PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA
Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística

Curso: ICT3283 - Equilibrio en Redes de Transporte
Semestre: 2025 - 2
Profesora: Camila Balbontin

Control 1
Duración: 60 minutos.

Instrucciones

- **Deben rellenar sus datos en cada hoja de su prueba**.
- La evaluación es **individual**.
- Está **prohibido escribir respuestas después de finalizar el tiempo de desarrollo**. Se penalizará con puntaje de la prueba a los estudiantes que no cumplan con esta regla. Específicamente, se descontará 1 décima por minuto.
- Al finalizar, cada estudiante debe **escanear su control y cargarlo** en formato PDF a CANVAS en el buzón "Control 1". El buzón estará abierto desde el inicio de la evaluación hasta 10 minutos después de terminar el tiempo de desarrollo del control.
- **Debe entregar la prueba física antes de irse: esta es la versión que será corregida. El PDF subido a CANVAS es una copia de seguridad**.
- Está permitido el uso de **calculadora no programable**.
- Está **prohibido el uso de otros dispositivos electrónicos** durante el desarrollo de la evaluación. Solo pueden ocupar un dispositivo electrónico al momento de escanear y subir su evaluación a CANVAS.
- Debe escribir con **lápiz pasta**.
- Si un estudiante termina antes de finalizar el tiempo de desarrollo, debe avisar a algún miembro del equipo docente para escanear y subir su prueba.
- Favor acercarse a un miembro del equipo docente en caso de cualquier inconveniente técnico durante el escaneo de la prueba.
- Se aplicará un descuento a la nota final de la evaluación por el incumplimiento de una o más de las instrucciones anteriores.

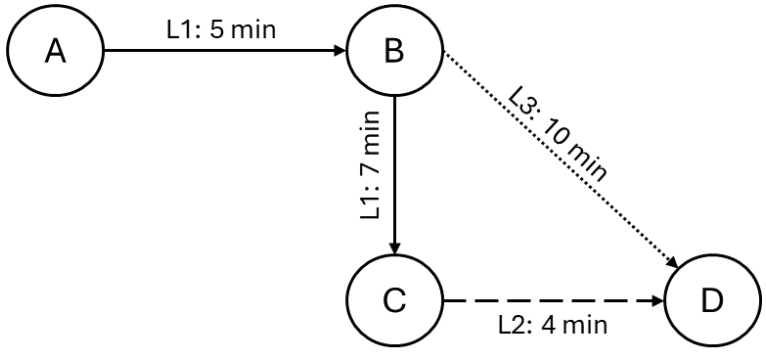
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA
Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística

Curso: ICT3283 - Equilibrio en Redes de Transporte
Semestre: 2025 - 2
Profesora: Camila Balbontin

Control 1

Duración: 60 minutos.

Considere la siguiente red de transporte público sin congestión, donde los buses llegan a las paradas siguiendo un proceso de Poisson. Sobre los arcos, se indica el número de cada línea (servicio) y su tiempo de viaje en vehículo expresado en minutos. Asuma que los usuarios minimizan su tiempo total de viaje (espera y en el vehículo en la misma medida), que no hay un costo adicional por transbordar y se desprecian los tiempos de parada. Nota: Considere que los centroides de las zonas están en el paradero, es decir, tienen un tiempo de acceso y egreso de 0 minutos. Puede omitirlos si prefiere.
Nota: Considere que los centroides de las zonas están en el paradero correspondiente, es decir, tienen un tiempo de acceso y egreso de 0 minutos. Puede omitirlos de su grafo si prefiere.



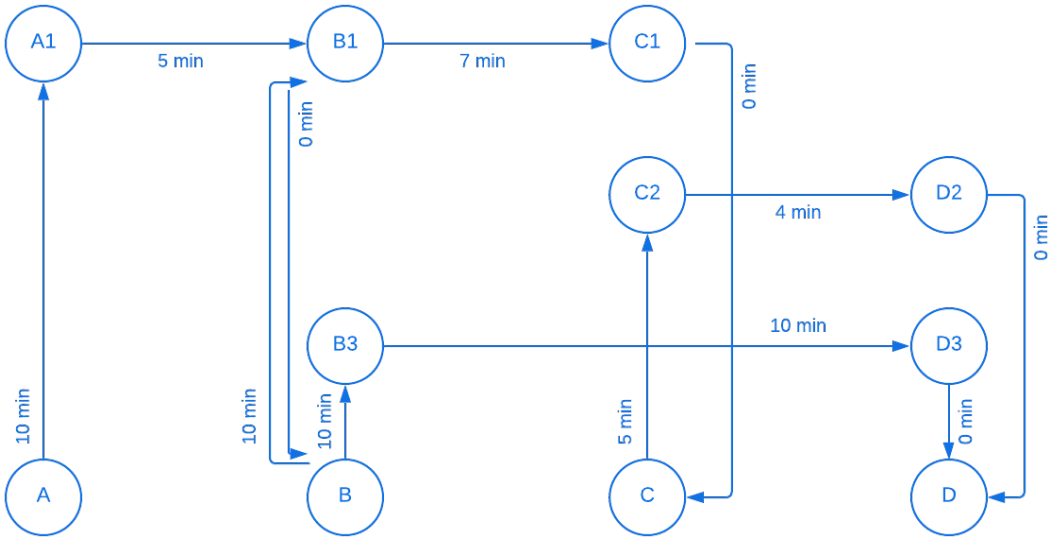
Con las siguientes frecuencias:

- L1: 6 buses/hora
- L2: 12 buses/hora
- L3: 6 buses/hora

A partir de la red anterior, se le pide que conteste las siguientes preguntas:

(a) **(6 puntos)** Dibuje un grafo de segmentos de línea.

Solución:



[2 puntos por definir correctamente los tiempos de viaje entre cada par de nodos (0,5 puntos por cada par de nodos) y 4 puntos por calcular o considerar los tiempos de espera de cada nodo (1 punto por tiempos de espera de cada nodo). Las flechas que consideran el tiempo de espera deben ser sólo para entrar a la línea y no para salir. Descontar puntaje si faltan flechas de egreso, tiempos de egreso, o falta explicar qué significan los nodos.]

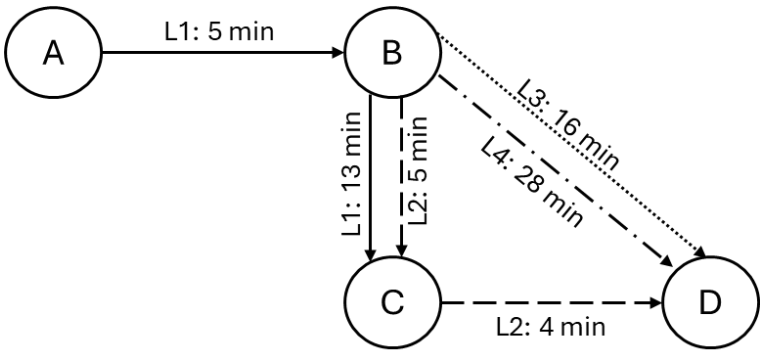
(b) **(4 puntos)** A partir del grafo anterior, encuentre el **itinerario mínimo** y su tiempo total esperado de viaje para ir desde el nodo A al D.

Solución:

Desde nodo A hasta C tomar Línea 1 y luego esperar en C y abordar Línea 2 hasta nodo D, con un TEV total de 31 min (22 min de A-C y 9 min de C-D).

[2 punto por calcular correctamente el TEV (1 punto por calcular tramo A-C, 1 punto por calcular tramo C-D) y 2 punto por explicar o dejar en claro cuál es el itinerario mínimo.]

A la red anterior, se le han agregado servicios, se han ajustado frecuencias, y han habido cambios en los tiempos de viaje, resultando en la siguiente red actualizada:



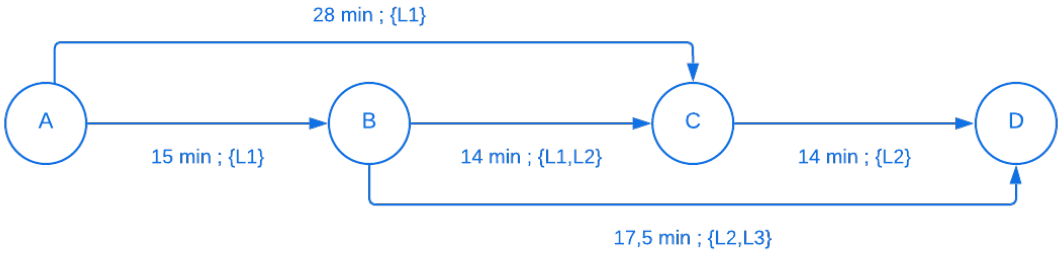
Con las siguientes frecuencias:

- ◇ L1: 6 buses/hora
- ◇ L2: 6 buses/hora
- ◇ L3: 6 buses/hora
- ◇ L4: 12 buses/hora

A partir de esta red actualizada, conteste las siguientes preguntas:

(c) **(14 puntos)** Dibuje un grafo de secciones de línea para encontrar la ruta mínima.

Solución:



[2 pts por cada tramo bien definido indicando TEV y conjunto de líneas correspondiente. Los tramos B–C y B–D tienen 2 pts adicionales, es decir 4 pts cada uno.]

(d) **(6 puntos)** A partir del grafo anterior, encuentre la **ruta mínima** y su tiempo total esperado de viaje para ir desde el nodo A al D. Describa en palabras la ruta mínima encontrada entre los nodos A y D, y justifique si le parece realista.

Solución:

La ruta mínima es esperar en A Línea 1 y llegar hasta nodo B. Luego, tomar Línea 2 o 3 directo hasta llegar a nodo D. Esto da un TEV total de 32,5 min (15 min tramo A-B y 17,5 min tramo B-D).

Esto resulta realista, ya que podría ser que las personas decidan bajarse en B - pese a que la línea 1 continúe hasta más allá en su trayecto (nodo C), ya que saben que hay dos servicios más expeditos que operan directo hasta D (L2 y L3). Las personas de todas maneras tendrán que hacer un transbordo, y es más conveniente hacerlo en B que en C.

[4 puntos por encontrar ruta mínima (2 pts TEV y 2 pts por describirla) y 2 puntos por justificación sobre si es realista.]

(e) **(5 puntos)** Existe una demanda entre el par A-D de 100 viajes/hora que viajan de acuerdo a la ruta mínima.¿Cuántos viajes/hora esperaría encontrar en cada servicio por cada tramo (i.e., arco) de la red?

Solución:

Para el tramo A-B: dado que la ruta mínima considera únicamente la Línea 1, toda la demanda se asigna a este servicio, es decir, 100 viajes/hora. Para el tramo B-D: como resulta atractivo utilizar tanto la Línea 2 como la Línea 3, la demanda debe repartirse entre ambas. Dado que tienen la misma frecuencia, la asignación se hace en partes iguales, es decir, 50 viajes/hora a la Línea 2 y 50 viajes/hora a la Línea 3. Resto de tramos y servicios tendrán 0 viajes/hora.

[2 puntos por asignar demanda en cada tramo utilizado A-B y B-D. Se resta un punto por cada tramo inutilizado que le asignen demanda. 1 punto por mencionar que los tramos inutilizados llevan flujo 0, ya que se pide para cada arco de la red.]

(f) **(5 puntos)** Se está considerando agregar un servicio que conecte B-D. ¿Cuánto sería el tiempo de viaje máximo que debería tener este servicio para que resulte atractivo para viajes entre este par de nodos? ¿Y la frecuencia mínima?

Solución:

En la letra C, para el tramo B–D obtuvimos un TEV de 17,5 minutos considerando como atractivas las Líneas 2 y 3. Este valor representa el tiempo máximo de viaje que puede tener un nuevo servicio para ser incorporado al conjunto de líneas atractivas. Asimismo, dado este resultado, la frecuencia basta con que sea mayor a cero para que la nueva línea siga siendo atractiva; en consecuencia, podemos concluir que la frecuencia no es un factor determinante en para ser considerada atractiva.

[3 puntos por llegar al tiempo de viaje máximo y 2 puntos por explicar frecuencia mínima.]

(g) **(20 puntos)** Usted está considerando la siguiente **estrategia**: En el nodo A subirse a la línea 1 hasta B, en B esperar alguno de los servicios que lo lleve directo a D sin transbordos.

- ◇ **(15 puntos)** Calcule el tiempo total de viaje esperado para esta estrategia.
  Solución:

$$TEV = \left[\frac{60}{6}\right] + [5] + \left[\frac{60}{24}\right] + \left[\frac{9\cdot 6+16\cdot 6+28\cdot 12}{24}\right] = 37,75$$

  - Primer término corresponde a tiempo de espera en A (Frecuencia L1).
  - Segundo término corresponde a tiempo de viaje de tramo A-B (L1).
  - Tercer término corresponde a tiempo de espera en B (Frecuencias L2, L3, L4).
  - Cuarto término corresponde a tiempo de viaje de tramo B-D (L2, L3, L4).

  [5 puntos por explicar los términos o fórmula utilizada en el cálculo del TEV, 4 puntos por calcular correctamente el tramo A-B y 6 puntos por calcular correctamente tramo B-D (se descontará puntaje en caso de no contabilizar correctamente los tiempos de espera). Si está todo correcto, asignar puntaje completo, no es necesario haber explicado en palabras qué significa cada término si está bien hecho.]

- ◇ **(5 puntos)** Sin calcular nada adicional, indique si a usted le parece que esta es la estrategia mínima y justifique su respuesta.
  Solución:
  Estrategia no es la mínima. En letra C se calculó la ruta mínima con TEV de 32,5 min, por lo que es imposible que esta sea una estrategia mínima. Además, se determinó que la Línea 4 no era atractiva en el tramo B-D y que solo debía considerarse el conjunto formado por la Línea 2 y la Línea 3. Como esta estrategia considera que se usará la L4, claramente podría ser mejorada.
  [1 punto por mencionar que no es la estrategia mínima y 4 puntos por justificación, ya sea por mencionar que la ruta mínima encontrada antes tiene un mejor TEV o que esta estrategia considera la L4 que no es atractiva.]