



Assignment 1 Report - Vehicle models

🕒 Created	@December 7, 2023 12:54 PM
📁 Class	PA 046
📁 Type	Assignment
☑ Reviewed	<input type="checkbox"/>

Introduzione

In questo documento vengono mostrati e spiegati i risultati ottenuti dalle implementazione dei seguenti modelli:

- **Kinematic**
- **Dynamic**
- **Dynamic w/ Road alignment**

Lo scopo è quello di mettere a confronto i modelli in termini di **Velocità**, per i modelli Kinematic e Dynamic; in termini di **Path** per i modelli Dynamic e Dynamic w/ Road alignment.

Modello fisico di simulazione

Tutti i modelli utilizzano lo stesso modello fisico del veicolo e segnale di input di sterzo, definiti come seguono:

- Modello fisico e geometrico del veicolo:

```

%% Vehicle parameteres
% Physical parameteres
mass = 2164;          % Vehicle mass in kg
% Forces parameteres
inertia = 4373;       % Inertia in kg*m^2
% Geometry parameteres
l_f = 1.3384;         % Distance from the center of mass to front axle
l_r = 1.6456;         % Distance from the center of mass to rear axle
% Constant parameteres
C_f = 1.0745e5;       % Front cornering stiffness coefficient
C_r = 1.9032e5;       % Rear cornering stiffness coefficient

```

- Input di sterzo (sinusoidale):

```

%% Simulation parameters
% Movement parameteres
v = 30 * 1000 / 3600; % Vehicle speed in m/s

% Signal parameters
freq = 0.5;           % Frequency of sinusoidal steering input in Hz
amp_steering = 30;     % Amplitude of sinusoidal steering input in rad

% code ... %

%% Support anonymous fun
% Calculate the slip angle in relation of the time (t)
slip = @(t) deg2rad(30 * sin(2 * pi * freq * t));

```

Il valore di `v = 30 * 1000 / 3600; % Vehicle speed in m/s` viene manipolato in base alle tipologie di simulazioni che vengono eseguite, ovvero con valori di v in km/h di:

- 50;
- 70.

Kinematic

Descrizione del modello

Il modello Kinematic non tiene conto delle forze fisiche agenti sul veicolo, ma solo del suo moto.

Risultati ottenuti

50 Km/h

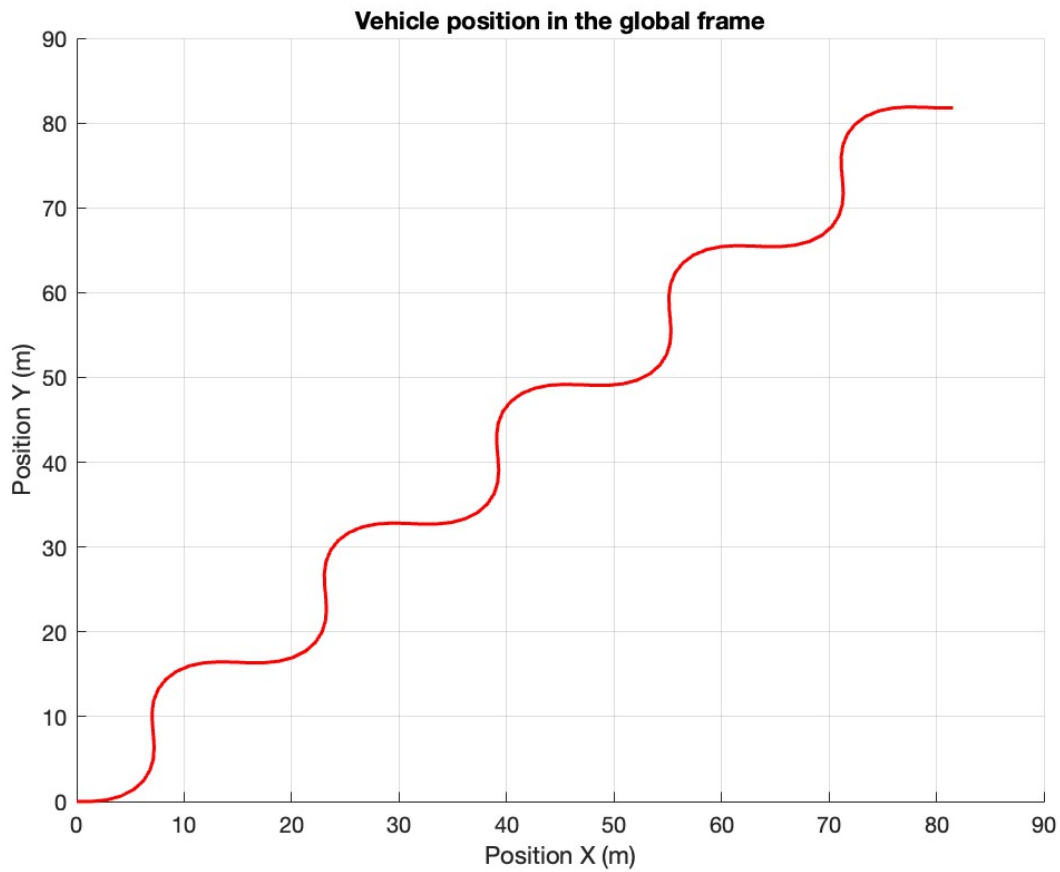
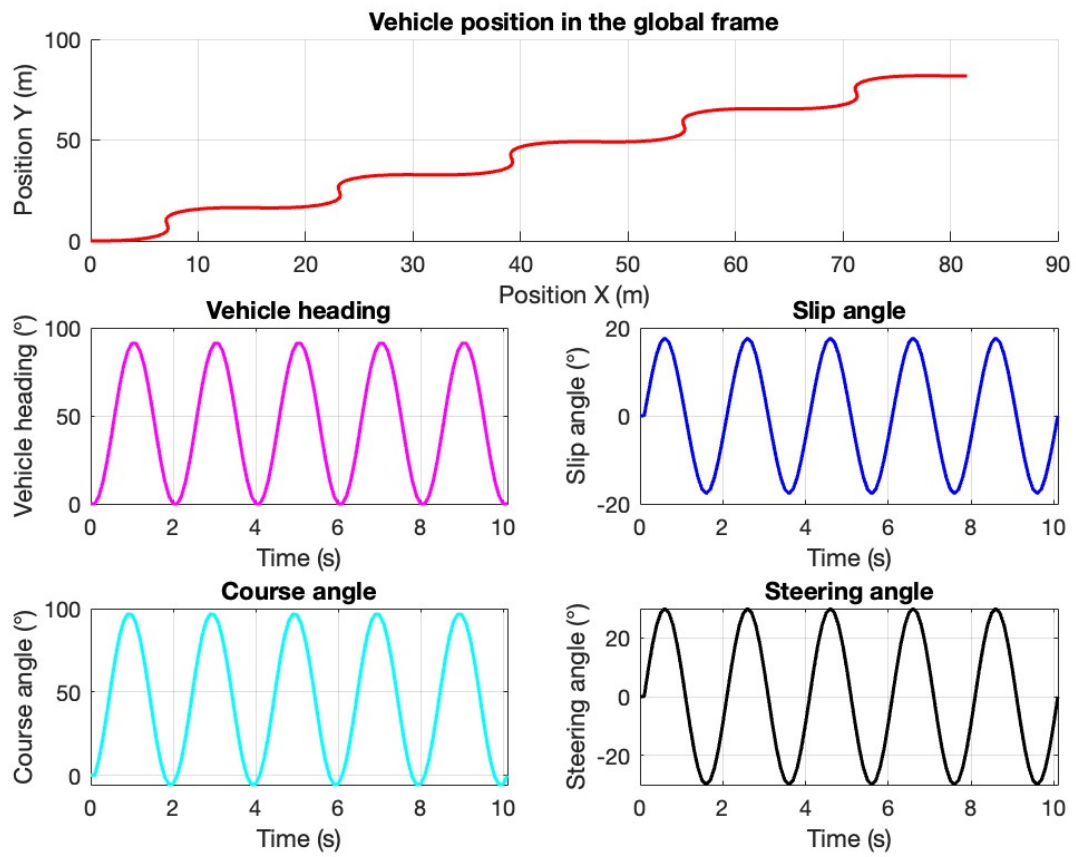


Grafico della posizione globale del veicolo per la velocità data (50km/h).



Grafici generali del modello per la velocità data (50km/h).

70 Km/h

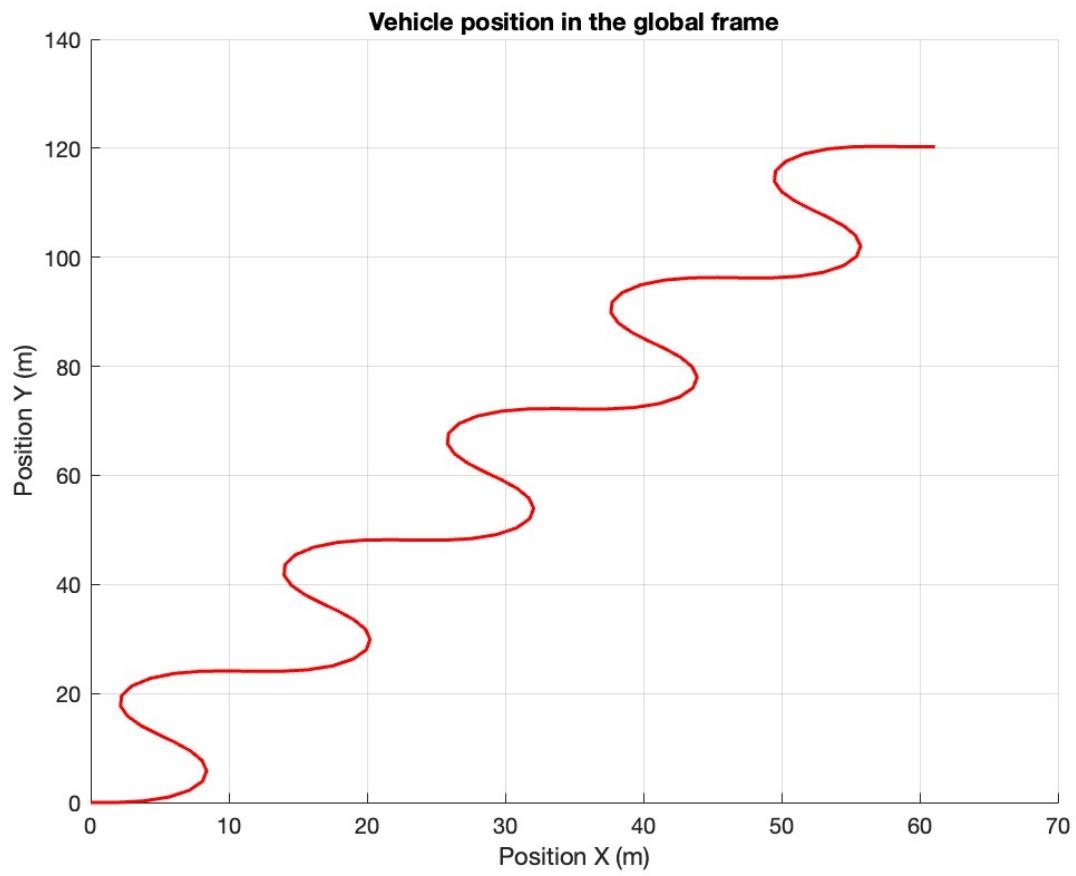
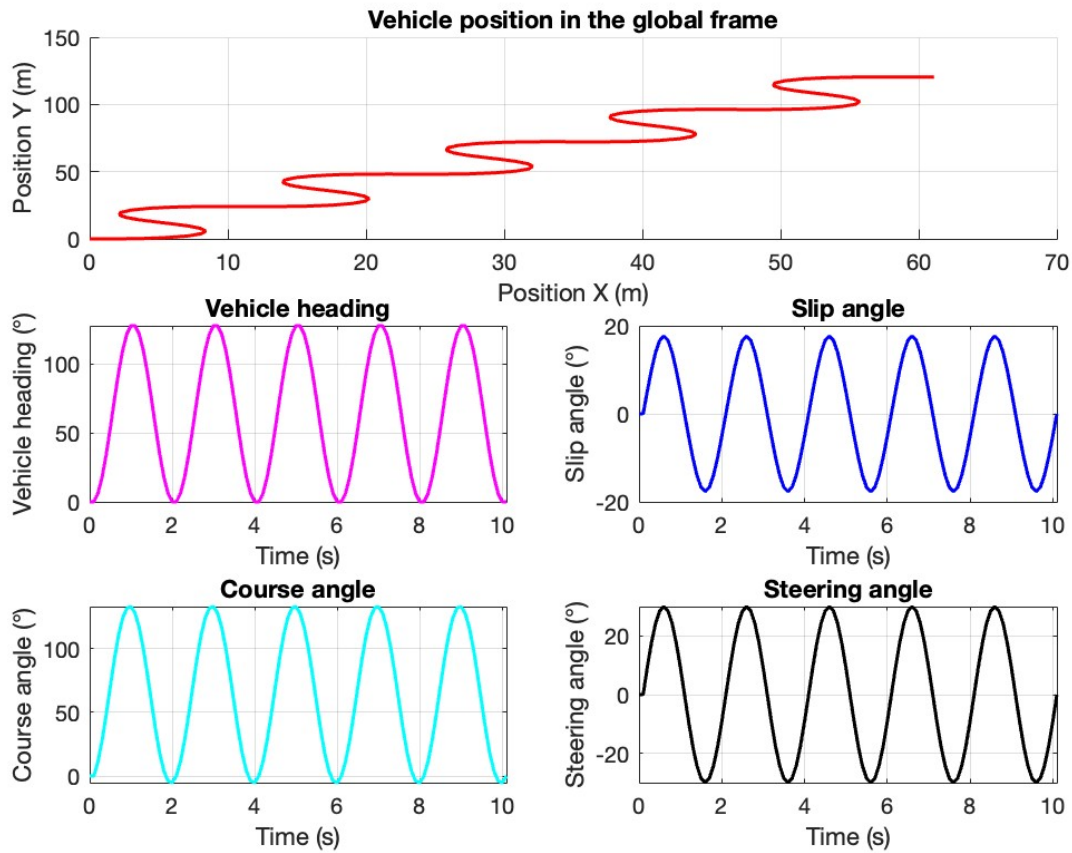


Grafico della posizione globale del veicolo per la velocità data (70km/h).



Grafici generali del modello per la velocità data (70km/h).

Motivazione dei risultati

Quello che si può notare dal grafico delle posizioni è che all'aumentare della velocità v , si perde la posizione corretta del veicolo; perché il modello, non tenendo in considerazione le forze fisiche che agiscono sul veicolo, in questo caso il movimento laterale in y ; all'aumentare della velocità queste forze aumentano e quindi diventano non trascurabili per il calcolo della posizione globale sull'asse y .

Dynamic

Descrizione del modello

Il modello Dynamic tiene in considerazione il movimento laterale (sull'asse y) del veicolo e nel sistema $\dot{x} = A(V_x) + B(V_x)u$, dove viene applicata la legge di Newton sull'asse y.

Risultati ottenuti

50 Km/h

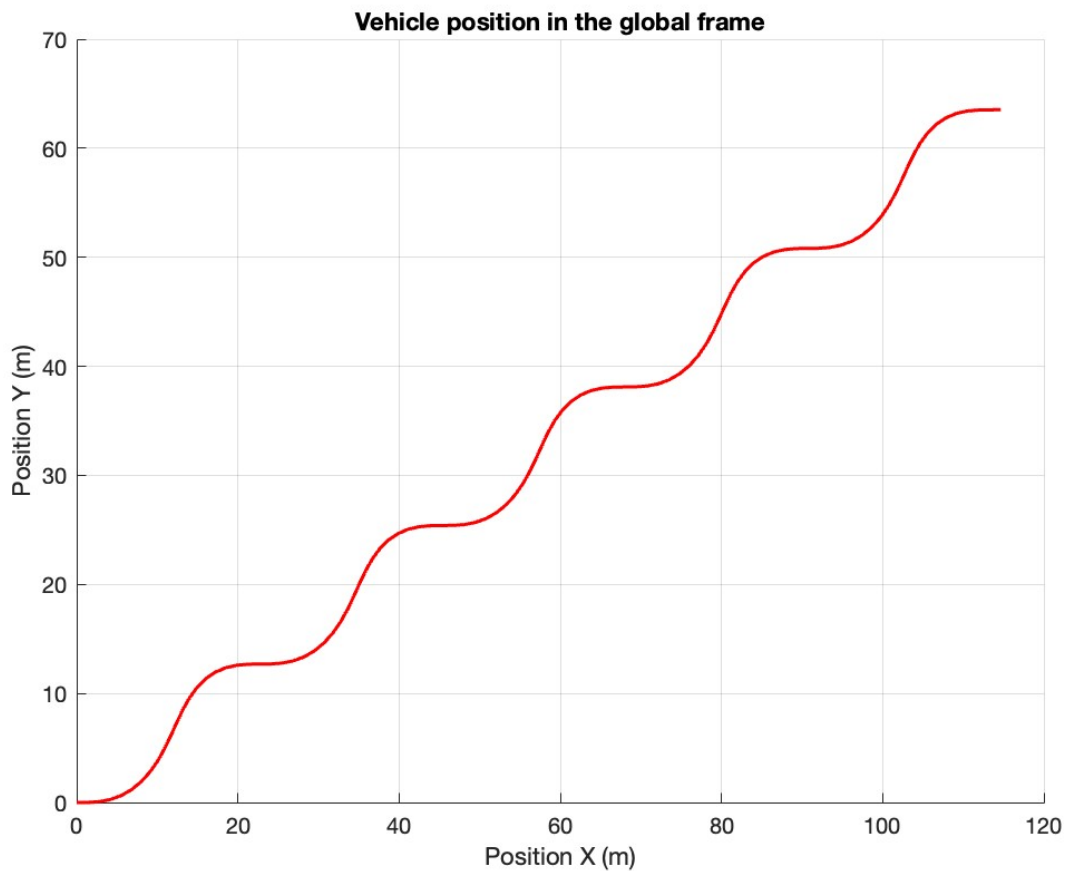
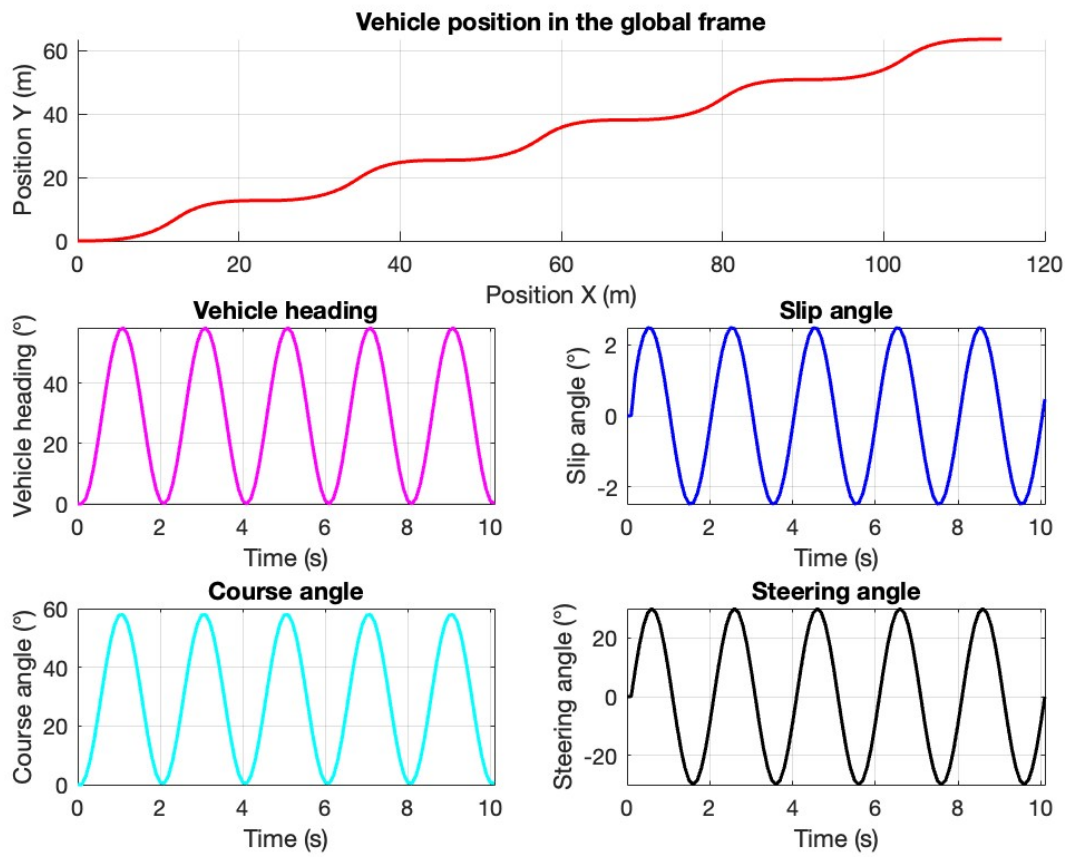


Grafico della posizione globale del veicolo per la velocità data (50km/h).



Grafici generali del modello per la velocità data (50km/h).

70 Km/h

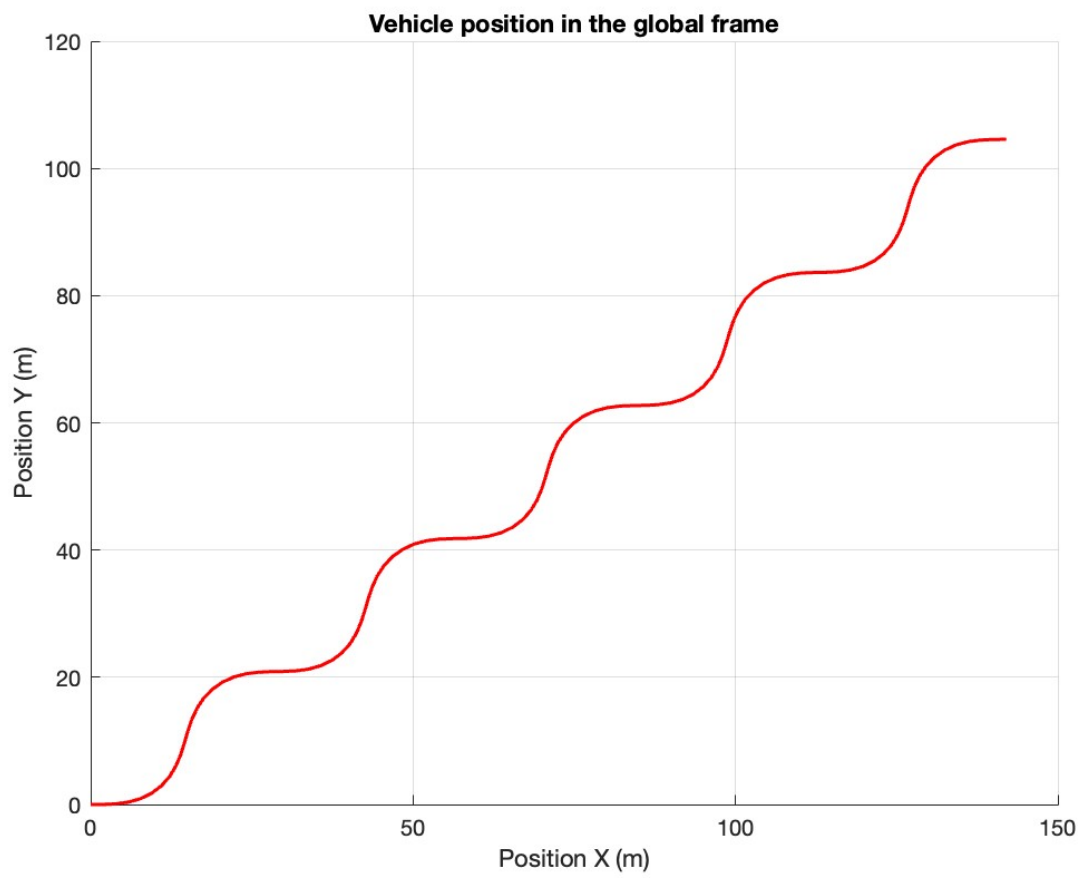
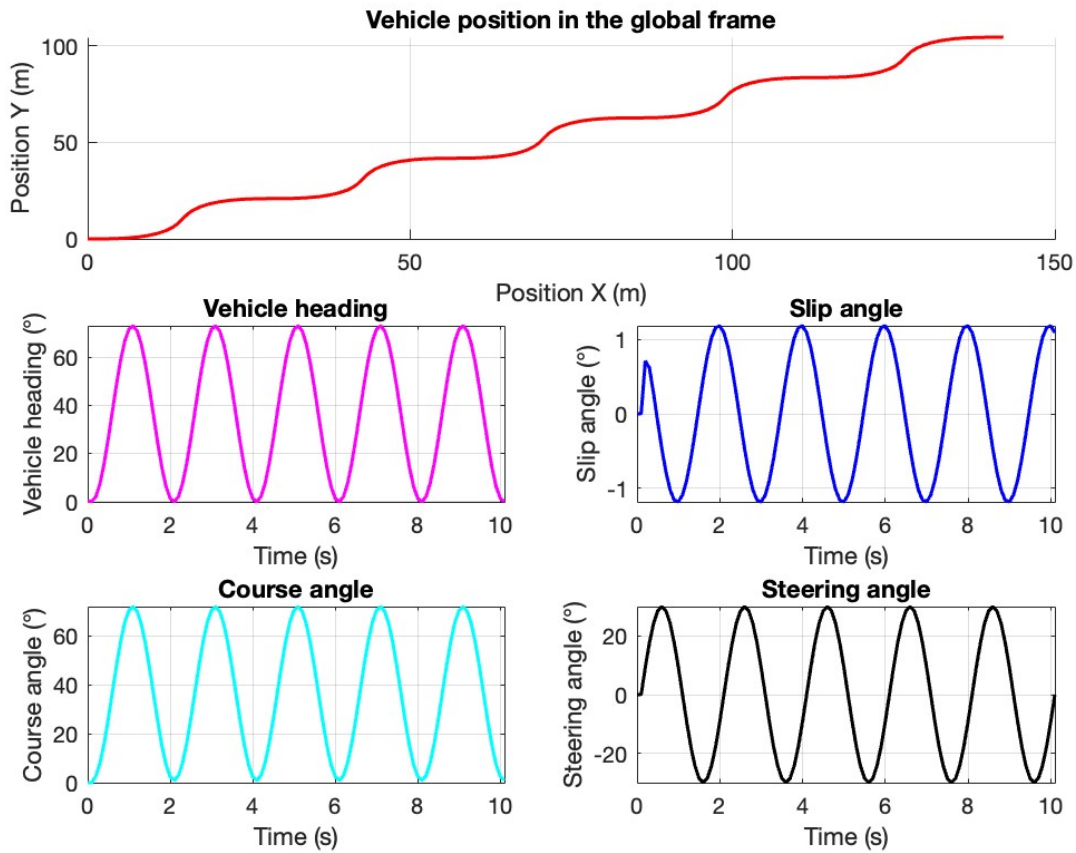


Grafico della posizione globale del veicolo per la velocità data (70km/h).



Grafici generali del modello per la velocità data (70km/h).

Motivazione dei risultati

Il Dynamic all'aumentare della velocità, riesce tenere la posizione sull'asse y corretta, infatti da 50 Km/h a 70 Km/h non soffre come il Kinematic, questo perché nel sistema $\dot{x} = A(V_x)x + B(V_x)u$ contiene le leggi orarie sull'asse y e la geometria del veicolo.

Dynamic vs Kinematic, why?

La motivazione del perché il dynamic non soffre alle alte velocità in confronto al Kinematic la si trova nelle formule per il calcolo della posizione globale del veicolo.

- Posizioni X,Y nel Kinematic

$$\begin{aligned}\dot{X} &= V \cos(\psi + \beta) \\ \dot{Y} &= V \sin(\psi + \beta)\end{aligned}$$

- Posizioni X,Y nel Dynamic

$$\begin{aligned}\dot{X} &= V_x \cos(\psi) + V_y \sin(\psi) \\ \dot{Y} &= V_y \cos(\psi) + V_x \sin(\psi)\end{aligned}$$

Ricordiamo l'assunzione che $V_y = \dot{y}$

Dalle due formule per calcolare \dot{X} e \dot{Y} si può notare che il Kinematic non tiene in considerazione le leggi orarie (legge di Newton) delle forze sull'asse y.

Invece il Dynamic, dal sistema $\dot{x} = A(V_x)x + B(V_x)u$ mette a sistema le forze applicate sul veicolo e la geometria del veicolo; mitigando i problemi ad alta velocità che ha il Kinematic, tenendo in considerazione forze che diventano non trascurabili.

Una rapida osservazione che possiamo notare, senza analizzare le formule matematiche, sono i valori che assumono sugli assi y, nel Dynamic siano molto inferiori rispetto al Kinematic, dovuto appunto al tenere in considerazione le forze laterali applicate al veicolo.

Dynamic w/ Road alignment

Descrizione del modello

Estensione del modello Dynamic, aggiungendo un raggio di curvatura da seguire, questo modificherà il calcolo della posizione globale del veicolo basandosi sull'errore della posizione dalla path desiderata da seguire.

Modifica del modello di simulazione

Aggiunta del raggio di curvatura R

```
% code ... %

R = 100;      % Path

% code ... %
```

```
psi_des_dot = v_x/R;
```

Risultati ottenuti

R = 100

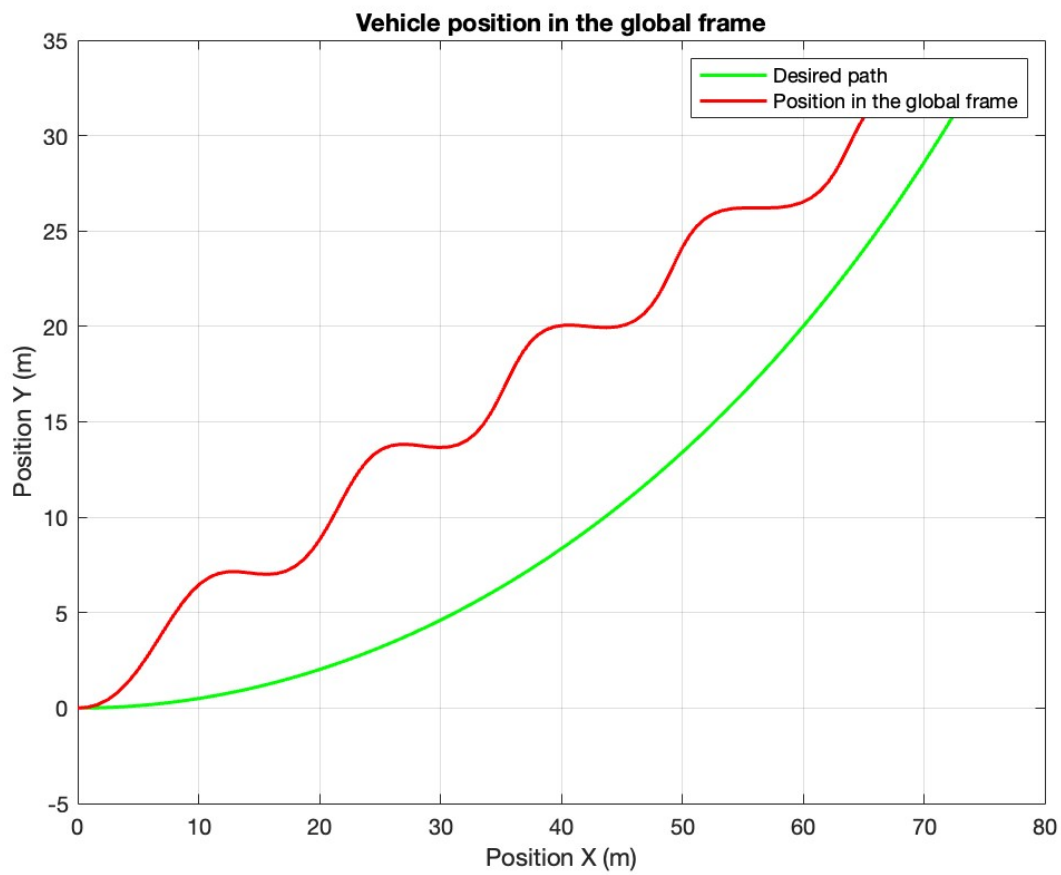
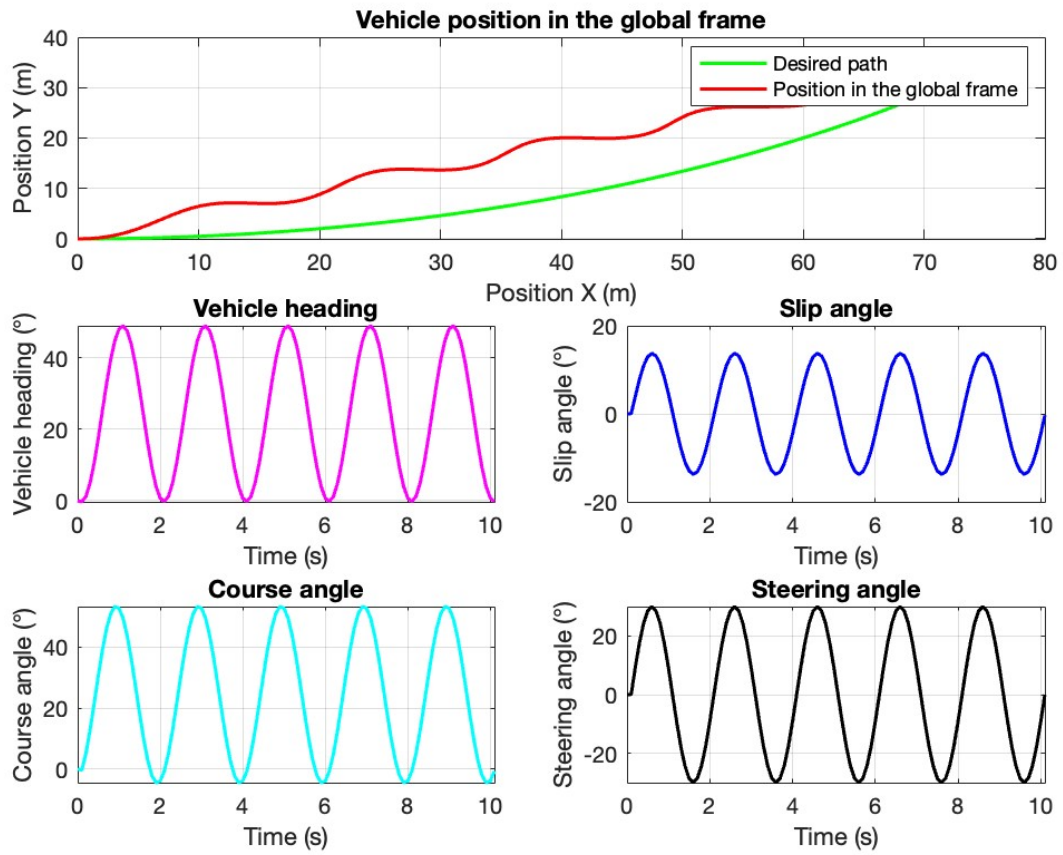


Grafico della posizione globale e path desiderato dal raggio di curvatura dato (100)



Grafici generali dato dal raggio di curvatura dato (100)

$$R = \infty$$

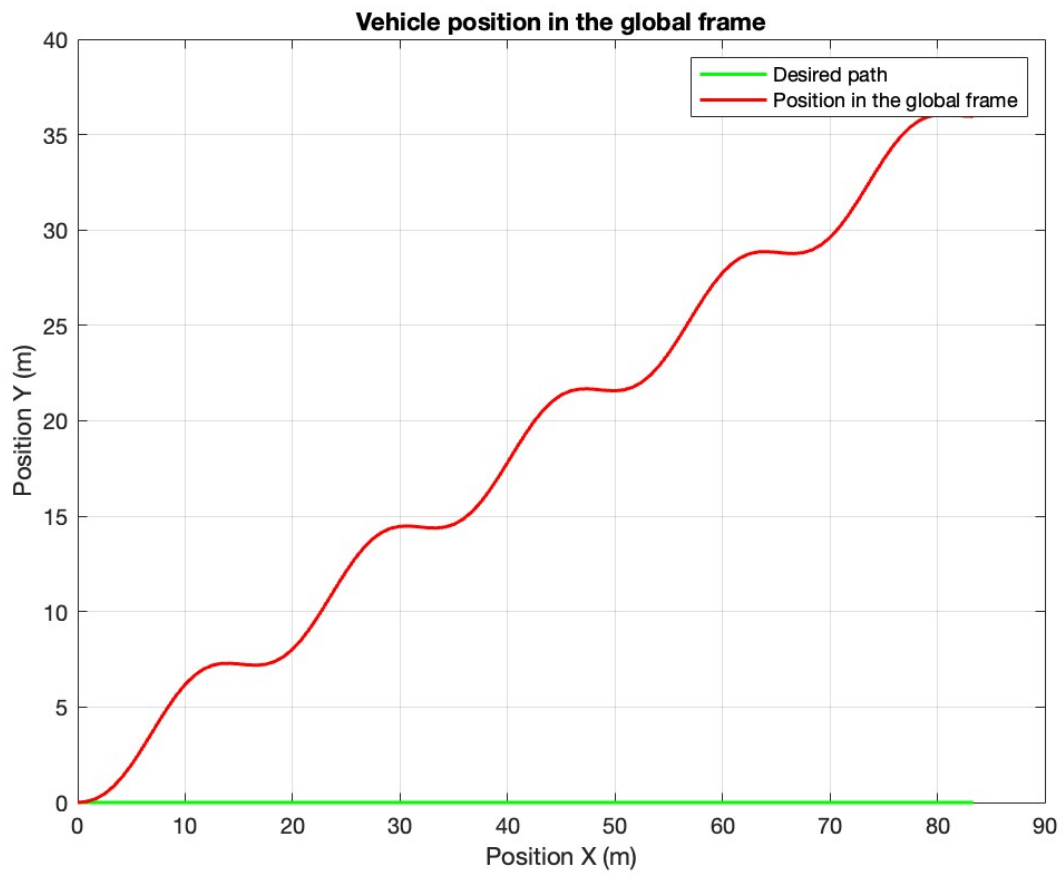
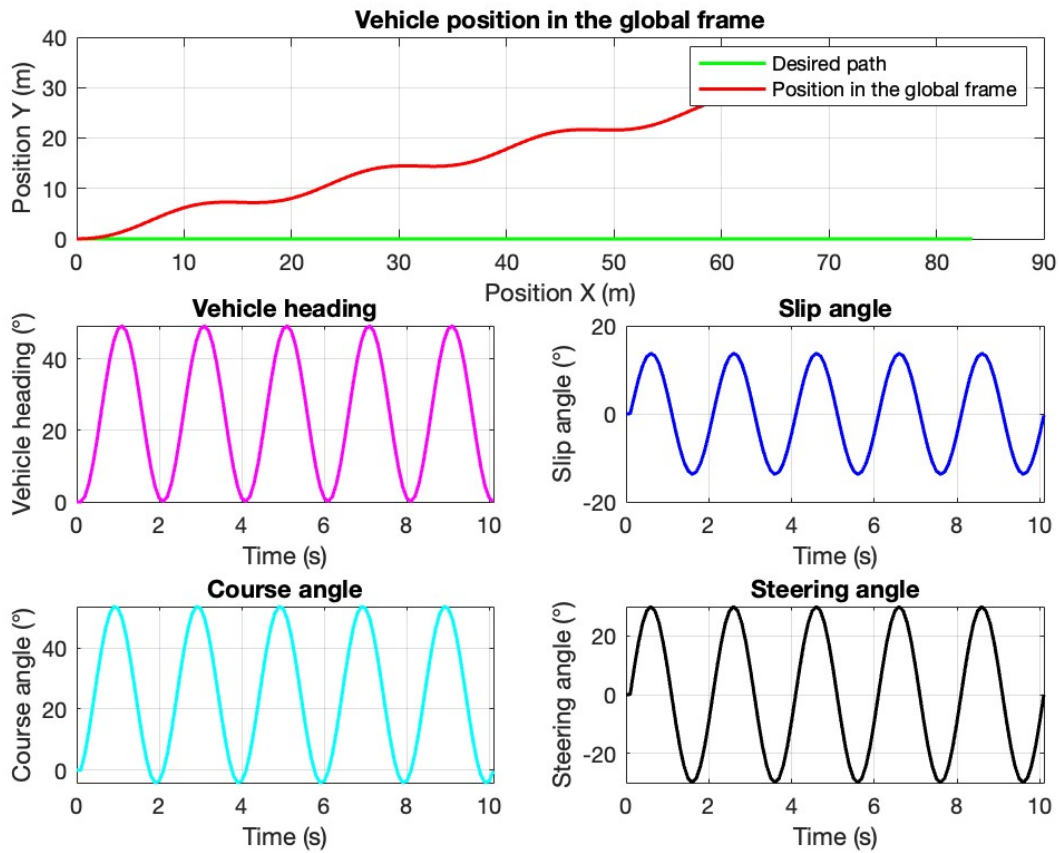


Grafico della posizione globale e path desiderato dal raggio di curvatura dato (∞)



Grafici generali dato dal raggio di curvatura dato (∞)

Motivazione dei risultati

Possiamo notare che dai grafici, che il modello cerca di ottenere la posizione, computando gli errori derivanti dal sistema $\dot{x} = A(V_x)x + B(V_x)u + B_d(V_x)d$. Questo permette di correggere la posizione del veicolo e avere una posizione globale più vicina a quella desiderata.

Il problema è che non riusciamo a seguire il path corretto, perché non abbiamo un sistema di controllo che ci permette di cambiare il moto e la direzione del veicolo e quindi correggere la traiettoria reale del veicolo

Dynamic vs w/ Road alignment

Mettendo a confronto i grafici del Dynamic e del Road alignment, possiamo notare che il Road alignment, su path $R = \infty$, ovvero path rettilineo; è più preciso del suo

precedente. Questo perché come analizzato in precedenza, avendo un calcolo della posizione globale basato sugli errori e_1 ed e_2 , ovviamente dalla formula $\dot{x} = A(V_x)x + B(V_x)u + B_d(V_x)d$ rimangono le leggi orarie sull'asse y, ma vengono aggiunti gli errori che permettono di avere un calcolo più preciso delle coordinate globali, avendo un path di riferimento da seguire

Istruzioni per l'esecuzione

Kinematic:

- Spostarsi nella cartella `kinematic/` ed eseguire con MatLab il file `kinematic.m`

Dynamic:

- Spostarsi nella cartella `dynamic/default/` ed eseguire con MatLab il file `dynamic.m`

Road alignment:

- Spostarsi nella cartella `dynamic/road_alignment` ed eseguire con MatLab il file `road_alignment.m`