

Risultati Sperimentali

Nei capitoli precedenti abbiamo descritto in maniera esaustiva tutti gli elementi caratterizzanti l’anello

Sensors

Plant

Observer

Controller

Planner

di controllo sopra riportato. In questa sezione presentiamo i risultati degli esperimenti svolti in ambiente simulativo. Inizieremo dapprima riportando i risultati ottenuti per applicazione delle azioni di controllo discusse nei Capitoli 2 , 3 , ipotizzando in prima battuta di avere una completa conoscenza ad ogni istante di tempo dello stato del sistema.

Successivamente , si presenteranno i risultati ottenuti con l’applicazione delle tecniche di stima presentate nel Capitolo 4. In particolare , simuleremo sia applicazioni outdoor , in cui la stima dello stato è supportata da sistemi di localizzazione GNSS (Global Navigation Satellite Systems) , nonché applicativi in ambito indoor , in cui la stima ricorsiva della configurazione del robot è supportata dall’impiego di Beacons.

Quindi di fatto nel proseguo ipotizzeremo che il nostro robot sia dotato di moduli di ricezione appositi per gli scenari sopra descritti.

Tutti i risultati qui riportati sono stati ottenuti con l’ausilio del software Matlab.

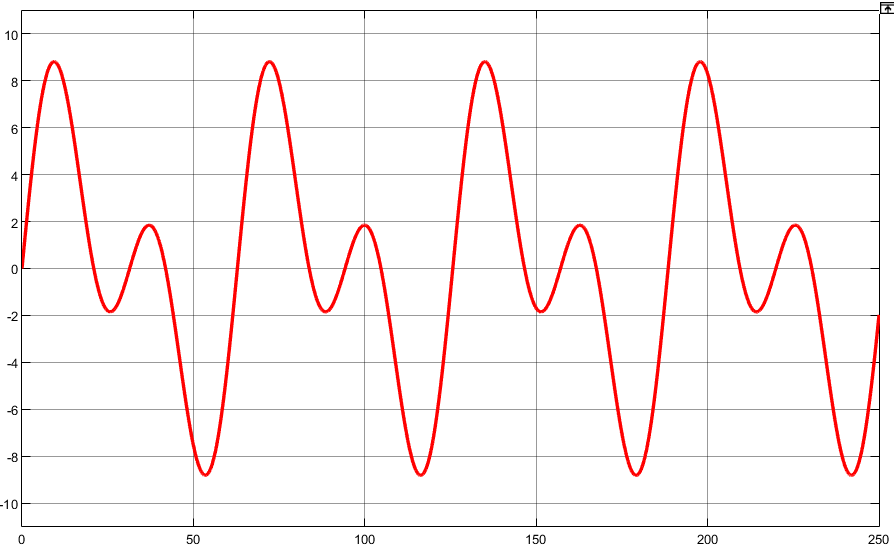
Simulazioni Controllo Gain Scheduling

In questa prima fase di simulazione , andremo ad analizzare i risultati ottenuti dall’applicazione del controllore presentato nel Capitolo 3 , il controllo a guadagno schedulato. In particolare , come già ribadito in precedenza si assume in questa prima fase che la configurazione del robot

sia nota ad ogni istante di tempo; di fatto , in prima battuta trascuriamo la presenza dello stimatore dello stato del nostro differential drive.

Si ricordi come l’obiettivo di tale controllore è quello di eliminare le limitazioni imposte dal controllore sul linearizzato (Capitolo 2) , e cioè non richiedere la costanza del vettore delle velocità

Iniziamo la nostra discussione , graficando in primis l’andamento del percorso desiderato nel piano cartesiano , per il nostro differential drive



**Figura 5.1** Riferimento nel piano.

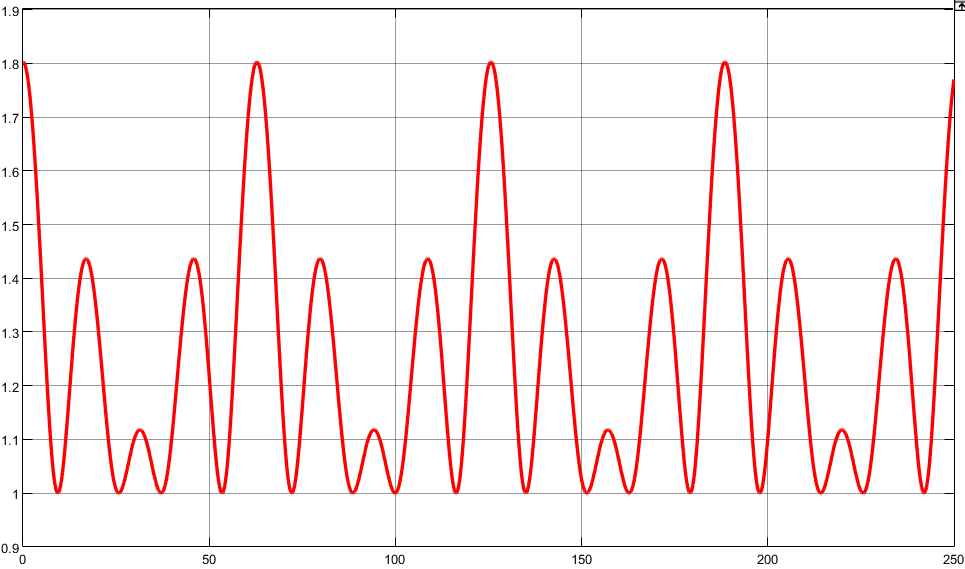
Volendo essere più espliciti , la parametrizzazione del precedente cammino desiderato è data da

Si ricordi che il percorso deve essere ammissibile per il nostro differential drive , alla traiettoria cartesiana desiderata , corrisponde di fatto la seguente traiettoria di stato

con

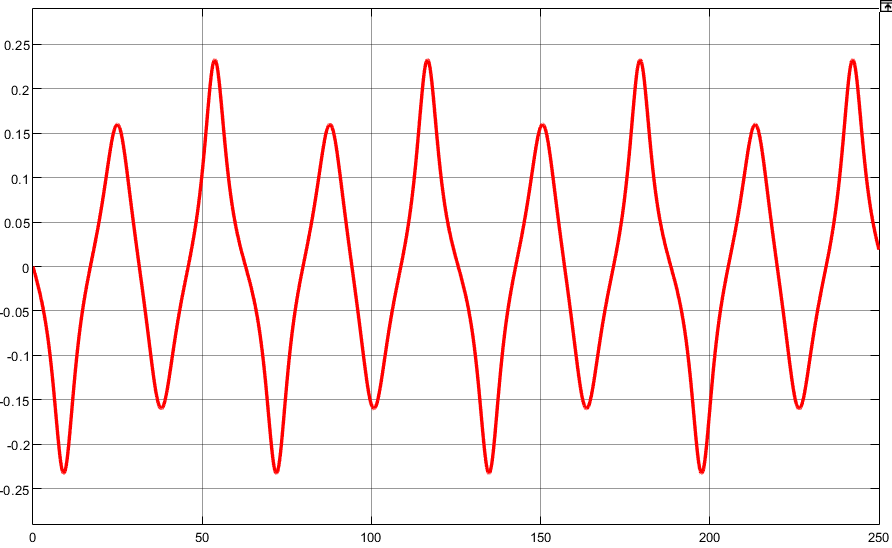
Sfruttando la piattezza differenziale come ribadito nel Capitolo 2 , è immediato determinare i riferimenti di velocità per il percorso desiderato , infatti

Si riportano di seguito gli andamenti dei riferimenti di velocità con lo scopo di individuare limiti superiori e inferiori per la definizione dell’azione di controllo



**Figura 5.2** Andamento nel tempo velocità di trazione

Di seguito invece l’andamento nel tempo per quanto riguarda la velocità di sterzo



**Figura 5.3** Andamento nel tempo velocità di sterzo

Si ricordi come la definizione dell’azione di controllo a guadagno schedulato , si fonda su una caratterizzazione dei limiti inferiori e superiori dei parametri incerti. In particolare , come ribadito nel Capitolo 3 , come parametri incerti consideriamo le due velocità , ed in particolare scegliamo i seguenti valori per i limiti

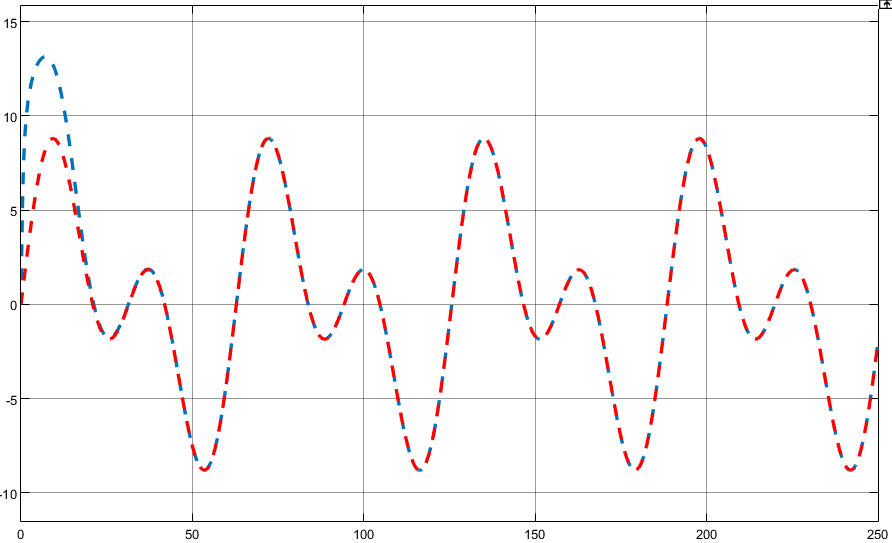
Definiti i vertici del politopo , il passo successivo è la risoluzione delle LMIs per l’individuazione dei 4 guadagni che caratterizzano l’azione di controllo a guadagno schedulato

con

come notiamo tali che

e cioè interno allo unitary simplex

Si mostrano di seguito i risultati ottenuti con l’applicazione di tale azione di controllo , in particolare iniziamo con il sovrapporre all’andamento desiderato la traiettoria percorsa dall’uniciclo controllato.

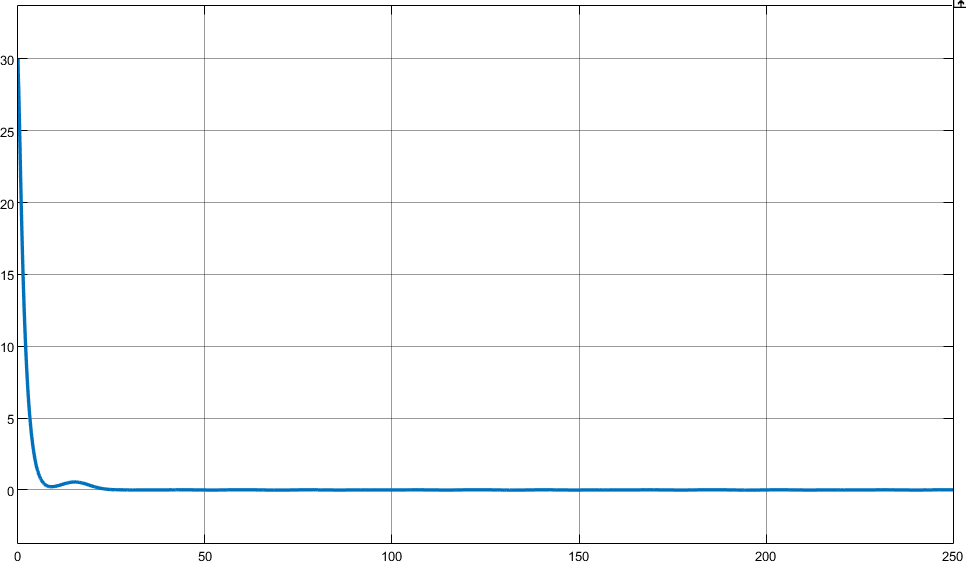


**Figura 5.4** Controllo Gain Scheduling

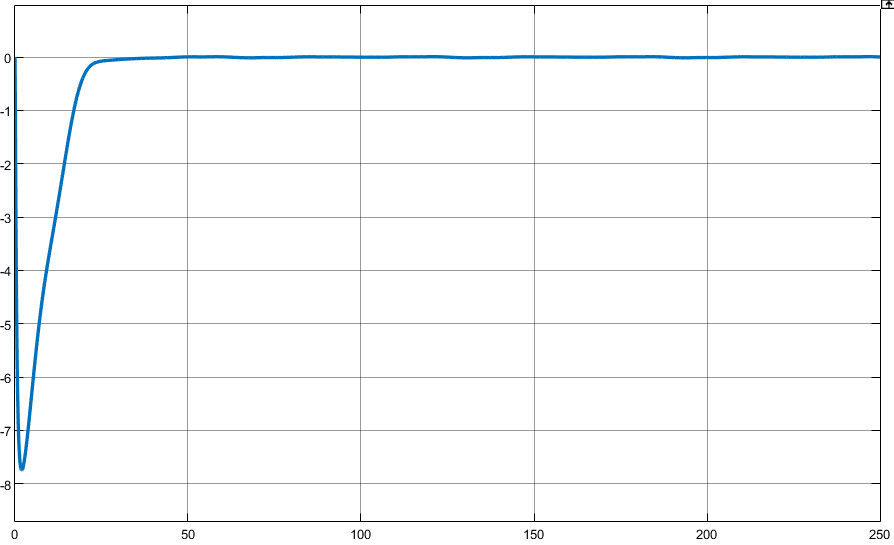
In particolare la Figura 5.4 evidenzia in rosso il riferimento , ed in blue riporta l’andamento della traiettoria seguita dal robot. Si noti come dopo un leggero transitorio , l’errore a regime è nullo.

Si riporta di seguito l’andamento degli errori , definiti ricordiamolo come

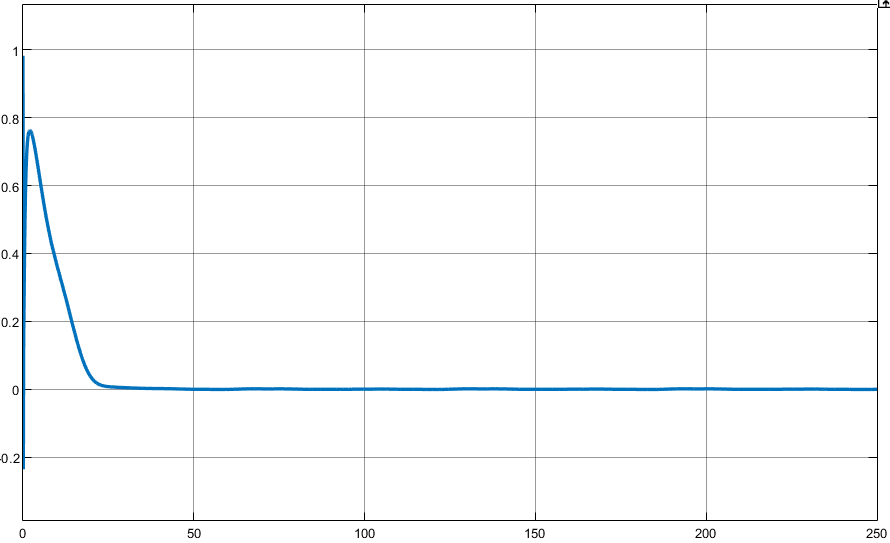
Di seguito l’andamento dei tre errori nel tempo.



**Figura 5.5** Andamento nel tempo di



**Figura 5.6** Andamento nel tempo di



**Figura 5.7** Andamento nel tempo di

Conclusa questa prima fase di simulazione , si passa ora ad analizzare i risultati in simulazione, sfruttando le tecniche di localizzazione discusse nel Capitolo 4. Cioè da ora in poi consideriamo la presenza all’interno dell’anello di controllo di uno stimatore dello stato a partire da misurazioni ingresso uscita.