

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

***Relazione per la prova finale  
«Analisi di un sistema di Frenata di  
Emergenza Autonoma (AEB)»***

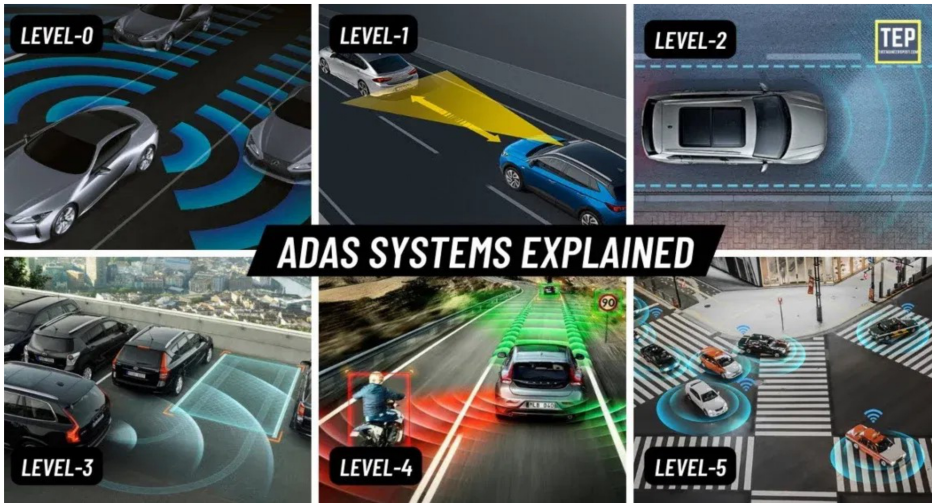
Tutor universitario: Prof. Rampazzo Mirco

Laureando: *Steffani Matteo*

Matricola: 2047863

Padova, 19/11/2024

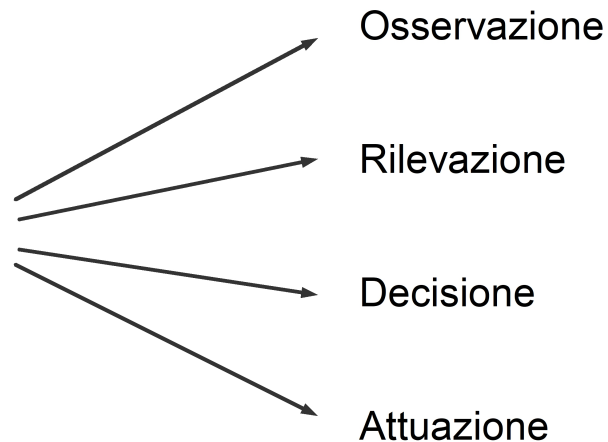
## I Sistemi ADAS: Advanced Driver Assistance System



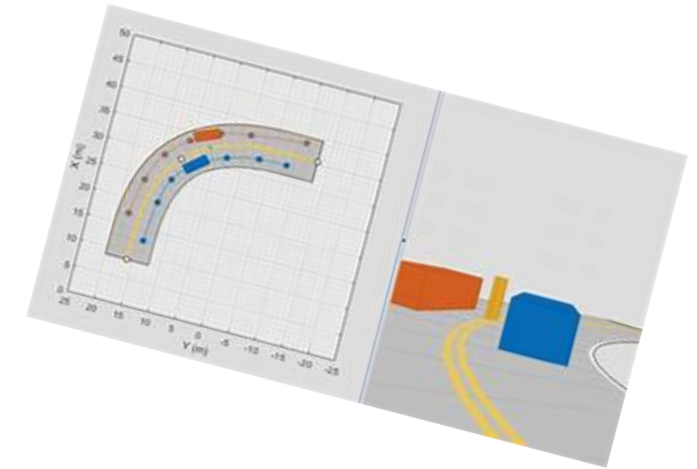
- Il problema della sicurezza stradale
- Le soluzioni ingegneristiche
- Ambiente di studio: Matlab



Autonomous Emergency Braking: AEB



Per lo studio e la visualizzazione dei risultati del sistema presentato ci si avvale di un'opzione specifica di Matlab:



- Rappresentare situazioni statiche e dinamiche secondo andamenti prestabiliti

## Automated Driving Toolbox

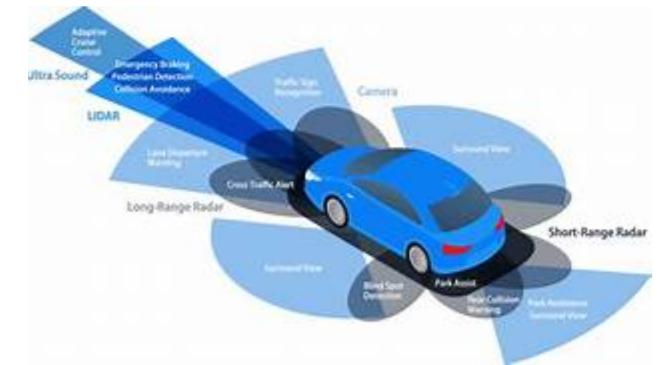
Questo tool permette di:

- Implementare sistemi sensoristici e osservarne le rilevazioni

- Distinguere gli attori da file visivi: Ground Truth Labeler

- Possibilità di estrarre codici di simulazioni e importare scenari da codici

- Creare sistemi ADAS e verificarne in prima approssimazione l'efficacia



## COME?

Gli obiettivi della prova finale sono quelli di:

- mostrare l'efficacia di un sistema di frenata autonomo
- comprendere che parametri vengono definiti e come
- mostrare le logiche decisionali basate sui confronti tra parametri (State Flow - Macchina a Stati)

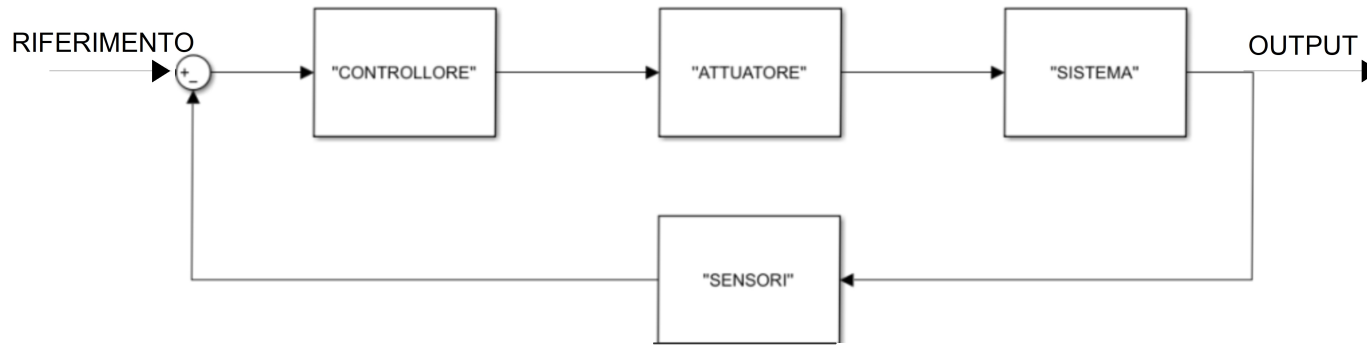
Infine:

- mostrare un esempio realistico di applicazione di AEB
- verificare il comportamento del sistema in diverse condizioni operative:
  - Modellistiche
  - Di condotta di guida

## APPLICABILE?

## Sistema in Close Loop: Il Feedback

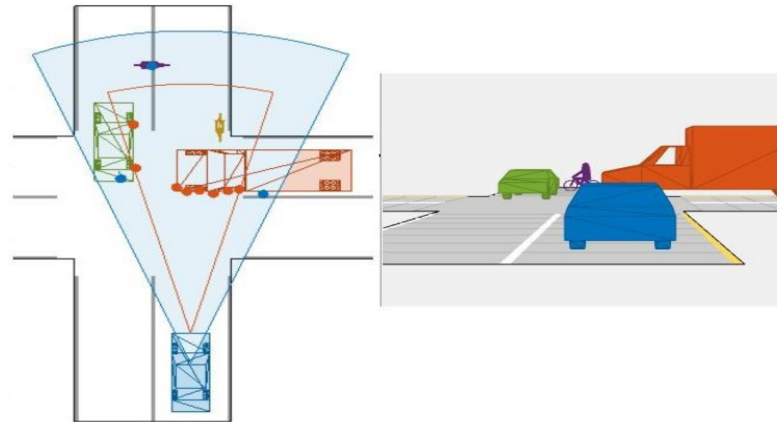
Architettura a Catena Chiusa



- Gestione alla variazione dei parametri
- Modifica situazionale del comportamento
- Reazione a fenomeni non modellati

## Sensor Fusion

- Radar
- Lidar
- Vision
- Camera



Multi  
Object  
Tracker

1) Dove ci si trova: → Ambiente Simulink di Matlab



Con uno schema a blocchi è possibile rappresentare:

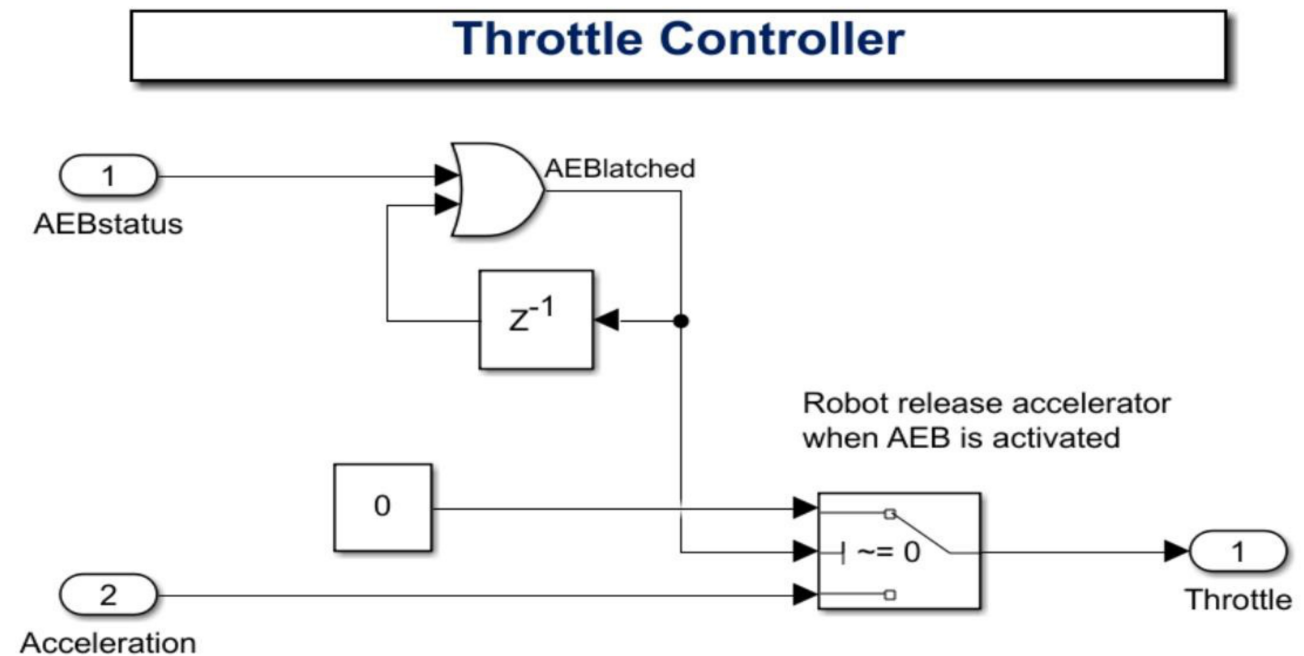
- le varie funzioni che partecipano al sistema
- le relazioni tra input ed output
- i parametri stabiliti per la simulazione

2) Sistema di Accelerazione: →

Close Loop per raggiungere  $V_{set}$

Condizioni particolari

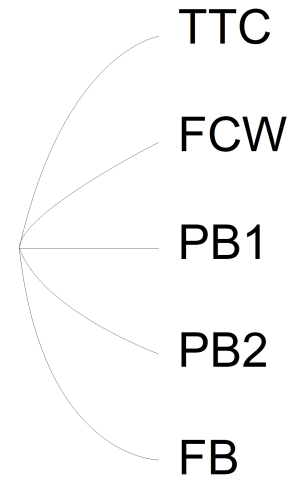
- All'attivazione dell'AEB si azzerava l'incremento di velocità



In Base a cosa si attiva l'AEB?

### 3) Sistema di Frenata:

a) Parametri e stati di sicurezza:

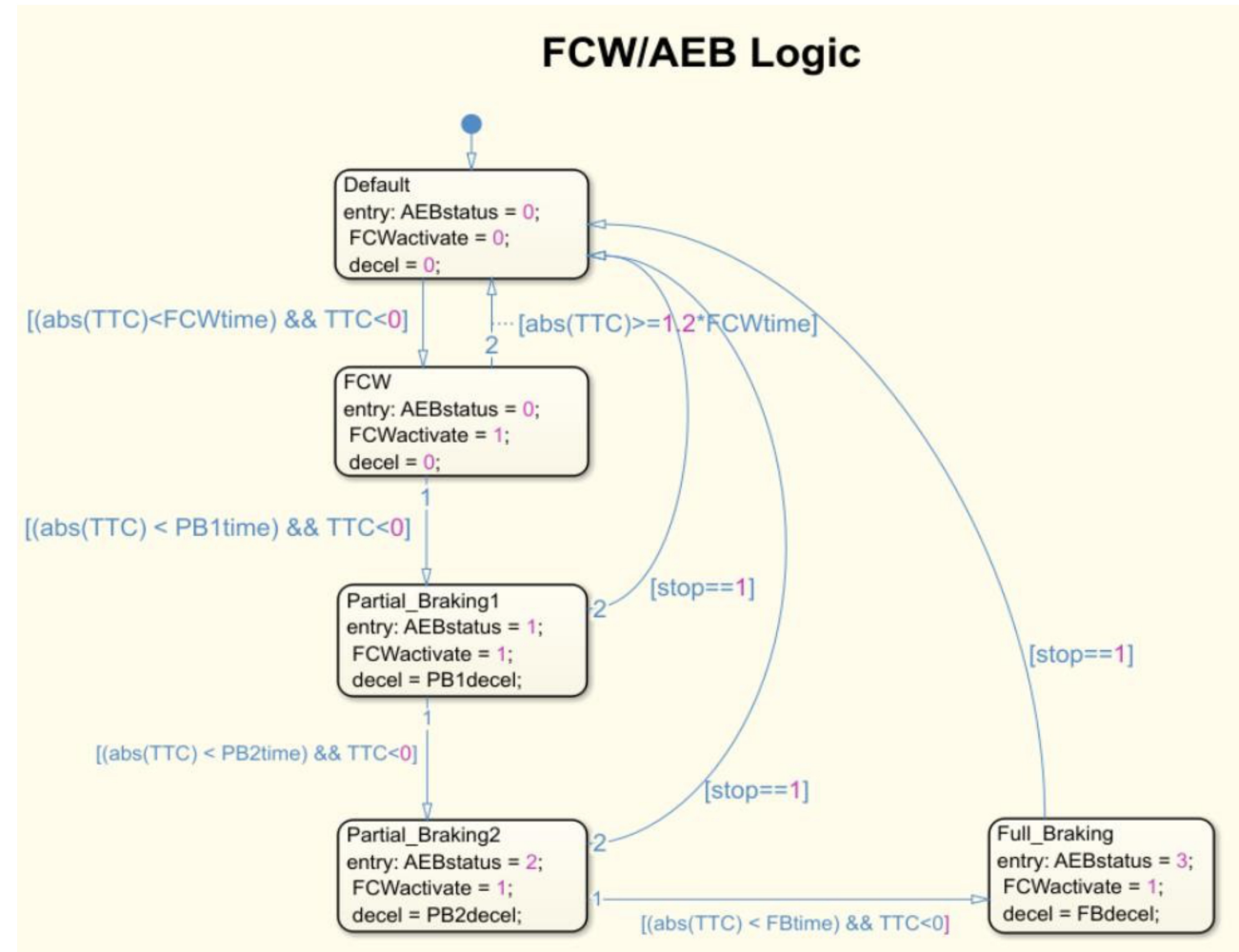


b) Macchina a Stati basata sul confronto tra i parametri

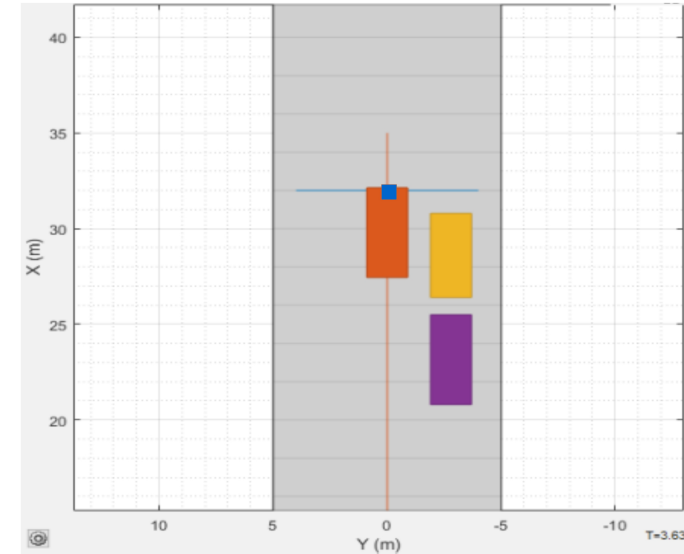
### 4) Attuazione e condizioni modellistiche

Veicolo  
ed  
Ambiente

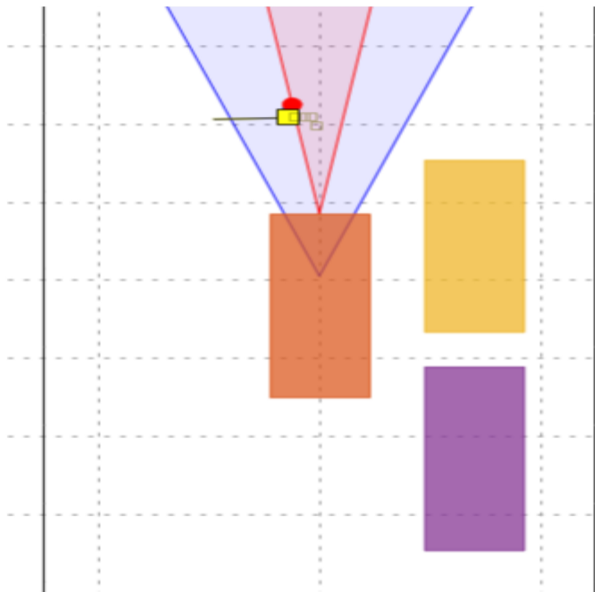
- Accelerazione e freno
- Parametri di Forza
- Modello del veicolo



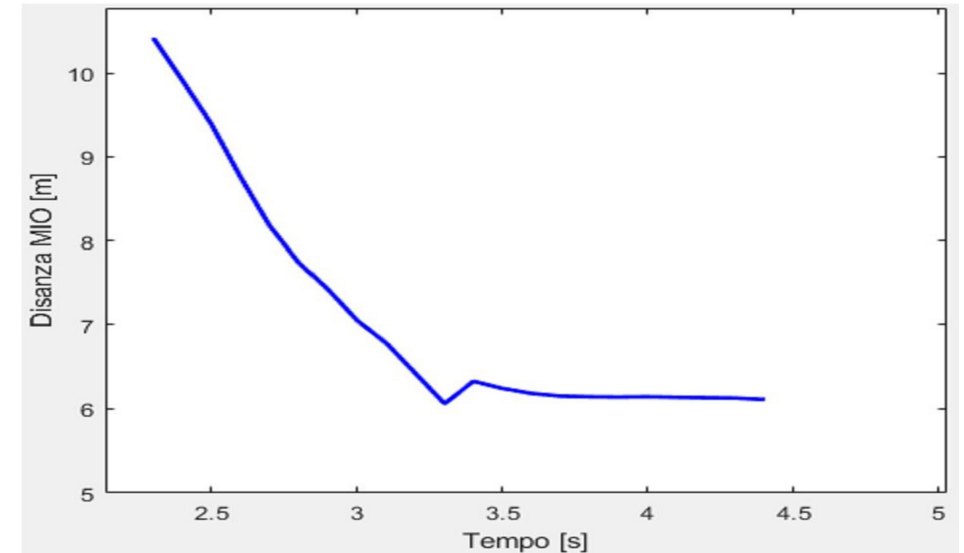
Scenario senza AEB



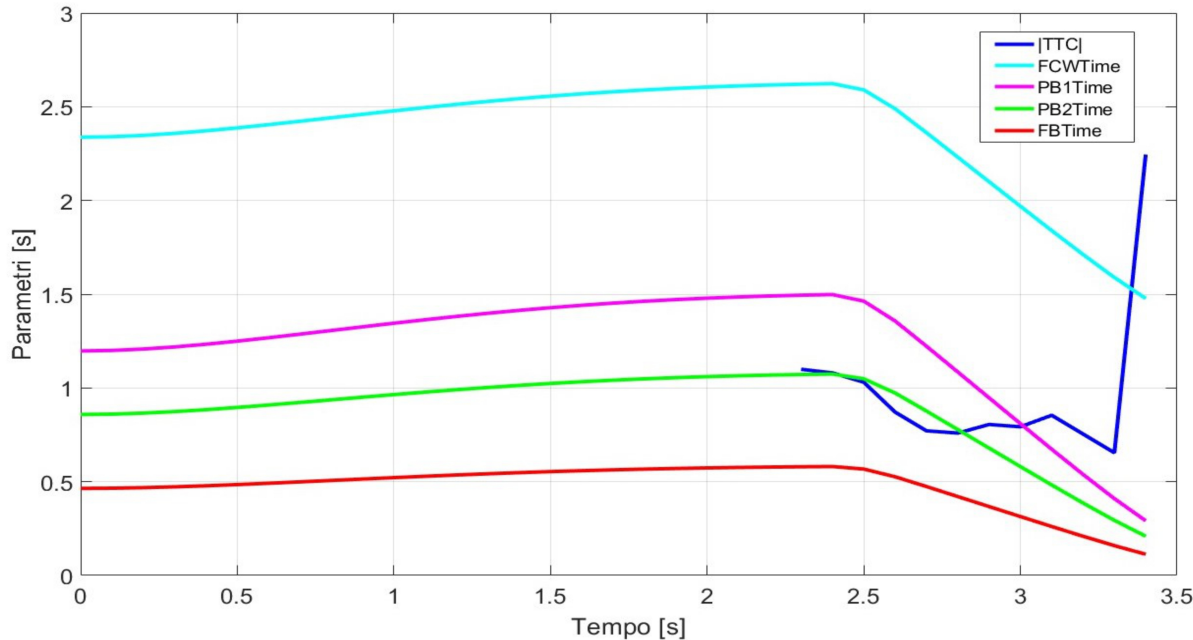
Scenario con veicolo dotato di sensori e sistema di frenata



Si osservino:  
- il diminuire della distanza del MIO  
- L'arrestarsi dell'avvicinamento





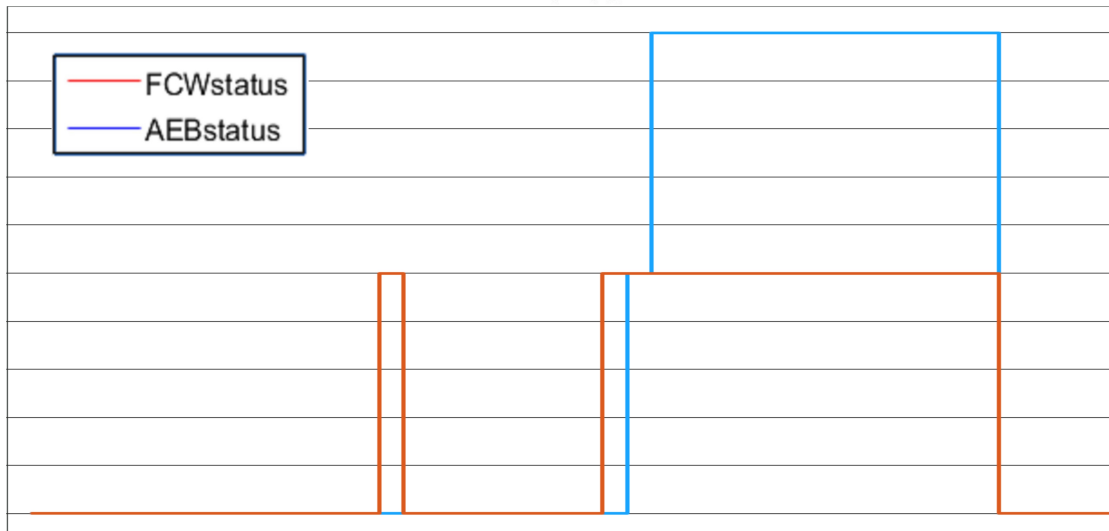


Variazione nel tempo dei parametri di sicurezza

Sulla base di questi confronti il sistema di frenata entra in azione



Grafici di attivazione Collision Warning e AEBstatus

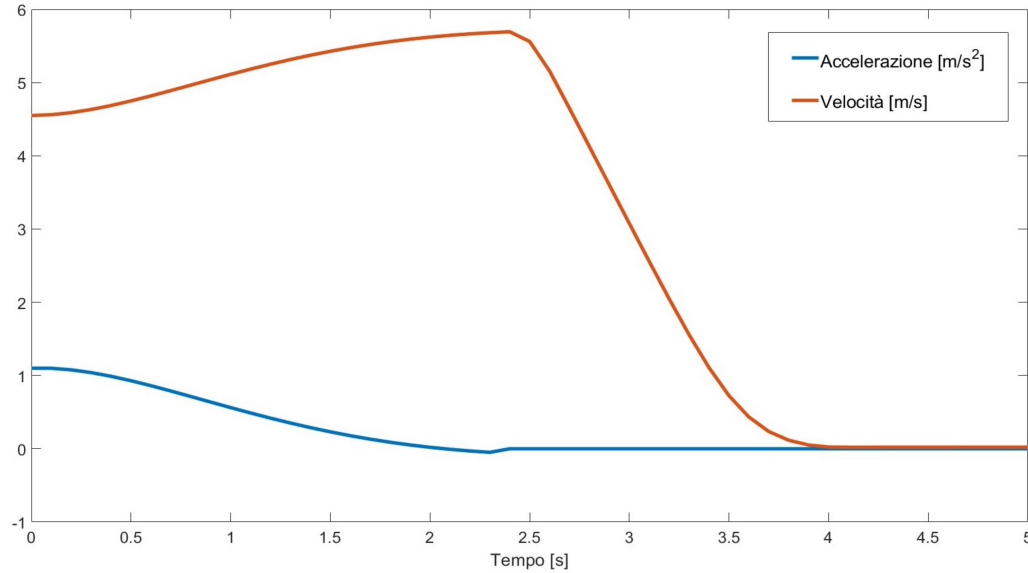


Si osservano:

Corrispondenza tra l'apparizione dell'avviso di collisione e il primo rilevamento del veicolo (attenzione agli errori)

Lo stato dell'AEB che passa da PB1 a PB2 quando il TTC scende al di sotto del PB2Time

Lo spegnimento del sistema quando la velocità del veicolo scende sotto una certa soglia



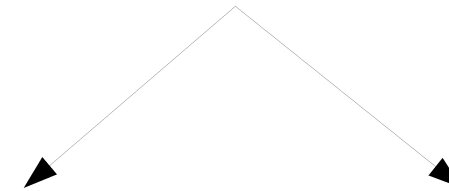
Rappresentazione dell'andamento nel tempo dei valori di:

Accelerazione e Velocità

Forza Applicata alle Ruote

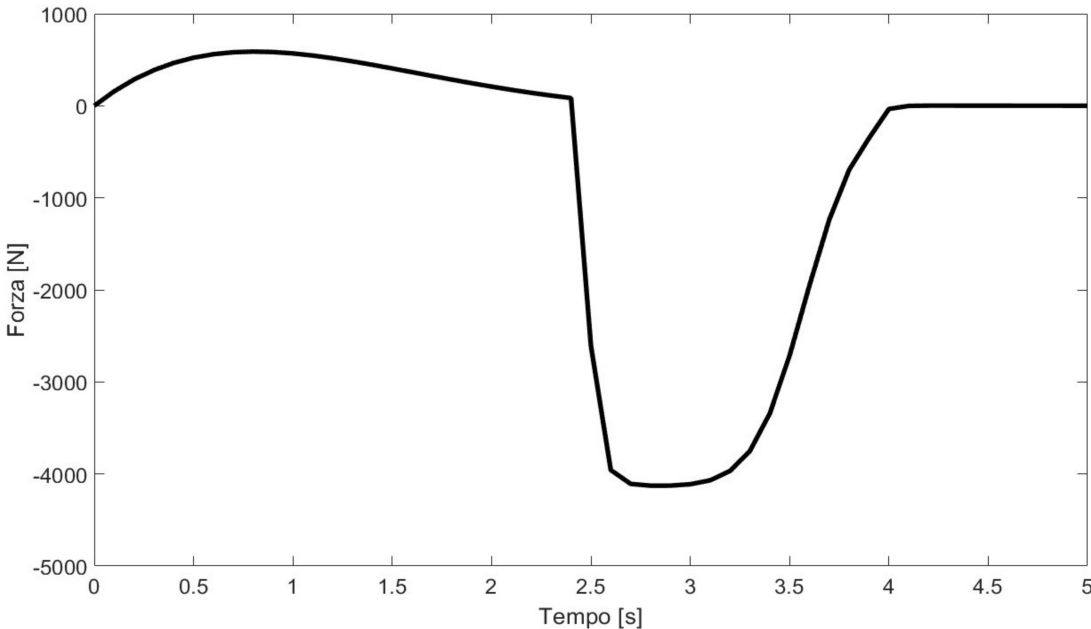
Si osservi la differenza tra frenata, accelerazione ed effettivo output

Blocco Vehicle Dynamics



Rappresentazione  
Attuatori

Bicycle Model  
Modellistica e condizioni ambientali

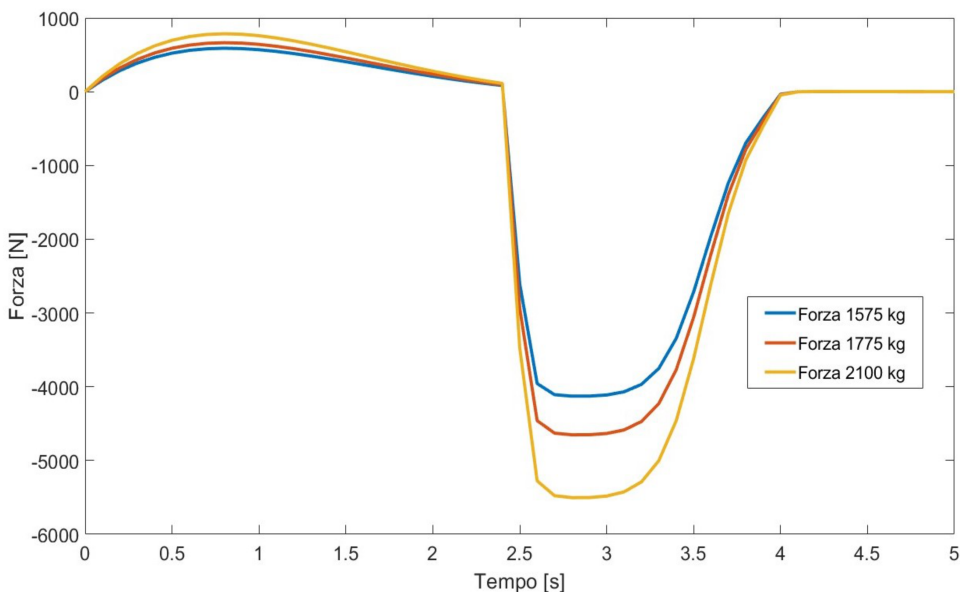


## VARIAZIONI MODELLISTICHE

### BICYCLE MODEL

Condizioni ambientali e di modello:

- Tipo di veicolo: ruote, massa
- Aerodinamica: Coefficienti di drag, lift e proprietà del vento
- Ambiente: temperatura, pressione, attrito



Ogni modifica rientra in close loop  
nella determinazione della forza  
da applicare alle ruote:

Non cambiano i valori di velocità o  
di distanza relativa nel tempo

**MA SOLO LA FORZA APPLICATA**

Es. Variazioni di massa:

1575, 1775, 2100 kg  
Picco da -4127 a -4651 a -5503 N,  
In frenata 12,7% e 33,3% di forza in più

Aumentata o diminuita  
per avere la medesima dinamica

Soluzioni?

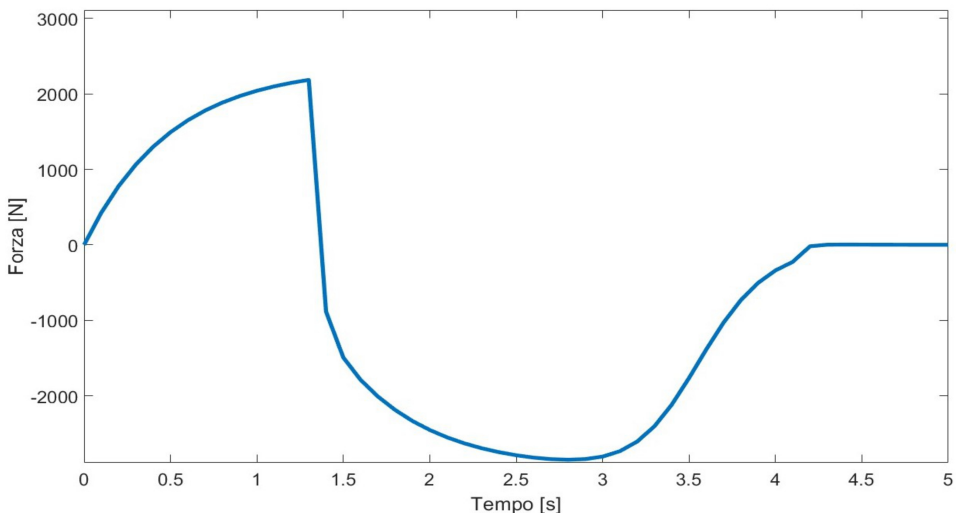
**Possibile Stress Attuatori**

- Aumento distanza di sicurezza
- Diminuzione tempi di intervento
- Intervento mirato in open loop

## VARIAZIONI CONDOTTA DI GUIDA

Si vuole raggiungere una velocità maggiore: da 5.5 a 15m/s

Attivando prima la frenata, si resta in PB1 e si ottiene una Forza Frenante minore, picco di -2818 N, si osserva però una velocità massima di 7 m/s



Perchè?

Una velocità maggiore porta ad un TTC minore, quindi ad un intervento anticipato del sistema

Accelerazione più marcata

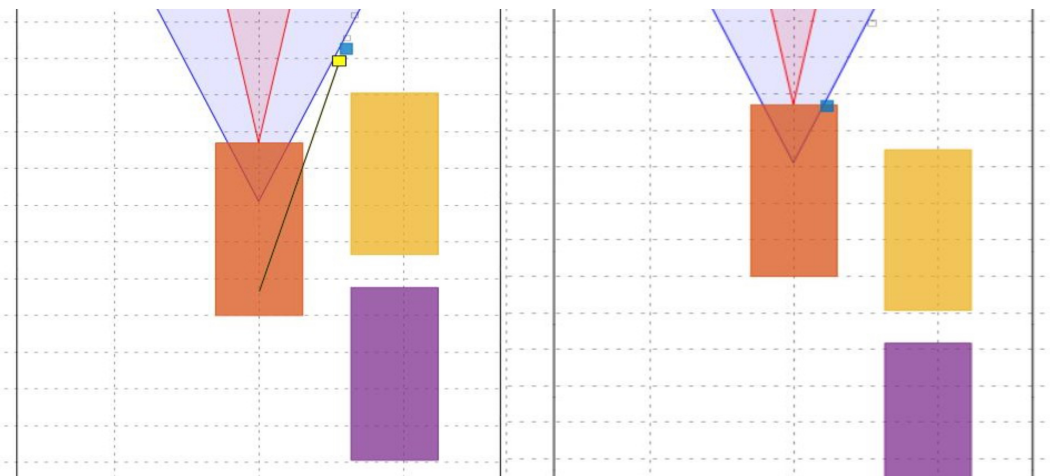
AEB si attiva in anticipo, rilevato 0.2 s prima

Ci si ferma più vicini, comunque in sicurezza; da 6.1 m a 5.6 m

Da 4.55 a 6.2 m/s, quando si rileva il pedone interviene subito lo stato 2, ci si ferma velocemente e ad una distanza di 10 m.

Ci si trova però in una condizione limite; a 6.3 m/s il pedone viene visto troppo tardi: ci si attiva ma non si fa intempo a frenare.

Con una partenza a velocità più sostenuta invece?



## 1) CAPACITÀ E LIMITI DEI SENSORI

I sensori hanno grandi capacità, molto superiori a quelle delle persone.  
Area visiva e condizioni di visione migliori, meglio se combinati  
Attenzione però ad imprecisioni ed errori



## 2) FUNZIONALITÀ ed UTILIZZO

Gli ADAS e l'AEB funzionano  
L'AEB è disponibile per una utilitaria da 500€ a 1000€  
Accessibili, ma ancora da mettere a disposizione di tutti

## 3) RISCHI

Bisogna progettare correttamente i sistemi:

- Condizioni avverse calibrate male
- Casi particolari non considerati
- Guidatori con comportamenti pericolosi

Sono parametri che possono mettere a rischio la vita di conducenti ed esterni, facendo fallire l'AEB

## 4) RIFLESSIONI

- Fiducia nell'AEB e nei sistemi di guida autonoma
- Progettazione di scelte da prendere dai sistemi in situazioni complicate e dilemmi morali

