



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



ESTRATEGIAS DE CONTROL DE TRACCIÓN PARA COCHES CON MOTORES EN RUEDA

Alberte Mato López

Tutores:

Miguel Ángel Naya Villaverde

Antonio J. Rodríguez González

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

Escola Politécnica Superior (UDC)

15 de septiembre de 2017

Índice de contenidos

1. Introducción

2. Estado del arte

3. Comparaciones

4. Soluciones propuestas

5. Resultados

6. Conclusiones y trabajo futuro

1. Introducción

¿Qué se pide?

¿Qué es el proyecto?

¿Por qué al LIM?

1. Introducción

¿Qué se pide?

¿Qué es el proyecto?

¿Por qué al LIM?

“El desarrollo de un **algoritmo de control de Torque Vectoring** para el **proyecto Eunice**”

1. Introducción

¿Qué se pide?

¿Qué es el proyecto?

¿Por qué al LIM?

“El desarrollo de un **algoritmo de control de Torque Vectoring** para el **proyecto Eunice**”

Proyecto **Eunice**:

Diseño, desarrollo y validación de un prototipo completo de vehículo con **motor ensamblado en rueda**.

1. Introducción

¿Qué se pide?

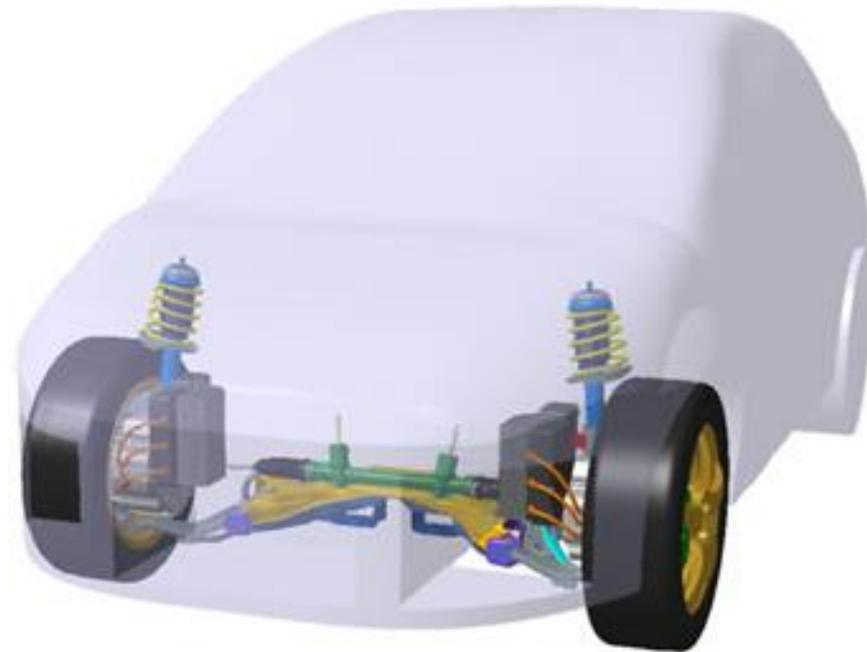
¿Qué es el proyecto?

¿Por qué al LIM?

Proyecto Eunice:

Diseño, desarrollo y validación de un prototipo completo de vehículo con **motor ensamblado en rueda**.

“El desarrollo de un **algoritmo de control de Torque Vectoring** para el **proyecto Eunice**”

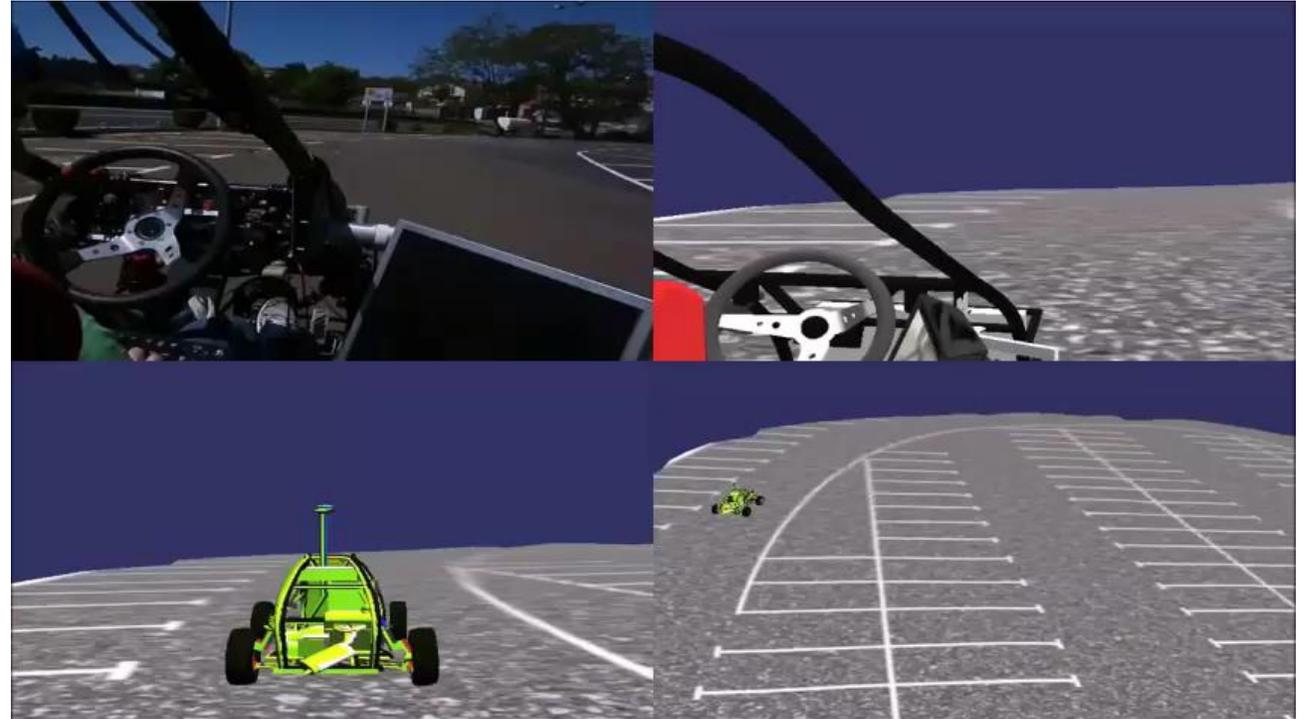


1. Introducción

¿Qué se pide?

¿Qué es el proyecto?

¿Por qué al LIM?



- Colaboración previa.
- Desarrollo del simulador Dynacar.
- Experiencia en dinámica de sistemas multicuerpo.

1. Introducción

Algoritmos de control (de tracción)

Torque Vectoring

Motores eléctricos en automoción

Motores en rueda (MiW)

1. Introducción

Algoritmos de control (de tracción)

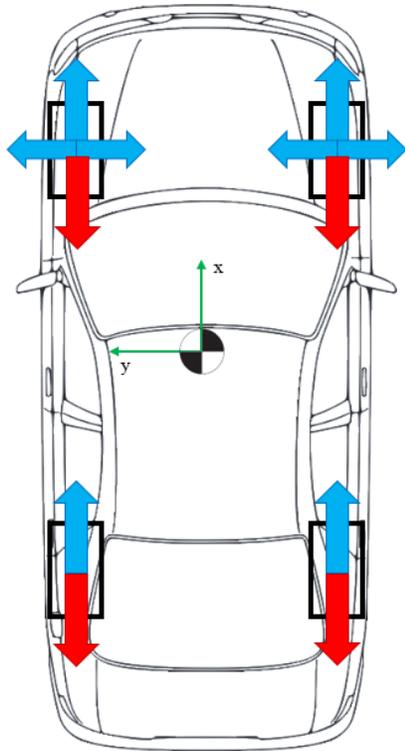
1. Introducción

Algoritmos de control (de tracción)



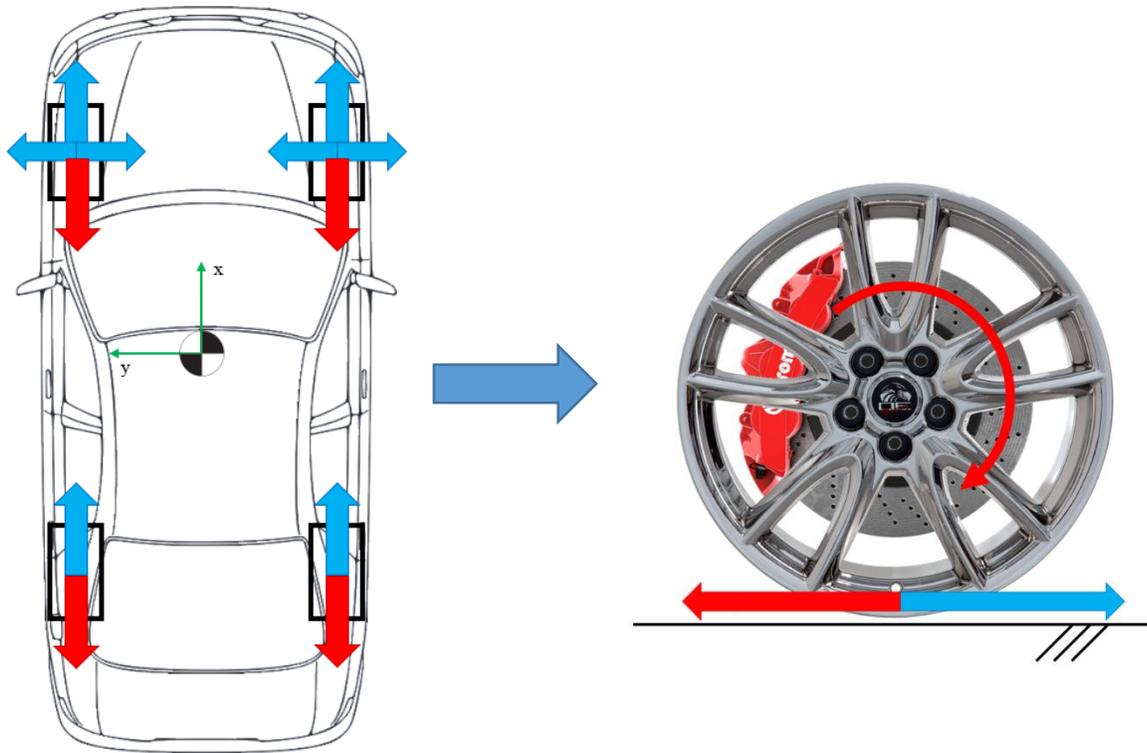
1. Introducción

Algoritmos de control (de tracción)



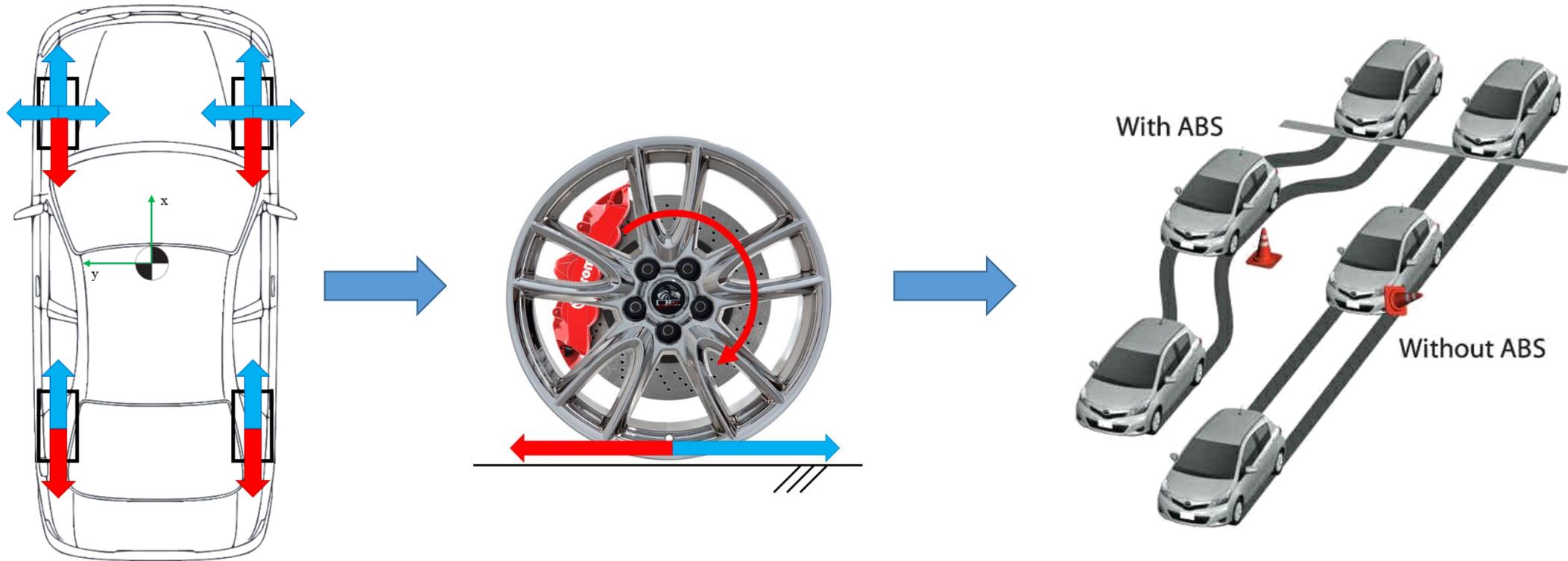
1. Introducción

Algoritmos de control (de tracción)



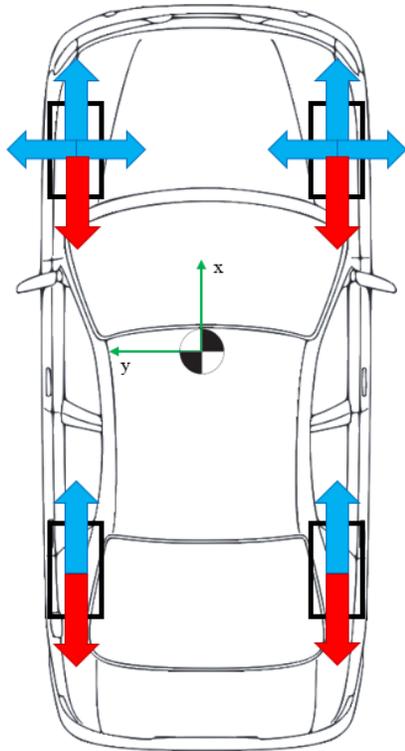
1. Introducción

Algoritmos de control (de tracción)



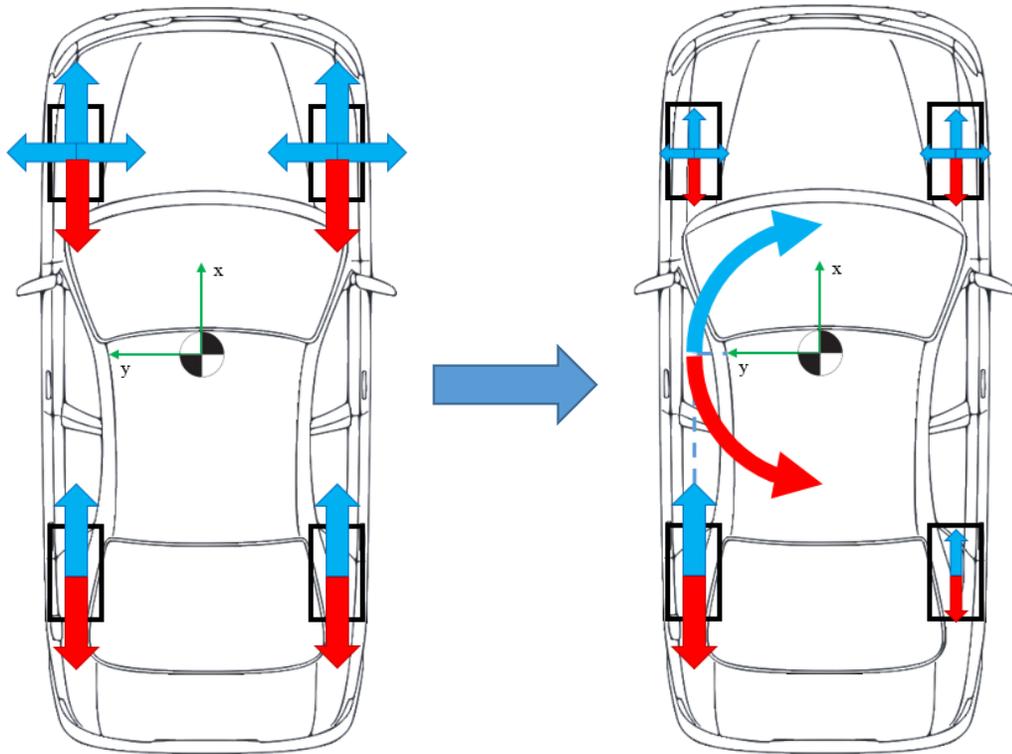
1. Introducción

Algoritmos de control (de tracción)



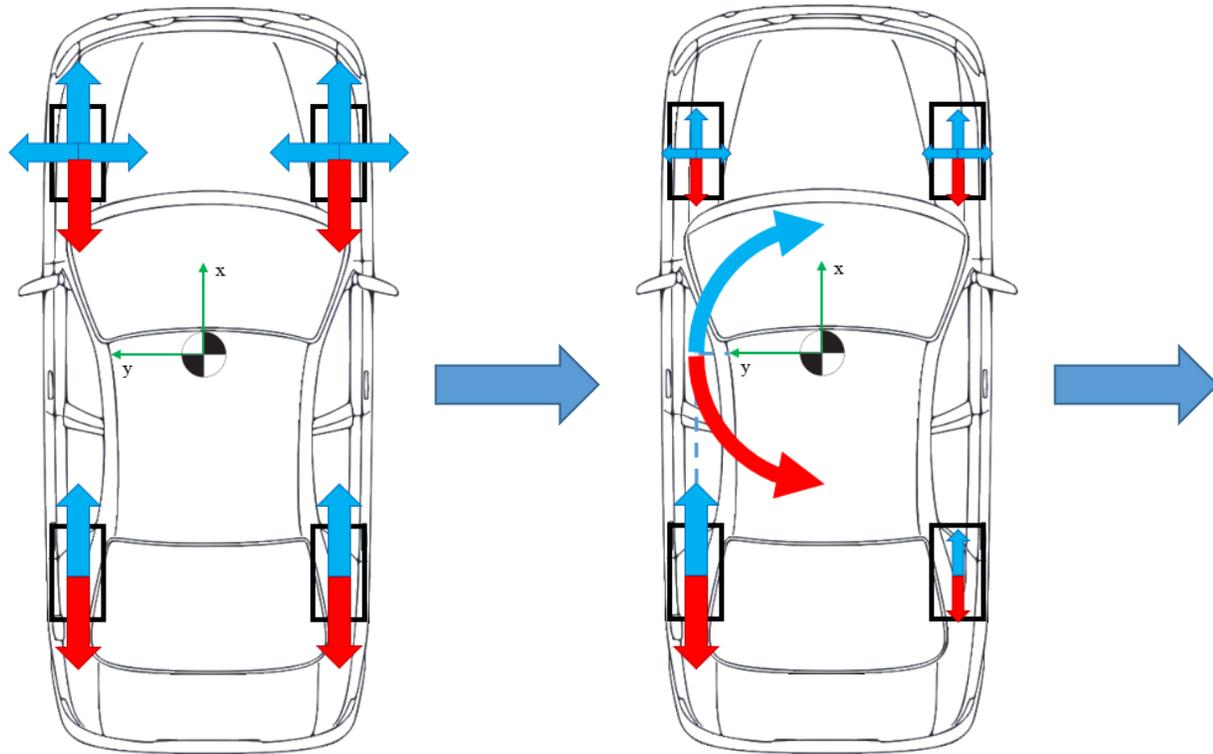
1. Introducción

Algoritmos de control (de tracción)



1. Introducción

Algoritmos de control (de tracción)



Subviraje



Sobreviraje



1. Introducción

Torque Vectoring

1. Introducción

Torque Vectoring

Algoritmos que buscan conseguir un reparto óptimo de los pares de las ruedas para lograr una mejor capacidad de giro del vehículo en curva.



1. Introducción

Torque Vectoring

Algoritmos que buscan conseguir un reparto óptimo de los pares de las ruedas para lograr una mejor capacidad de giro del vehículo en curva.



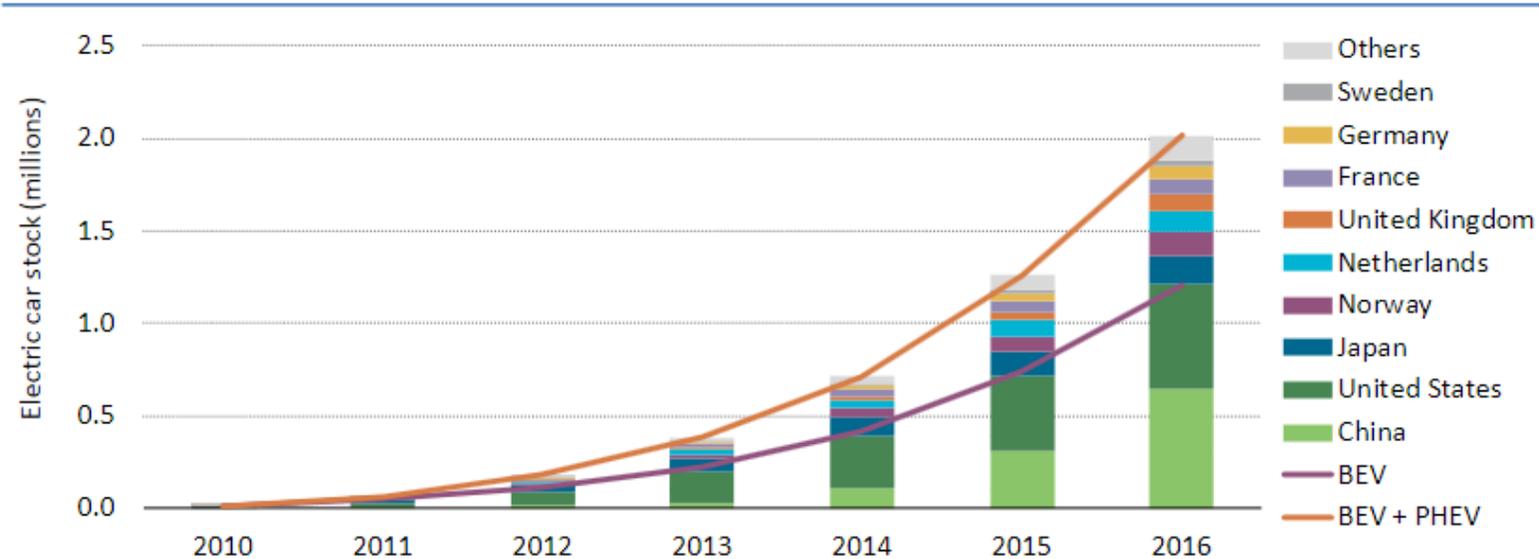
1. Introducción

Motores eléctricos en automoción

1. Introducción

Motores eléctricos en automoción

Figure 1 • Evolution of the global electric car stock, 2010-16



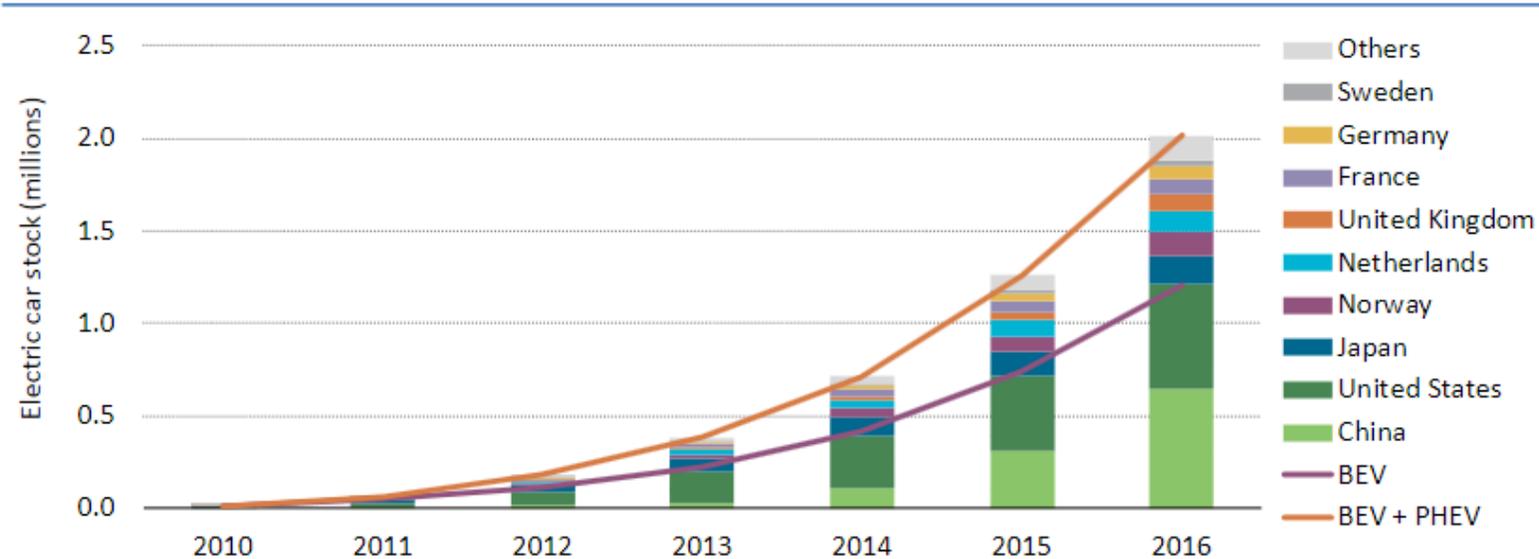
Notes: The electric car stock shown here is primarily estimated on the basis of cumulative sales since 2005. When available, stock numbers from official national statistics have been used, provided good consistency with sales evolutions.

Datos de la International Energy Agency (IEA)

1. Introducción

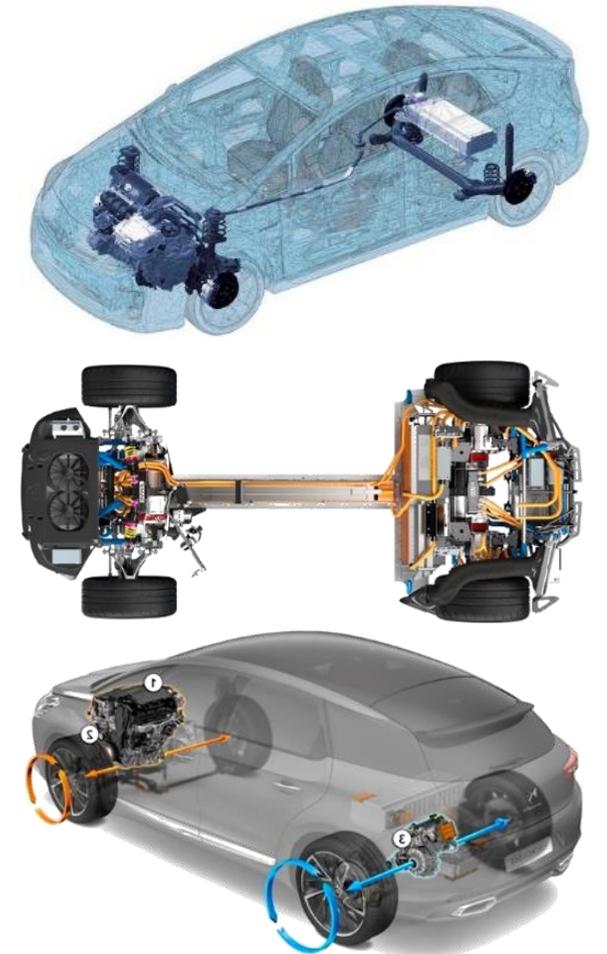
Motores eléctricos en automoción

Figure 1 • Evolution of the global electric car stock, 2010-16



Notes: The electric car stock shown here is primarily estimated on the basis of cumulative sales since 2005. When available, stock numbers from official national statistics have been used, provided good consistency with sales evolutions.

Datos de la International Energy Agency (IEA)



1. Introducción

Motores en rueda (MiW)

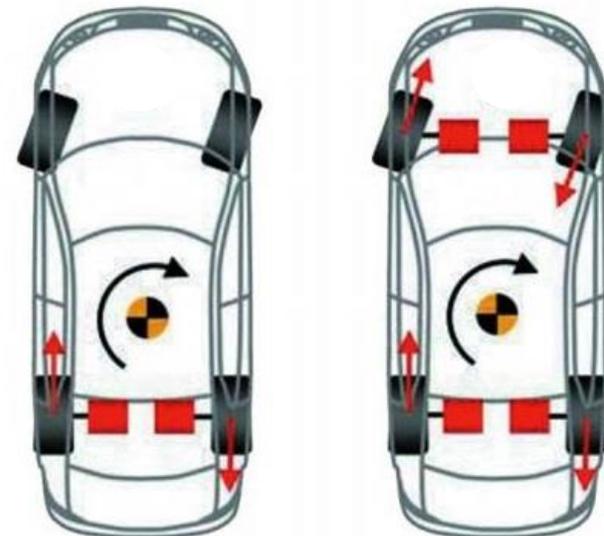
1. Introducción

Motores en rueda (MiW)

Con transmisiones mecánicas

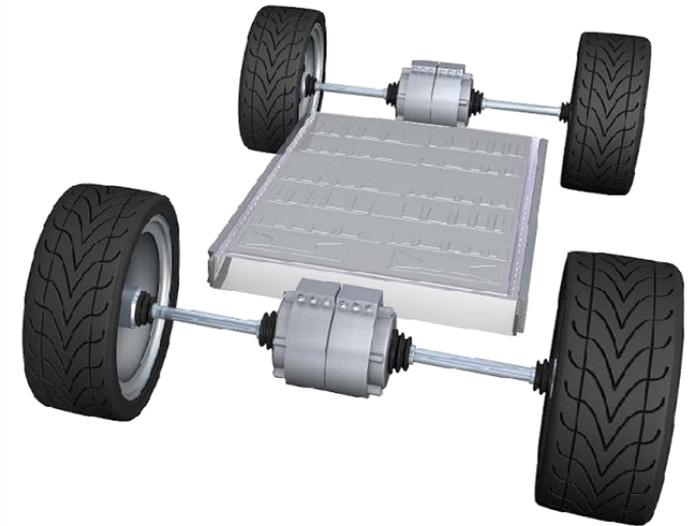
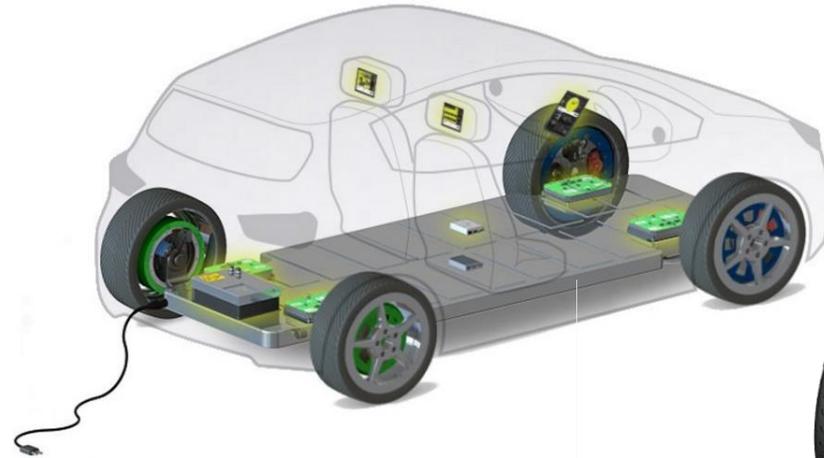


Sin transmisiones mecánicas



1. Introducción

Motores en rueda (MiW)



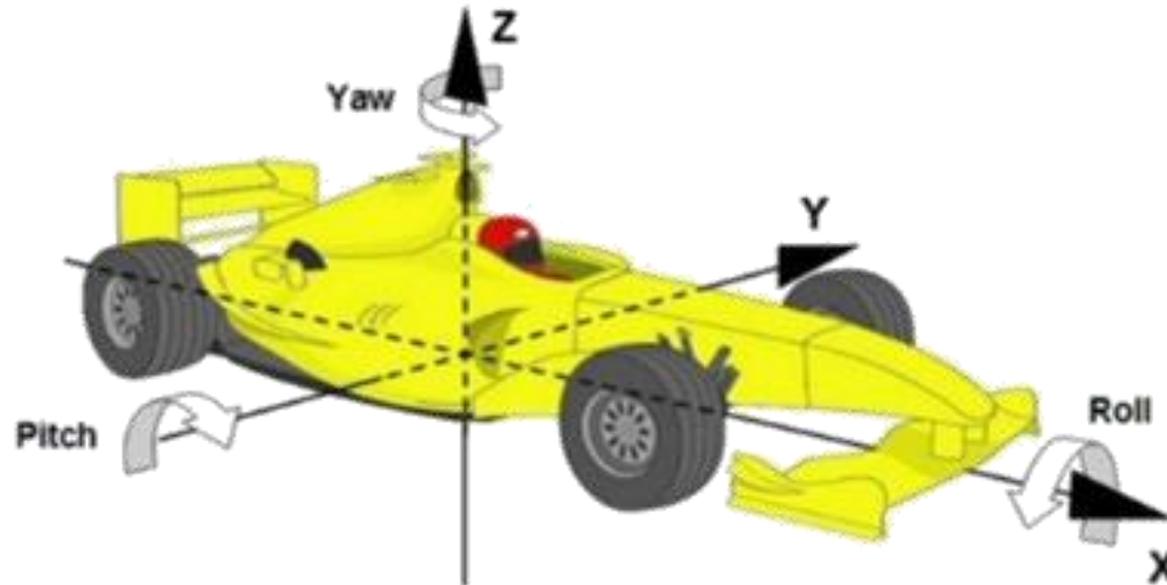
2. Estado del arte

Algoritmos

- **Modelo 01:** “Improving Performance Using Torque Vectoring on an Electric All-Wheel-Drive Formula SAE Race Car” de Brown & Braünl.
- **Modelo 02:** “Electronic Stability Control Base on Motor Driving and Braking Torque Distribution for a Four In-Wheel Motor Drive Electric Vehicle” de Zhai et al.

2. Estado del arte

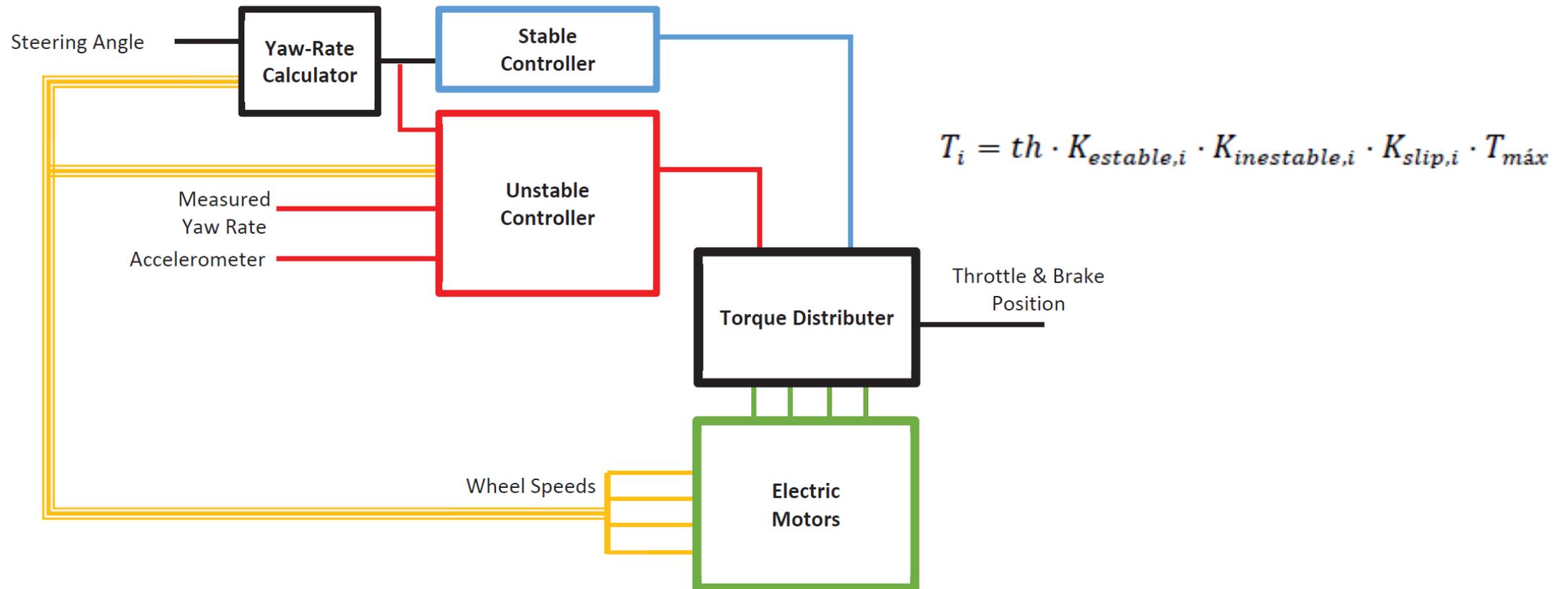
Nomenclatura



The ISO convention, others also exist i.e. SAE

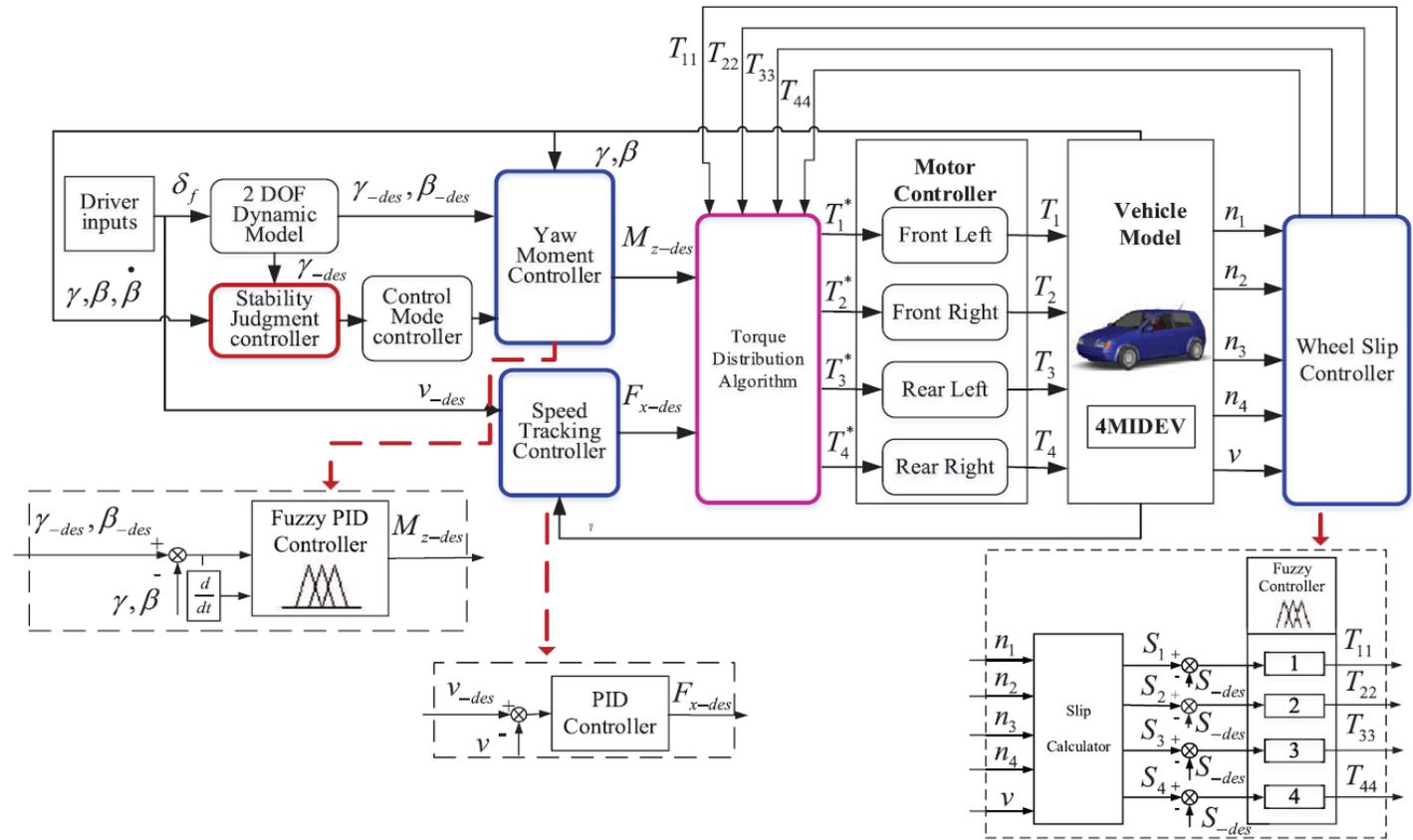
2. Estado del arte

Modelo 01



2. Estado del arte

Modelo 02



$$T_1 = k_1(th \cdot T_{m\acute{a}x} - M_{corrector}) + T_{sr1}$$

$$T_2 = k_2(th \cdot T_{m\acute{a}x} + M_{corrector}) + T_{sr2}$$

$$T_3 = k_3(th \cdot T_{m\acute{a}x} - M_{corrector}) + T_{sr3}$$

$$T_4 = k_4(th \cdot T_{m\acute{a}x} + M_{corrector}) + T_{sr4}$$

2. Estado del arte

Diferencias

MODELO 01	MODELO 02
Dependencia del acelerador	Independencia del acelerador
Actúa en todo momento	Actúa a intervalos
γ_{des} calculado igual	γ_{des} calculado variablemente
Corrige el e_γ acelerando	
Tienen en cuenta las cargas por rueda	

3. Comparaciones

Método de comparación

Maniobra

3. Comparaciones

Método de comparación

MATLAB/Simulink

Dynacar

Unity

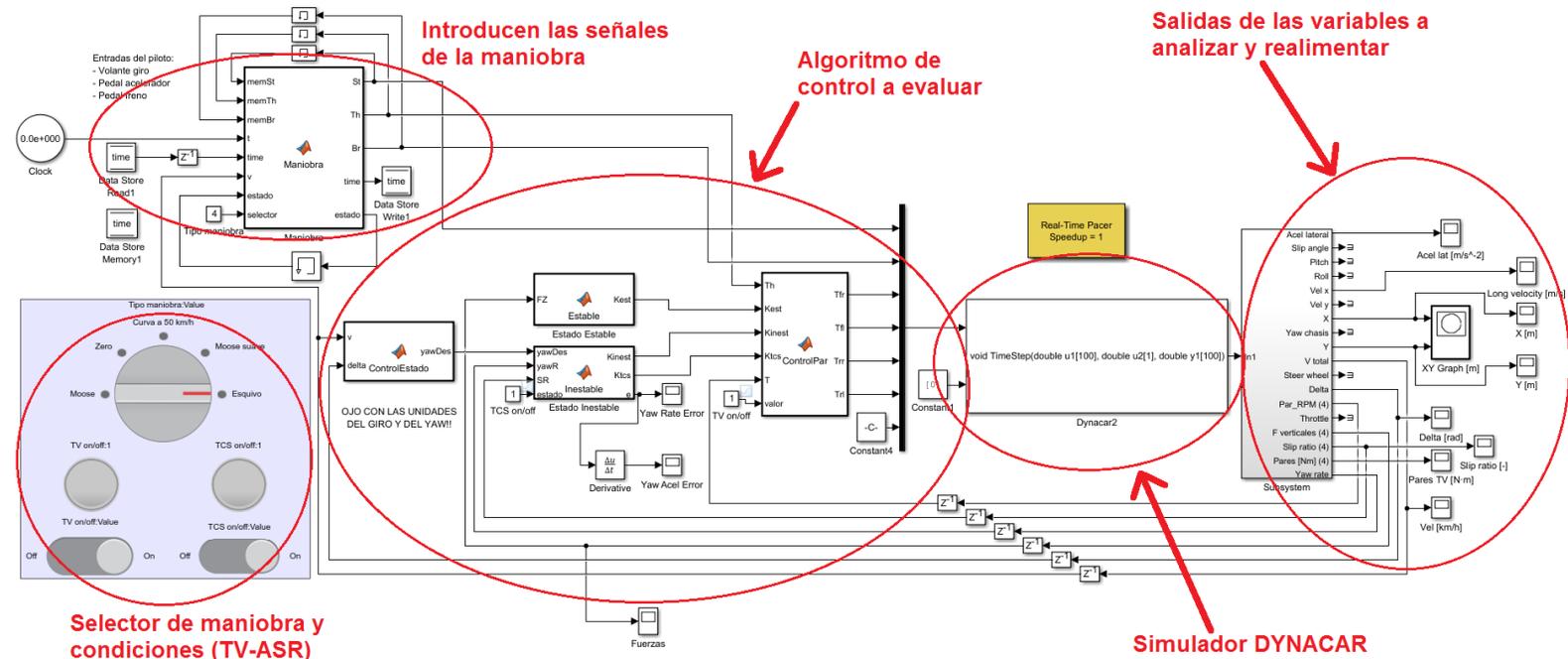
3. Comparaciones

Método de comparación

MATLAB/Simulink

Dynacar

Unity



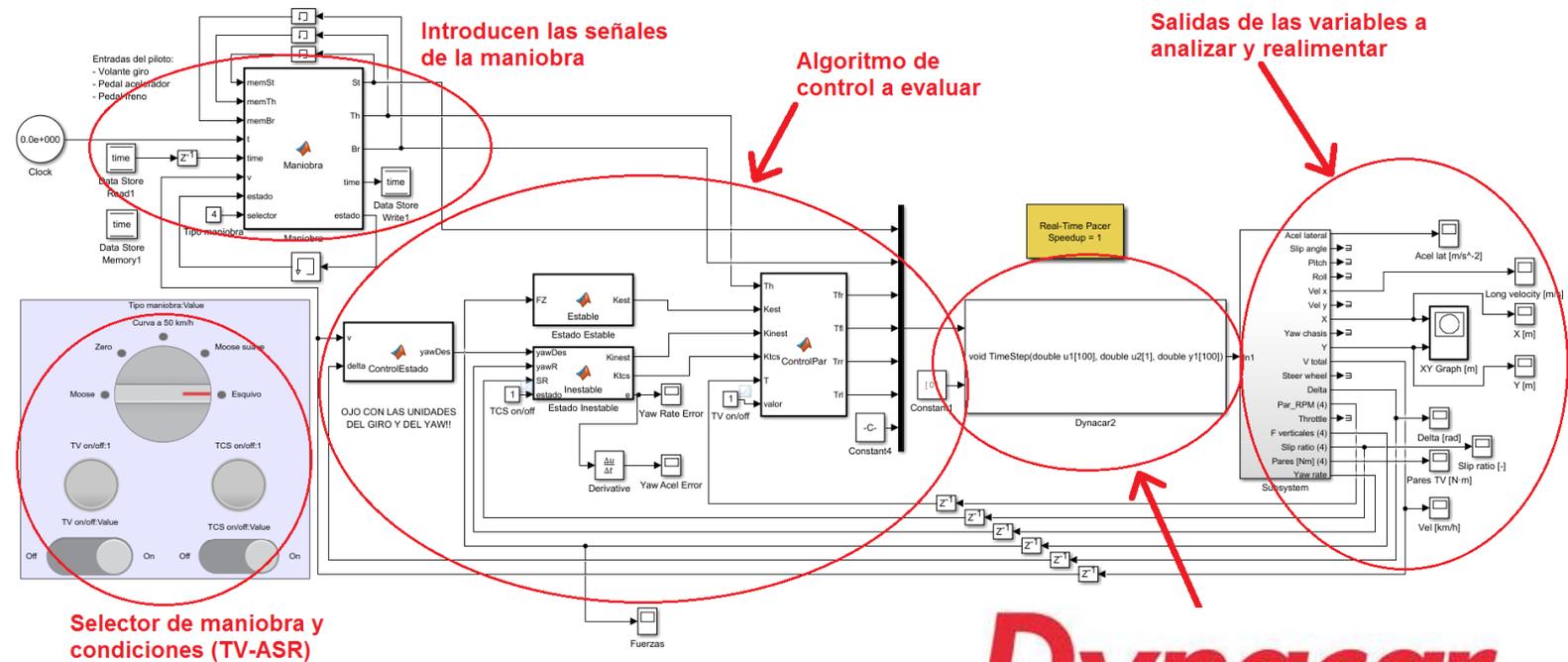
3. Comparaciones

Método de comparación

MATLAB/Simulink

Dynacar

Unity



Dynacar
by tecnalia

3. Comparaciones

Método de comparación

MATLAB/Simulink

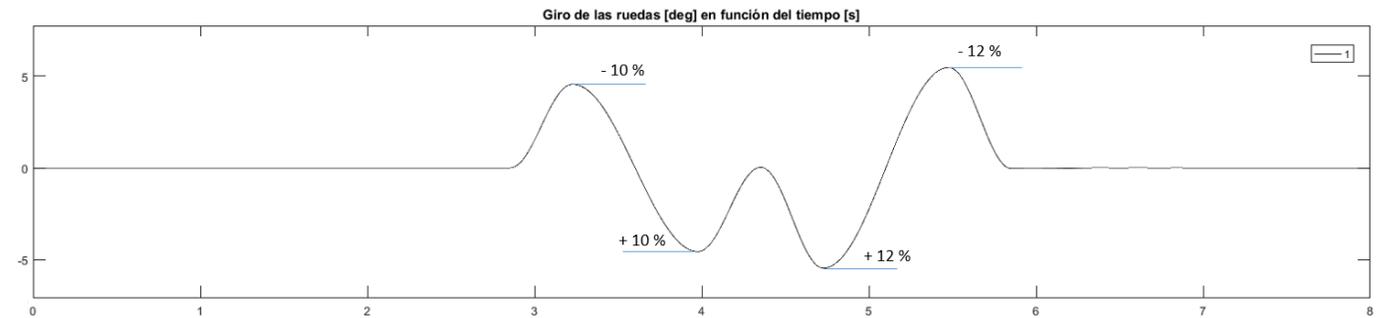
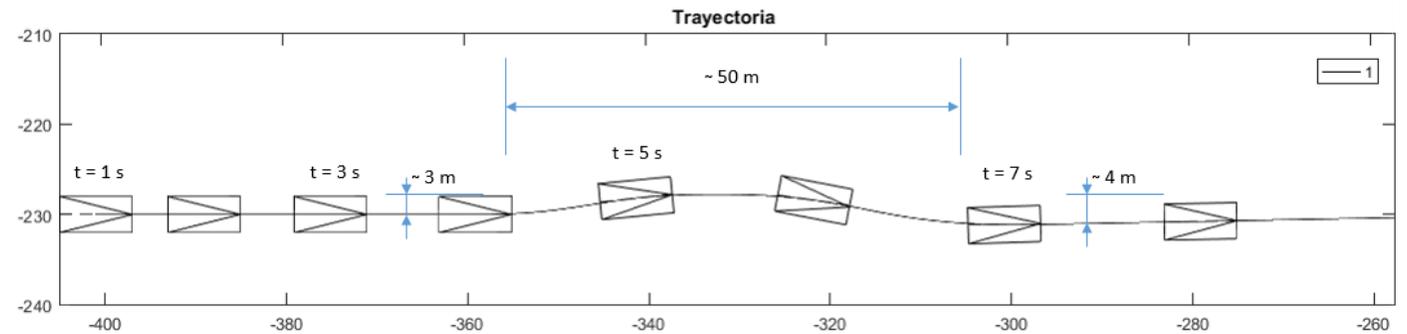
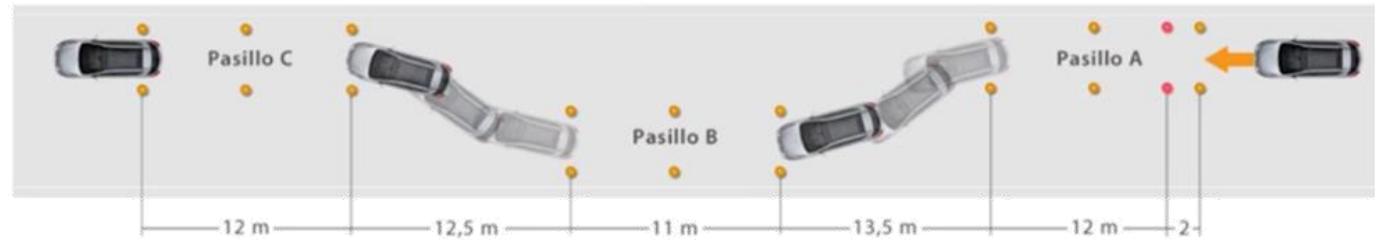
Dynacar

Unity



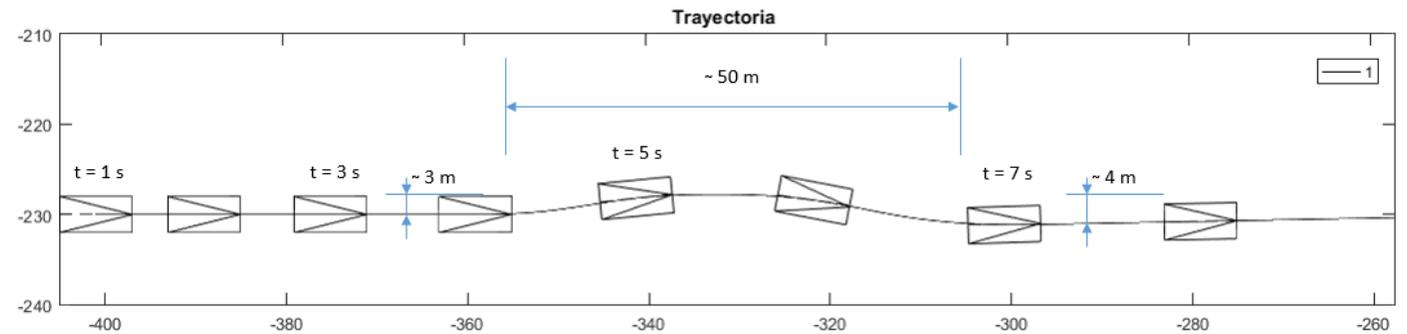
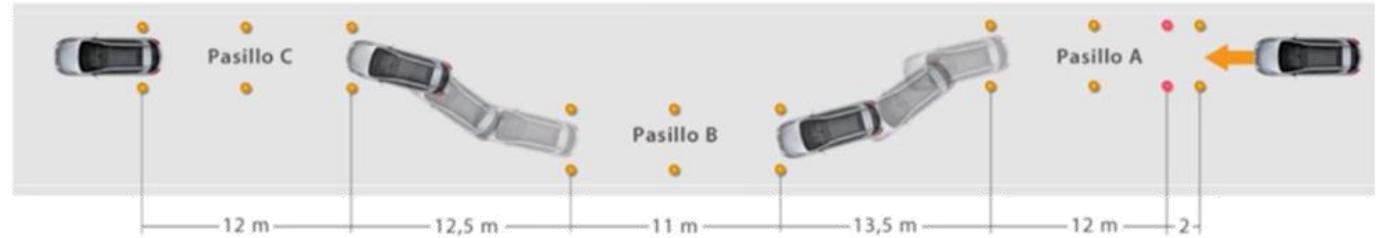
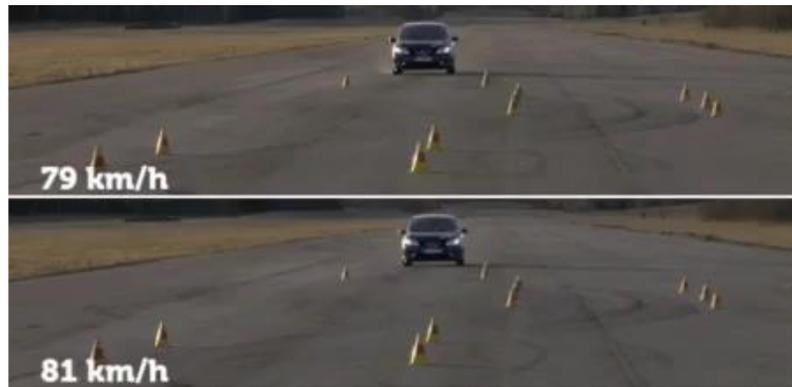
3. Comparaciones

Maniobra



3. Comparaciones

Maniobra



3. Comparaciones

Simulaciones y observaciones

3. Comparaciones

Simulaciones y observaciones

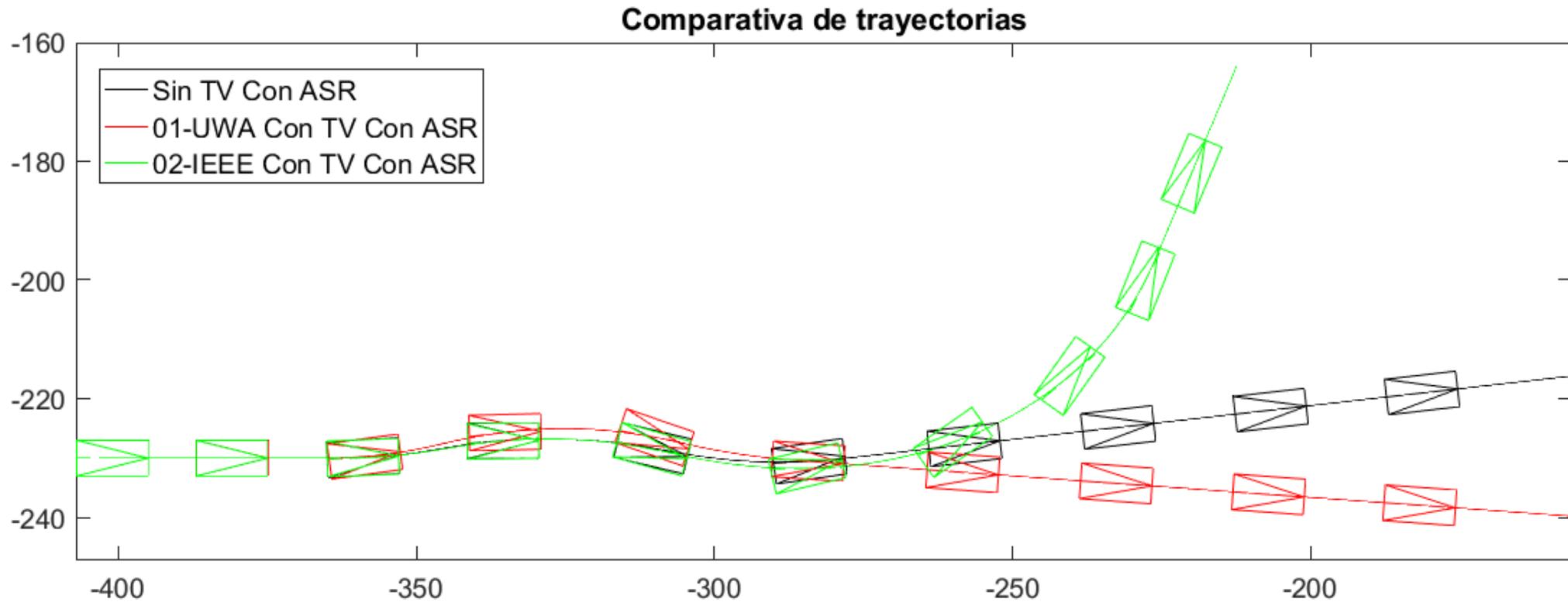
1. Comparativa completa.
2. Comparativa atendiendo solo al parámetro de cargas.
3. Comparativa atendiendo solo al parámetro de error del yaw rate (γ).

3. Comparaciones

Simulaciones y observaciones: 1. Completa

3. Comparaciones

Simulaciones y observaciones: 1. Completa



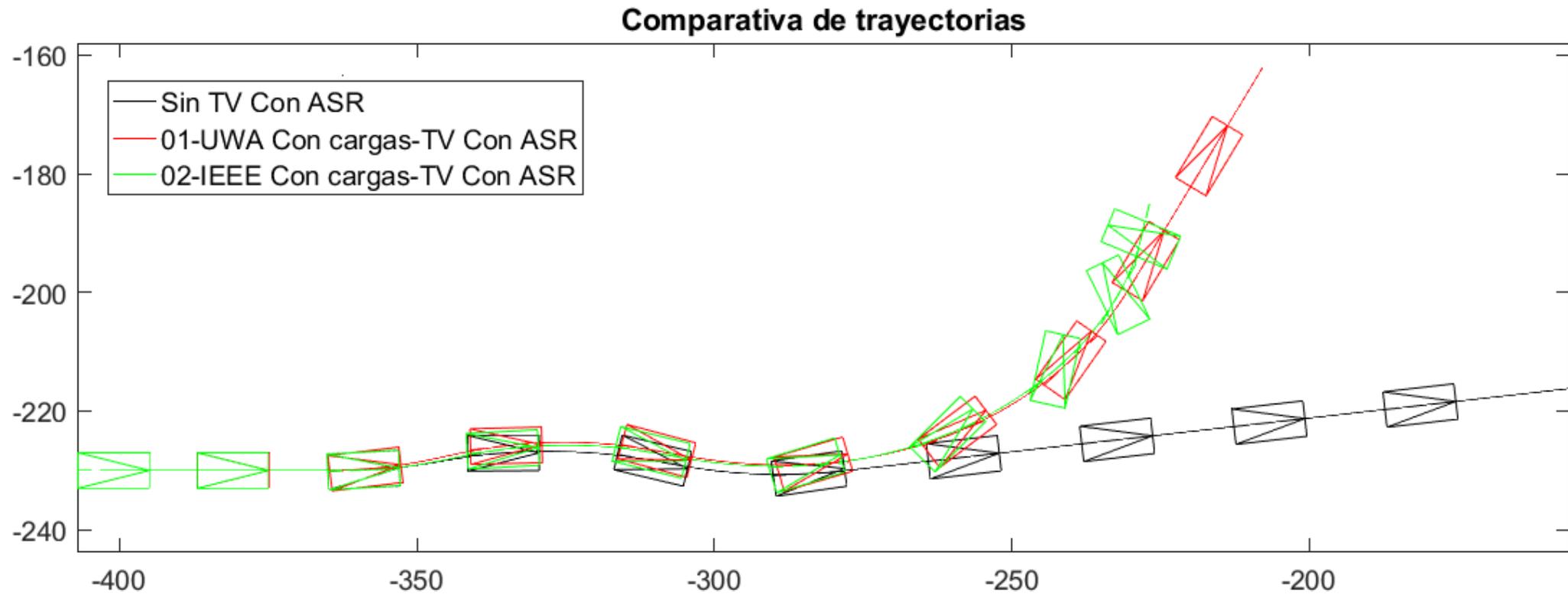
3. Comparaciones

Simulaciones y observaciones:

2. Solo atendiendo a las cargas

3. Comparaciones

Simulaciones y observaciones: 2. Solo atendiendo a las cargas



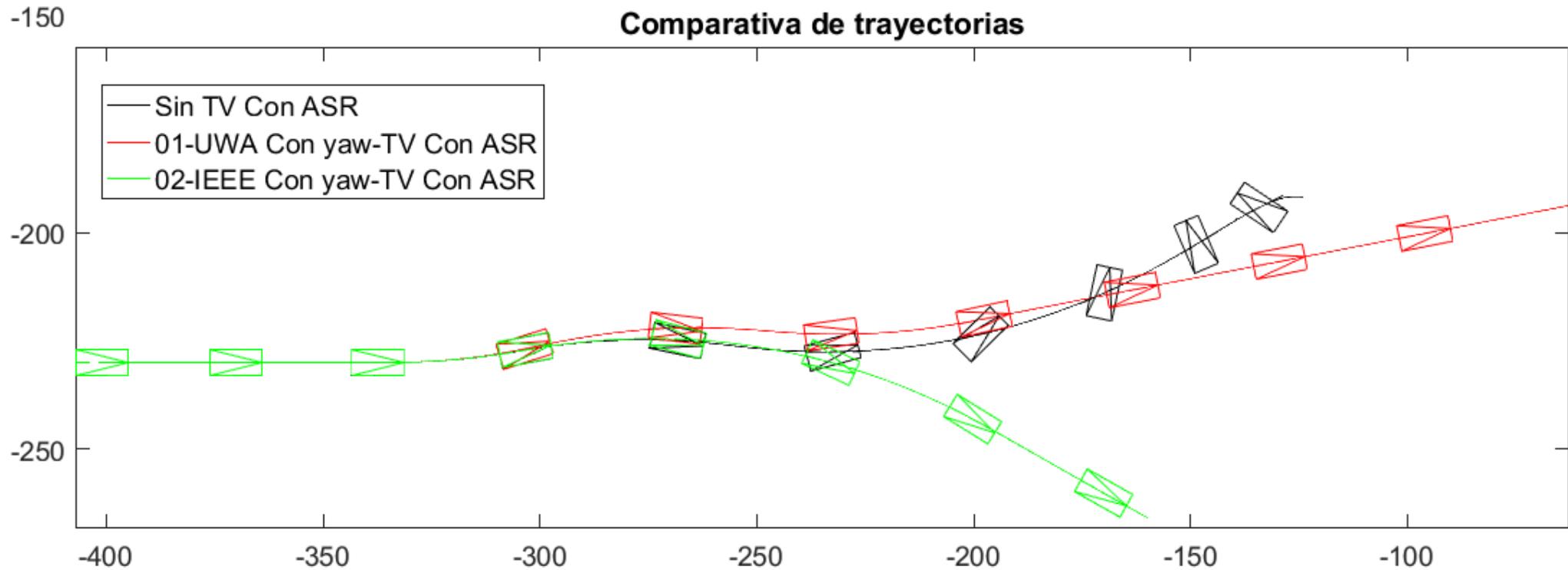
3. Comparaciones

Simulaciones y observaciones:

3. Solo atendiendo al error de γ

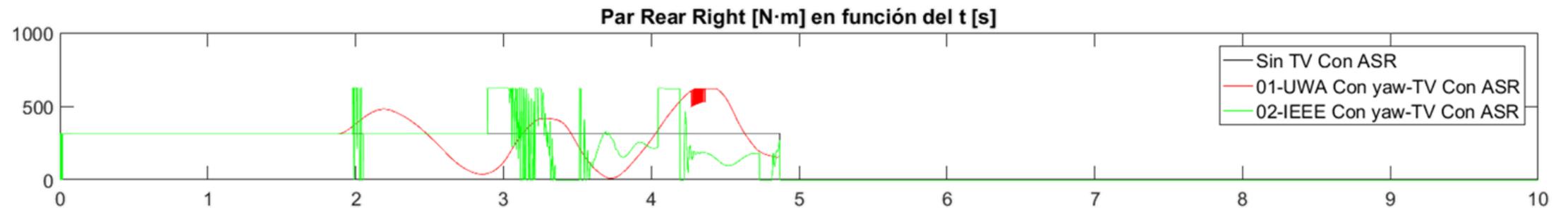
3. Comparaciones

Simulaciones y observaciones: 3. Solo atendiendo al error de γ



3. Comparaciones

Simulaciones y observaciones: 3. Solo atendiendo al error de γ



4. Soluciones propuestas

Pasos a seguir

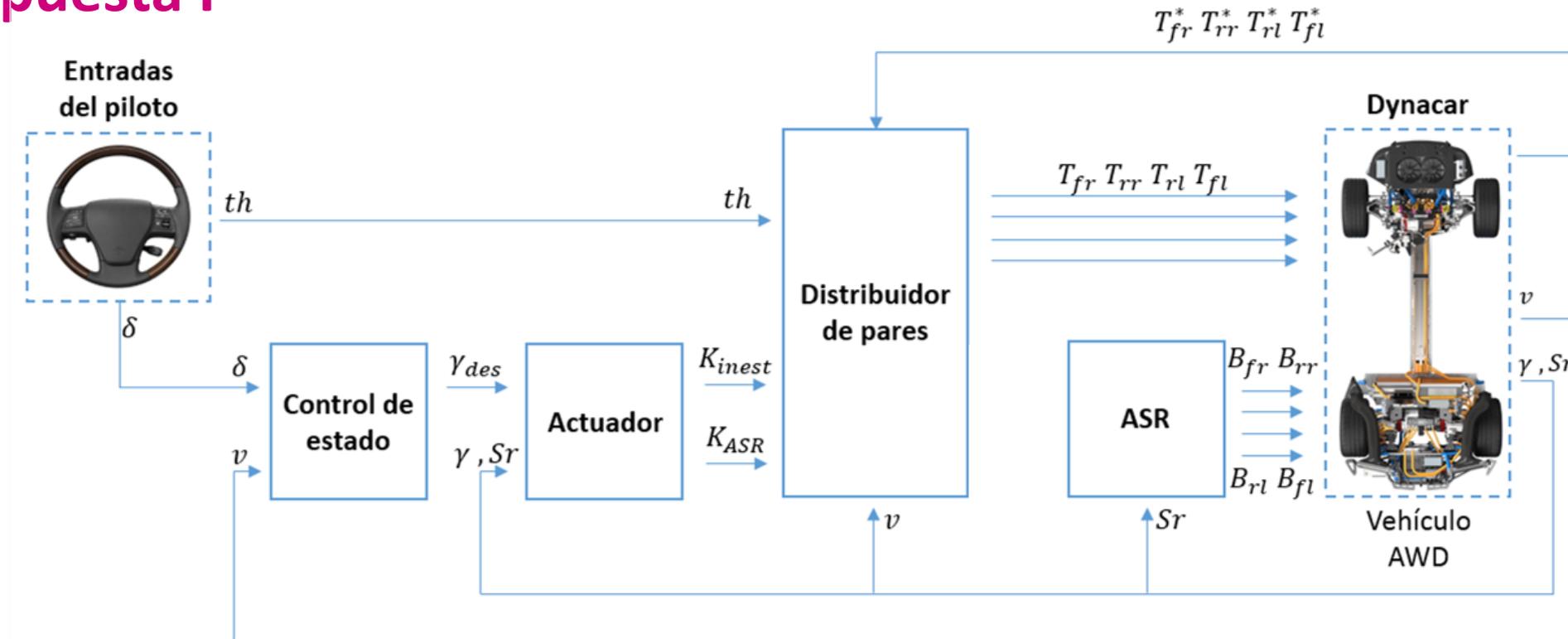
4. Soluciones propuestas

Propuesta I

- **Actuador continuo** → M.01
- **Independiente del pedal** → M.02
- **Resolver el problema de la transferencia de cargas** (M.01 y M.02)

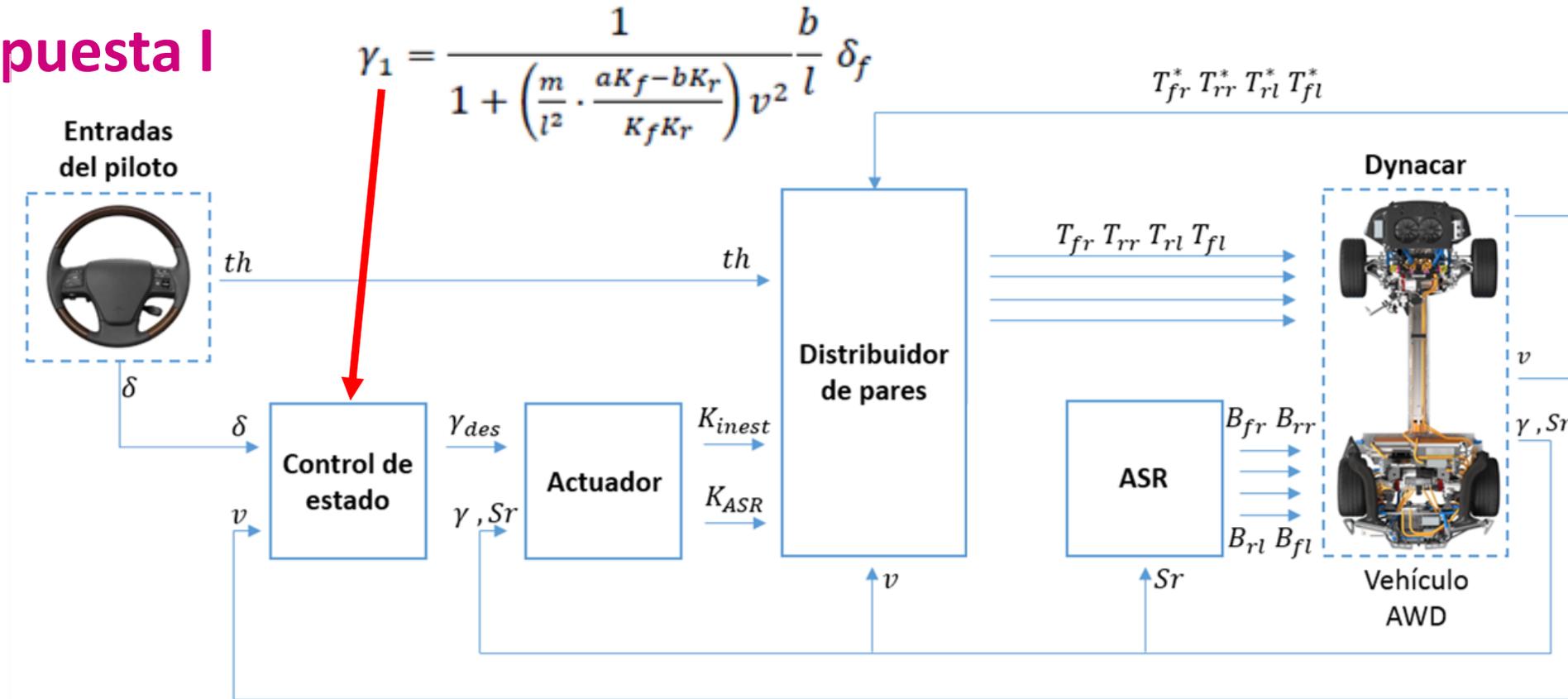
4. Soluciones propuestas

Propuesta I



4. Soluciones propuestas

Propuesta I

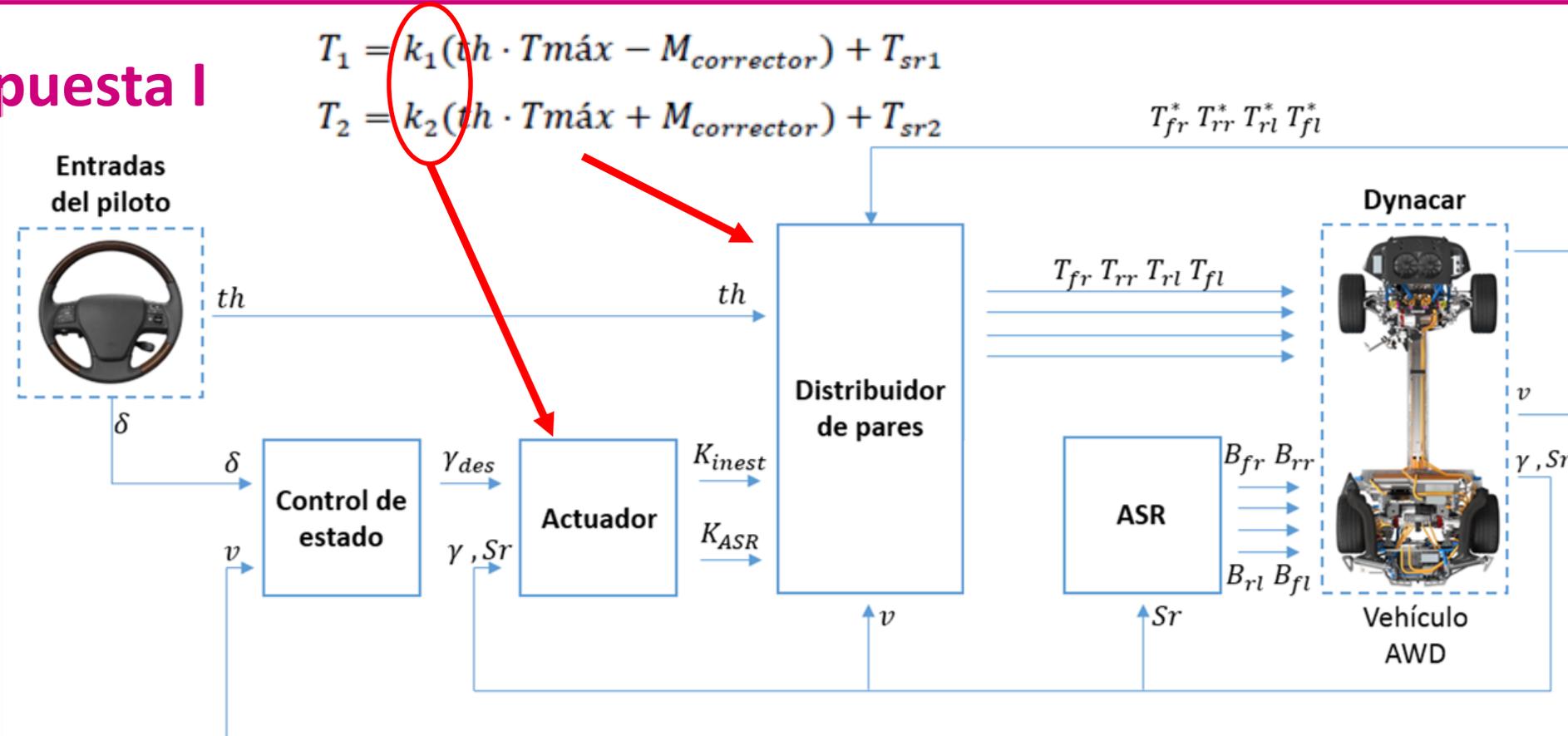


4. Soluciones propuestas

Propuesta I

$$T_1 = k_1(th \cdot T_{m\acute{a}x} - M_{corrector}) + T_{sr1}$$

$$T_2 = k_2(th \cdot T_{m\acute{a}x} + M_{corrector}) + T_{sr2}$$



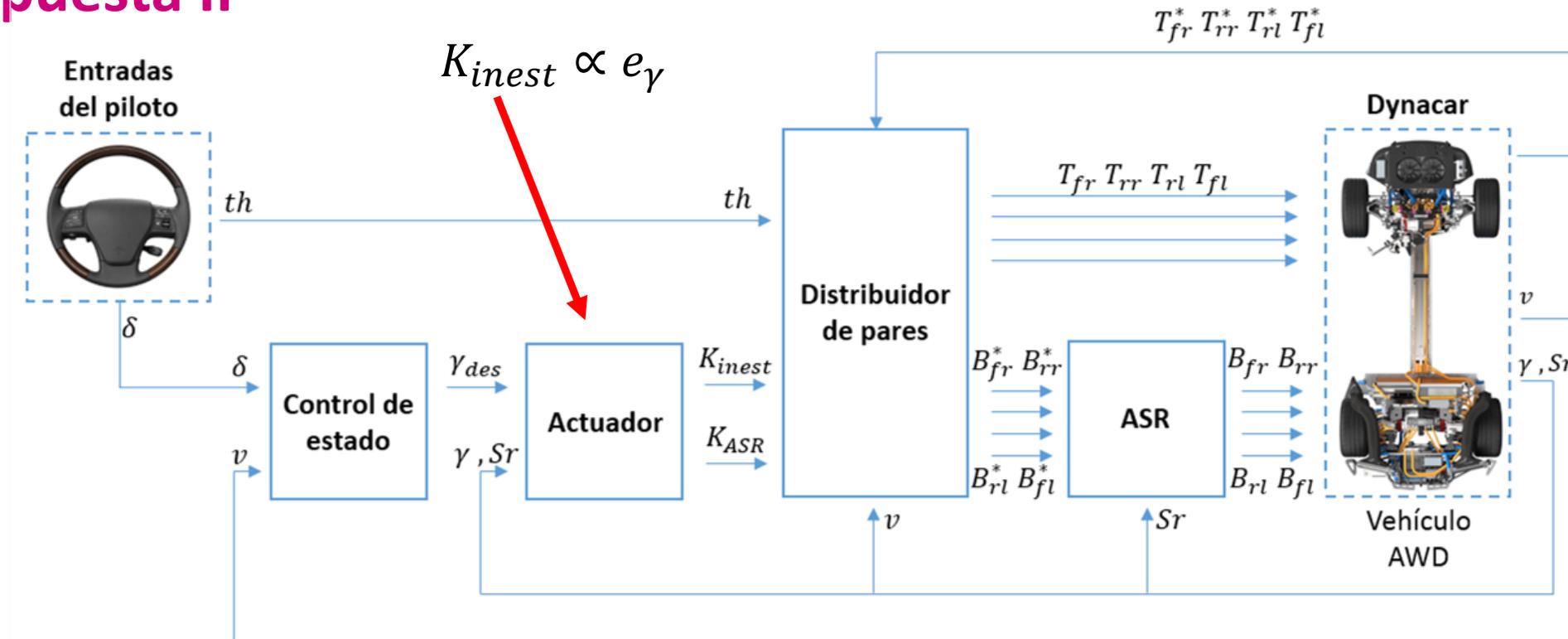
4. Soluciones propuestas

Propuesta II

- **Actuador continuo** → M.01
- **Señales de par más continuado**→ M.01
- **Independiente del pedal** → M.02
- **Introducción del uso del freno**

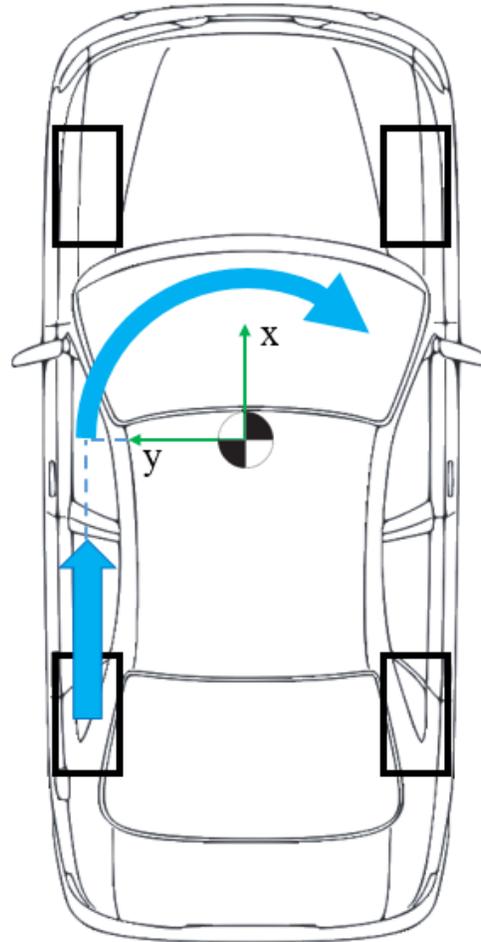
4. Soluciones propuestas

Propuesta II



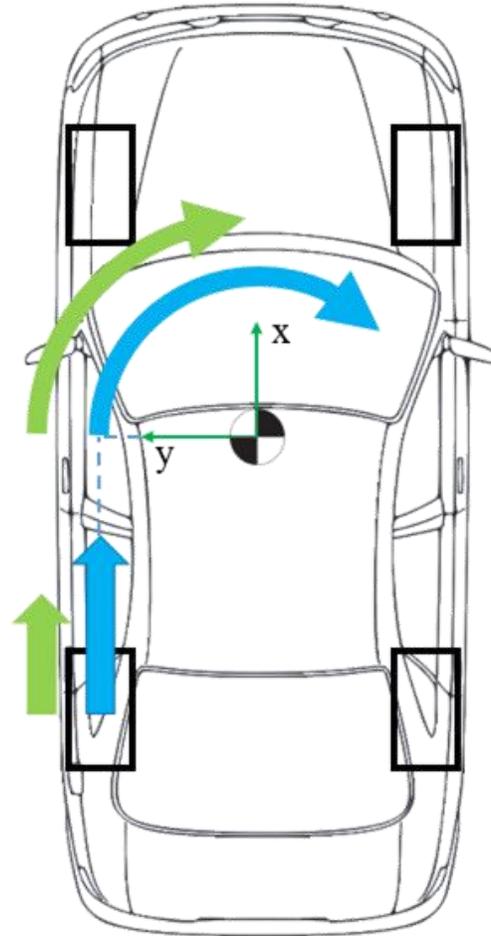
4. Soluciones propuestas

Propuesta II



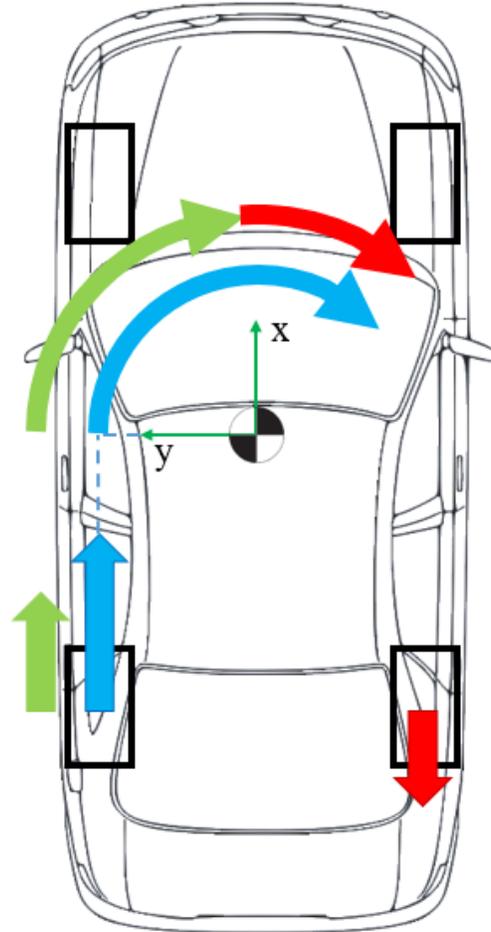
4. Soluciones propuestas

Propuesta II



4. Soluciones propuestas

Propuesta II



5. Resultados

Propuesta II para Eunice FWD con TV

5. Resultados

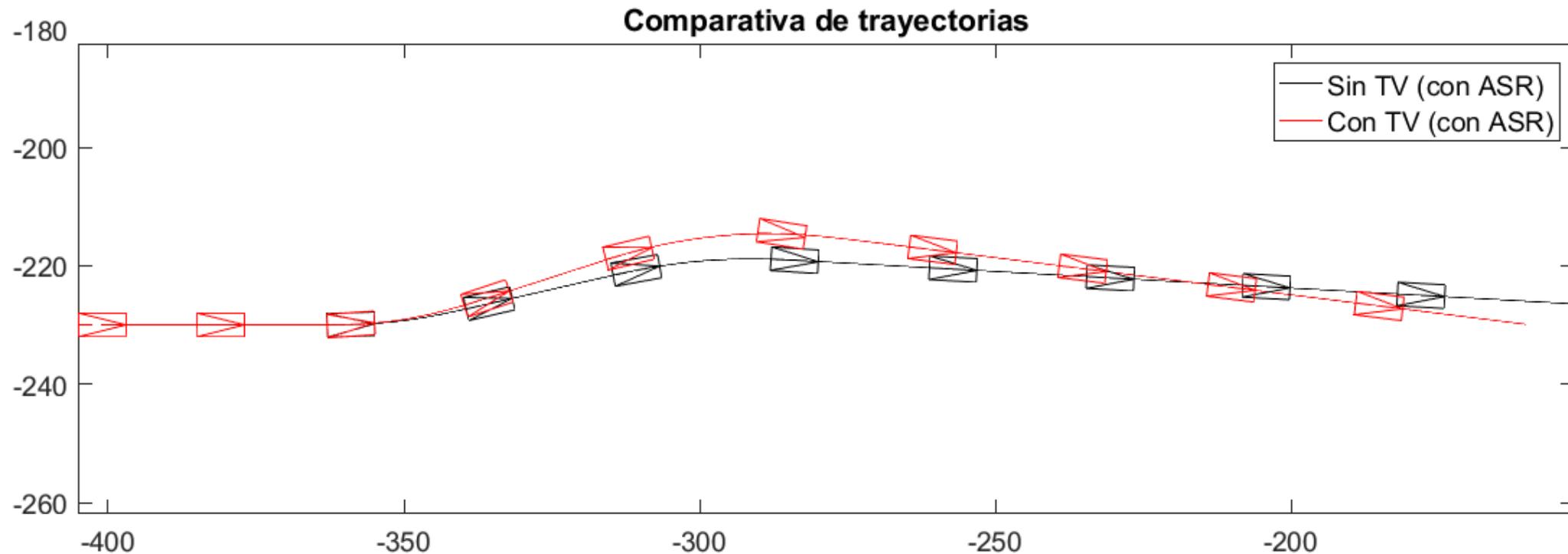
Propuesta II para Eunice FWD con TV

- Probamos en una maniobra “Chicane” a 80 km/h

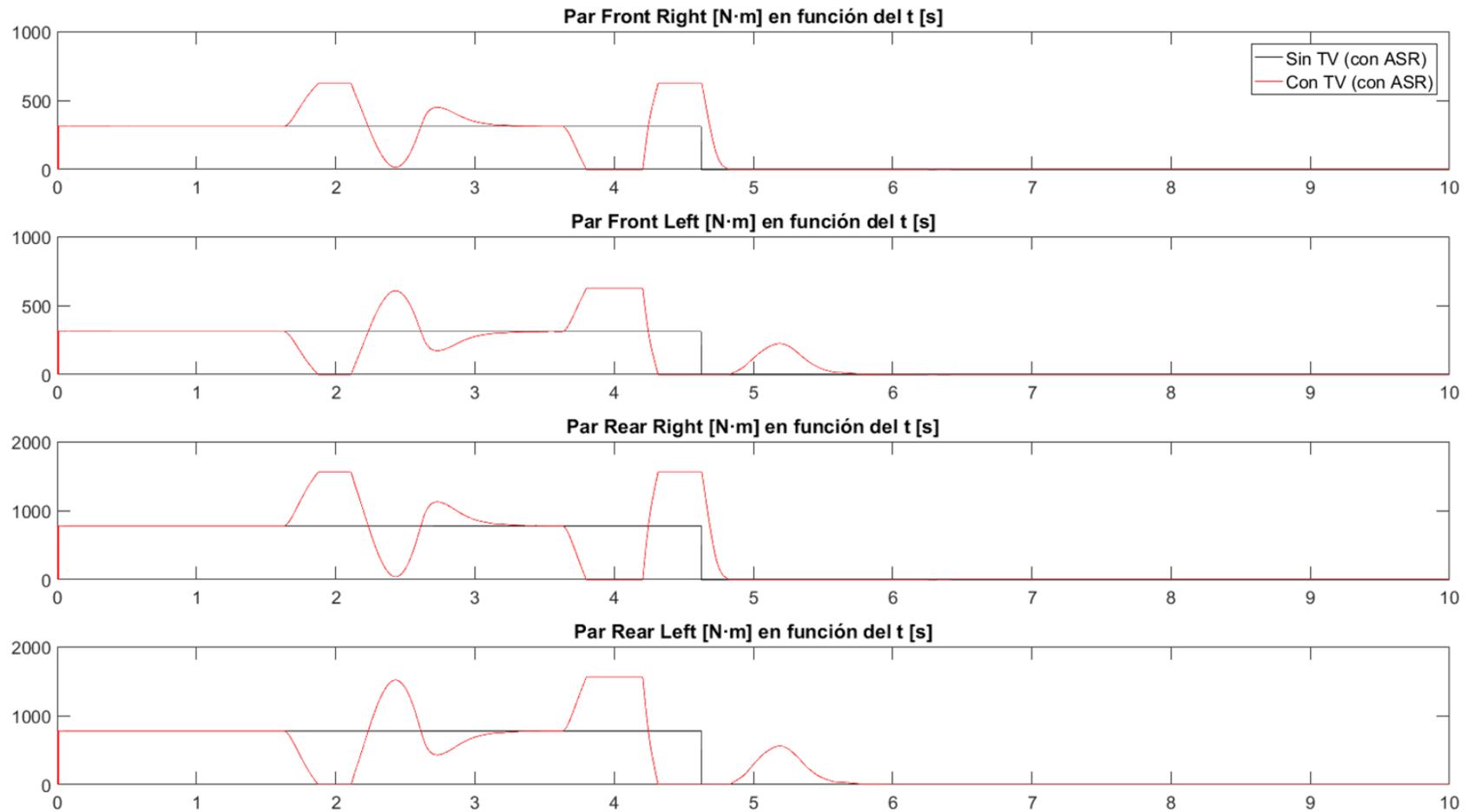
5. Resultados

Propuesta II para Eunice FWD con TV

- Probamos en una maniobra “Chicane” a 80 km/h

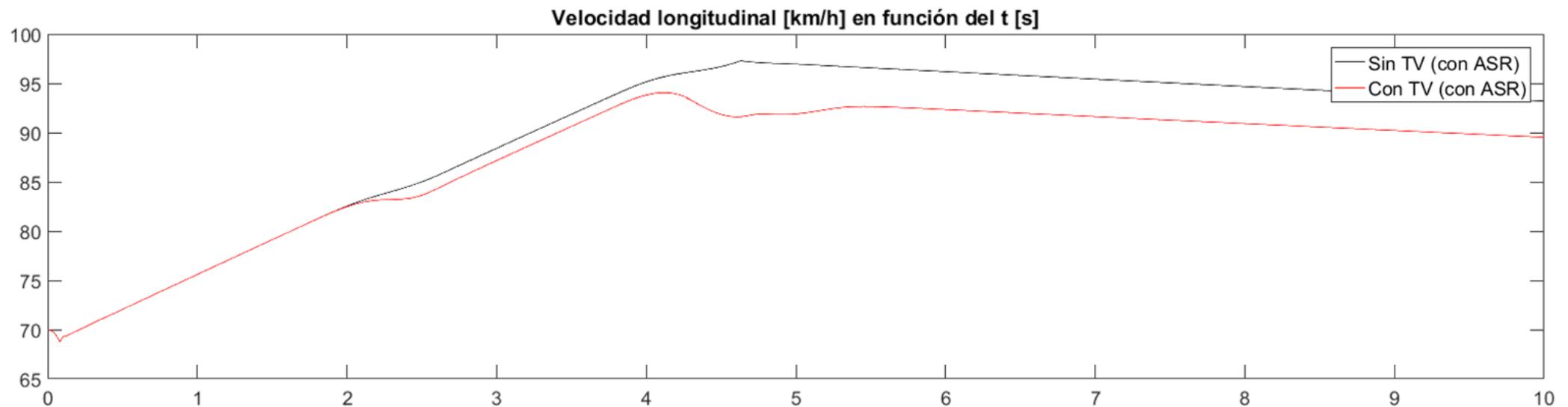


5. Resultados

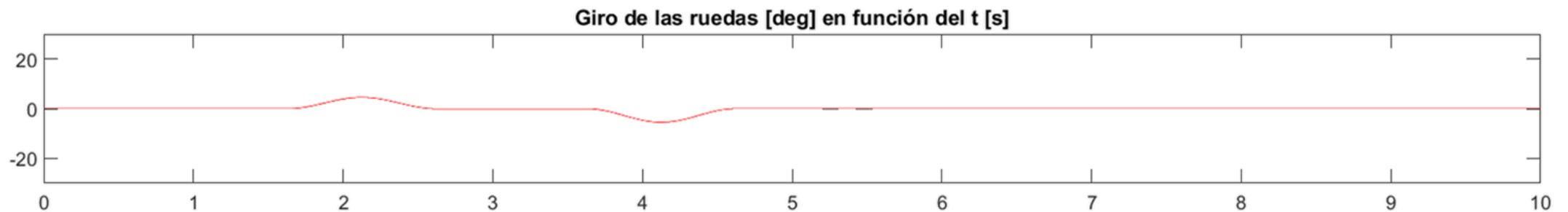


5. Resultados

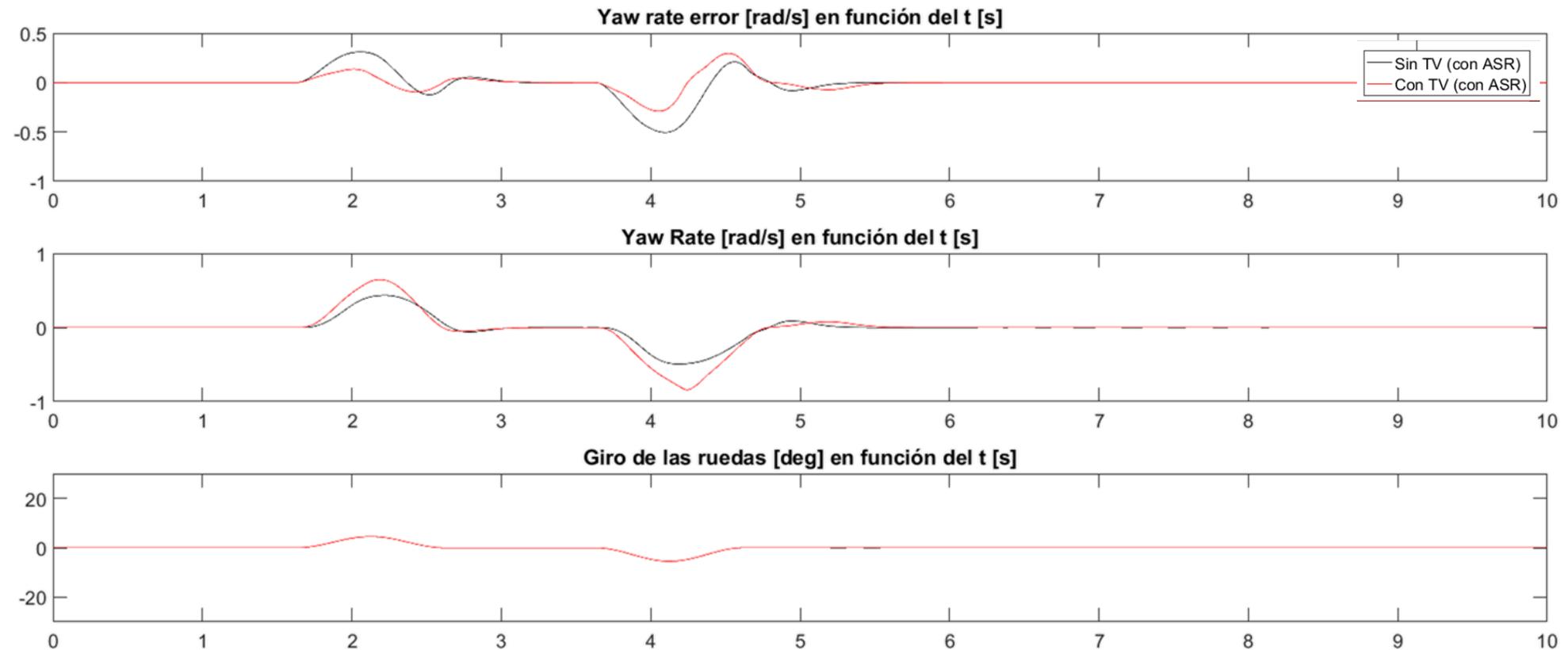
Propuesta II para Eunice FWD con TV



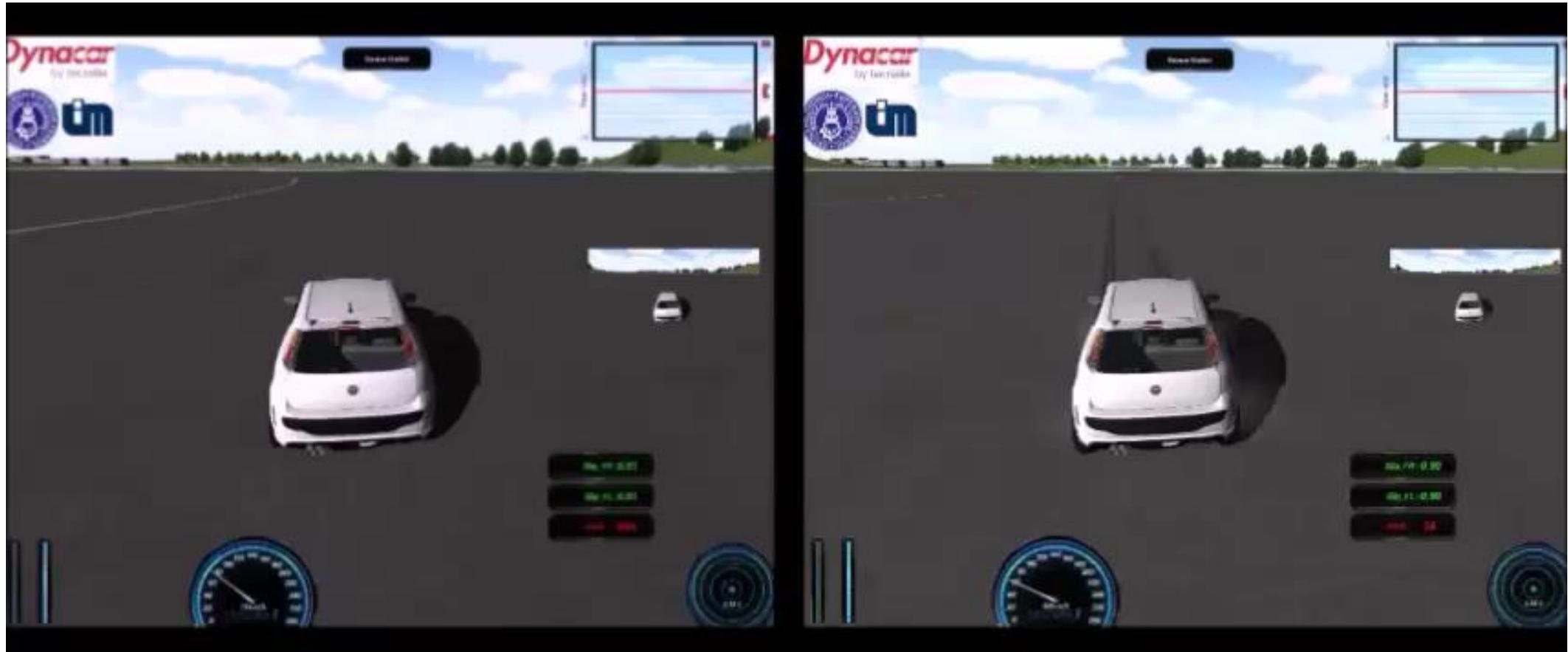
5. Resultados



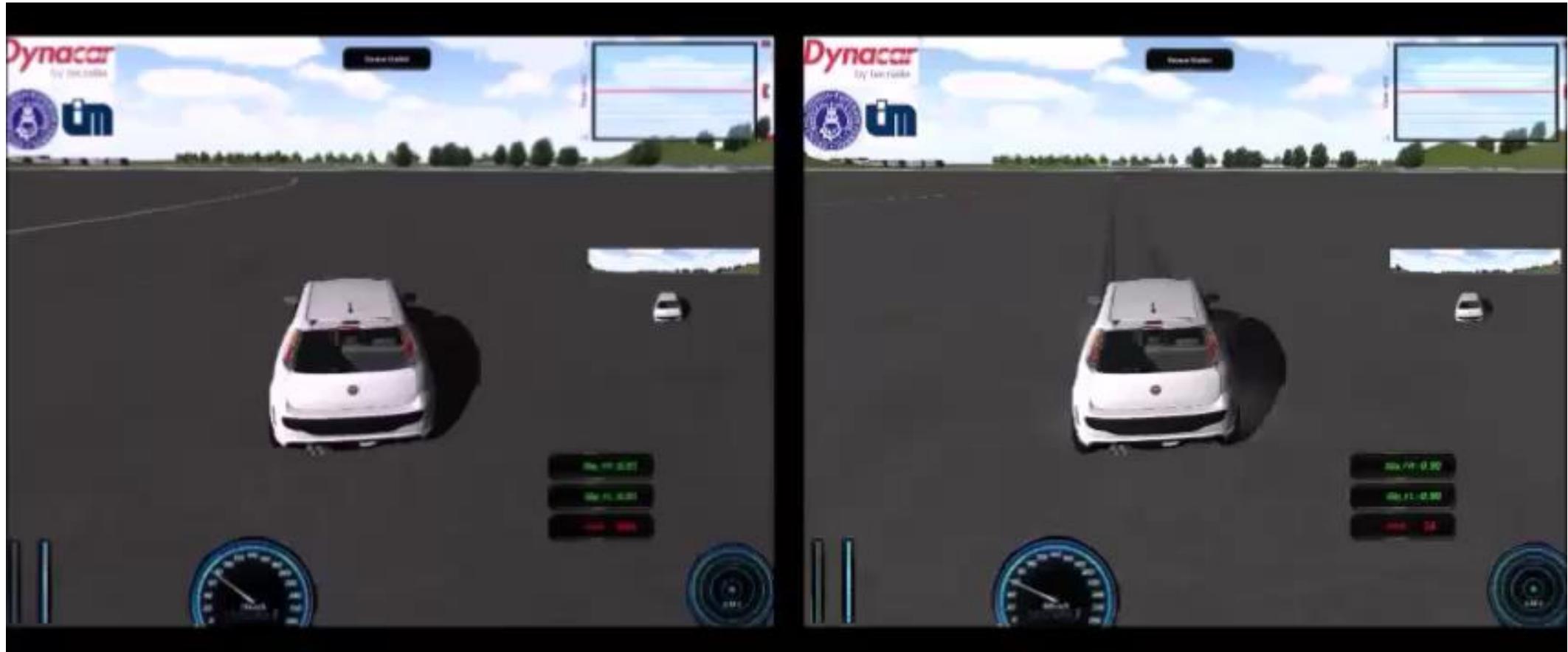
5. Resultados



5. Resultados



5. Resultados



6. Conclusiones y trabajo futuro

- Se ha creado un modelo que consigue una mayor capacidad de giro y que impide al vehículo entrar en estado de inestabilidad.
- Los modelos que se basan en las cargas inducen a errores ante cambios del sentido de giro bruscos.
 - Crear un modelo que solo actúe en situación favorable.
- Debido a limitaciones del conductor autónomo de Dynacar, solo se ha podido comparar la capacidad de giro.
 - Implementar un algoritmo de conducción autónomo para pruebas en circuito (teniendo en cuenta el TV).

Gracias por su atención



ESTRATEGIAS DE CONTROL DE TRACCIÓN PARA COCHES CON MOTORES EN RUEDA

Alberte Mato López

Tutores:

Miguel Ángel Naya Villaverde

Antonio J. Rodríguez González

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

Escola Politécnica Superior (UDC)

15 de septiembre de 2017