PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ICT2223 – Modelos de Tráfico
Profesor: Juan Carlos Herrera

Guía de Ejercicios (Capítulo I)

1. Un experto en transporte está analizando un tramo largo y sin salidas ni entradas de una autopista donde no está permitido adelantar. Él observa que por la pista izquierda están circulando vehículos a 100 km/hr y que pasan cada 2 segundos. Por otra parte ve que en la pista derecha están circulando a 80 km/hr y que pasan cada 3 segundos. Según los datos del experto calcule la velocidad media temporal de los vehículos. *(v_t=92 km/h)*
2. Un alumno de Modelos de Tráfico está analizando al mismo tiempo un tramo de 1 km dentro de la misma autopista que el problema anterior y determina que la velocidad media espacial es de 95 km/hr.¿Es correcta la medición de ese alumno? De no serlo ¿Cómo le demostraría que está equivocado? (sin calcular v_s) En ese caso, calcule v_s. *(v_s=90,9 km/h)*
3. La trayectoria de un móvil evoluciona de acuerdo a t(x) = ln(x) (donde t es tiempo en segundos y x es distancia en metros). Determine la velocidad de ruta del vehículo entre $x_0 = 0$ y $x_1 = 100$. *(v=50m/s)*
4. Una plaza de peaje sirve autos a una tasa constante de μ veh/h. Los autos llegan a una tasa constante $\lambda 1 < \mu$ hasta el momento t=0 (7:00 AM), pero a partir de t=0 hasta un instanteτ, los autos llegan a una tasa $\lambda 2 > \mu$ (en que $\lambda 1$ y $\lambda 2$ están en unidades de veh/h). Después deτ, la tasa de llegada vuelve a su nivel anterior $\lambda 1$ y se mantiene en ese nivel hasta el día siguiente en el instanteτ' (7:00 AM el día siguiente) en que el patrón se repite en forma idéntica. Los vehículos que no son servidos inmediatamente forman una cola y son servidos de acuerdo a un sistema FIFO (primero que entra es el primero que sale). En el instanteτ' la cola ya se ha disipado. Dibuje curvas para las llegadas y salidas acumuladas del sistema comenzando en el instante t=0. Evalúe (i.e. derive en función de los parámetros indicados) lo siguiente:
    a. La cola de largo máximo.
    b. El atraso más largo para un vehículo.
    c. La duración de la cola.
    d. El atraso total para todos los vehículos desde 0 a τ'.

5. Una línea de tren cubre 30 estaciones, enumeradas en orden creciente del 1 al 30 de sur a norte. La distancia entre dos estaciones consecutivas es d kilómetros. Cada tren tiene un largo de L kilómetros. Entre estaciones, cada tren viaja a una velocidad de v_f km/h. Al parar en una estación, cada tren se detiene por t_d horas $\left(\frac{d}{v_f} > t_d\right)$. Por motivos de seguridad, los trenes deben estar físicamente separados por al menos s_m kilómetros en todo momento. Es decir, la distancia entre la parte trasera del tren de adelante y la parte delantera del tren que lo sigue debe ser al menos s_m kilómetros $(L + s_m < d)$. Durante la hora punta, algunos trenes se detienen sólo en las estaciones pares y los otros trenes sólo en las impares (algo así como la línea roja y la verde en el Metro de Santiago). Es decir, el primer tren parte en la estación 1 y se detiene únicamente en las estaciones impares; el segundo tren parte de la estación 2 y se detiene sólo en las estaciones pares. El tercer tren se comporta como el primero, el cuarto como el segundo, y así sucesivamente. Asuma que cada tren puede acelerar o desacelerar a tasas infinitas (i.e. ignore los efectos de la aceleración y desaceleración).
    a. Graficar la situación descrita para el sentido sur-norte en un diagrama $x - t$ (para mayor claridad, incluya sólo tres estaciones consecutivas). Indicar claramente las distancias y tiempos en su gráfico.
    b. En función de las variables presentadas, determine:
        i. La frecuencia con que se detiene un tren en la estación 10.
        ii. El flujo máximo de pasajeros que esta línea puede transportar durante la hora punta. Asuma que cada tren tiene capacidad para transportar a P pasajeros.
6. La pista de aterrizaje de un aeropuerto tiene una capacidad de 60 operaciones (i.e. aterrizajes y despegues) por hora. En una hora en particular hay 30 aterrizajes idénticamente espaciados a lo largo de la hora. Durante la misma hora 20 aviones que deben despegar llegan a la pista en forma uniforme en un período de sólo 20 minutos. Asuma que ningún otro avión que deba despegar llega a la pista durante esa hora.
    a. ¿Cuál es el máximo número de aviones esperando durante la hora? *(N_{max}=10 aviones)*
    b. Asuma que los aviones aterrizando tienen prioridad sobre aquéllos que deben despegar. También asuma que cada avión lleva 200 pasajeros. Identifique el atraso total para los pasajeros de los 20 aviones despegando. *(D_{total}=40.000 pax-min)*
7. La lentitud de un móvil es w(x) = 10x segundos por metro, en una posición inicial de $x_0 = 0$ en el tiempo $t_0 = 0$ (x indica distancia en metros y t es tiempo en segundos). En un diagrama espacio-

tiempo, dibuje la trayectoria aproximada del móvil hasta t = 5 segundos y determine si el móvil está acelerando o frenando.

8. Una línea de tren única une una mina de cobre con un puerto marítimo. La distancia entre ambos puntos es de 60 km. El cobre es bajado de la mina al puerto en trenes formados por 5 locomotoras y 170 carros (cada uno de ellos de 20 metros de largo). Esos mismos trenes suben vacíos posteriormente. Por razones de seguridad, la velocidad máxima de bajada es de 20 km/h. Los trenes que suben a la mina circulan a una velocidad de 30 km/h. Suponga que se tienen dos trenes para este servicio, y tanto en la mina como en el puerto no hay capacidad para tenerlos a los dos al mismo tiempo. Por esto, cuando uno de ellos baja, el otro sube. Para evitar que los trenes choquen, entre los kilómetros 30 y 35 (asuma que el puerto está en $x = 0$) existe una doble vía que permite a los trenes de subida esperar el paso del tren de bajada (el cual tiene prioridad de circulación). Una vez que la parte delantera del tren entra en esta doble vía, la velocidad máxima del mismo se ve reducida a 15 km/h. Este tren puede recuperar la máxima velocidad permitida de 30 km/h sólo cuando ha abandonado totalmente la doble vía. A fin de garantizar la seguridad, la distancia mínima en trenes compartiendo el mismo riel es de 3 km. Asuma que al llegar a un extremo el tren despeja completamente la vía para cargar/descargar, y que los tiempos de carga/descarga son despreciables. Asimismo, asuma tasas de aceleración y desaceleración infinitas. En un diagrama $x - t$ grafique la operación descrita. Si un tren sale de la mina en t = 0, ¿en qué momento debiera salir el tren desde el puerto?, ¿cuál es el $headway$ mínimo entre trenes a la salida de la mina? Determine el número máximo de trenes que un observador en $x = 40$ cuenta en un día (considerando ambas direcciones). *(t_{salida}= 7 min después ; h_{min}=183,5 min ; Cap=15,7 trenes/día)*
9. El periodo punta en una vía es de 30 minutos, en los cuales se observa una demanda de 8000 veh/h. La capacidad en esta misma vía es de 6000 veh/h. Durante el resto del día la demanda es de 5000 veh/h.
    a. Determine la demora total experimentada en la vía a causa de la sobre-demanda observada durante el periodo punta. *(D_{total}=750 veh-h)*
    b. Suponga ahora que existe una ruta paralela a esta vía que puede ser utilizada por los vehículos. De hecho, los vehículos utilizarán esta ruta cuando la demora en la vía es de 5 minutos o más. Determine en qué momento comienzan los vehículos a utilizar la ruta paralela, la cantidad total de vehículos que toma la ruta paralela, cuánto antes desaparece la congestión en la vía, y el ahorro producido en la demora total experimentada en la vía en este caso. *(t_{inicio}=0,25 h ; N_{desv}=500 veh ; ΔD=437,5 veh-h)*

10. En $t = 0$, dos vehículos comienzan a dar vueltas en una pista circular de 3 km de largo. Uno de ellos tarda 1 minuto en dar una vuelta, mientras que el otro tarda 1.5 minutos en dar una vuelta. Determine el flujo que se observara en un punto de la vía, la concentración, la velocidad media temporal y la velocidad media espacial de este flujo. *(q=1000 veh/h ; k=2/3 veh/km ; v_s=150 km/h)*
11. En un puente, una cola comienza a formarse a alrededor de las 6:45 AM y dura hasta las 9:00 AM. La capacidad normal del puente es 9000 veh/hr. A las 9:00 AM cuando la cola se disipa el flujo ha caído a 7200 veh/hr. Suponga que un accidente ocurre en el puente a las 7:00 AM que reduce la capacidad a 7200 veh/hr (pérdida de una pista) por sólo diez minutos (mientras el accidente es removido). Estime el número de vehículos-hora de retraso causados por el accidente. *(D_{total}=600 veh-h)*