



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
SISTEMAS OPERATIVOS (2016)**



PROYECTO 2: UNA SITUACIÓN COTIDIANA PARALELIZABLE:

**CONTROL DEL FLUJO DE TRENES EN LAS LÍNEAS 1,5,9,A DEL METRO DE LA
CDMX**

ASIGNATURA: SISTEMAS OPERATIVOS (2016)

GRUPO: 4

PROFESOR: GUNNAR EYAL WOLF ISZAEVICH

ALUMNOS:

**LÓPEZ SOTO MIGUEL ANGEL
DURÁN ROMERO JOSÉ ARTURO**

28 / 03 / 2019

➤ Introducción:

➤ Desarrollo

Para la realización de este proyecto lo primero en que nos enfocamos es en crear una simulación del sistema que queremos analizar.

En primera instancia analizamos los requerimientos para la simulación por lo que requerimos:

- Control del tiempo transcurrido.
- Número total de trenes disponibles por cada línea.
- Tasa de afluencia según la hora del día y demás factores que intervienen en este parámetro.

Para analizar el tiempo sabemos que el tiempo cómo lo medimos es cíclico (midiendo en 24 horas) y así se repite formando un grupo. Para mantener esta forma tenemos que la unidad mínima de medida es el segundo por lo que:

1 día = 24 horas * 60 minutos/hora * 60 segundos/minuto = 86 400 segundos.

Ahora habíamos dicho que debemos mantener una estructura de grupo por lo que aplicamos la operación de módulo por lo que tenemos:

$$t = x \bmod 86\,400$$

donde:

t = el tiempo transcurrido desde el inicio del día

x = tiempo transcurrido desde el inicio de la ejecución hasta el fin.

También debemos tener en cuenta los días de la semana ya que influye en la afluencia.

Ahora que ya podemos simular días procedemos a obtener los datos de los trenes. para esto obtenemos información real que el STC Metro nos proporciona mediante su página web.

DISTRIBUCIÓN DE TRENES

La red del STC tiene un total de 390 trenes asignados (321 neumáticos y 69 férreos), para proporcionar el servicio a los usuarios en horas punta, se tiene un polígono de operación de 282 trenes, los 108 trenes restantes se encuentran distribuidos en mantenimiento sistemático, mantenimiento mayor, rehabilitación, proyectos especiales y como reserva.

Línea	Trenes
1	49
2	40
3	50
4	12
5	25
6	17
7	33
8	30
9	29
A	39
B	36
12	30
Total	390

Nota: La cantidad de trenes por Línea puede variar por una redistribución del parque vehicular en función de las necesidades del servicio. Con objeto de proporcionar un mejor servicio, el STC modificó trenes de 6 carros por trenes de 9 carros con el fin de incrementar la frecuencia del paso de los convoyes.

Información tomada de <https://www.metro.cdmx.gob.mx/parque-vehicular>

En este problema únicamente trabajaremos con las líneas que inciden en la estación pantitlán (1,5,9,A).

Como podemos ver en la información no todos los trenes están habilitados para su uso diario por lo que solo contamos con 282 para todas las estaciones, esto nos deja sin 108 trenes sin servicio divididos en 12 líneas, por lo tanto para cada línea perdemos 9 trenes en operación.

Recuperando la información y eliminando los trenes faltantes tenemos que:

Línea 1 : 40 trenes.

Línea 5 : 16 trenes.

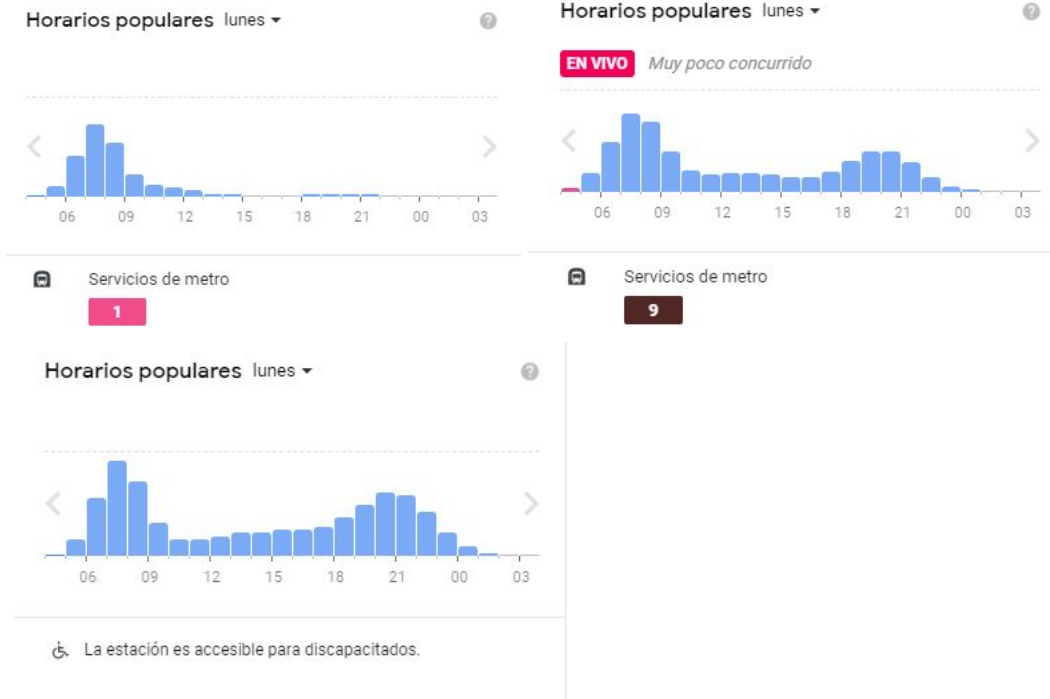
Línea 9 : 20 trenes.

Línea A : 30 trenes.

Estos para efectos prácticos de nuestra simulación se almacenan la mitad en el depósito de pantitlán y la otra mitad en sus respectivas terminales.

Ahora uno de los puntos más complicados es la determinación de la afluencia en partes de la línea. Para esto nos basamos en datos que proporciona Google Maps acerca de las estaciones.

Por lo que por ejemplo en la estación pantitlán tenemos.



Por lo que vemos, la afluencia varía según la línea donde se encuentre y si exploramos las demas líneas vemos que también varía conforme a la estación. Por ejemplo

Estación Chilpancingo Linea 9.



Estación Balderas Linea 1



Estación Acatitla Linea A:



Estación Balbuena Linea 1.



Asimismo también influye el día de la semana que esté. algunos ejemplos.
Estación Chilpancingo Línea 9 Estación Balderas Línea 1.

Horarios populares sábados ▼



Horarios populares domingos ▼



Estación Acatitla Línea A.

Horarios populares sábados ▼

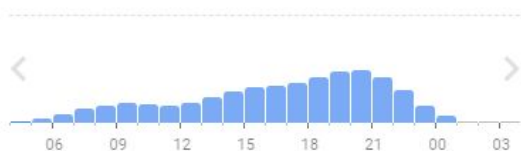


Servicios de metro

A

Estación Balbuena Línea 1.

Horarios populares domingos ▼



Servicios de metro

1

Para modelar este comportamiento podemos utilizar una función que varía según la hora del día y el día en sí mismo. Debido a que no tenemos datos que también influyen en la afluencia como el clima, eventos (Conciertos, festivales etc.), y para simplificar un poco las cosas excluimos estos factores del análisis.

Como podemos observar en las gráficas su comportamiento se asemeja mucho a dos “Campanas de Gauss” adelantadas una de la otra y con diferentes parámetros. Ésta función varía según dos parámetros, la posición donde se encuentra el punto más alto (en estadística es la media) y la variación de su “anchura y altura” (Desviación estándar).

Estos parámetros modifican la curva y por consiguiente la tasa de llegada.

Al evaluar el valor de tiempo en esta función nos da una tasa de llegada que podemos usar para sincronizar los trenes y modificar la distribución de éstos según la hora.

Esta curva como ya mencionamos, se modifica principalmente con estos dos valores por lo que estos valores dependen de los factores ya mencionados pero reduciendo el problema, decimos que solo va a depender del día y el tipo de estación que definimos como concurrida o no concurrida.

Sabemos que en las mañanas las personas van hacia sus trabajos por lo que una función Gaussiana

Modelado de el Tren.

Para esto consideramos un solo tipo de tren con las siguientes características:

Capacidad total : 1530 personas [1].

Dirección (si va hacia la estación pantitlán o a otra terminal)

Velocidad promedio : 50 km/h

Un hilo va a crear un objeto tren y va a manipularlo conforme al avance de los trenes sobre la línea.

Estimación del tiempo para lanzar un tren

Para realizar esta estimación tenemos que