

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Máster en Motorsport & e-Racing
Convocatoria de Julio 2021



RACE STRATEGY SIMULATOR con Python

Autor: Manuel Montesinos del Puerto

Director: Andrés Castillo Rivera

Tutor: Javier Martín Serna

ÍNDICE

1 Introducción

2 Enfoque del proyecto

3 Desarrollo del *software*

4 Modelo de simulación

5 Análisis de resultados

6 Conclusiones

7 Trabajos futuros

8 Demostración con *Spyder*

1. Introducción



EVA. 2015-2016



STEVE. 2016 -2017



JULIET. 2017 - 2018



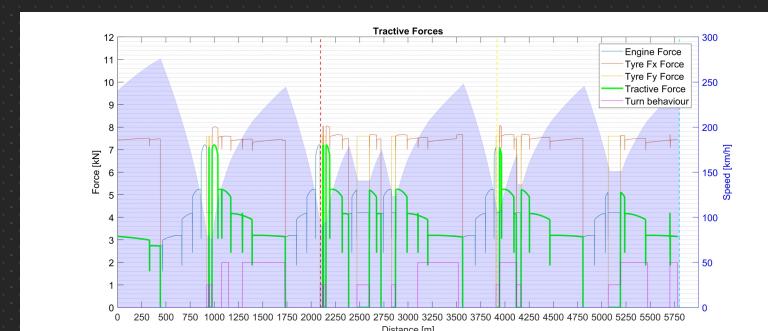
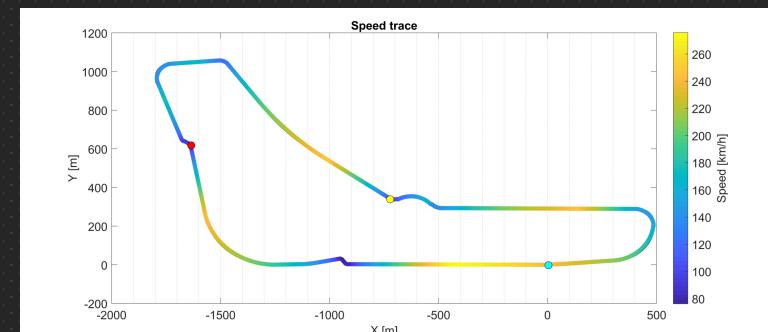
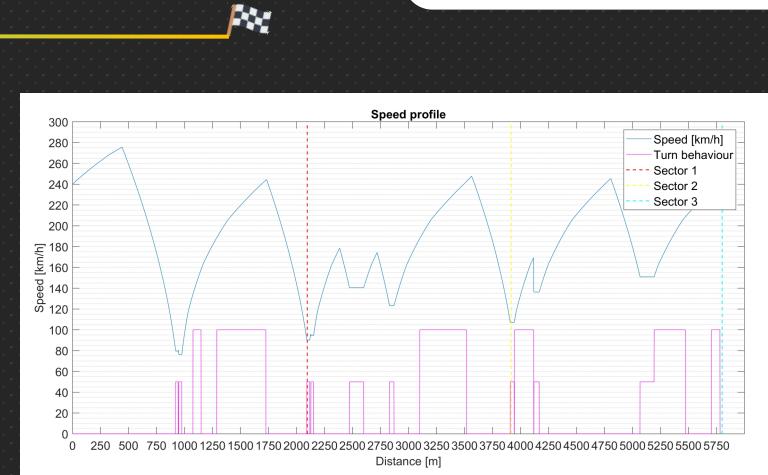
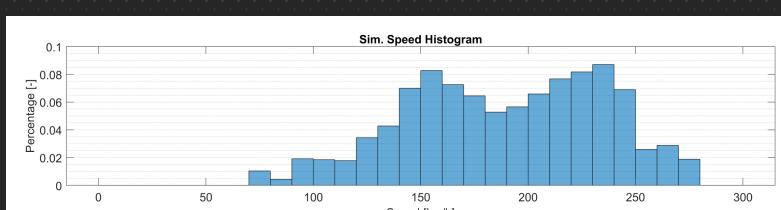
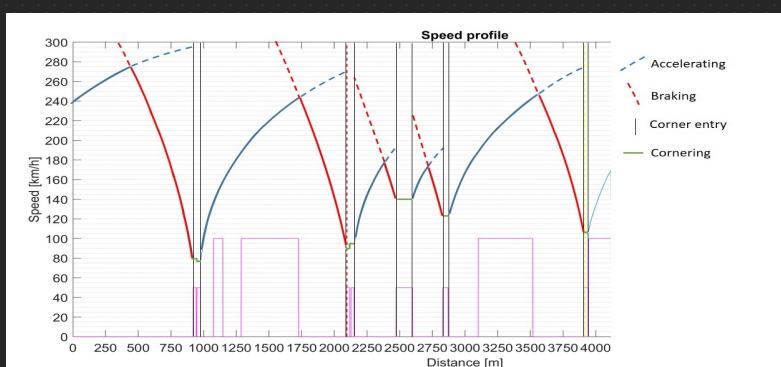
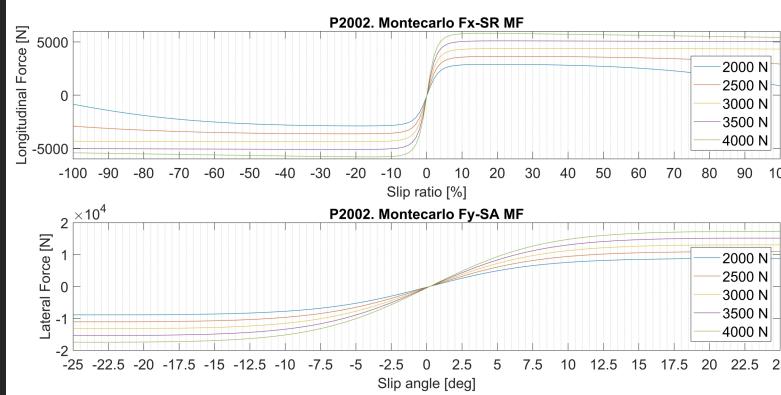
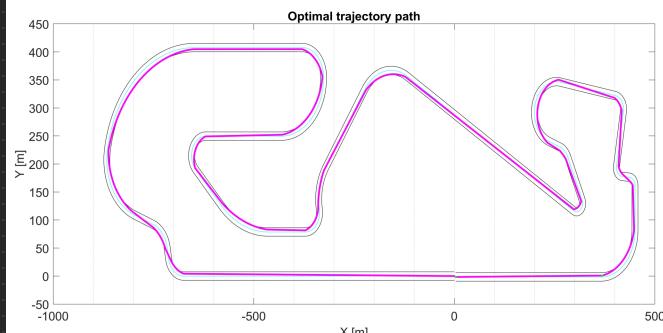
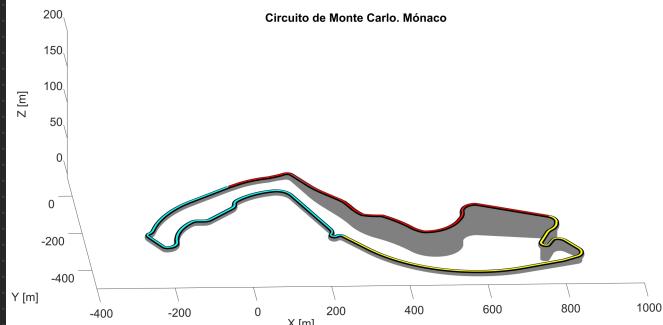
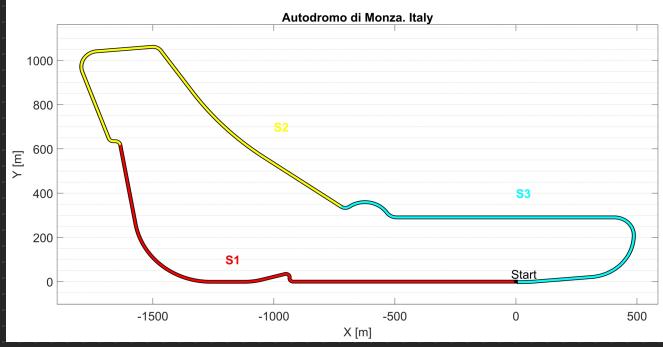
ROMEO- 2018-2019

Valores fundamentales para cualquier proyecto:

- Expresar pasión, ilusión y curiosidad
- Trabajar con un equipo grande de personas
- Conocer y formar parte del mundo de la competición
- Predecir el comportamiento de un vehículo en pista
- Programar con MATLAB y SIMULINK
- Relacionar el vehículo de competición y empresas del sector automovilístico
- Legar el trabajo para las futuras generaciones

1. Introducción

Lap Time Simulator (LTS)



Definición, objetivo y alcance

Lap Time Simulator (LTS)

Programa de simulación computacional integral de tiempo por vuelta que permite estudiar las variables estáticas y dinámicas de un vehículo de competición. en relación a unas condiciones climáticas y a un circuito determinado

Race Strategy Simulator (RSS)

Programa de simulación computacional integral de tiempo por vuelta que permite estudiar las variables estáticas y dinámicas de un vehículo de competición. en relación a unas condiciones climáticas y a un circuito determinado

Objetivo

- Mejorar
- Estudiar
- Modelar
- Desarrollar
- Garantizar
- Analizar
- Planificar
- Sintetizar

Alcance

- Software Python
- Simular un solo circuito
- Base de datos
- Estimación de parámetros
- Validación de los resultados

3. Desarrollo del software



f1_2020_data

Base de datos y organización del código

Archivo	Nombre	Concepto
.csv	<i>circuits</i>	Registro de circuitos
.csv	<i>constructor_results</i>	Resultados finales de constructores
.csv	<i>constructor_standings</i>	Resultados parciales de constructores
.csv	<i>constructors</i>	Registro de constructores
.csv	<i>driver_standings</i>	Resultados finales de pilotos
.csv	<i>drivers</i>	Registro de pilotos
.xlsx	<i>f1_2020_data_overview</i>	Resumen del formato de datos
.csv	<i>lap_times</i>	Tiempos por vuelta de cada carrera disputada
.csv	<i>pit_stops</i>	Paradas en boxes de cada carrera disputada
.csv	<i>qualifying</i>	Clasificación en cada carrera disputada
.csv	<i>races</i>	Registro de carreras disputadas
.csv	<i>results</i>	Resultados de cada carrera disputada
.csv	<i>seasons</i>	Registro de temporadas
.csv	<i>status</i>	Registro del estado del coche

Organización general del código RSS

Archivo	Nombre	Concepto
Carpeta	<i>f1_2020_data</i>	Database F1 hasta 2020 incluido
Script	<i>rss_class.py</i>	Definición de la clase RSS y sus funciones
Script	<i>main_rss.py</i>	Archivo principal y selector de opciones

3. Desarrollo del software



Formato base de datos

f1_2020_data

File Name	Parameters									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Circuits	circuitId	circuitRef	name	location	country	lat	lng	alt	url	
Constructor_results	constructorResultsId	raceId	contructorId	points	status					
Contructor_standings	constructorStandingsId	raceId	contructorId	points	position	positionText	wins			
Constructors	constructorId	constructorRef	name	nationality	url					
Driver_standings	driverStandingsId	raceId	driverId	points	position	positionText	wins			
Drivers	driverId	driverRef	number	code	forename	surname	dob	nationality	url	
Lap_times	raceId	driverId	lap	position	time	milliseconds				
Pit_stops	raceId	driverId	stop	lap	time	duration	milliseconds			
Qualifying	qualifyId	raceId	driverId	contructorId	number	positions	q1	q2	q3	
Races	raceId	year	round	circuitId	name	date	time	url		
Seasons	year	url								
status	statusId	status								

File Name	Parameters									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Results	resultId	raceId	driverId	contructorId	number	grid	position	positionText	positionOrder	
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	points	laps	time	milliseconds	fastestLap	rank	fastestLapTime	fastestLapSpeed	statusId	

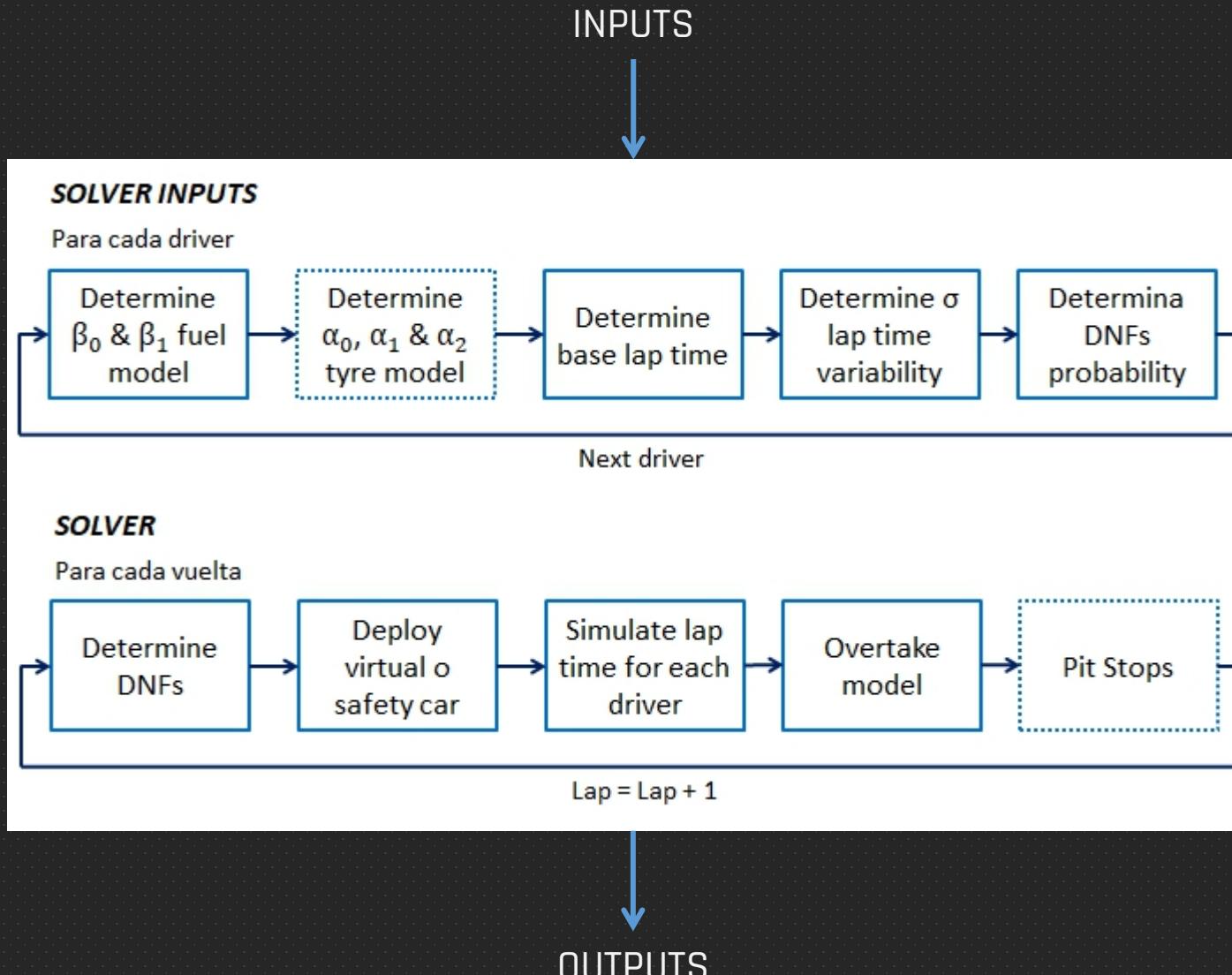
3. Desarrollo del *software*



Flujo de trabajo

Lista de INPUTS

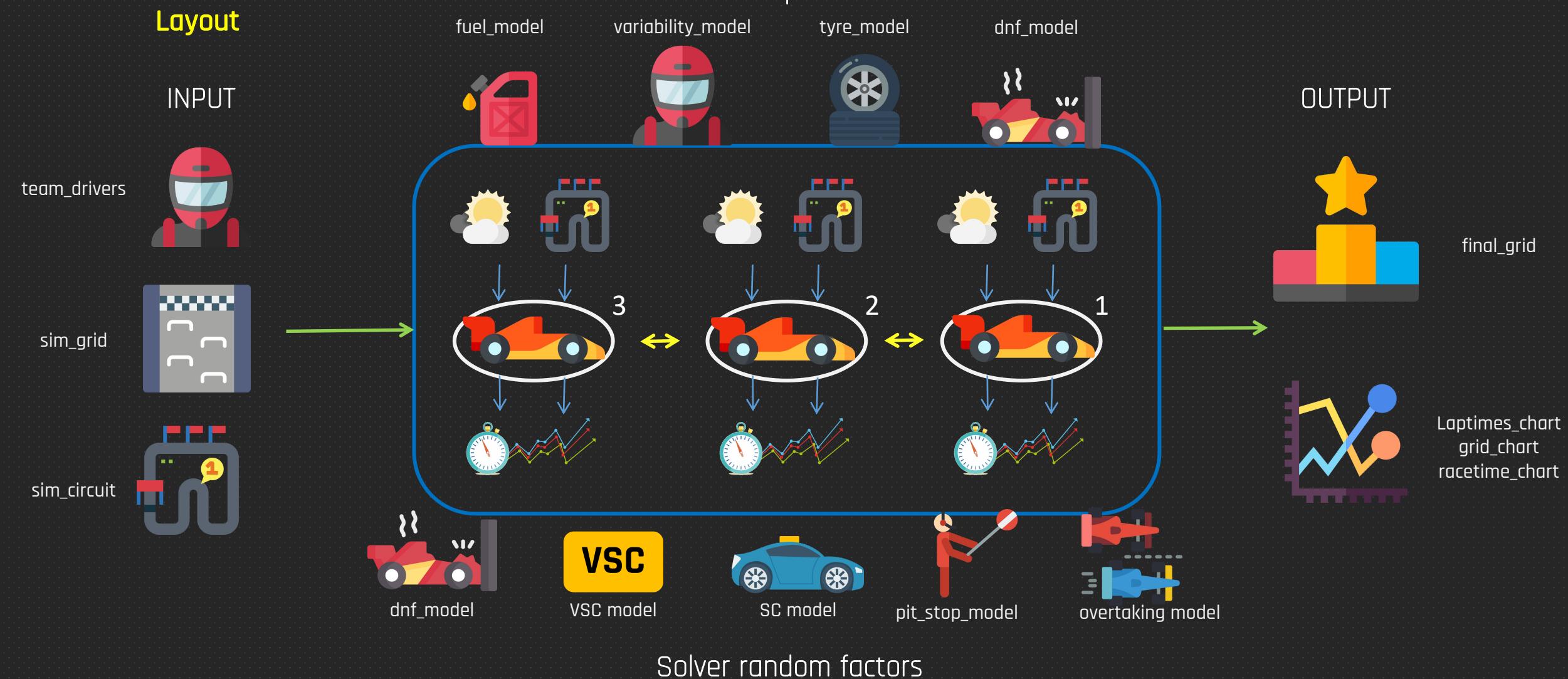
- years
- team_drivers
- team_strategy
- sim_circuit
- sim_grid



Lista de OUTPUTS

- Final grid
- Laptimes sim
- Race_time_accu

4. Modelo de simulación



4. Modelo de simulación



Modelo de lap times



$$\text{base_laptime} = \text{car} + \text{fuel} + \text{driver} + \text{tyre}$$

Modelo de fuel

$$\text{fuel_model} = \beta_0 + \beta_1 \cdot R$$

Modelo de variability

$$\text{variability_model} = \text{Distribución normal (0, desviación_estáNDAR)}$$

Modelo de neumático

$$\text{tyre_model} = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \text{tire_laps} + \alpha_2 \cdot \text{tire_laps}^2$$

4. Modelo de simulación

Factores aleatorios

dnf_model



= Probabilidad de dnf por piloto →
0,10-0,01% por vuelta

Carreras terminadas y vueltas
realizadas.

Mayor en las primeras vueltas

vsc_model



= Probabilidad de VSC →
25%

Se mantienen los gaps de
tiempo entre coches (2 vueltas)

sc_model



= Probabilidad de SC →
20%

Reagrupación de coches +0,5 s
(3 vueltas)

overtaking_model



= Probabilidad de éxito →
0-100%

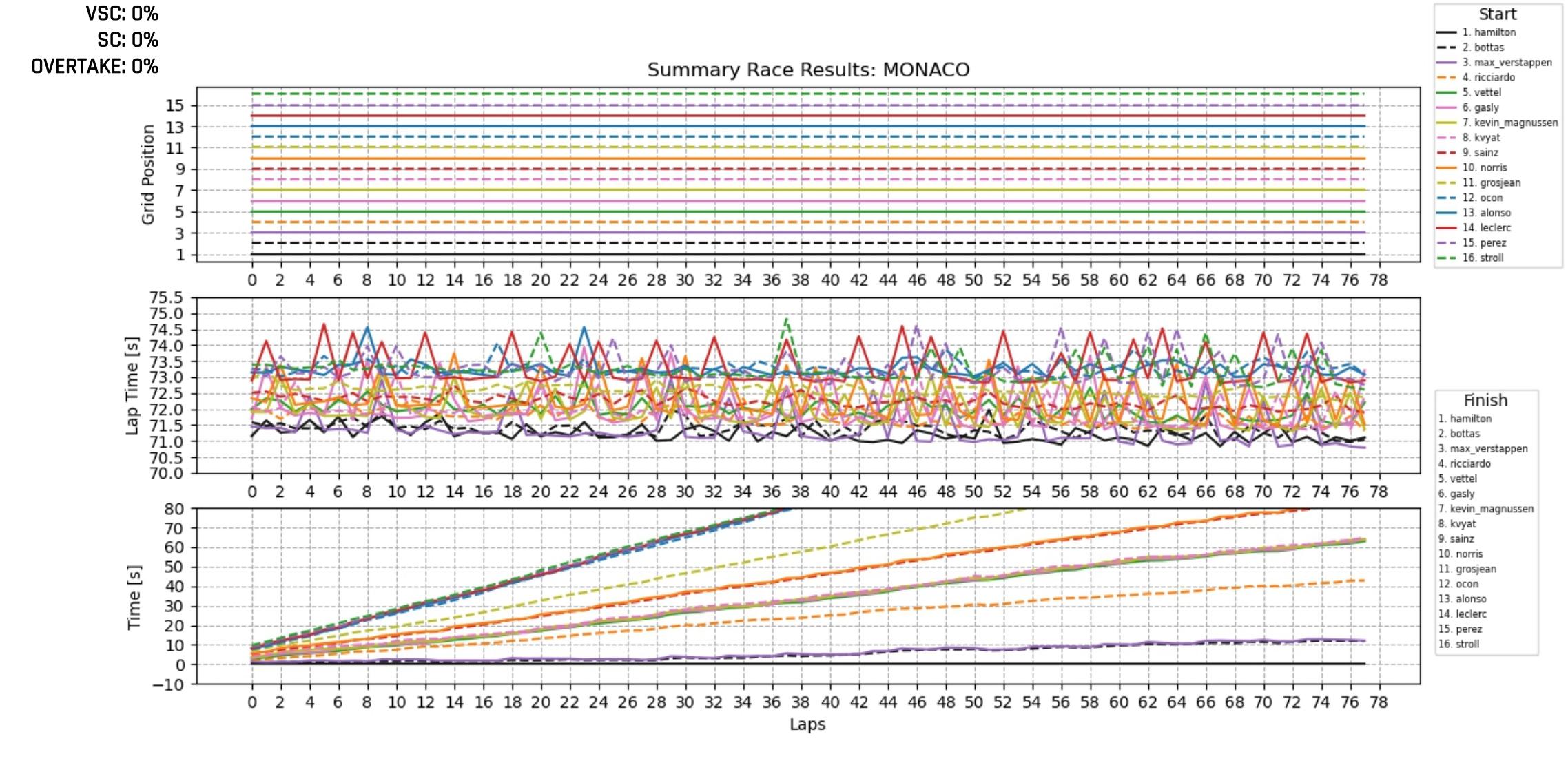
Penalización de tiempo 1 s en
caso de fracaso en el
adelantamiento

pit_stop_model



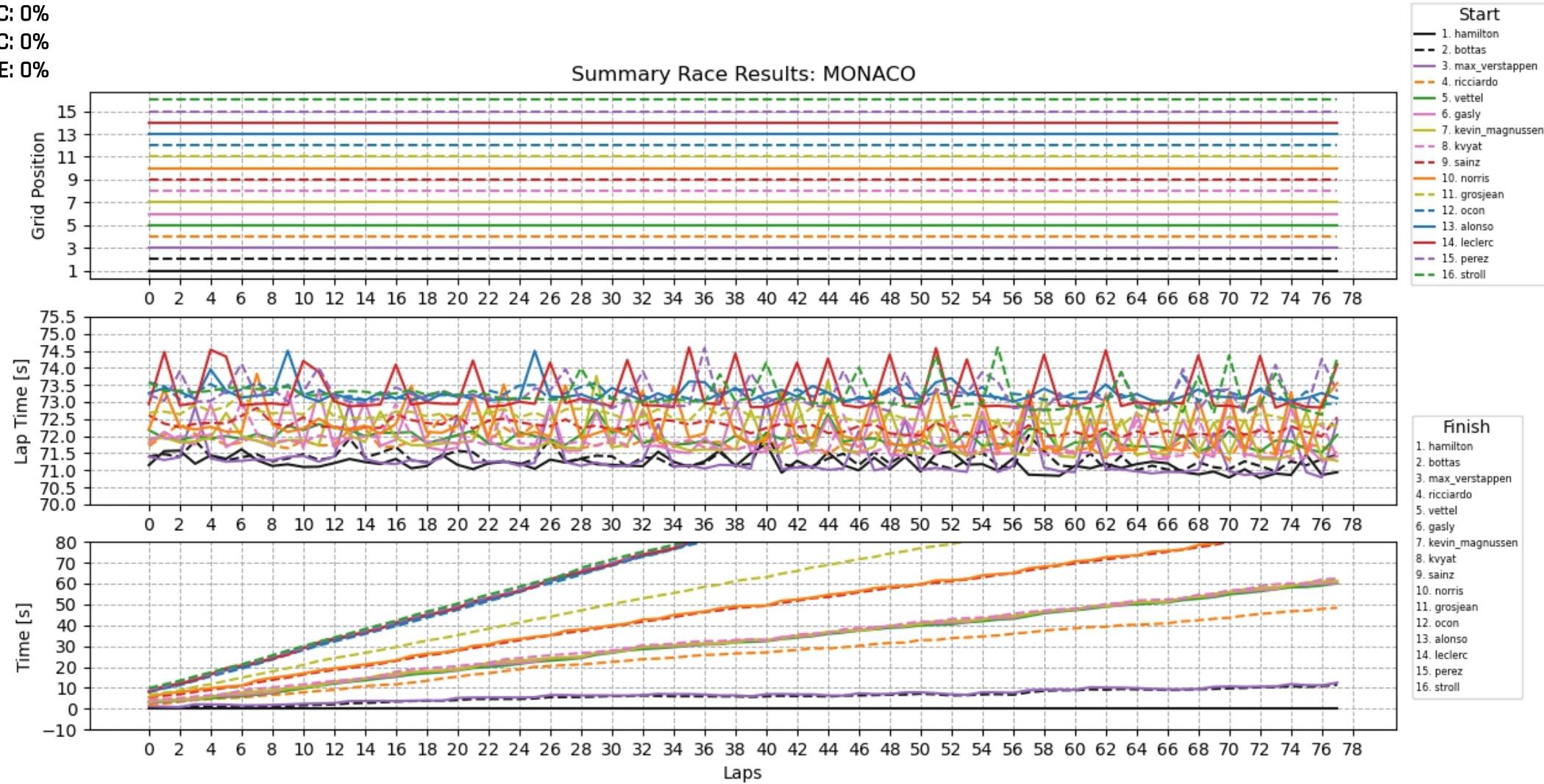
= Distribución normal (pitstop_average_time, desviación_estándar)

5. Análisis de resultados



5. Análisis de resultados

VSC: 0%
SC: 0%
OVERTAKE: 0%

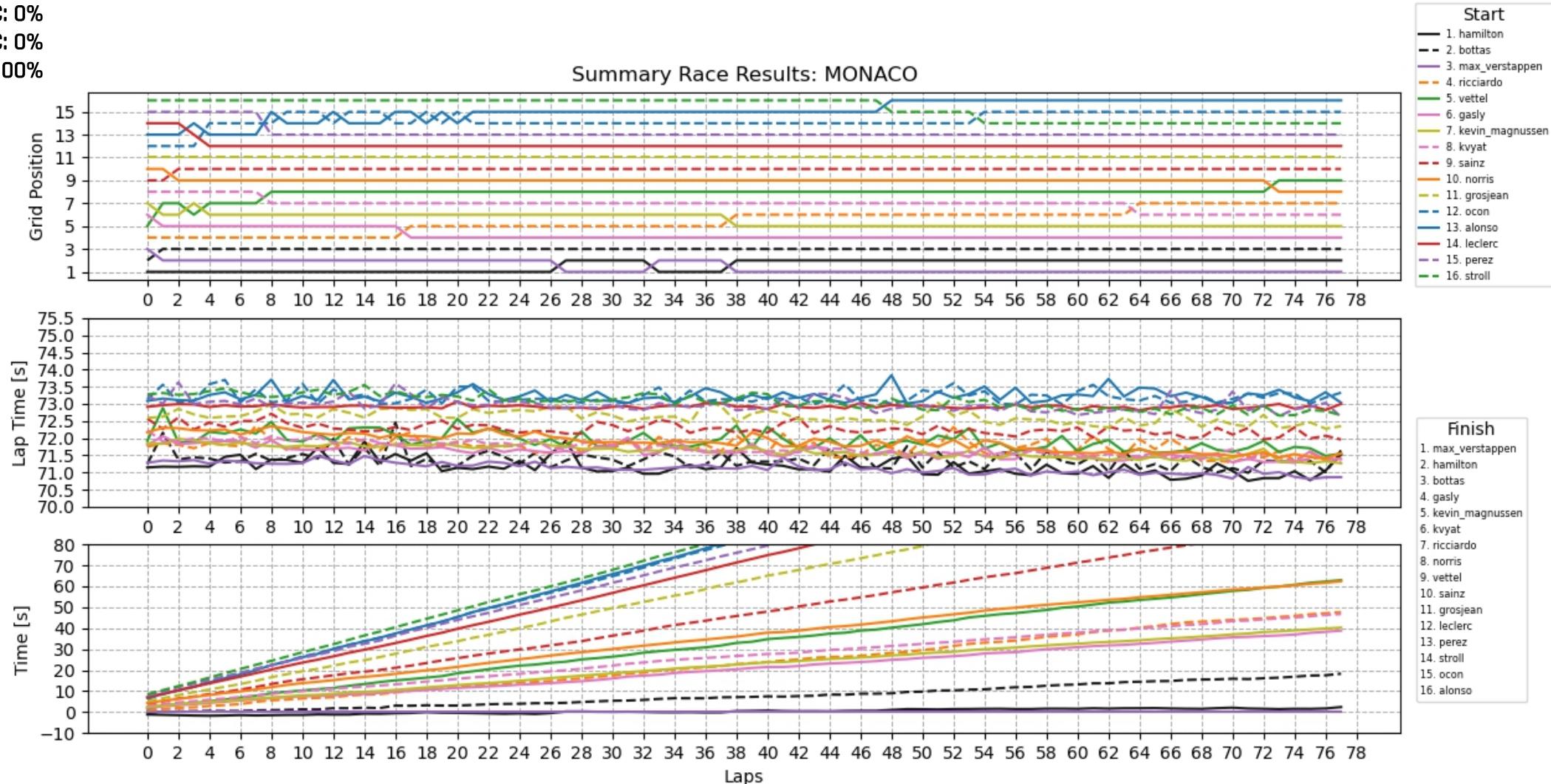


5. Análisis de resultados

VSC: 0%
SC: 0%
OVERTAKE: 100%

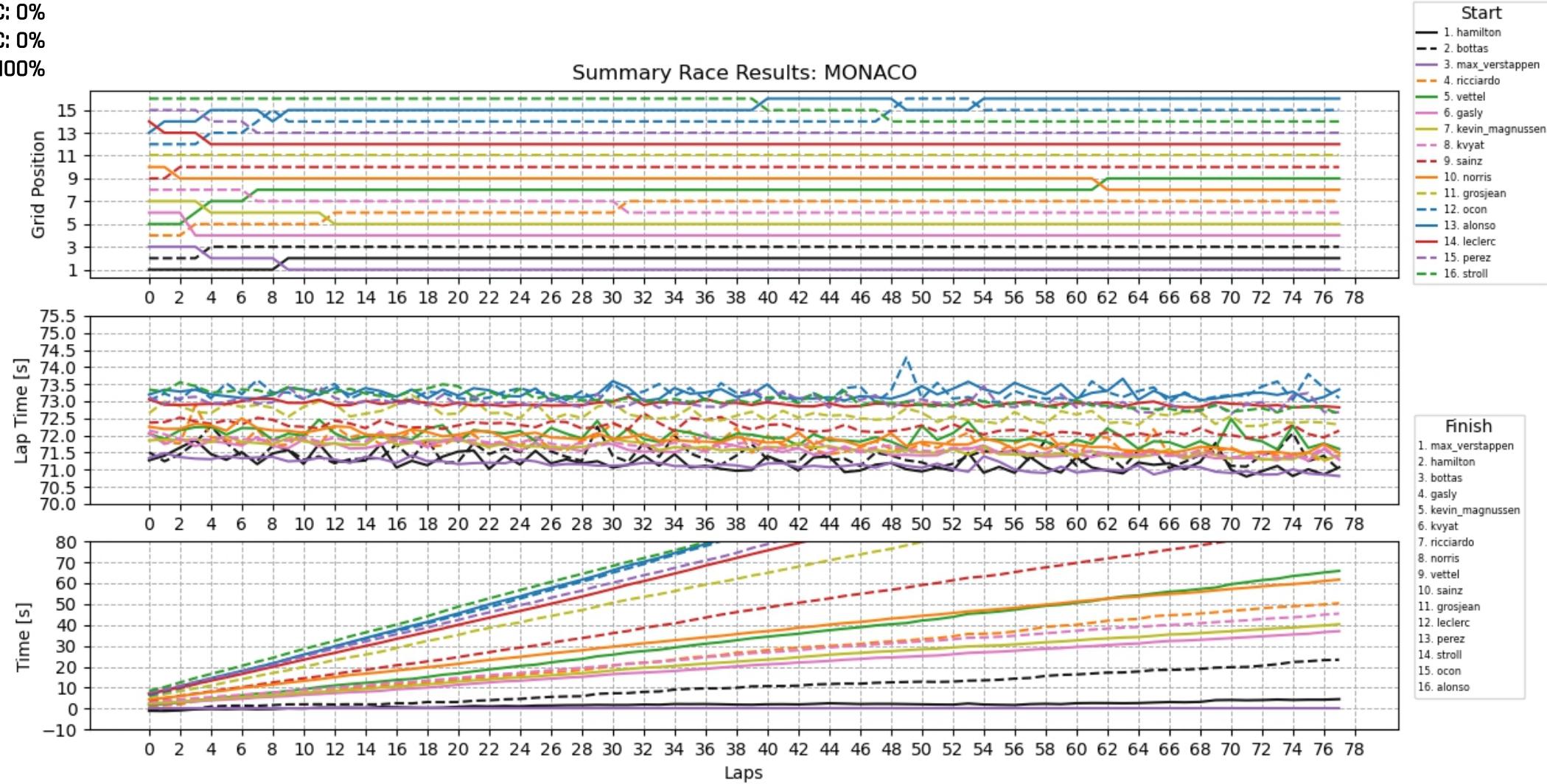


Summary Race Results: MONACO



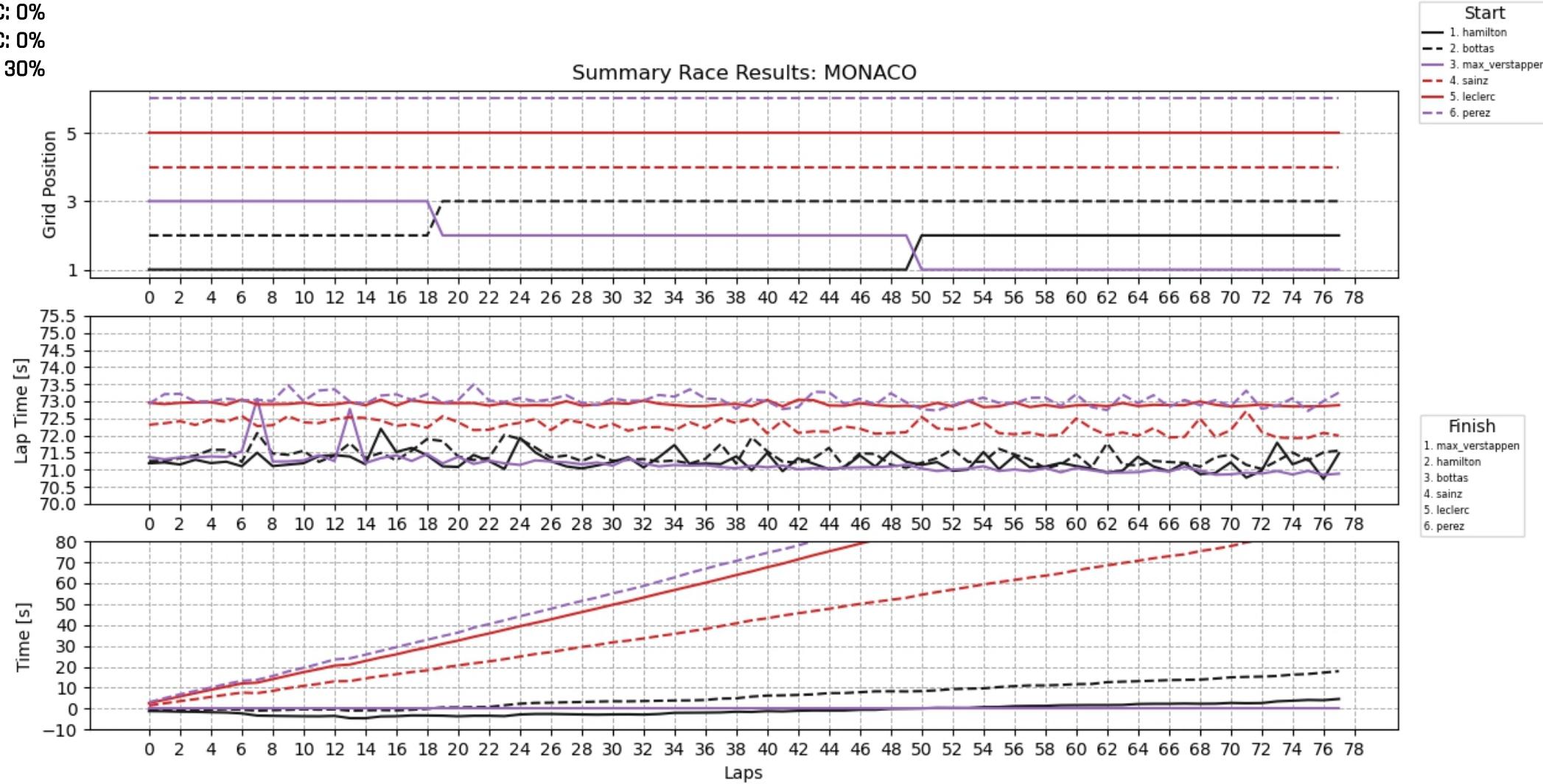
5. Análisis de resultados

VSC: 0%
SC: 0%
OVERTAKE: 100%



5. Análisis de resultados

VSC: 0%
SC: 0%
OVERTAKE: 30%



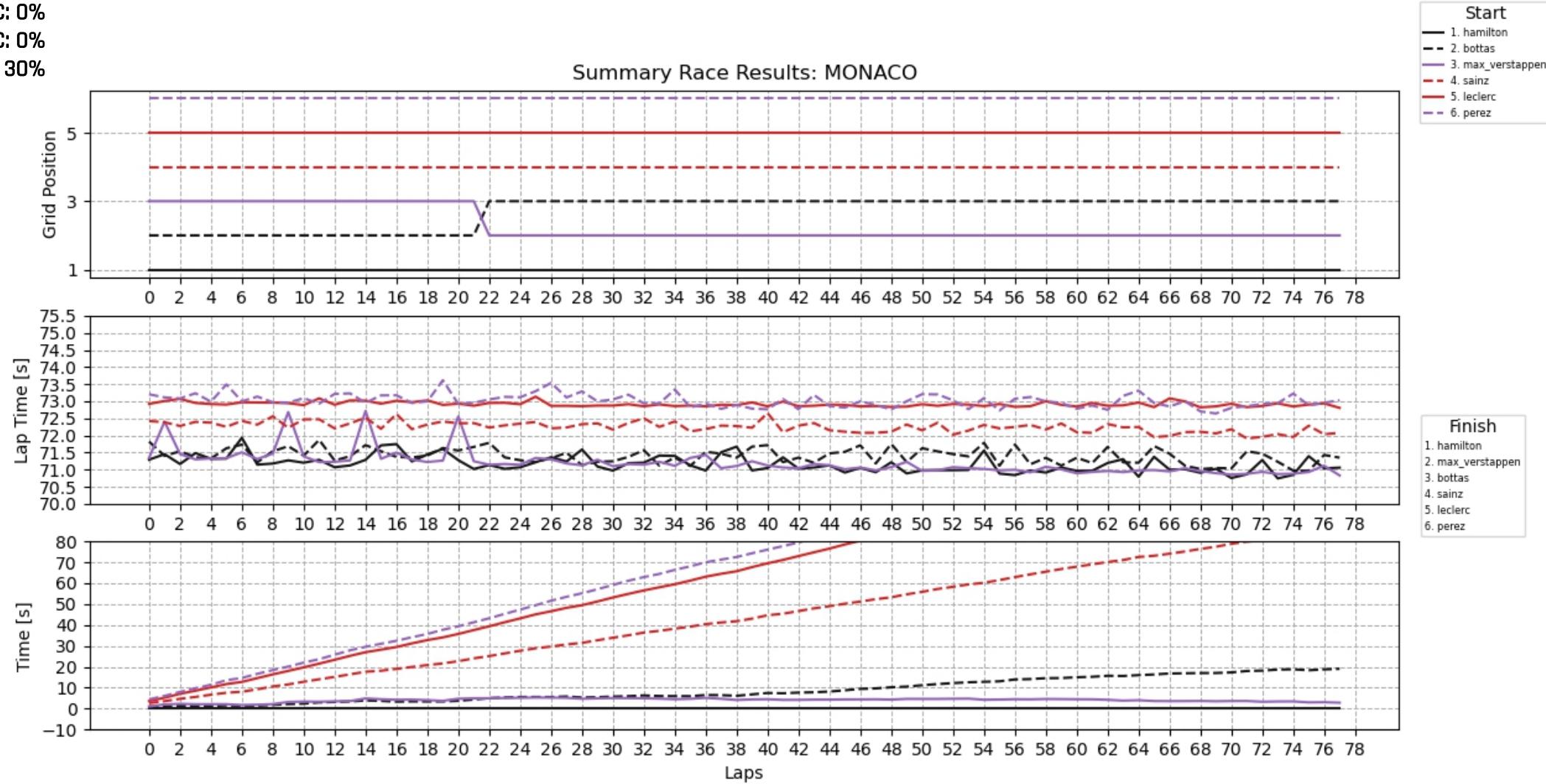
5. Análisis de resultados



VSC: 0%

SC: 0%

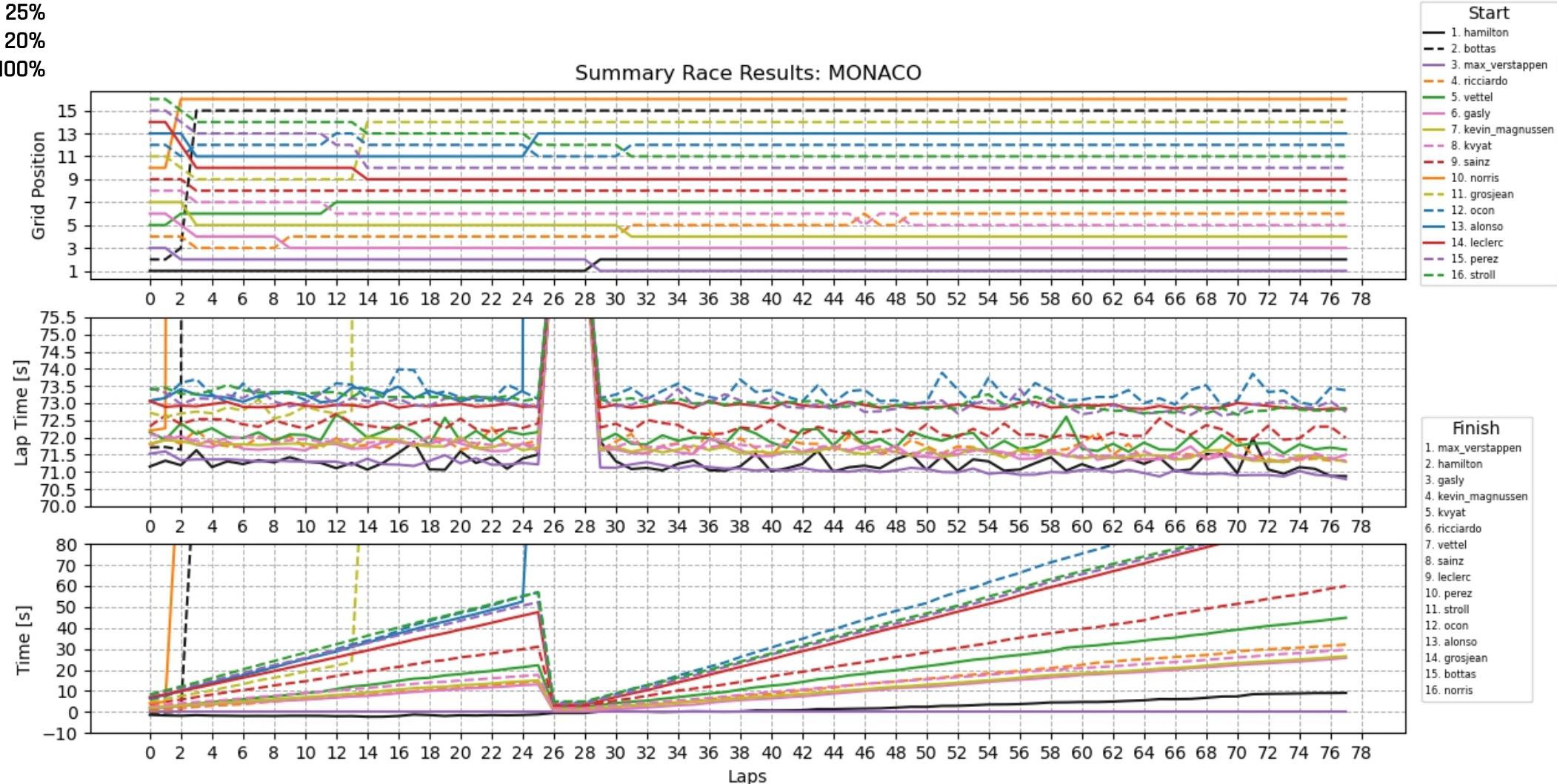
OVERTAKE: 30%



5. Análisis de resultados



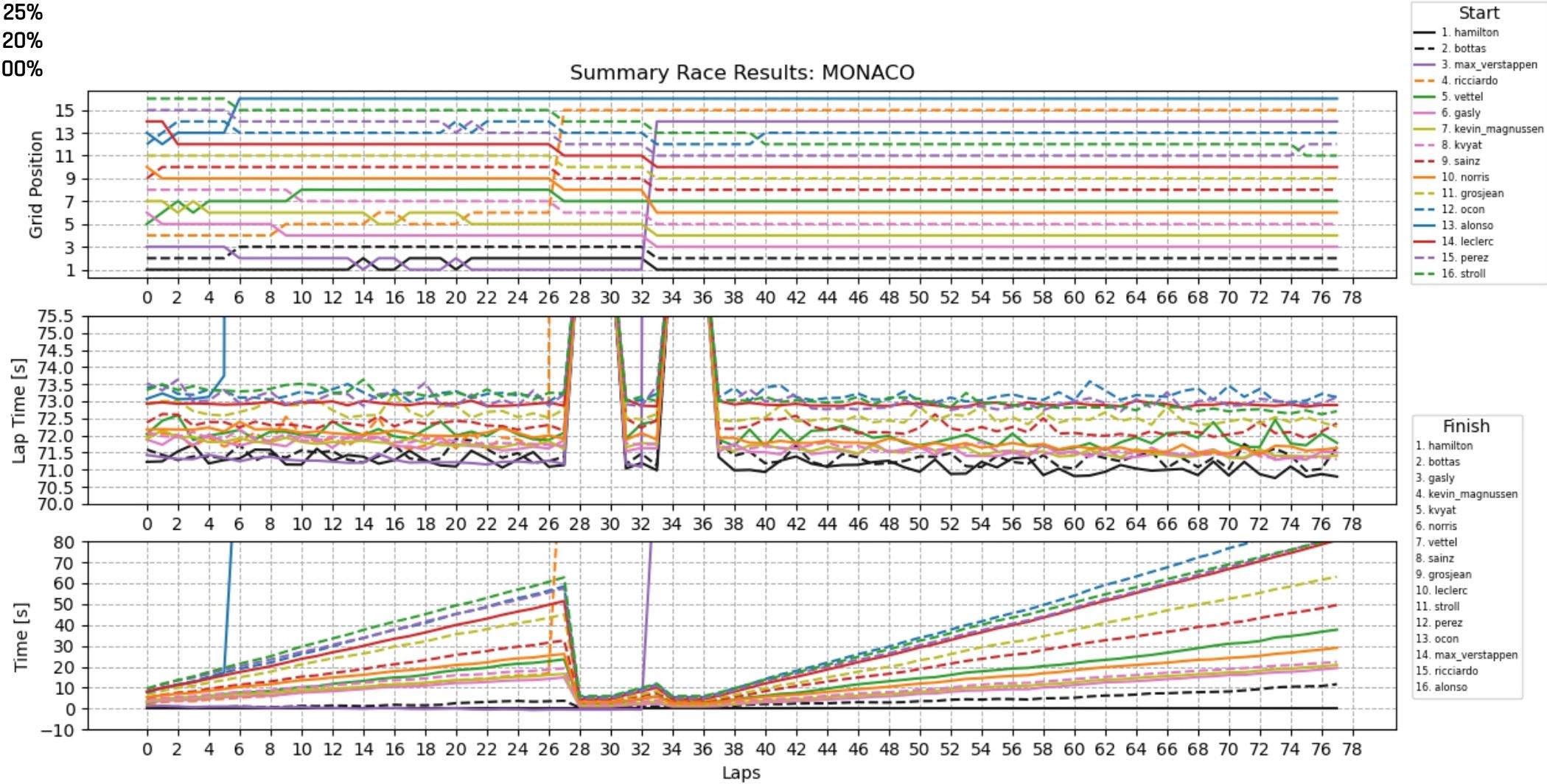
VSC: 25%
SC: 20%
OVERTAKE: 100%



5. Análisis de resultados

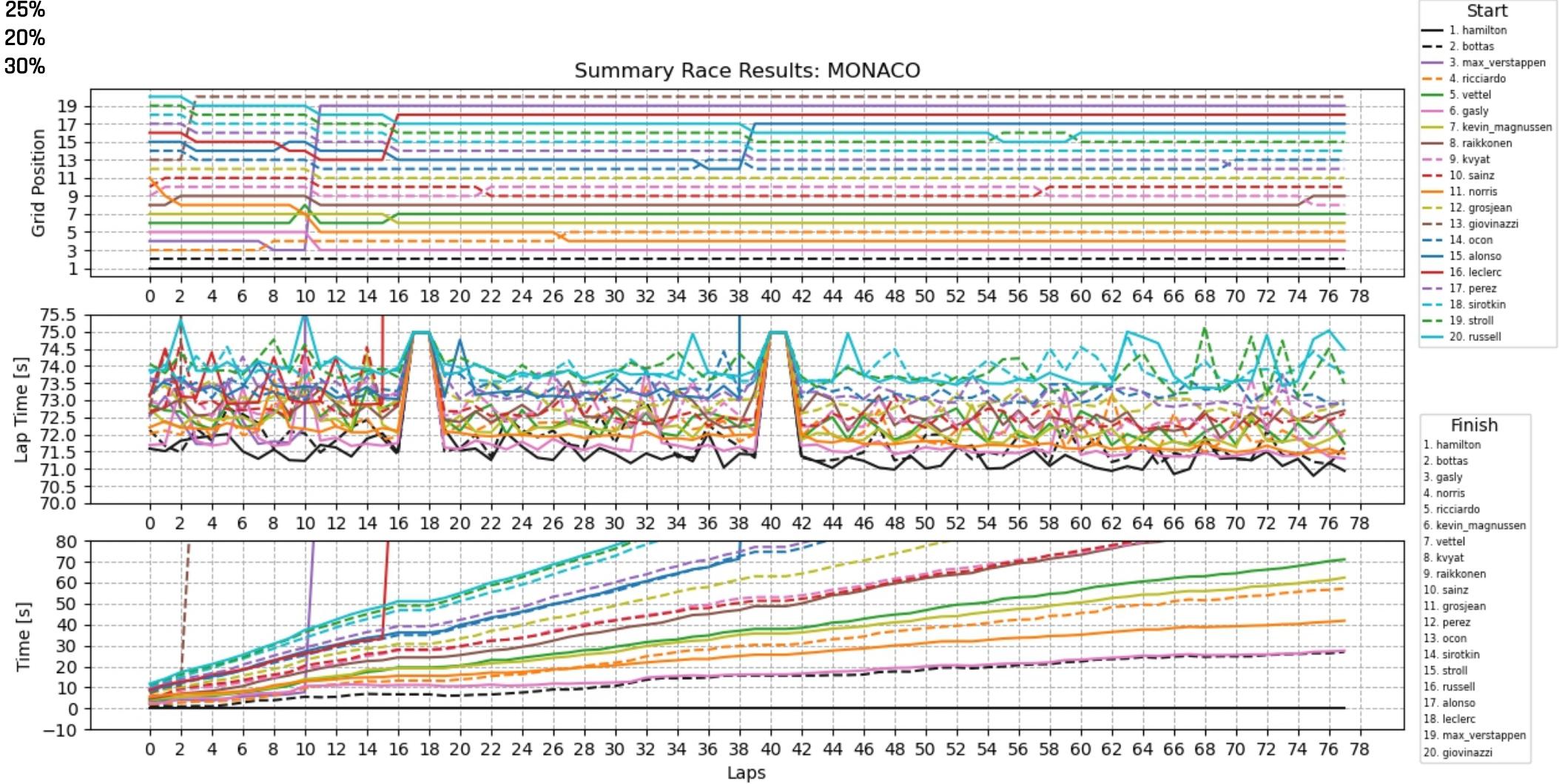
VSC: 25%
SC: 20%
OVERTAKE: 100%

Summary Race Results: MONACO



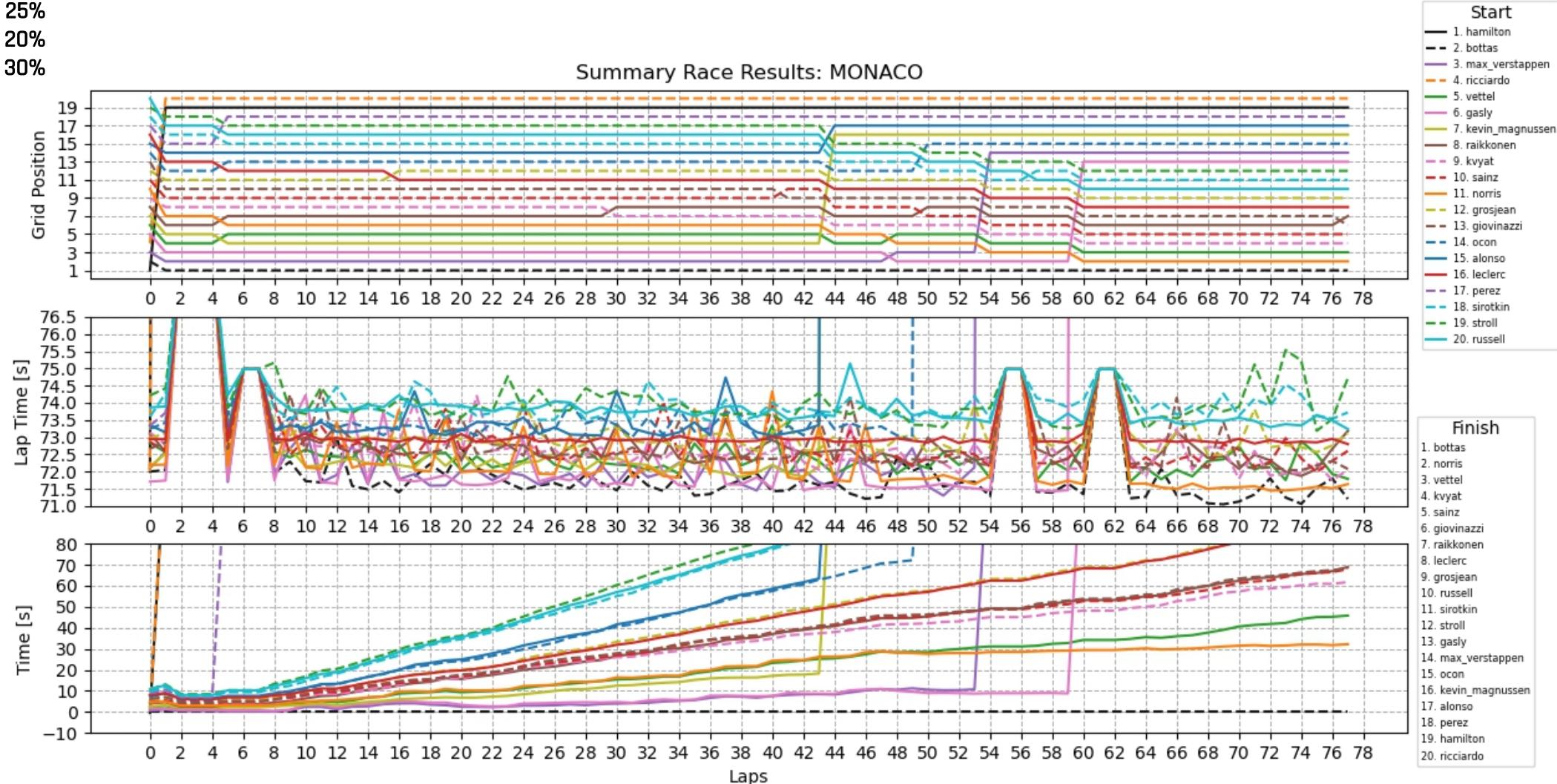
5. Análisis de resultados

VSC: 25%
SC: 20%
OVERTAKE: 30%



5. Análisis de resultados

VSC: 25%
SC: 20%
OVERTAKE: 30%



6. Conclusiones



Objetivos

- Mejorar
 - Estudiar
 - Modelar
 - Desarrollar
 - Garantizar
 - Analizar
 - Planificar
 - Sintetizar
- Destreza en la programación con el *software* Python
 - Variables que rigen el transcurso de una carrera de F1
 - Sistema de objetos discretos y sus relaciones entre sí
 - Programación entendible y eficiente con un flujo de trabajo lógico
 - Herramienta válida y fiable para una mejor toma de decisiones
 - Análisis gráfico y numérico de los posibles resultados de una carrera
 - Trazabilidad de tareas y estudio de competencias del *software*
 - Documentación realizada en LATEX

Futuro

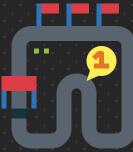
Ingeniero de simulación en competición

7. Trabajos futuros



Circuitos/Temporadas

- Posibilidad de lanzar una temporada entera en una simulación y sacar un estudio probabilístico para analizar competidores



Modelos

- Implementar un modelo de neumático de grado dos dependiente de su rendimiento y durabilidad
- Implementar un modelo de pit stops para analizar una estrategia de carrera dependiente de los neumáticos



Parámetros

- Incluir en el modelo de adelantamiento la influencia del DRS y una función de sobrepasar en función de la data de entrenamiento disponible de dicho circuito.
- Dar un peso de importancia a los parámetros de cada piloto en función del equipo en el que se encuentren en la data de entrenamiento



Simulación

- Lanzar 10000 simulaciones y analizar con histogramas (simulación Monte Carlo) los probabilidades de los diferentes resultados que pueden darse para tomar decisiones estratégicas.



TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Máster en Motorsport & e-Racing

Convocatoria de Julio 2021



Muchas gracias por su atención

¿Demostración del RSS?



Autor: Manuel Montesinos del Puerto

Director: Andrés Castillo Rivera

Tutor: Javier Martín Serna