

Teoria dei sistemi e del controllo

LM in Ingegneria Informatica e Ingegneria Elettronica

Prova pratica del 28 gennaio 2015

Avvio di Matlab e salvataggio della prova

La prova pratica viene svolta in ambiente Linux. Per accedere al programma Matlab e creare i propri file di lavoro (che dovranno essere inclusi dentro la stessa directory `cognome.nome`) eseguire la seguente procedura:

1. Accedere al pc utilizzando le seguenti username e password (sono quelle per accedere alla propria e-mail di ateneo):
Username: `<numero di tessera dello studente>`
Password: `<password e-mail dello studente>`
2. Sulla barra in alto, cliccare sull'icona del terminale
3. Da terminale creare la propria directory di lavoro (all'interno della propria home) ed entrarvi con i comandi
`mkdir cognome.nome`
`cd cognome.nome`
4. Aprire il programma Matlab con il comando `matlab_R2006b`
5. Svolgere la prova chiamando il programma principale `prova.m` (nella prima riga del file `prova.m` specificare il proprio nome e cognome, opportunamente commentati)

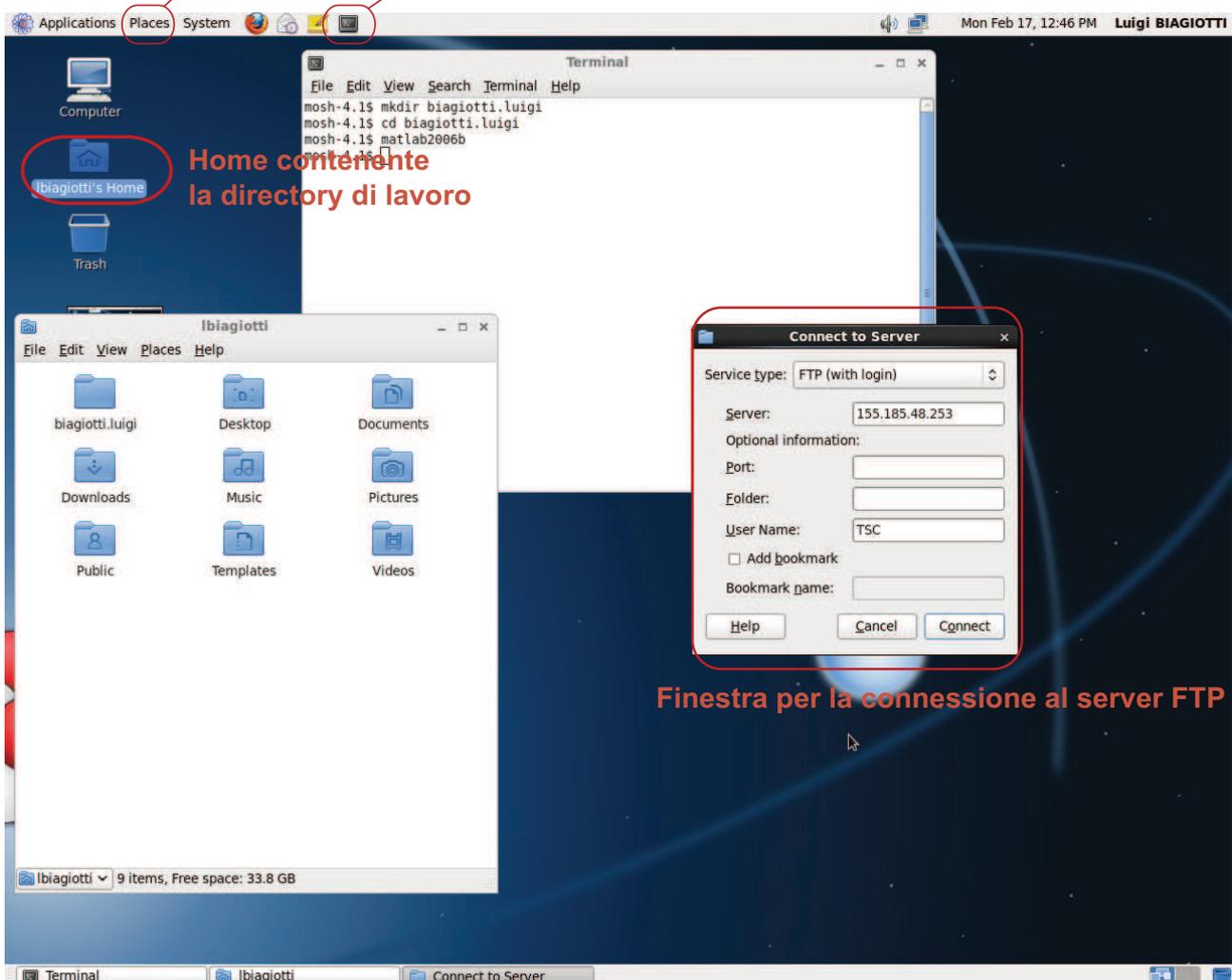
Consegna della prova. Al termine della prova, occorre salvare l'intera directory di lavoro (`cognome.nome`) su un server FTP all'indirizzo `155.185.48.253`, accessibile dal menu a tendina **Places** mediante l'opzione **Connect to server**. Le opzioni da scegliere sono illustrate nella figura seguente (username: `TSC`, password: `TSC`). **Per il salvataggio della prova si hanno 5 minuti oltre la fine della stessa.** Non verranno considerate le prove consegnate tardivamente o non presenti sul server.

Menu per connettersi al server FTP

Terminale per aprire Matlab

Home contenente la directory di lavoro

Finestra per la connessione al server FTP



Testo della prova

Si progetti con Matlab un m-file (prova.m) che (eventualmente con l'ausilio di altri m-file e di uno o più schemi Simulink) svolga le operazioni richieste. [Durata 90 min.]

Si vuole realizzare un controllore digitale con periodo di campionamento $T_s = 0.1$ s, per il sistema LTI

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -2 & 0 & 1 \\ 0 & -2 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u(t) \\ d(t) \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} x(t) \quad (2)$$

dove $u(t)$ è la variabile di controllo e $d(t)$ un ingresso di disturbo. Si richiede pertanto di:

1. Definire il modello del sistema tempo-continuo e discretizzarlo con periodo T_s .
2. Dopo aver verificato le proprietà di controllabilità del sistema tempo-discreto, progettare un controllore ottimo che minimizzi il funzionale di costo

$$J = \frac{1}{2} \sum_{k=k_0}^{\infty} 30y^2(k) + u^2(k)$$

NOTA BENE: nella progettazione del controllo l'ingresso di disturbo (e di conseguenza la relativa colonna della matrice B) va trascurato.

Simulare la risposta del sistema retroazionato a partire da condizioni iniziali nulle considerando un ingresso di riferimento a gradino unitario applicato all'istante $t_0 = 1$ (durata della simulazione 10 s) e un ingresso di disturbo nullo. Plottare in un'unica figura la risposta ('b'), sovrapposta al riferimento ('r:'), e l'errore $e(t) = y_d(t) - y(t)$ (2 subplot distinti).

3. Simulare nuovamente la risposta del sistema considerando oltre al riferimento a gradino un segnale di disturbo anch'esso a gradino, applicato all'istante $t_d = 5$ s e di ampiezza unitaria. Plottare in un'unica figura la risposta ('b'), sovrapposta al riferimento ('r:'), e l'errore $e(t) = y_d(t) - y(t)$ (2 subplot distinti).
4. Riprogettare il controllore ottimo considerando i pesi del punto 2) e aggiungendo anche un'azione integrale sull'errore di inseguimento tra uscita e riferimento. Scegliere il peso relativo all'integrale dell'errore pari a $q_i = 500$. Simulare la risposta del sistema considerando condizioni iniziali nulle e il medesimo ingresso di riferimento e di disturbo del punto precedente (durata della simulazione 10 s). Plottare in un'unica figura la risposta ('b'), sovrapposta al riferimento ('r:'), e l'errore $e(t) = y_d(t) - y(t)$ (2 subplot distinti).
5. Progettare uno stimatore dello stato con specifiche dead-beat da inserire nella retroazione, in modo da utilizzare la stima dello stato anzichè lo stato vero. Simulare nuovamente la risposta del sistema (nelle medesime condizioni del punto precedente) e plottare in un'unica figura la risposta ('b'), sovrapposta al riferimento ('r:'), e l'errore $e(t) = y_d(t) - y(t)$ (2 subplot distinti) e in un'altra figura lo stato vero e quello stimato (si realizzino 3 subplot e in ciascuno di essi si consideri una diversa componente dello stato).
6. Applicare il controllo digitale progettato ai punti precedenti al sistema tempo-continuo di partenza e simulare la risposta del sistema nelle medesime condizioni dei punti precedenti. Plottare in un'unica figura la risposta ('b'), sovrapposta al riferimento ('r:'), e l'errore $e(t) = y_d(t) - y(t)$ (2 subplot distinti).