

1. **(15pts)** Suponga que aparte de la capacidad de los caminos la red de flujo se tiene **capacidad en los nodos**. Es decir, para cada nodo n , se tiene un límite $l(n)$ que limita cuanto flujo puede pasar por n . Proponga como transformar una red de flujo $G = (V, E)$ con capacidad en nodos a una red de flujo equivalente $G' = (V', E')$ que no tiene capacidad en los nodos, de tal forma que el flujo máximo de G y G' es el mismo. Además explique cuantos nodos y caminos tiene G'
2. **(25pts)** Para los siguiente se espera una argumentación válida basada en la teoría vista en clase/bibliografía del curso. Para la calificación de estos ejercicios no hay punto medio, si tiene el punto completo y correcto tiene el punto completo, cero en cualquier otro caso.
 - (a) **(10pts)** De un ejemplo de un grafo dirigido con pesos negativos para el cual Dijkstra produce una respuesta incorrecta, **justifique por que pasa esto**.
 - (b) **(15pts)** Suponga que se da un grafo dirigido cargado $G = (V, E)$, en el cual los caminos que salen del nodo s pueden tener pesos negativos, mientras que los demás pesos son no negativos, y no existen ciclos de peso negativo. Justifique que el algoritmo de Dijkstra encuentra correctamente los caminos más cortos desde s en este grafo.
3. **(20pts)** Eres parte de un grupo de (n) guerrilleros armados con dispositivos de comunicación móviles. Tienes información que deseas compartir con todos en el grupo. El problema es que ninguno de ustedes está en el mismo lugar y deben comunicarse solo usando los dispositivos móviles. Lo complicado es que debido a las represalias del estado opresor, sus fondos para pagar las facturas de los dispositivos se han agotado, así que deben distribuir la información llamándose entre ustedes de la manera más económica posible. Llamarás a varios camaradas, ellos llamarán a algunos de sus camaradas y así sucesivamente hasta que todos en el grupo hayan recibido la información. Cada uno de ustedes tiene un proveedor de servicios de comunicación satelital encriptada diferente y conoce el costo de la llamada de un compañero A a un compañero B, para todas las posibles combinaciones de A y B. Existen roces entre las diferentes facciones por lo que no todos los camaradas se llevan bien entre sí y algunos nunca llamarán a personas que no les agraden. La tarea es encontrar la secuencia de llamadas más barata posible para que la información se propague desde el líder a los otros $n - 1$ miembros del grupo guerrillero.

Los camaradas de la guerrilla se nombre con los números del 0 al $n - 1$. El líder tomo el numero 0. El tiene una libreta donde tiene la información de los camaradas. En cada entrada de esa libreta tiene una línea con tres números naturales de la forma u, v, w , esta línea significa que el camarada u se puede comunicar con el camarada v con un costo w .

Camaradas: 4

Libreta:

0 1 10

0 2 10

1 3 20

2 3 30

Repuesta: 40

Camaradas: 4

Libreta:

```
0 1 10
1 2 20
2 0 30
2 3 100
Repuesta: 130
-----
Camaradas: 4
Libreta:
3 1 4
3 1 3
3 2 3
3 2 6
1 3 9
3 1 5
2 0 9
0 1 8
0 2 8
3 1 2
2 1 3
1 3 7
1 3 5
1 0 1
Repuesta: 16
```

Usted es líder de la guerrilla, para acabar con el estado opresor debe proponer un algoritmo que dado, el numero de camaradas en la guerrilla y el contenido de la libreta responda con el valor del costo mínimo.

Debido a que los recursos son limitados, su algoritmo debe correr en tiempo polinomial en el tamaño de la guerrilla. Además su algoritmo debe estar escrito en algún lenguaje de programación, una explicación de la solución no le sirve a la guerrilla.

Cualquier algoritmo visto en clase debe ser implementado.