

# PROYECTO DE DISEÑO DE MODELOS DE SIMULACIÓN



Ismael Expósito Jiménez  
Juan Bautista Muñoz Ruiz



# PROBLEMA A RESOLVER

- Encontrar una configuración óptima del BMS para una motocicleta eléctrica de cara a realizar seis vueltas al circuito Motorland Aragón en el menor tiempo posible.

Configuración Battery Management System			
1 Voltaje máximo	2 Temperatura máxima	3 Voltaje de reactivación	4 Temperatura segura

# FUENTES DE DATOS

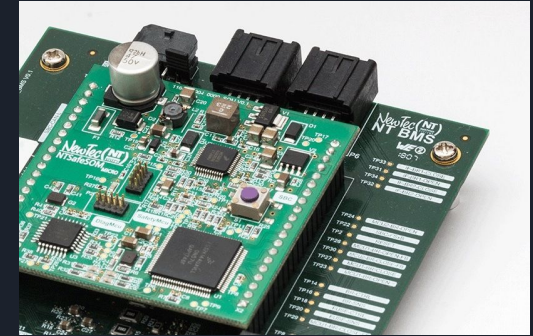
- Datos del circuito de Motorland
  - Se pueden usar para evaluación de las configuraciones.
  - Para realizar cálculos y crear el comportamiento del piloto.
- Datos de restricciones de la moto:




volt_max_bateria,120	
volt_max_celulas,15	
intensidad,400	
velocidad_max,180	
potencia_motor,48	
temperatura_max,180	
peso,100	
capacidad,200	
ace_Lateral,9	
fuerzaRefrigerante,5	
cargasRefrigerante,5	

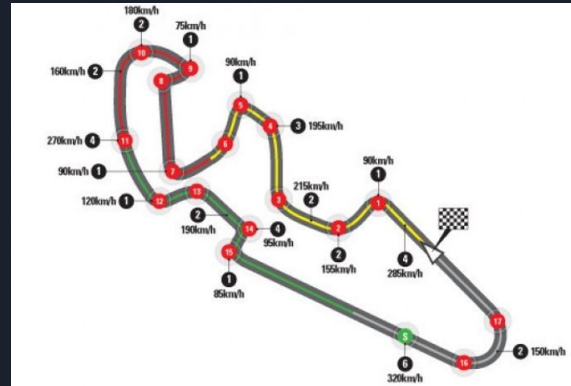
Distancia Sector	Radio Curva	Pendiente
393.28	0.00	0.00
33.45	-21.50	0.00
8.93	0.00	0.00
96.99	0.00	0.01
120.89	111.00	0.01
13.03	111.00	0.05
144.88	0.00	0.05
89.29	83.00	0.05
170.04	0.00	0.05
41.59	0.00	0.01
69.50	-88.00	0.01
80.89	0.00	0.01
70.79	-36.00	0.01
113.98	0.00	0.01
24.93	66.00	0.01

# SALIDA DE DATOS

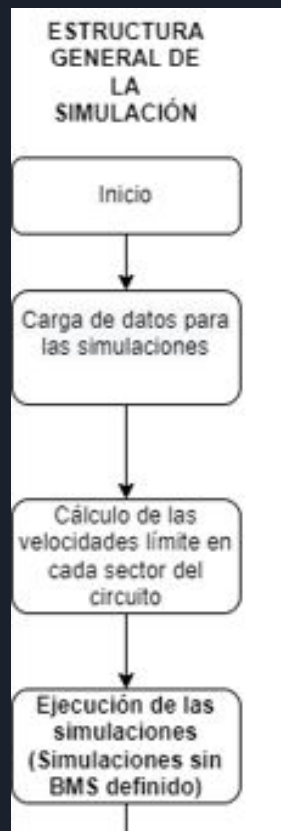
- Mejores configuraciones del BMS.
- Velocidades, aceleraciones y frenada de los pilotos por cada tramo.
- Tiempos en completar el circuito.
- Velocidades límite de cada sector.



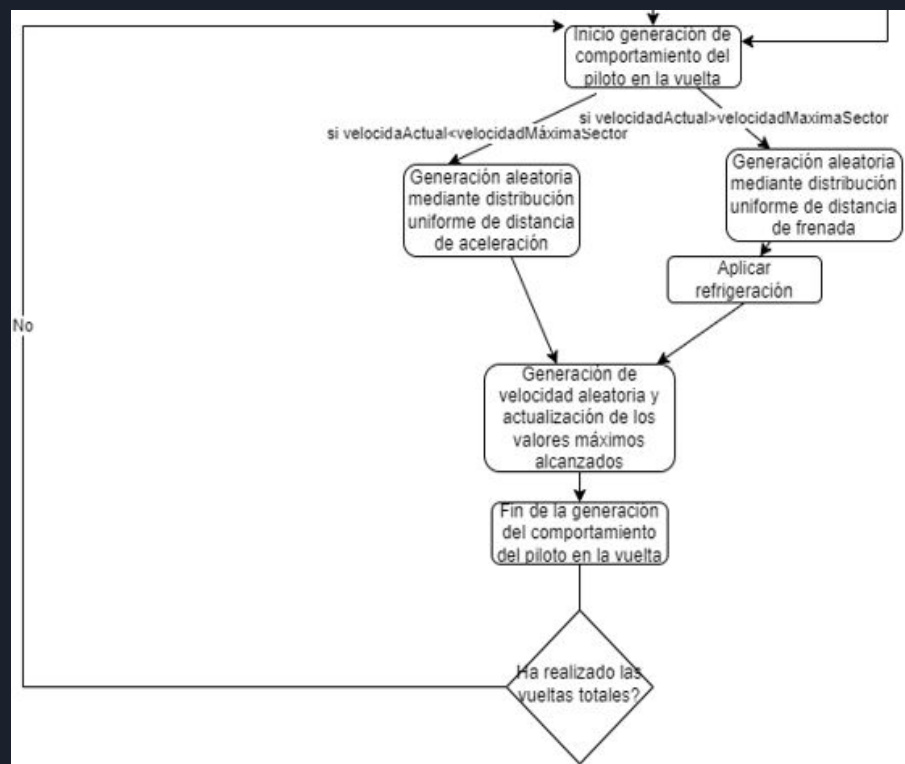
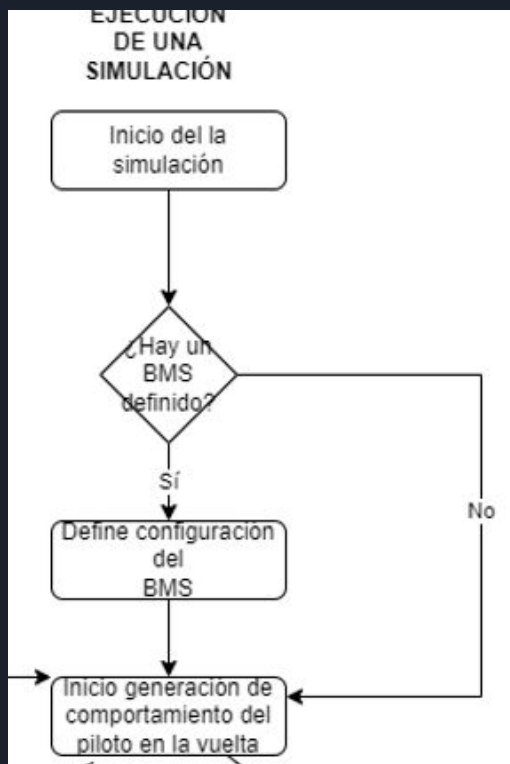
 SalidaBMSMejoresPilotos  
 SalidaComportamientoMejoresPilotos  
 VelocidadesLimiteSectores



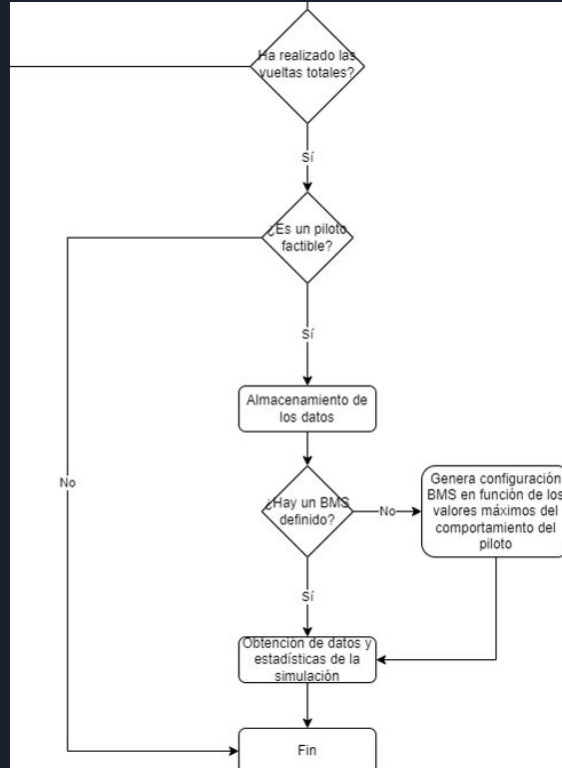
# MODELO GENERAL



# MODELO DE UNA SIMULACIÓN

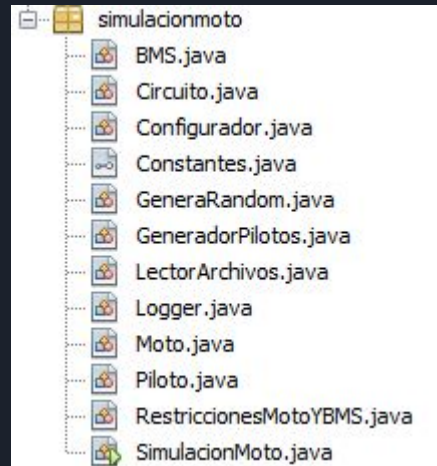


# MODELO DE UNA SIMULACIÓN



# PLATAFORMA UTILIZADA

- El proyecto ha sido desarrollado en java con el entorno Netbeans.





# EJECUCIÓN DE LA SIMULACIÓN

- Cálculo de las velocidades máximas de cada sector:

```
Pendiente: 0.0 Vmax 180.0 pendiente aplicada -> 180.0
Pendiente: 0.0 Vmax 50.077539875676806 pendiente aplicada -> 50.077539875676806
Pendiente: 0.0 Vmax 180.0 pendiente aplicada -> 180.0
Pendiente: 0.01 Vmax 180.0 pendiente aplicada -> 178.20000004023314
Pendiente: 0.01 Vmax 113.78506053080957 pendiente aplicada -> 112.64720995093442
Pendiente: 0.05 Vmax 113.78506053080957 pendiente aplicada -> 108.09580741949262
Pendiente: 0.05 Vmax 180.0 pendiente aplicada -> 170.99999986588955
Pendiente: 0.05 Vmax 98.39268265475843 pendiente aplicada -> 93.47304844871225
Pendiente: 0.05 Vmax 180.0 pendiente aplicada -> 170.99999986588955
Pendiente: 0.01 Vmax 180.0 pendiente aplicada -> 178.20000004023314
Pendiente: 0.01 Vmax 101.31298041218608 pendiente aplicada -> 100.29985063070943
Pendiente: 0.01 Vmax 180.0 pendiente aplicada -> 178.20000004023314
```

$$V_{LimiteSector} = 3,6\sqrt{amax * R_{sector} * (1 - pen)}$$

# EJECUCIÓN DE LA SIMULACIÓN

- Generación de pilotos factibles:

```
+++++Piloto Factible 12 ++++++
-----Comportamiento Piloto -----
Distancia acelerada en cada sector
[383.16341, 0.0, 8.927544, 81.342705, 0.0, 11.194231, 346.46857, 0.0, 8.454318, 92.18]
Distancia distancia frenada en cada sector
[0.0, 16.998765, 0.0, 0.0, 116.92282, 0.0, 0.0, 0.32724025, 0.0, 0.0, 1.5619481,
Velocidad en cada sector
[142.71088, 3.0091304, 61.271988, 134.43295, 34.083626, 58.5774, 88.38697, 17.406067,
velocidad media: 99.56006 Km/h
DistanciaRecorrida: 30461.699962092804 Metros
Tiempo: 1101.4669 s
Mayor velocidad alcanzada: 176.99004 Km/h
Mayor aceleración alcanzada: 40.291435 m/s2
Mayor temperatura alcanzada: 110.78453 °C
Consumo: 102.11246 l/h
Mayor voltaje alcanzado: 75.26692 V
Voltaje de reactivación: 37.62246 V
Temperatura segura: 100.78453 °C
Tiempo de vuelta: 1101.4669 s
```

$distanciaAcelerada = aleatorio.distribucionUniforme(distanciaSector * constanteLimiteInferior, distanciaSector)$

$velocidadSector = aleatorio.distribucionUniforme(velocidadActual, velocidadMaximaSector)$

$distanciaFrenada = aleatorio.distribucionUniforme(0, distanciaSector)$

$velocidadSector = aleatorio.distribucionUniforme(0, velocidadActual)$

# EJECUCIÓN DE LA SIMULACIÓN

- Optimización de pilotos factibles, obtenemos el BMS de cada piloto factible.

Configuración Battery Management System

1 Voltaje máximo	2 Temperatura máxima	3 Voltaje de reactivación	4 Temperatura segura
------------------	----------------------	---------------------------	----------------------

$$voltajeReactivacion = \frac{mayorVoltajeAlcanzado}{2}$$

$$temperaturaSegura = mayorTemperaturaAlcanzada - 10$$

$$nuevoVoltaje = aceleración * tiempoAceleración * KW Motor$$

- Por cada BMS de cada piloto factible realizamos simulaciones estableciendo su BMS como restricción.

```
//////////Generando pilotos para el siguiente BMS//////////  
BMS{voltajeMax=81.139004, temperaturaMax=170.54834, voltajeReactivación=40.569542, temperaturaSegura=160.54834}  
Total pilotos dado un BMS generados: 40  
Pilotos factibles generados: 12
```

# EJECUCIÓN DE LA SIMULACIÓN

- Obtención de los mejores pilotos:

$$\text{tiempoVuelta} = \frac{\text{metrosDistanciaTotalCircuito}}{\frac{\text{velocidadMediaKMH}}{3,6}}$$

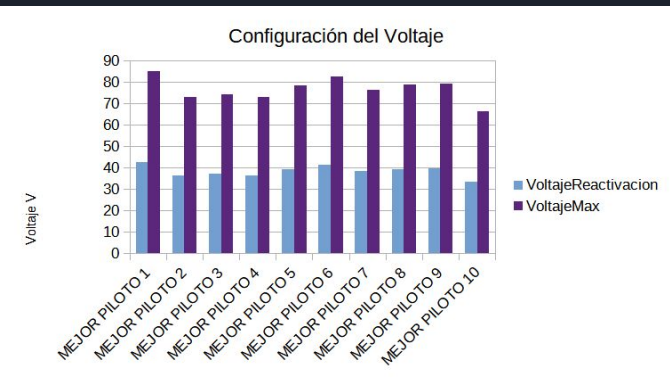
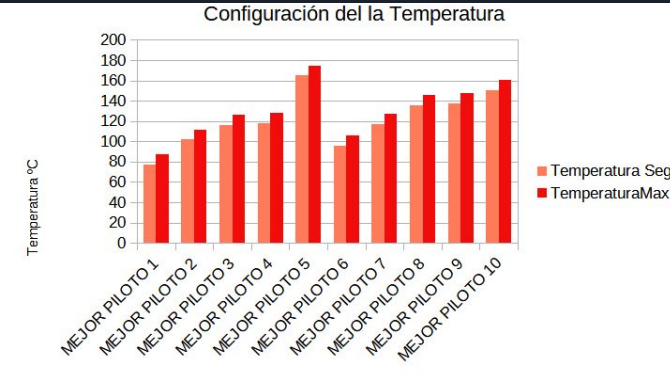
```
-----MEJORES 10 PILOTOS-----
Ordenados por mejores tiempos
1012.9419 s EMS{voltajeMax=72.79324, temperaturaMax=125.396, voltajeReactivación=36.39667, temperaturaSegura=115.396} Distancia acelerada por se
1015.322 s EMS{voltajeMax=77.80501, temperaturaMax=106.891556, voltajeReactivación=38.902504, temperaturaSegura=96.891556} Distancia acelerada p
1035.8086 s EMS{voltajeMax=72.57185, temperaturaMax=145.31284, voltajeReactivación=36.285927, temperaturaSegura=135.31284} Distancia acelerada p
1041.2323 s EMS{voltajeMax=81.139084, temperaturaMax=170.54834, voltajeReactivación=40.569542, temperaturaSegura=160.54834} Distancia acelerada ;
1044.7274 s EMS{voltajeMax=77.867966, temperaturaMax=94.68028, voltajeReactivación=38.933983, temperaturaSegura=84.68028} Distancia acelerada po
1047.9736 s EMS{voltajeMax=78.60051, temperaturaMax=170.73529, voltajeReactivación=39.300255, temperaturaSegura=160.73529} Distancia acelerada p
1048.0957 s EMS{voltajeMax=78.16548, temperaturaMax=126.44685, voltajeReactivación=39.08274, temperaturaSegura=116.44685} Distancia acelerada po
1052.0435 s EMS{voltajeMax=82.10001, temperaturaMax=125.916275, voltajeReactivación=41.050007, temperaturaSegura=115.916275} Distancia acelerada
1058.7423 s EMS{voltajeMax=70.656296, temperaturaMax=124.11802, voltajeReactivación=35.328148, temperaturaSegura=114.11802} Distancia acelerada ;
1071.8098 s EMS{voltajeMax=72.94505, temperaturaMax=141.62234, voltajeReactivación=36.472527, temperaturaSegura=131.62234} Distancia acelerada p
Log SalidaComportamientoMejoresPilotos.csv escrito con exito.
Log SalidaEMSMejoresPilotos.csv escrito con exito.
Log VelocidadesLimiteSectores.csv escrito con exito.
```

# SALIDA: BMS MEJORES PILOTOS

- Tiempo en completar el circuito
- Configuración del BMS

MEJOR PILOTO 1				
TIEMPO:	954,28			
TemperaturaMax	TemperaturaSeg	VoltajeMax	VoltajeReactivacion	
87,02	77,02	85,18	42,59	
MEJOR PILOTO 2				
TIEMPO:	974,82			
TemperaturaMax	TemperaturaSeg	VoltajeMax	VoltajeReactivacion	
111,77	101,77	72,94	36,47	
MEJOR PILOTO 3				

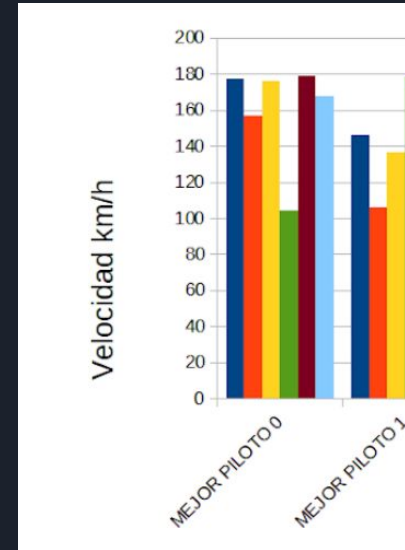
- Los ingenieros decidirán qué configuración a usar



# SALIDA: COMPORTAMIENTO PILOTOS

- Velocidad y aceleración de cada piloto por tramo y vuelta.

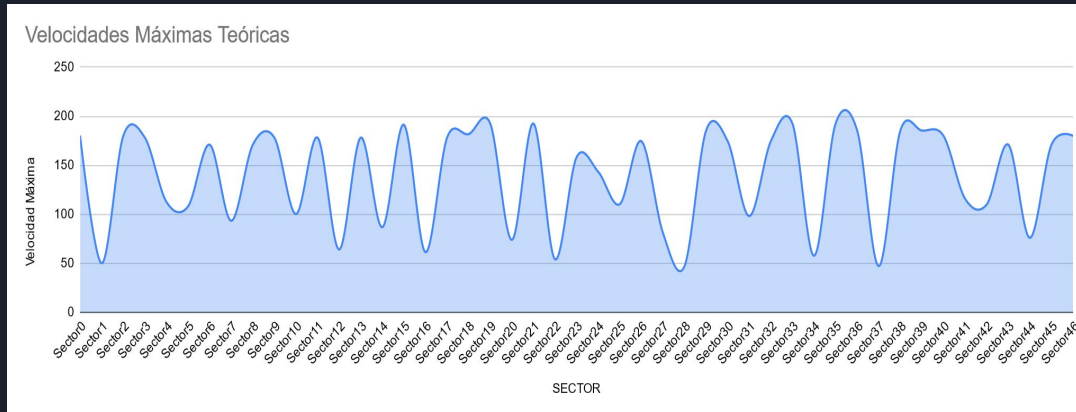
MEJOR PILOTO : 0							
DISTANCIA ACCELERADA SECTOR:	299.51	0.0	8.5	83.52	0.0	0.0	390.61
DISTANCIA FRENADA SECTOR:	0.0	7.35	0.0	0.0	33.34	1.03	0.0
VELOCIDAD POR SECTOR:	100.58	48.2	119.41	170.21	141.09	64.33	123.46
MEJOR PILOTO : 1							
DISTANCIA ACCELERADA SECTOR:	369.31	0.0	8.45	80.5	0.0	0.0	321.97
DISTANCIA FRENADA SECTOR:	0.0	18.75	0.0	0.0	86.12	7.17	0.0
VELOCIDAD POR SECTOR:	141.42	73.44	118.78	149.23	130.79	109.72	166.78
MEJOR PILOTO : 2							
DISTANCIA ACCELERADA SECTOR:	368.49	0.0	8.52	95.05	0.0	12.17	336.33
DISTANCIA FRENADA SECTOR:	0.0	22.24	0.0	0.0	63.35	0.0	0.0
VELOCIDAD POR SECTOR:	128.07	117.48	122.8	138.3	81.03	81.26	156.2
MEJOR PILOTO : 3							
DISTANCIA ACCELERADA SECTOR:	326.82	0.0	7.39	93.21	0.0	12.41	365.07



- Vuelta 1
- Vuelta 2
- Vuelta 3
- Vuelta 4
- Vuelta 5
- Vuelta 6

# SALIDA: VELOCIDADES LÍMITE EN CADA SECTOR

- Velocidades máximas teóricas.
- Permite acotar los parámetros de la simulación.
- Orienta el adecuado diseño de la moto.

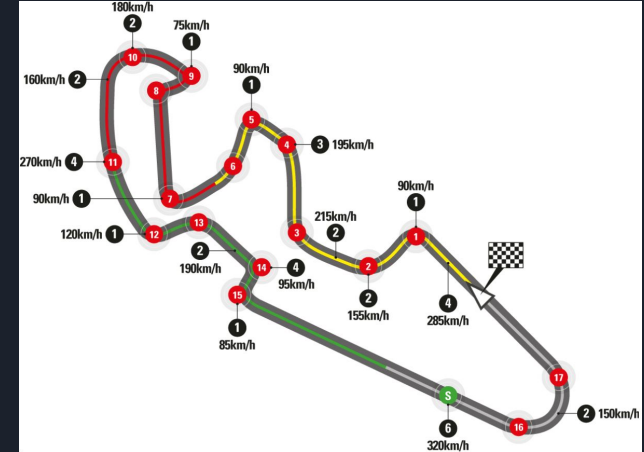
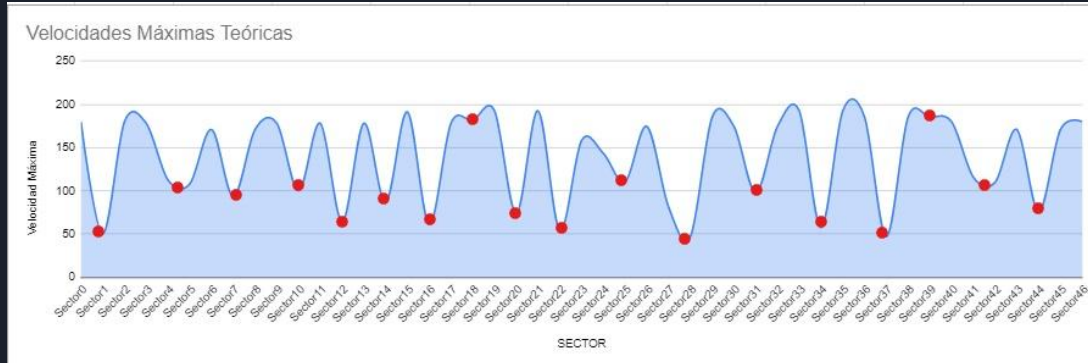


Sector2	180,0
Sector3	178,2
Sector4	112,65
Sector5	108,1
Sector6	171,0
Sector7	93,47
Sector8	171,0
Sector9	178,2
Sector10	100,3



# Velocidades, Teoría y realidad

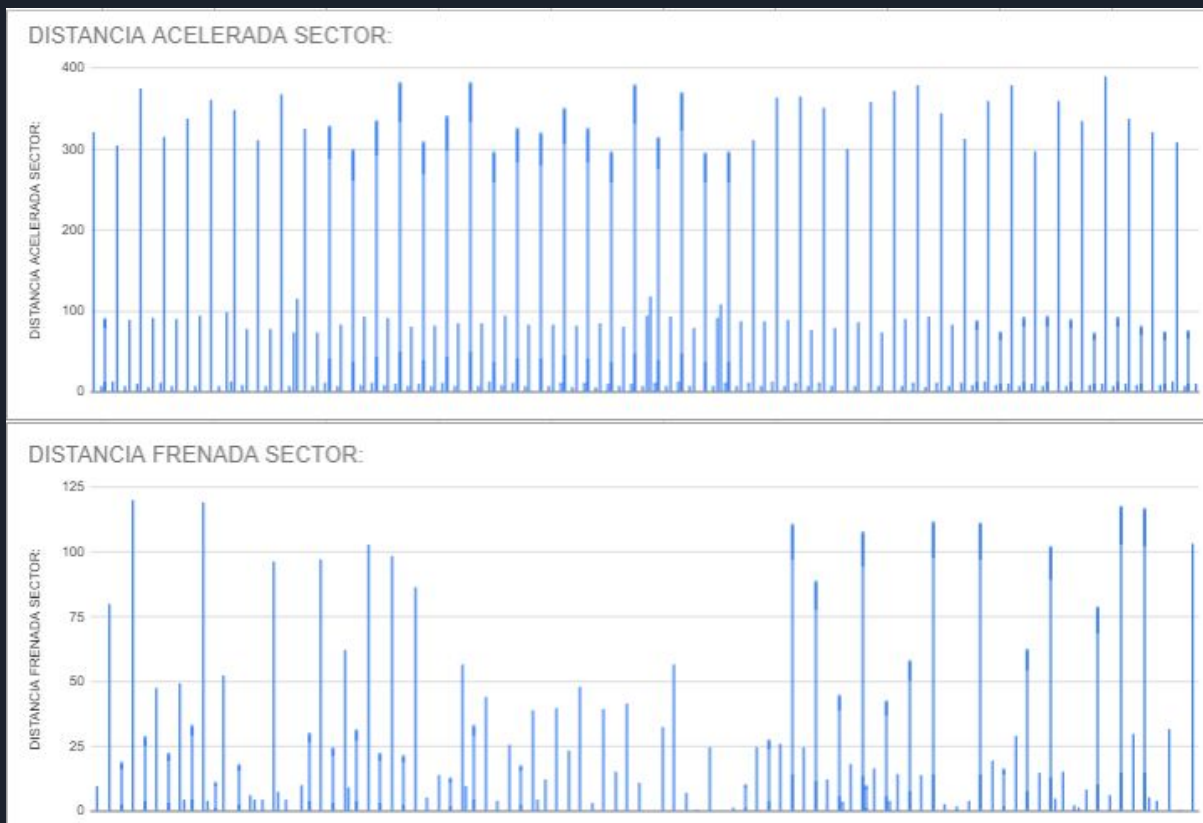
- No hay trazados de las velocidades para las motos eléctricas, pero si de MotoGP
- Los descensos en las velocidades se corresponden con las curvas



- Trazado de las velocidades de MotoGP.

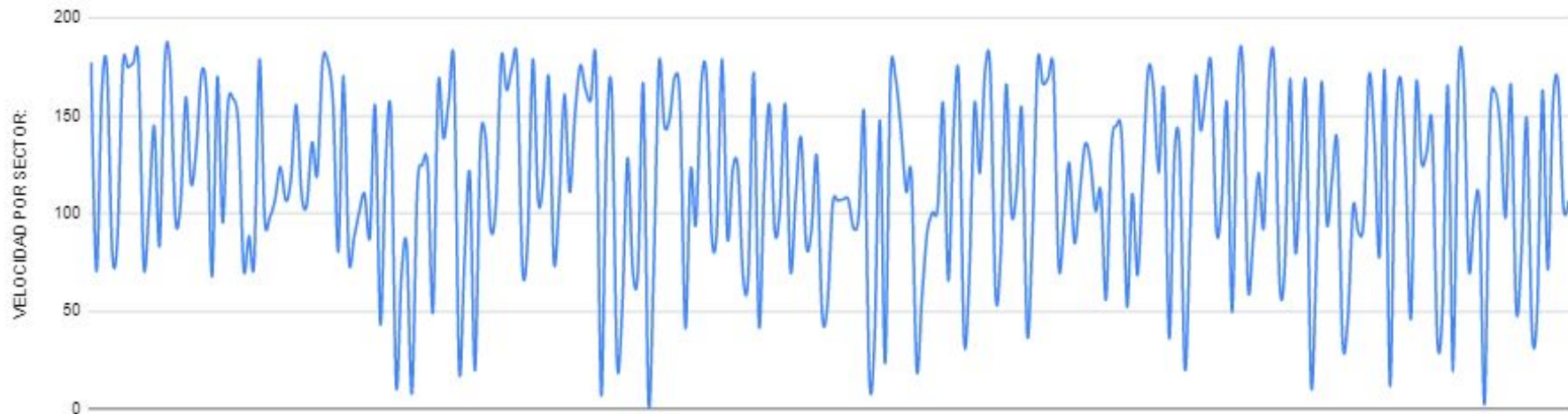


# ANÁLISIS: TELEMETRÍA DEL PILOTO



# ANÁLISIS: TELEMETRÍA DEL PILOTO

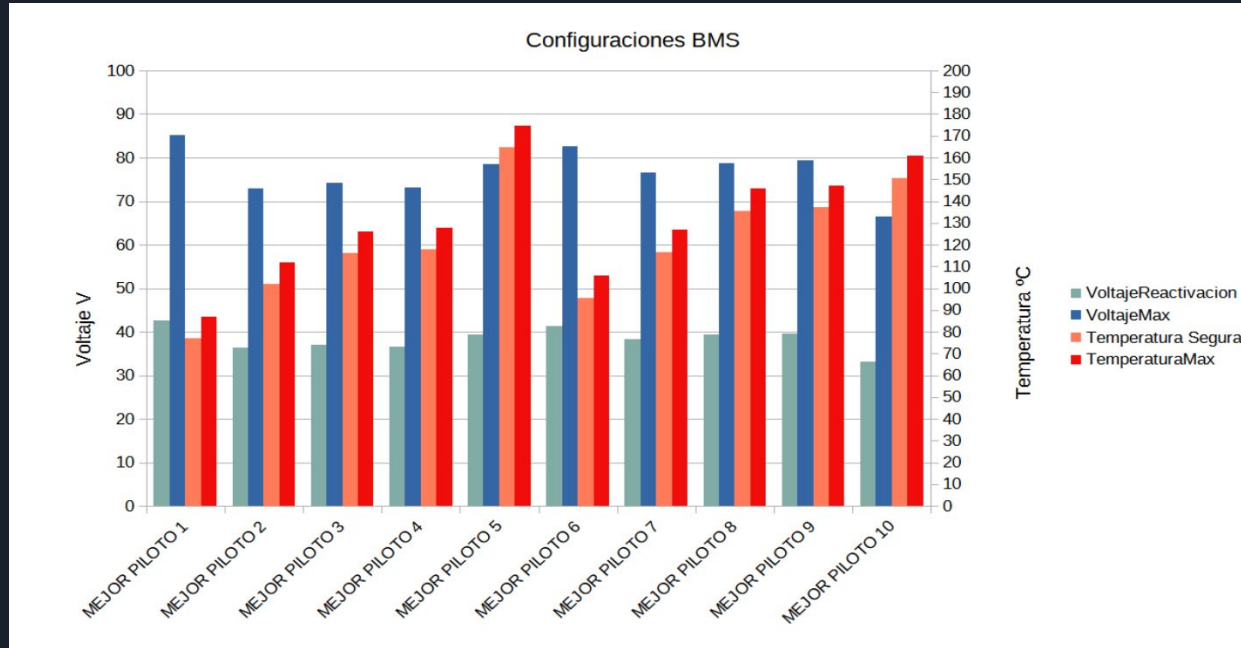
VELOCIDAD POR SECTOR:



# ANÁLISIS: TIEMPO DE LOS MEJORES PILOTOS

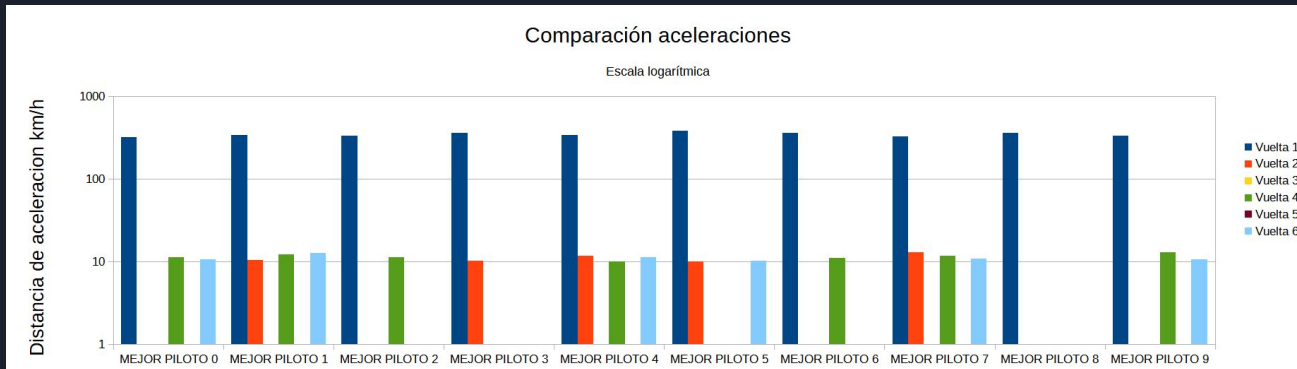
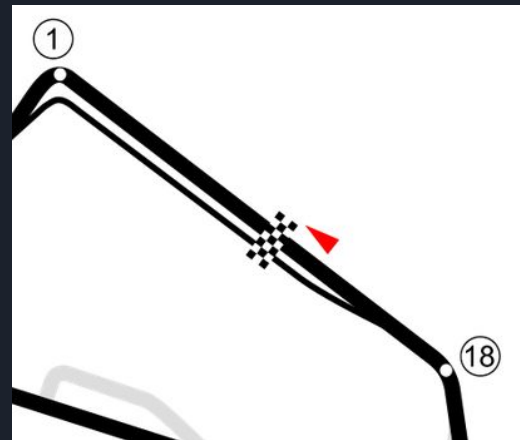


# ANÁLISIS: CONFIGURACIONES OBTENIDAS



# PECULIARIDAD DEL SECTOR 0

- En la primera vuelta sólo acelera.
- En las demás vueltas incluso frena.



# RESOLUCIÓN PROBLEMA

MEJOR PILOTO 1				
TIEMPO:	954,28			
TemperaturaMax	TemperaturaSeg	VoltajeMax	VoltajeReactivacion	
87,02	77,02	85,18	42,59	
MEJOR PILOTO 2				
TIEMPO:	974,82			
TemperaturaMax	TemperaturaSeg	VoltajeMax	VoltajeReactivacion	
111,77	101,77	72,94	36,47	
MEJOR PILOTO 3				
TIEMPO:	978,78			
TemperaturaMax	TemperaturaSeg	VoltajeMax	VoltajeReactivacion	
126,05	116,05	74,13	37,06	
MEJOR PILOTO 4				
TIEMPO:	985,22			
TemperaturaMax	TemperaturaSeg	VoltajeMax	VoltajeReactivacion	
127,92	117,92	73,06	36,53	
MEJOR PILOTO 5				
TIEMPO:	985,44			
TemperaturaMax	TemperaturaSeg	VoltajeMax	VoltajeReactivacion	
174,7	164,7	78,55	39,28	

	TIEMPO
MEJOR PILOTO	954,28
MEJOR PILOTO	974,82
MEJOR PILOTO	978,78
MEJOR PILOTO	985,22
MEJOR PILOTO	985,44
MEJOR PILOTO	988,28



SalidaComportamientoMejoresPilotos



# CONCLUSIONES

- Los datos obtenidos por la simulación se aproximan a los datos reales:
  - La simulación es fiable.
  - Las configuraciones obtenidas serán óptimas.
- Se requiere un menor voltaje y por lo tanto una mayor intensidad en la batería.
  - Orienta el modelo de la batería.



# CONCLUSIONES

- Los datos obtenidos por la simulación se aproximan a los datos reales:
  - La simulación es fiable.
  - Las configuraciones obtenidas serán óptimas.
- Se requiere un menor voltaje y por lo tanto una mayor intensidad en la batería.
  - Orienta el modelo de la batería.
- La temperatura varía en función del comportamiento del piloto.
- Permite establecer una estrategia de acelerar mucho en la salida y procurar mantener la velocidad.
- Hay muchos cambios de velocidad.
  - Información útil para el diseño de la moto.





Gracias por su  
atención