

Universidad Simón Bolívar
Modelos Lineales I. PS.1111.
Periodo 2019.09-12.

Serie de Juegos de Optimización y Toma de Decisiones Caso del Campeonato de la Formula 1

1. La oportunidad

Su empresa desea ofrecer servicios de asesoría técnica las escuderías de la Formula 1. Usted clama que domina técnicas necesarias para especificar la ruta óptima de un circuito de la Formula 1. Además ofrece la posibilidad de determinar guías para el ajuste óptimo del auto a los fines de adaptarlo lo mejor posible a las condiciones específicas del circuito.

Usted sospecha que este problema dista mucho de ser lineal. Pero tiene gran confianza en su capacidad e ingenio para utilizar las herramientas de Modelos Lineales y encontrar resultados que hagan más competitivo al equipo que los contrata.

2. La Situación

Está por realizarse un Campeonato de Modelado de la Fórmula 1. El Campeonato consiste en cinco competencias de F1. Cada competencia ocurre en un circuito para carreras de la Formula 1. Los cinco circuitos son:

- Malasia
- Silverstone.Inglaterra
- Austin.Estados Unidos
- Imola.Italia
- Socci.Rusia

En cada Gran Premio se otorgan puntos de acuerdo al orden de llegada de los competidores, y según la siguiente lista de valores especificada abajo. El Campeón será el equipo que después todas los Grandes Premios del campeonato, termine con el mayor puntaje.

3. Datos y herramientas

El proyecto ya tiene simuladores para los sistemas Automóvil-Circuito. Estos simuladores han sido desarrollados en base a modelos computarizados de cada circuito.

Cada modelo evalúa el desempeño de un auto con ciertas condiciones como por ejemplo potencia, peso, comportamiento aerodinámico y otros parámetros que podrían incluirse como parte de proceso evolutivo del propio modelo. El desempeño de diferentes condiciones en un circuito puede compararse considerando los segundos que toma dar una vuelta al circuito; un resultado que ofrece directamente el simulador. Una vuelta al circuito puede evaluarse especificando los siguientes datos:

Potencia. En general una mayor potencia permite reducir el tiempo de una vuelta. Este efecto es más pronunciado en aquellos circuitos con predominancia de tramos rectos. La potencia típica de cada auto es de 830 HP. Pero mediante desarrollo y costosos procedimientos de ingeniería es posible aumentarla.

Peso. El desempeño mejora cuando se reduce el peso.

Coeficiente de desempeño aerodinámico. El desempeño mejora cuando se aumenta el Coeficiente aerodinámico.

4. Fases del Juego

Hay varias fases claramente reconocibles en este proyecto:

4.1. Definición del modelo de optimización a aplicar. Diseño de experimentos para la captura de datos.

4.2. Desarrollo y construcción de un modelo de optimización computarizado capaz de obtener soluciones numéricas a situaciones que varían dinámicamente.

4.3. El Campeonato. Competencia en la que los equipos participarán en cada Gran Premio con la *mejor* configuración del auto para las condiciones de cada carrera.

Se realizaran los Grandes Premios en el orden que aparece a continuación:

- Malasia
- Silverstone.Inglaterra
- Austin.Estados Unidos
- Imola.Italia
- Socci.Rusia

Al final de cada Gran Premio se asignarán puntos según se explica en la sección de Puntuación y Premiación.

Antes de cada Gran Premio se pueden mejorar las características con las que participará el auto. Las bondades logradas para el auto de una escudería se mantienen para los Grandes premios siguientes, de modo que el auto para la próxima carrera será objeto de mejoras a partir de las condiciones del auto como se configuró para la carrera anterior. Según avanza el campeonato la experiencia e información obtenidas durante cada Gran Premio sirve para hacer más efectivas y rendidoras las actividades de desarrollo y mejoras al auto. Entonces los costos de las mejoras a cada aspecto del desempeño de los autos se hace menor en la medida que avanza el campeonato. Los costos de estas mejoras vienen referidos a un 1% en cada parámetro (con respecto a las condiciones del auto -antes del inicio de cada carrera), y son los siguientes:

	1er GP	2do GP	3er GP	4to GP	5to GP
Costo mejora 1 % Potencia [\$]	120000	100000	90000	85000	80000
Costo mejora 1% Coeficiente Aero. [\$]	700000	600000	500000	450000	400000
Costo mejora 1 % Peso [\$]	150000	120000	100000	90000	80000

Hay límites y condiciones a las mejoras que pueden realizarse a los parámetros del auto. Se dispone de un presupuesto limitado para todo el campeonato.

- Presupuesto total disponible [\$] 6000000
- Potencia máxima factible [HP] 1025
- Peso mínimo del auto [Kg] 650
- Mejor coeficiente aero. factible 1.09
- Máxima capacidad del combustible [Kg] 70

4.4. Cada Gran Premio

Cada Gran Premio tiene un número de vueltas especificado antes del inicio del campeonato. Las escuderías deben planificar cada Gran Premio procurando lograr el mínimo tiempo requerido para recorrer el número de vueltas. Antes de comenzar cada carrera la escudería debe indicar los porcentajes de mejora de los siguientes parámetros:

- Coeficiente de desempeño aerodinámico.
- Potencia
- Peso

Así, las características del auto quedan fijadas para cada carrera.

Cada escudería deberá planificar las paradas para reabastecimiento de combustible y las vueltas precisas donde planifican cada parada así como la cantidad de Kg. de combustible a cargar en cada parada.

Lógicamente, el peso total del auto afecta su desempeño; especialmente en aquellos circuitos con más sectores de curvas y menos de rectas. Como el peso total del auto en cada vuelta varía según el peso del combustible que aún carga el auto, resulta interesante distribuir paradas para el reabastecimientos de combustible. En este sentido las decisiones deben considerar que para cada circuito hay un consumo de combustible por vuelta que depende de las características del auto. **El número máximo de paradas permitidas es dos.**

4.5. Puntuación y Premiación

Cada Gran Premio otorgará puntos según el orden de llegada establecido por los tiempos de los equipos que terminen satisfactoriamente la carrera. No se considera como término satisfactorio al desempeño de un equipo en un Gran Premio si las condiciones propuestas hacen inviable seguir los parámetros físicos impuestos por las condiciones físicas del circuito. Al final de cada Gran Premio se asignarán puntos según el orden de llegada como se indica a continuación:

- | | |
|--------------|-----------|
| ▪ 1er Lugar. | 25 puntos |
| ▪ 2do Lugar. | 17 puntos |
| ▪ 3er Lugar. | 12 puntos |
| ▪ 4to Lugar. | 9 puntos |
| ▪ 5to Lugar. | 7 puntos |
| ▪ 6to Lugar. | 5 puntos |
| ▪ 7mo Lugar. | 3 puntos |
| ▪ 8vo Lugar. | 2 puntos |
| ▪ 9no Lugar. | 1 punto |
| ▪ Después. | 0 puntos |

La asignación de puntos por la posición de llegada en un Gran Premio supone la participación en la carrera correspondiente. Si un equipo no participa en un gran premio no obtendrá puntos.

4.6. Reglas para la representación de valores en los simuladores

Todos los valores ingresados a los simuladores, así como los resultados numéricos que estos arrojen, serán interpretados redondeando hasta cuatro cifras decimales.

5. Evaluación

5.1- Estrategia general del equipo (15 puntos).

Se debe presentar un documento explicando la estrategia con la cual se desarrollará un plan para el campeonato y cada carrera. La estrategia es el método que Ud. seguiría para maximizar la probabilidad de ganar la competencia. La estrategia debe ser sometida mediante un documento explicando la táctica para alcanzar sus objetivos. En la explicación debe incluirse los modelos que considere conveniente construir. La evaluación de su estrategia incluirá aspectos de presentación, organización y la posibilidad de ser aplicada en el escenario descrito para esta competencia.

Usted dispondrá de un simulador de cada circuito con el cual podrá investigar el impacto de cada configuración del auto en el tiempo requerido para una vuelta. Estos simuladores ofrecen datos que pueden ser útiles para incluir en la estrategia.

Fecha de Entrega: según anuncio.

5.2- Documento Final de la estrategia y las tácticas seguidas por el equipo (15 puntos).

Se debe presentar un documento final descriptivo de la estrategia que el equipo ha decidido aplicar para la competencia. Especial énfasis debe darse a los problemas de optimización que formen parte de esa estrategia. Si la estrategia incluye el ajuste de parámetros, que se realicen durante el desempeño de la competencia de acuerdo a ciertos criterios previamente definidos (tácticas), es conveniente incluirlos dentro de la descripción del modelo de competencia adoptado.

El informe debe ser elaborado en un formato como el utilizado para efectos de publicación. El documento debe tener una sola columna. No utilice notas al pie de página

Fecha de Entrega: según anuncio.

5.3. El campeonato por escudería (15 puntos).

Antes de cada Gran Premio las escuderías someterán la configuración de su auto para esa carrera. Así mismo la escudería debe consignar los porcentajes de mejora de cada parámetro del auto con respecto a las condiciones originales del auto antes del inicio del campeonato.

También se consignará el plan de carrera consistente en las vueltas de parada y las cantidades de combustible a reponer en cada parada. La siguiente tabla ilustra la forma en que debe entregarse el plan de una carrera. Los valores deben entregarse en un archivo Excel y ordenados como lo muestran los números verdes de la tabla siguiente.

Circuito Descripción del Gran Premio Grupo X

Plan de Carrera

Incluya valores solo sobre las celdas Verdes

Condiciones Auto	% Mejora	Gasto. [\$]	Paradas Programadas		Cond. Auto Original	% Mejora previa Acum.	Costo Mejora [\$/1%]
Coef. Bondad Aerod. 1.0200	1.0200	1400000	Vuelta	Carga Gas [Kg]	1.0000	1.0000	700000
Potencia [HP] 838.3000	1.0100	120000	0	58.0000	830.0000	1.0000	120000
Peso [Kg] 680.9400	0.9700	450000	26	51.5000	702.0000	1.0000	150000
			-1	0.0000			
		1970000					

Las fechas de cada Gran Premio se anunciarán oportunamente. Usualmente se realizará un Gran Premio por fecha. Pero puede haber fechas con más de una carrera. La entrega del Plan de Carrera para cada Gran Premio se realizará mediante la entrega de un Documento Excel descrito anteriormente. Documentos en otro formato son inaceptables y no serán tomados en cuenta como participación en la carrera.

Al final de cada Gran Premio se compararán los tiempos obtenidos por cada escudería y se asignarán los puntos correspondientes a cada escudería. Al final del Campeonato el puntaje acumulado definirá los puntos de evaluación según la siguiente tabla:

1er Lugar:	15 puntos.
2do Lugar:	12 puntos.
3er Lugar:	10 puntos.
4to Lugar:	8 puntos.
Otros Lugares:	6 puntos. Siempre que el equipo participe en el campeonato.

La acreditación de seis puntos para los equipos que lleguen en quinto lugar en adelante está supeditada a la participación de la escudería en todas las carreras del campeonato. Cada Gran Premio en el que una escudería no participe implica la sustracción de tres puntos del total de puntos obtenidos por el lugar que corresponda a la escudería al final del campeonato.

Fechas de entrega de Planes de Carrera: según anuncio.