

### **Pista de Formula 1**

Proyecto que para acreditar la UF o Materia:

Modelación computacional aplicando leyes de conservación

Presentan:

Luis Gerardo Juarez Garcia A00836928

Andres Quintana A01722520

Rogelio M. Garza Carrillo A01722763

Rodrigo Narvaez Urrutia A00837719

Diego de Jesús Esparza Ruiz A00837527

Docente asesor:

**Carlos Isidoro**

Lugar

Campus Monterrey

Fecha

30/11/2022

## **I. Planteamiento del problema generador del proyecto**

Crear simulaciones para observar el efecto generado por un coche de carreras Fórmula Uno, estimando la cantidad de energía mecánica que se convierte en calor por la fricción de las llantas, al recorrer la zona de curvas en la pista; Así mismo definir el lugar óptimo para ubicar las gradas, que generen mayor valor económico garantizando la seguridad de los espectadores.

### **¿Qué es Fórmula uno?**

R/El Campeonato Mundial de Fórmula 1 de la FIA, más conocido como Fórmula 1, F1 o Fórmula Uno, es la principal competición de automovilismo internacional y el campeonato de deportes de motor más popular y prestigioso del mundo. La entidad que la dirige es la Federación Internacional del Automóvil.

### **¿Qué rapidez puede alcanzar un vehículo en competencia?**

R/La velocidad más alta que un Fórmula 1 ha alcanzado en toda la historia es de 378 kilómetros por hora.

### **¿Qué es el peralte? Y diga si existe algún peralte reglamentario en las pistas de F1.**

R/El Peralte es la pendiente transversal que se le da a las carreteras. La pendiente se usa para contrarrestar las fuerzas que actúan hacia el exterior de la curva, y hacer que la resultante total de las fuerzas sean paralelo al plano horizontal. Esto se logra a través de ocupar otras fuerzas como el peso del vehículo para contrarrestar las fuerzas como la inercia del vehículo que impulsan al vehículo al exterior de la curva.

$$\tan \theta = \frac{v^2}{gR}$$

= Ángulo de peralte

R = Radio de giro

Hay 3 pistas de F1 que tienen peralte

1. la curva 1 de la pista Tarzanbocht
2. la curva 3 de la pista Hugenholtzbocht
3. la curva 14 de la pista Arie Luyendijkbocht

### **¿Cuáles son los coeficientes de fricción estática y dinámica típicas de un automóvil de F1 entre las llantas y el pavimento?**

R/Alrededor de 0.7 para calzada seca y de 0.4 para la calzada mojada.

### **¿Qué es la curvatura de una curva y cómo se determina?**

R/En las fórmulas, la curvatura se define como la magnitud de la derivada con respecto a la longitud de arco de una función vectorial tangente unitaria:

$$k = \left| \frac{dT}{ds} \right|$$

### ¿Qué es la longitud de arco y como se determina?

R/Usualmente medimos la longitud con una línea recta, pero las curvas también tienen longitud. Un ejemplo familiar es la circunferencia de un círculo de radio  $r$ , cuya longitud es  $2\pi r$ . En general, le llamamos a la longitud de una curva "longitud de arco".

Puedes encontrar la longitud de arco de una curva con una integral que se ve como algo así:

$$\int \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2}$$

### ¿Qué es un punto crítico y cómo se determinan los máximos y mínimos de una función?

R/El punto crítico de una función es el punto máximo y mínimo relativos.

Para encontrar los máximos y mínimos tenemos que derivar la función y encontrar los 0.  $f(x) = ax^2 + bx + c$ ,  $f'(x) = (2a)x + b$ ,  $x = 0$

### ¿Cuáles son las medidas de seguridad típicamente utilizadas para proteger al público en una carrera de F1?

R/Hay muchas medidas de seguridad que se toman gracias a que es un deporte de mucho riesgo y lo que se quiere es que el público disfrute sin tener riesgo. La primera prevención es llamada la barrera de protección que se encuentra a los lados de la pista con el propósito de amortiguar cualquier impacto que recibe. Esta tecnología es llamada Tecpro que distribuye la energía y esto hace que el vehículo no paré de golpe. También hay una distancia y altura de seguridad que tienen que tomar en cuenta al poner las gradas del público como también un límite de público en las gradas.

### Radio de curvatura pista Monza



(Figura 1)

Como podemos ver en la figura 1 en una de sus curvaturas se cuenta con una superficie circular de 5,451.22 metros cuadrados, la cual calculando su radio de curvatura podemos obtener que tiene un radio de 44.6

En el reto comenzamos con unos valores iniciales y finales de nuestra pista (10,290), (260,180), una vez con estos puntos, debemos comenzar a modelar una pista en el cual se pueda modelar un caro de formula 1, todo esto se debe hacer en un compilador digital para asi facilitar la creacion y modelacion de zonas seguras para los usuarios tanto fuera de la pista como el piloto, esto agregando ciertas gradas y barreras contra choques.

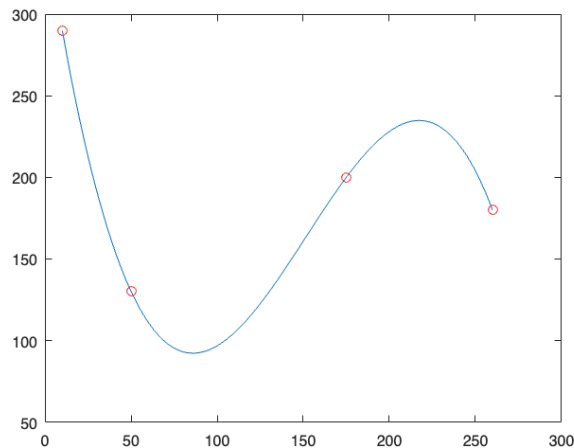
Algunas de las ecuaciones que utilizamos en nuestro reto es:

$yf = @(z) \text{coef}(1) \cdot z.^3 + \text{coef}(2) \cdot z.^2 + \text{coef}(3) \cdot z + \text{coef}(4);$

$\text{inte1} = @(zv) \text{sqrt}(1+(\text{dyf}(zv)).^2);$

$\text{radio2} = @(z) ((1+(\text{dyf}(z)^2))^{3/2})/(\text{abs}(\text{ddyf}(z)));$

Comenzamos el reto creando matrices con nuestras coordenadas iniciales y finales, despues de eso y gracias a una funcion dada en clase, podemos graficar 4 puntos escogidos meticulosamente para ser unidos y obtener una pista de carreras de formula 1.



(figura 1)

Despues de eso podemos comenzar a calcular la longitud de la pista, la coordenada en x maxima y minima para asi poder encontrar y definir nuestras zonas de curvatura.

Nuestros datos son los siguientes:

Longitud: 493.349

X maxima: 217.45

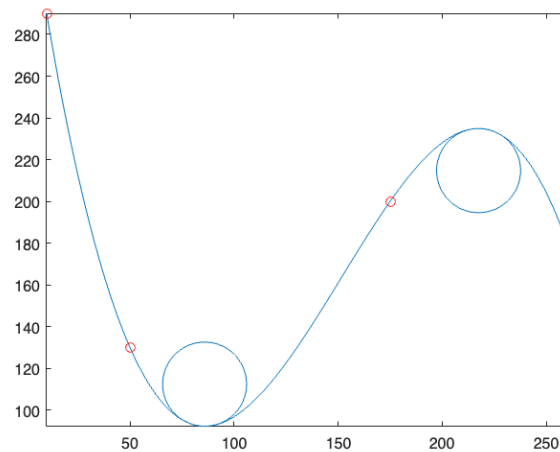
X minima: 85.82

Despues de encontrar nuestras coordenadas en X, pasamos a calcular nuestros radios de curvatura en la pista:

Radio de curvatura maximo: 20.14

Radio de curvatura minimo: 20.15

Como podemos ver, nuestros radios de curvatura son muy parecidos, por lo cual podemos graficarlos en nuestra pista en forma de circulos azules:

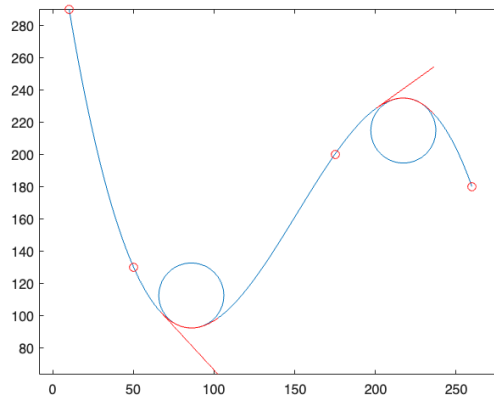


(Figura 2)

Despues de calcular las zonas de curvatura, comenzamos a calcular 4 puntos que sean el inicio de la zona de riesgo o derrape con ayuda de la funcion en matlab  $\text{radio3} = @(z) ((1+(\text{dyf}(z)^2))^{3/2})/(\text{abs}(\text{ddyf}(z)))$ ; esto lo podemos hacer graficando con la funcion `linespace` desde los puntos de la zona de curvatura previamente calculados.

Despues de eso graficamo en la pista una linea color roja para delimitar la zona de riesgo en caso de derrape del carro.

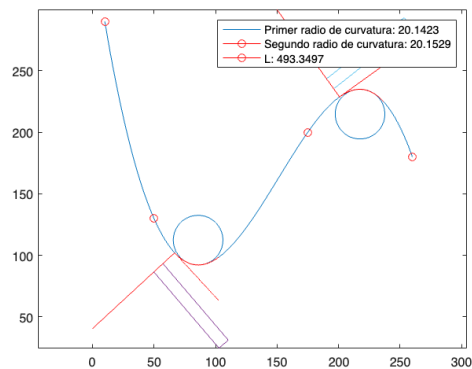
Despues comenzamos a calcular nuestra recta tangencial sobre el inicio de la zona de riesgo, esto es importante ya que asi podremos saber que trayectria sera la minima sobre la cual un carro de formula 1 derrapara:



(Figura 3)

Ahora que identificamos las zonas de riesgo y derrape, debemos delimitar nuestras zonas de gradas seguras sobre las que podran estar los aficionados, estas gradas deben ser perpendiculares a la recta tangencial de riesgo y tienen que estar separadas por almenos 20 metros de distancia.

Lo anterior se puede lograr creando una recta parecida a la tangencial, pero con el paso extra de agregar un rectangulo con las dimensiones correctas y asi finalizar con nuestra creacion de la pista:

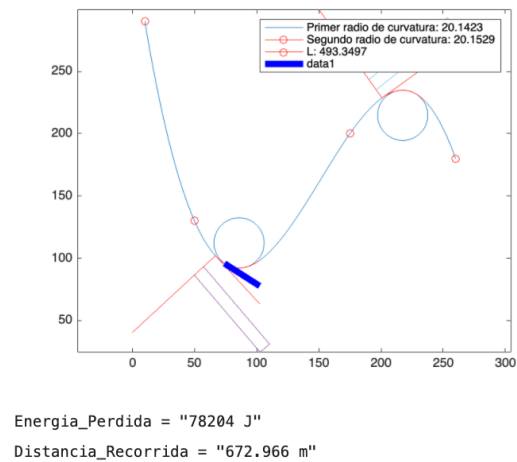


(Figura 4)

Finalmente podemos crear una simulacion en la cual podramos ver como nuestro vehiculo de formula 1 podra recorrer la pista normalmente o terminar derrapando debido a un exceso de velocidad antes de tomar la curva.

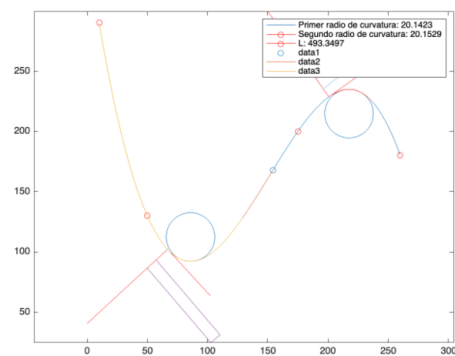
Gracias a nuestro trabajo, sabemos que el usuario debe ingresar una velocidad mayor a 11 para que el carro comienze a derrapar en la curva.

A continuacion se ven ejemplos de cuando el carro derrapa y cuando no:



(Figura 5)

Podemos ver que aquí el usuario ingreso una velocidad de 14 y el carro mostro una recta sobre la cual el carro derrapara. Tambien en este caso se muestra la energia perdida en el derrape y la distancia recorrida.



(Figura 5)

En este caso el usuario ingreso una velocidad menor a 11 y el vehiculo continuo con su trayectoria normal.

## **II. Conclusiones y aprendizaje logrado (1 a 1.5 páginas)**

(Andres) En conclusión, como pudimos observar en el proyecto se necesitaba del programa llamado Matlab para poder lograr programar la pista y encontrar las zonas de riesgo que se necesitaban calcular a través de formulas en el programa que nos ayudarían a encontrar los puntos necesarios para sacar datos concretos. Ya con esto pudimos sacar la zona de derrape y pudimos determinar donde irían las gradas como también la distancia que deberían de tener para no tener ningún riesgo.

(Rogelio) Como pudimos ver el proyecto se enfocaba en programar la pista de carreras que elegimos que fue la de Monza y poder ver las zonas de riesgo. Esto se logró al utilizar el programa de Matlab para poder meter las formulas necesarias y que hiciera los cálculos para sacar números exactos que nos darían los resultados necesarios para sacar las zonas de riesgo y la posición en la que las gradas deben de ir. Con esto también pudimos programar el movimiento del vehículo a diferentes velocidades y determinar las zonas de derrape.

(Rodrigo) En este proyecto pudimos observar el comportamiento de los carros formula 1 para así ver las zonas de riesgo que estos generan gracias a las altas velocidades que pueden llegar a tomar estos deportivos. Usamos el programa de Matlab para determinarlo todo y poder tener una grafica digital de los datos que generamos a través del programa y las fórmulas. Ya con esto pudimos determinar la zona de riesgo y encontrar donde posicionar las gradas.

Diego Esparza.

En este proyecto he aprendido múltiples temas y métodos para la resolución de problemas los cuales me fueron de mucha utilidad para poder tener la base para el desarrollo del proyecto de la pista de formula 1 y obtener todos los resultados requeridos, al igual me ayudó a investigar un poco mas sobre funciones en Matlab



las cuales nos ayudaron para animar la interpretación del carro al igual que la colisión de dos carros y la interfaz.

Luis Juárez.

A través de este proyecto fue un gran reto lograr desarrollar este programa el cual realice todos los criterios dados por el profesor, pero gracias a las clases donde nos brindó las formulas requeridas logramos implementarlas satisfactoriamente al programa y que nuestro programa funcione al igual que me ayudó mucho la supervisión del profesor.

## II. Anexos

Funcion Polinomicas Equipo 4

Luis Gerardo Juarez Garcia A00836928

Andres Quintana A01722520

Rogelio M. Garza Carrillo A01722763

Rodrigo Narvaez Urrutia A00837719

Diego de Jesús Esparza Ruiz A00837527

Definir vectores y matrices

```
x1 = 260;
```

```
x2 = 175;
```

```
x3 = 50;
```

```
x4 = 10;
```

```
y1 = 180;
```

```
y2 = 200;
```

```
y3 = 130;
```

```
y4 = 290;
```

```
A = [x1^3 x1^2 x1 1;
```

```
      x2^3 x2^2 x2 1;
```

```
      x3^3 x3^2 x3 1;
```

```
      x4^3 x4^2 x4 1];
```

```
y = [y1; y2; y3; y4];
```

Calcular coeficientes

```
x = inv(A)*y;
```

```
coef = x %vector de coeficientes;
```

Generar polinomio y graficar

```
yf = @(z) coef(1).*z.^3 + coef (2).*z.^2 + coef(3).*z + coef(4);
```

```
zv = linspace(10,260,1000);
```

```
figure();
```

```
plot(zv,yf(zv));
```

```
hold on;
```

```
plot(x1,y1,'r-o');
```

```
plot(x2,y2,'r-o');
```

```
plot(x3,y3,'r-o');
```

```
plot(x4,y4,'r-o');
```

Definir anonimamente

```
dyf= @(z) 3*coef(1).*z.^2 + 2*coef(2).*z + coef(3) + 0;  
ddyf= @(z) 6*coef(1).*z + 2*coef(2);
```

Remplazar en las funciones

```
inte1= @(zv) sqrt(1+(dyf(zv)).^2);  
s= integral(inte1,10,260)  
[x,y]= max(yf(zv((500:end))));  
xmax= zv(y+499)  
[x,y]= min(yf(zv));  
xmin= zv(y)  
radio2= @(z) ((1+(dyf(z)^2))^(3/2))/(abs(ddyf(z)));
```

Definimos nuestras zonas de curvatura

```
rcmax= radio2(xmax)  
rcmin= radio2(xmin)  
r1 = rcmin;  
c1 = [85.85 112.37];  
n1 = 1000;  
t1 = linspace(0,2*pi,n1);  
x = c1(1) + r1*sin(t1);  
y = c1(2) + r1*cos(t1);  
line(x,y)  
axis equal  
r2 = rcmin;  
c2 = [217.45 214.719];  
n2 = 1000;+9  
t2 = linspace(0,2*pi,n2);  
x = c2(1) + r2*sin(t2);  
y = c2(2) + r2*cos(t2);  
line(x,y)  
axis equal
```

Encontramos los puntos de riesgo

```
radio3= @(z) ((1+(dyf(z)^2))^(3/2))/(abs(ddyf(z)));  
Riesgo1= radio3(66.8);  
Riesgo2= radio3(102.40);  
Riesgo3= radio3(200.79);  
Riesgo4= radio3(236.5);  
punto1=66.8;  
punto2=102.4;  
punto3=200.79;  
punto4=236.5;
```

Definimos zona de riesgo

```

zv1 = linspace(punto1,punto2,1000);
zv2 = linspace(punto3,punto4,1000);
plot(zv1,yf(zv1),"r")
plot(zv2,yf(zv2),"r")

Encontramos nuestras rectas tangentes
pipi= @(q,zv1) (yf(q)) + (dyf(q)).*(zv1 - q);
tangente1= pipi(punto1,zv1);
plot(zv1,tangente1,"r")
tangente2= pipi(punto3,zv2);
plot(zv2,tangente2,"r")

Calculamos rectas perpendiculares y graficamos nuestras gradas
zv3= linspace(0,punto1,1000);
fp=@(q,zv1) (yf(q)) + (-1./dyf(q)).*(zv1 - q);
plot(zv3,fp(punto1,zv3),"r")
gr1 = plot([56.8 56.8 66.8 66.8 66.8], [40.49 122.149 122.149
40.49 40.49]);
rotate(gr1, [0 0 1], 220.53, [66.80 66.8 66.80])
zv4= linspace(150,punto3,1000);
fp1=@(q,zv2) (yf(q)) + (-1./dyf(q)).*(zv2 - q);
plot(zv4,fp1(punto3,zv4),"r")
gr2 = plot([230.79 230.79 240.79 240.79 240.79], [182.5 102.5
102.5 182.5 182.5]);
rotate(gr2, [0 0 1], 128.2, [200.79 200.79 200.79])

legend("Primer radio de curvatura: 20.1423","Segundo radio de
curvatura: 20.1529","L: 493.3497")

```

Finalmente calculamos la recta tangente de derrape en caso de derrape

```

v1= sqrt(9.81*0.7*50)
v2= sqrt(9.81*0.7*20)

prompt= "Por favor ingresa la velocidad: "
vmaxp = input(prompt)

if vmaxp > 11
    xpd =@(z) sqrt(0.7*9.81*radio2(z))-vmaxp;
    xpderr=fzero(xpd,50)

    zv5 = linspace(xpderr,punto2,1000);
    tangente3= pipi(xpderr,zv5);

```

```
plot(zv5,tangente3,"b","LineWidth",5)
u=1/2*(798)*(vmaxp)^2;
d= vmaxp^2/2*(0.7)*(9.81);
Energia_Perdida= (u+" J")
Distancia_Recorrida= (d+" m")

else
    comet(zv,yf(zv))

end
```

## Referencias

¿Qué velocidad alcanza y cuánto corre un Fórmula 1? | DAZN News España. (2022). Retrieved 2 November 2022, from <https://www.dazn.com/es-ES/news/f%C3%B3rmula-1/que-velocidad-alcanza-y-cuanto-corre-un-formula-1/7r1mv4orvf3d1lte1rj6z7rhj#:~:text=La%20velocidad%20m%C3%A1s%20alta%20que,de%202016%2C%20disputado%20en%20Azerbai%C3%A1n.>

Fórmula 1 - Wikipedia, la enciclopedia libre. (2022). Retrieved 2 November 2022, from [https://es.wikipedia.org/wiki/F%C3%B3rmula\\_1](https://es.wikipedia.org/wiki/F%C3%B3rmula_1)

La curvatura (artículo) | Khan Academy. (2022). Retrieved 2 November 2022, from <https://es.khanacademy.org/math/multivariable-calculus/multivariable-derivatives/differentiating-vector-valued-functions/a/curvature>

Introducción a la longitud de arco de gráficas de funciones (artículo) | Khan Academy. (2022). Retrieved 2 November 2022, from <https://es.khanacademy.org/math/multivariable-calculus/integrating-multivariable-functions/line-integrals-for-scalar-functions-articles/a/arc-length>

Fricción y Neumáticos del Automovil. (2022). Retrieved 2 November 2022, from <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Mechanics/frictire.html>

Martínez, C. T. (2022, May 23). *Prevención de Riesgos: F1 - mejorando el gran circo*. Blog Prolaboral. Retrieved November 2, 2022, from <https://www.prolaboral.com/es/blog/prevencion-riesgos-laborales-automovilismo.html>

*Peralte*. (n.d.). Google Arts & Culture. Retrieved November 2, 2022, from <https://artsandculture.google.com/entity/m05lqnb?hl=es>

Smith, L. (2021, September 3). *Vettel: La F1 necesita más curvas con peralte como en Zandvoort*. Lat.motorsport.com. <https://lat.motorsport.com/fl/news/vettel-fl-necesita-curvas-peralte-zandvoort/6659745/#:~:text=Como%20parte%20de%20los%20cambios>