

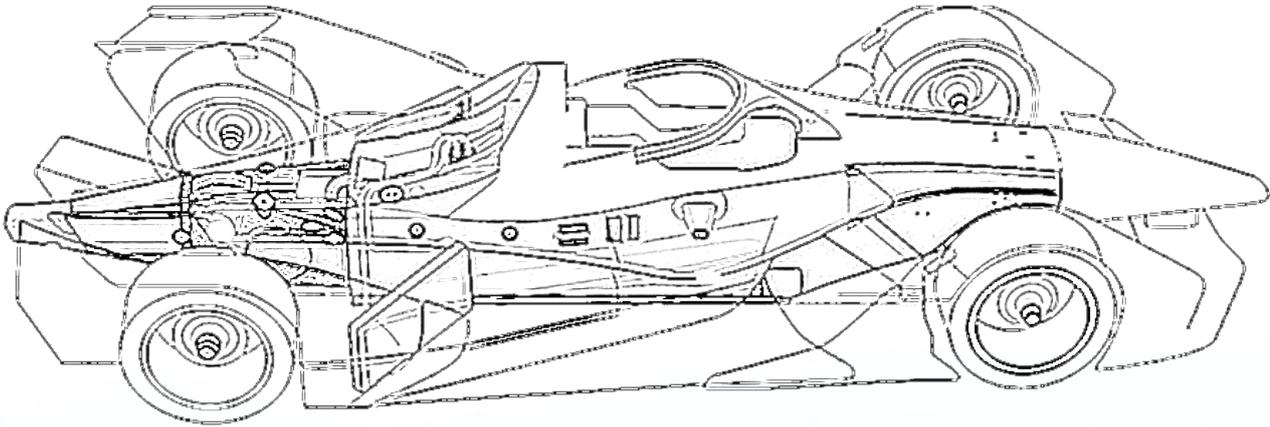


TREN MOTRIZ DE FÓRMULA E GENERACIÓN 3

CONVERSACIÓN

CON DORIAN BOISDRON Y JENNIFER KEMPF

SEBASTIÁN VALDÉS-REZA
Ingeniería Mecatrónica, 6.º semestre



“Este tipo de automóviles son los más eficientes del mundo, las unidades de poder y el tren de tracción son muy simples a comparación de los autos de Fórmula 1 o un motor de combustión interna.” (Boisdrón, 2024)

Fórmula E es el campeonato de autos eléctricos más importante del mundo. En este compiten 11 equipos y 22 pilotos diferentes, todos utilizan autos eléctricos con la capacidad de alcanzar velocidades de 300 km/h en circuitos callejeros. Estos autos, que ya están en su tercera generación, son un gran avance tecnológico y nos muestran el potencial que pueden llegar a tener los autos eléctricos comerciales que vemos en la calle todos los días. Algunos ejemplos de autos eléctricos que han logrado superarse y beneficiarse al competir en la Fórmula E son: Audi E-Tron, Porsche Taycan, Nissan Ariya, Jaguar I-Pace y DS 3 E-Tense.

Un elemento de la competencia que distingue a los autos de la Fórmula E. A diferencia de la Fórmula 1, estos autos son una combinación de partes diseñadas por los equipos y partes suministradas por la organización, como chasis, volantes, baterías, ruedas, componentes aerodinámicos, etc. Esto se hace con el objetivo de impulsar a los equipos a enfocarse solo



Jennifer Kempf, vicepresidenta comercial de DOW Mobility Science
Cortesía de DOW Mobility Science



Dorian Boisdrón, director del equipo Nissan Fórmula E.
Cortesía de Javier Maldonado, Momentum Racing



en el desarrollo de los trenes motrices. Por ahora esta iniciativa ha funcionado de manera increíble: los autos de la tercera generación son 60 kg más ligeros que los de la primera generación con solamente 840 kg, tienen 200 hp más para alcanzar los 470 hp, su capacidad de regeneración de energía aumentó de 400 kw a 600 kw y son casi 100 km/h más veloces con la capacidad de llegar a los 320 km/h. Todos estos cambios se han gestado en tan solo 20 años.

Para poder entender la manera en la que un piloto es capaz de controlar los distintos sistemas presentes en los autos, es importante conocer las unidades base que componen el tren motriz. Este se puede dividir en seis unidades:

- **Unidad de los motores-generadores eléctricos (MGU)**

En cada auto se pueden encontrar dos motores, uno en cada eje (delantero y trasero). El motor delantero, con una potencia de 250 kw, solamente puede ser usado como un generador de energía durante la carrera. Este, como se mencionó anteriormente, no está activado todo el tiempo, ya que al generar la energía también produce una gran generación de fricción que es usada para desacelerar el auto. Este motor tiene la particularidad de ser proporcionado por los organizadores, fabricado

por Lucid Motors. El motor trasero (con una potencia de 350 kw) es responsable de impulsar el auto. A diferencia del delantero, el motor trasero es fabricado por los equipos y está conectado a las ruedas traseras a través de la caja de velocidades y de los ejes.

- **Caja de velocidades**

La caja de velocidades es muy similar a las de los autos de combustión interna. Sirve como un miembro de sacrificio dentro del auto para disminuir el impacto que reciben los componentes eléctricos en el transcurso de una carrera. Tiene solamente dos configuraciones de engranes a elegir: neutral (para desacoplar el motor de las llantas por seguridad durante el movimiento físico del auto) y drive (para que el auto pueda impulsarse por sí solo). Su simplicidad hace que sea mucho más ligera que las cajas de velocidades de los autos que vemos en las calles todos los días.

- **Unidad de control del motor (MCU)**

El MCU, conocido coloquialmente como el cerebro del auto, es el componente más versátil. Esta computadora es responsable de controlar todos los sistemas eléctricos a través de *software*. Es capaz de convertir corriente directa en alterna, y viceversa, así como controlar la cantidad de energía que utilizan los motores para avanzar durante la aceleración, la canti-



Cabina Porsche 99x Electric de Pascal Wherlein, Mexico City E-Prix 2024
Cortesía de Porsche Motorsport



Volante Nissan e-4RCE 04
Cortesía de Javier Maldonado, Momentum Racing



Batería homologada Fórmula E Generación 3, construida por Williams Advanced Engineering
Cortesía de Electric Motor News



dad de energía regenerada que es almacenada en la batería, la redirección de la energía regenerada para evitar dañar la batería por sobrecarga y hasta el nivel de bloqueo de los diferenciales, entre otros.

- **Sistema de almacenamiento de energía recargable (RESS)**

El sistema de almacenamiento es la batería central del automóvil, es responsable de alimentar el MGU y el MCU. Esta batería es de Ion-Litio, con una potencia y voltaje máximos de 1.4 kw y 1 kv, respectivamente, producida por Williams Advanced Engineering. Tiene la capacidad para recibir 600 kw de energía de los sistemas de recarga a la vez que proporciona 350 kw al motor trasero para poder impulsar el automóvil. Este es uno de los componentes homologados y proporcionados por los organizadores de la competencia.

- **Unidad de enfriamiento líquido**

La unidad de enfriamiento es responsable de evitar el sobrecalentamiento del tren motriz. Este sistema es muy similar al que se encuentra en los autos de Fórmula 1. Los autos cuentan con dos radiadores, uno en cada uno de sus costados, que alimentan redes de líneas de enfriamiento que rodean los componentes eléctricos. Esta unidad es vital para el automóvil, ya que el tren motriz puede alcanzar temperaturas extremas y el manejo de esta temperatura es muy importante para extender la vida de las baterías. Como dato interesante, este es uno de los pocos sistemas que se ve afectado por el cambio de altura al correr en la Ciudad de México.

- **Suministro de la unidad de control del vehículo (VCU Supply)**

Es el sistema encargado de mantener los sistemas de control y seguridad activos a pesar de que el automóvil se accidente. Este sistema contiene principalmente sensores de estatus del piloto (como pulso y ritmo cardiacos) y sensores que detectan si el chasis ha sido electricificado. En todo es alimentado por una batería



Dorian Boisdron y Sacha Feneztraz (piloto de Fórmula E) en el Mexico City E-Prix
Cortesía de Nissan Motor.

secundaria dentro de la celda de seguridad para asegurar que se mantenga encendido en todo momento.

El piloto es capaz de controlar todos los sistemas desde su cabina, ya sea con los pedales (acelerador y freno) o por los controles presentes en el volante. Cada volante tiene una pantalla LCD en la que los pilotos son capaces de monitorear los sistemas del auto, ajustando la manera en la que este se comporta a través de botones y perillas. Todos estos ajustes son recibidos por el MGU y, de esta manera, el *software* es capaz de realizar los cambios sin importar qué unidad del tren motriz se ve afectada.

Cada piloto es responsable por la regeneración de energía de su automóvil. Al manejarlo, tiene la capacidad de activar el sistema de regeneración independiente a los frenos para poder balancear la velocidad dentro de la pista con la regeneración de energía. Los frenos son controlados por un pedal dentro del auto, mientras que el sistema de regeneración es operado por un gatillo en el volante (al jalar el gatillo el sistema de regeneración es activado y funciona como un freno en el auto).

En el caso de Nissan, los pilotos son asistidos por sonidos para facilitar el uso de las herramientas disponibles. Los “beeps” son usados para indicarle al piloto que debe utilizar el siste-



ma de regeneración y los “bops” para indicar el uso de los frenos. Los puntos óptimos de regeneración y frenado son seleccionados durante semanas a través del trabajo en simuladores, pero basado en la situación que rodea a los pilotos son capaces de reaccionar apropiadamente por su cuenta.

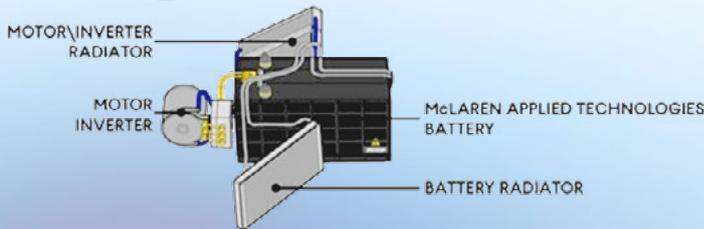
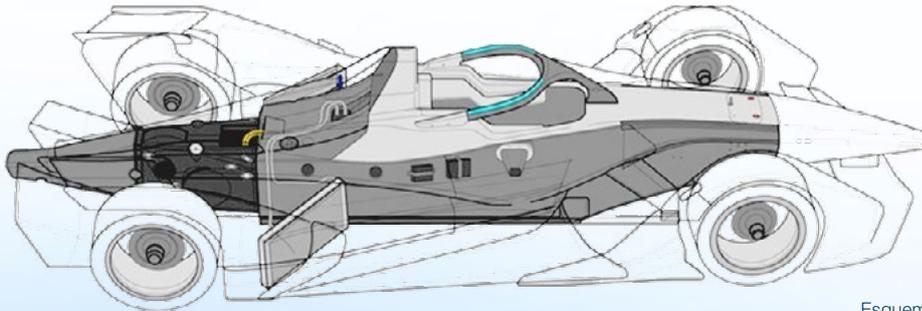
A pesar de ser vehículos de competencia, funcionan como una plataforma de experimentación de tecnologías nuevas para los autos eléctricos. Si se demuestra que estos son eficientes y con buen rendimiento, son adaptados para después ser implementados en los autos eléctricos comerciales.

“Estamos aprendiendo mucho de los datos que ellos (Jaguar TCS Racing) comparten con nosotros, para poder op-

timizar de manera más eficiente nuestros productos, y así podemos saber en qué parte podemos encontrar las ganancias.” (Kempf, 2024)

Referencias

- Boisdron, D. (12 de enero de 2024). Technical Aspects of a Formula E Powertrain (S. Valdes-Reza, entrevistador). Fédération Internationale de l'Automobile (19 de octubre de 2023). *2023-24 S10 FIA Formula E World Championship Technical Regulations*. <https://www.fia.com/regulation/category/109>
- Formula E (24 de enero de 2024). *Formula E's Cutting Edge Electric Race Car, GEN3, Explained*. <https://www.fiaformulae.com/en/news/487147/formula-es-cutting-edge-electric-race-car-gen3-explained>
- Kempf, J. (13 de enero de 2024). The Impact of Road to Race Technologies with Dow Mobility Science (S. Valdes-Reza, entrevistador).



Esquema de construcción interna de auto Fórmula E generación 2
CAR Magazine, Bauer Media Group



Jaguar I-Type 6
Cortesía de Dow Mobility



Nissan e-4RC 04 dentro de Pits
Cortesía de Javier Maldonado, Momentum Racing