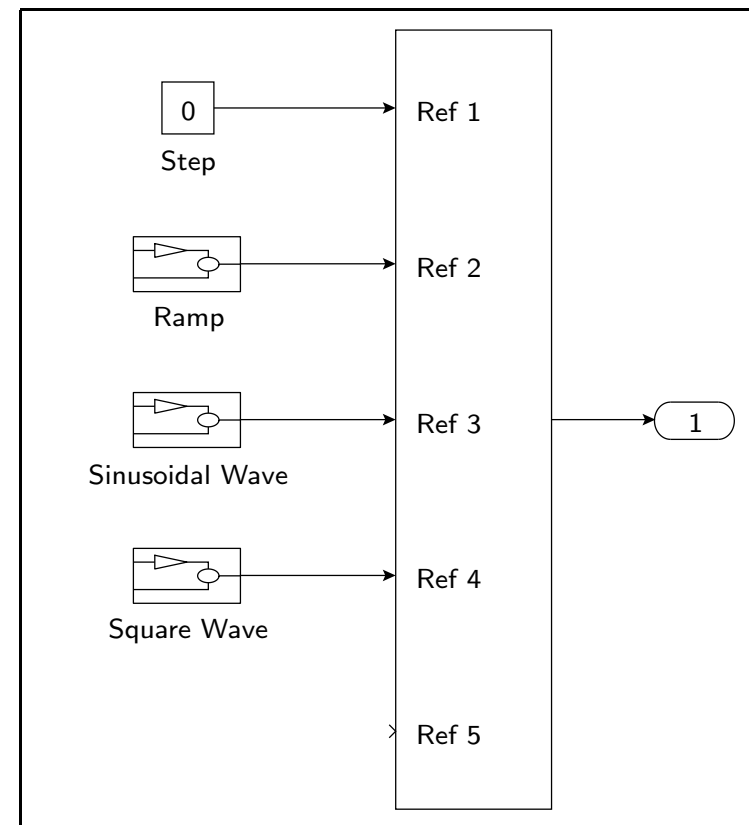


E' possibile permettere ad alcuni parametri di essere modificati in linea semplicemente denominandoli con il prefisso "ACT_TP_" (vedi figura).

Esempio di un Riferimento Personalizzato

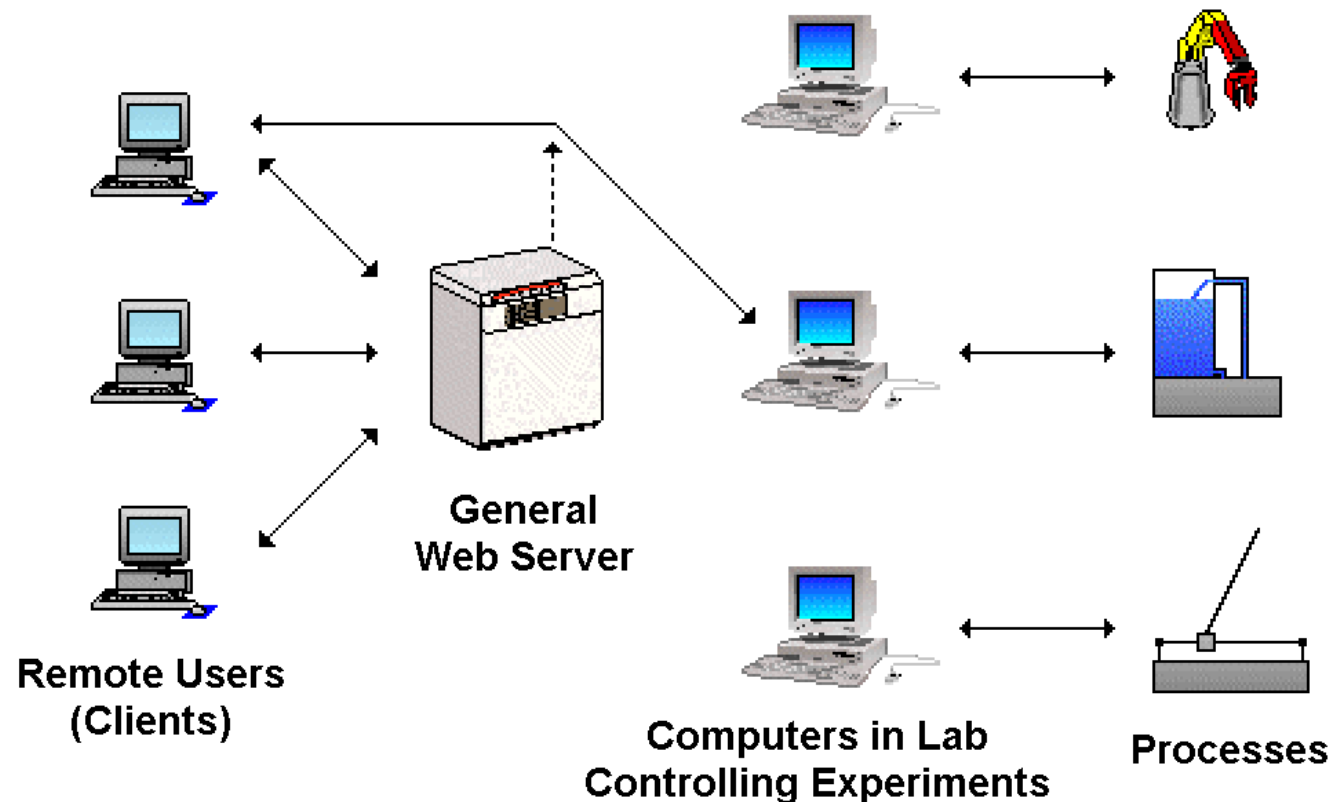
Oltre al controllore, l'utente può selezionare quali riferimenti vorrà utilizzare durante l'esperimento, potendo scegliere in linea quali applicare volta per volta.

In figura sono disponibili 4 tipi di riferimenti: un gradino, una rampa, un'onda sinusoidale ed una quadra. Riferimenti aggiuntivi sono forniti all'interno del file *template.mdl* o possono essere realizzati dall'utente.



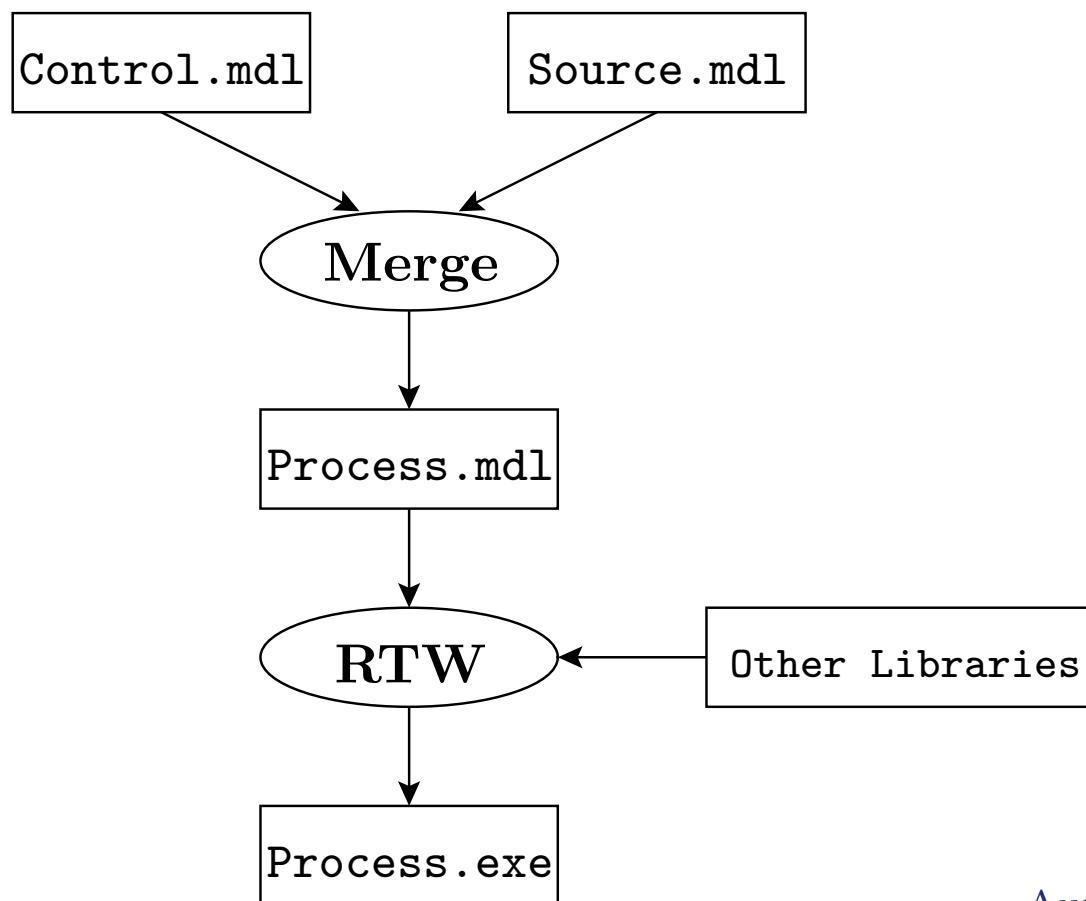
Architettura Software (1/4)

Gli utenti si connettono ad un server principale il quale li redireziona ai computers che controllano l'esperimento. Ogni processo ha un pc dedicato.



Architettura Software (2/4)

Per convertire un modello Simulink in un file eseguibile è stato utilizzato il Real-Time Workshop (RTW). Per permettere l'interazione con l'utente, sono state realizzate routines particolari che vengono aggiunte durante la compilazione.



Architettura Software (3/4)

Caratteristiche software dell'ACT:

- S.O. Microsoft Windows / Linux

- Ambiente Matlab/Simulink



Strumento Standard nell'ambito dei Controlli

- Programmazione lato Client → Java applets

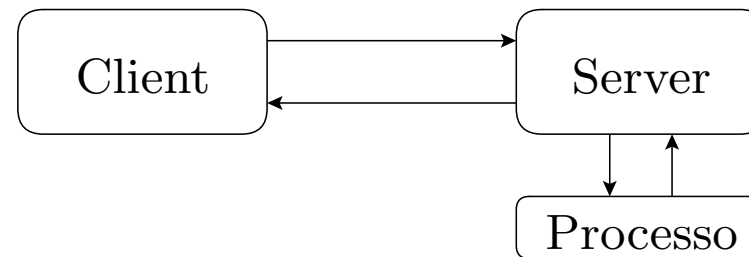


Indipendenza dalla Piattaforma

- Programmazione lato Server → PHP

Architettura Software (4/4)

Interazione Client-Server



⇒ *start e stop*

⇒ modifica parametri del controllore e riferimenti

⇐ dati per l'interfaccia grafica

⇐ segnali del processo (riferimenti, ingressi ed uscite)

⇐ ACK (Acknowledge) per i dati client

⇐ dati per il video in diretta (webcam)

⇓ ingressi agli attuatori

⇑ uscite dai sensori

Competizione tra Studenti (1/4)

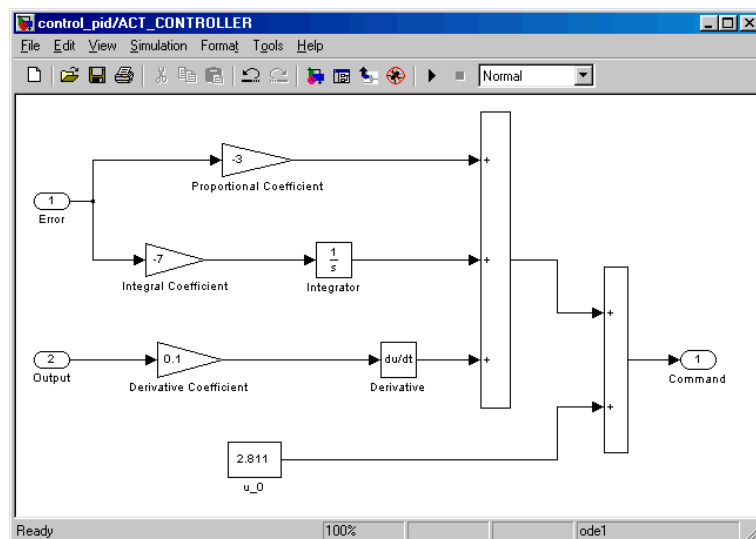
Gli Studenti competono per realizzare il miglior controllore per un dato esperimento remoto.

Le prestazioni di un sistema di controllo vengono automaticamente calcolate, e ad ogni controllore viene assegnato un punteggio ed inserito in classifica.

Una sessione di competizione inizia definendo i requisiti che un sistema di controllo dovrà soddisfare.

Competizione tra Studenti (2/4)

Gli studenti progettano e spediscono al server i propri controllori, che saranno testati per la competizione.



Magnetic Levitation

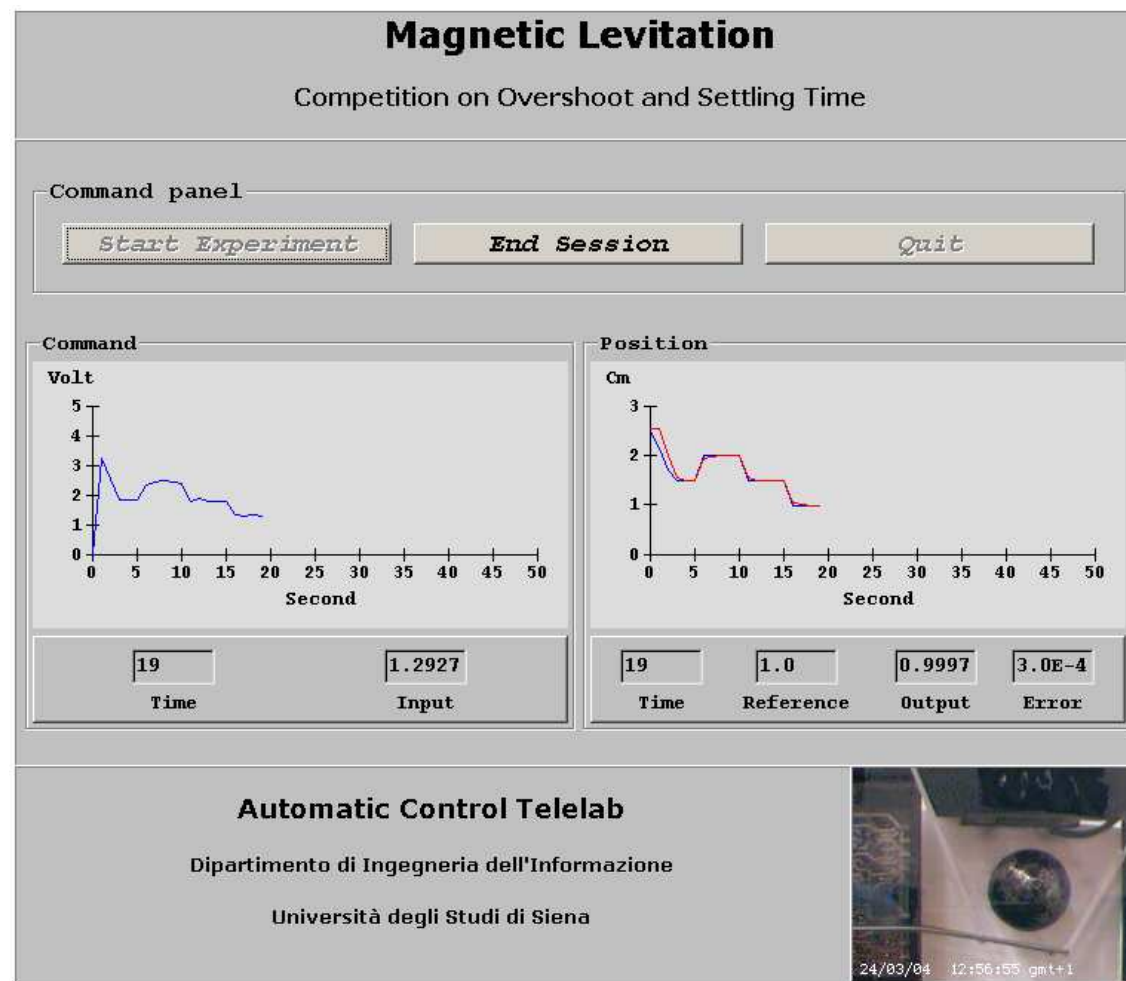
Control of a magnetic levitation system.

Competition on Overshoot and Settling Time

?	Controller Name	P.I.D. Controller
?	Controller Description	P.I.D. Controller based on the linearized model around $y=5$.
?	Controller Model	C:\act\control_pid.mdl Sfoglia...
?	Controller Data	Sfoglia...
?	Sample Time (msec)	1
Run Experiment		


Competizione tra Studenti (3/4)

Un'interfaccia permette di avviare l'esperimento. In questo caso non sarà possibile modificare alcun parametro durante l'esecuzione.




Competizione tra Studenti (4/4)

Classifica: L'ACT calcola automaticamente gli indici di prestazione ed assegna un punteggio al controllore.



Magnetic Levitation

Control of a magnetic levitation system.



Competition on Overshoot and Settling Time

Overall = Settling Time + (10 * Overshoot)

Rank	Controller	Nickname	Overall	Settling Time	Overshoot			
1	P.I.D. Controller	Administrator	0.582	0.402	0.018	Show	Delete	Modify
2	Lead-Lag Controller	Administrator	0.665	0.555	0.011	Show	Delete	Modify
3	Lead-Lag Controller	Administrator	0.714	0.554	0.016	Show	Delete	Modify
4	P.I.D. Controller	Administrator	0.813	0.703	0.011	Show	Delete	Modify
5	P.I.D. Controller	Administrator	0.930	0.830	0.010	Show	Delete	Modify



<http://act.dii.unisi.it>