PEC2

Planificación y diseño de redes de telecomunicación

Planificación de redes de telecomunicación

Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación

2019-20 (2S)

Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicaciones

Presentación

La PEC2 consta de cinco ejercicios que abarcan los temas estudiados en el módulo 2 de la asignatura.

Tiempo estimado de realización: 10 horas

Competencias

Las competencias del máster que se trabajan parcialmente en esta PEC son las siguientes:

1. Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar, y mantener redes, servicios y contenidos.

Objetivos

Los objetivos del módulo 2 de la asignatura, y en consecuencia los de la PEC2, son los siguientes:

1. Conocer los métodos de optimización para el diseño de las redes de telecomunicación.

2. Analizar los diferentes problemas de planificación de redes de telecomunicación.

3. Planificar redes en función de diferentes objetivos.

4. Asignar caminos y flujos en una red de manera óptima.

5. Conocer y analizar métodos de diseño de redes robustas frente a fallos de la red.

6. Diseñar la topología de las redes de telecomunicación.

7. Planificar las redes para un presupuesto dado.

Enunciado

P1 (2 puntos). Considerar el siguiente problema de optimización:

Maximizar $3x_1 + 2x_2$

Tal que:
$$
\begin{aligned}
x_1 + x_2 &\le 9\\
3x_1 + x_2 &\le 18\\
x_1 &\le 7\\
x_2 &\le 6\\
x_1, x_2 &\ge 0, \text{ enteros.}
\end{aligned}
$$

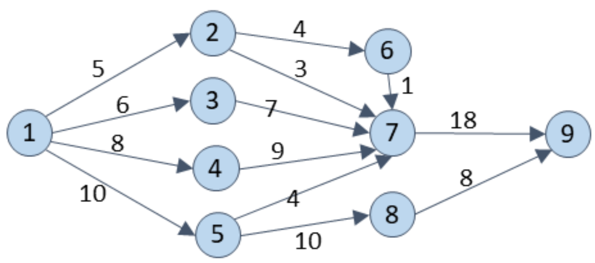
a. Resolver el problema gráficamente (a mano), obteniendo la región de soluciones factibles y seleccionando el punto que maximiza la función objetivo. Teniendo en cuenta que las restricciones con desigualdad pueden ser activas o no dependiendo de si en el punto de la solución su valor corresponde a la igualdad (=) o a la desigualdad (<), determinar qué restricciones son activas y cuáles no, en este caso.

b. Analizar el código GMPL proporcionado y ejecutarlo utilizando la herramienta GUSEK (Windows) o bien GLPK (Windows o Linux). Comentar el resultado obtenido.

c. Substituir el tipo de variable para que en lugar de variables enteras sean de tipo real (simplemente eliminar la palabra “integer” de la definición de las variables). Analizar el resultado obtenido.

d. A partir de la solución del apartado anterior (con variables reales), resolver el problema mediante el algoritmo de *Branch and Bound*. Utilizar la misma herramienta para resolver cada paso del algoritmo (hay que modificar el código en cada paso).

P2 (2 puntos). Considerad la siguiente red de 9 nodos, en la que se muestra la capacidad de los enlaces en Gb/s. El nodo 1 es el origen y el 9 el destino de la comunicación.



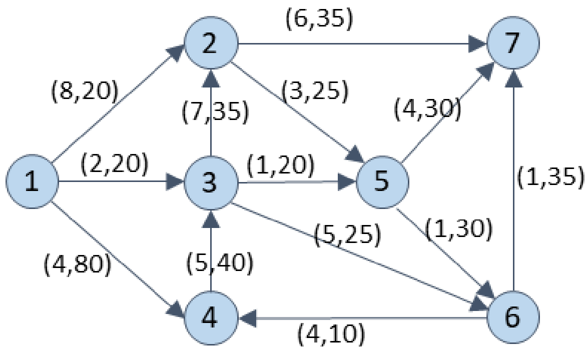
a. Calculad todos los cortes de la red y su capacidad.

b. Aplicad el método de Ford-Fulkerson (algoritmo de aumento de flujos) para hallar el máximo flujo, verificando la relación con los cortes del apartado anterior.

c. Plantead un problema MILP (de manera genérica, con expresiones matemáticas genéricas tipo sumatorios) orientado a enlace (*Node-Link*) que permita calcular el máximo flujo en la red, indicando claramente el significado de las variables de decisión, de las restricciones y de la función objetivo que defináis.

d. Analizar el modelo GMPL proporcionado, ejecutarlo en GUSEK o GLPK y comentad el resultado. Explicar todos los cambios que se tiene que hacer para añadir un enlace desde el nodo 6 al 9 con capacidad 5. ¿Cuál es el resultado en este caso?

P3 (4 puntos). Considerar la red de la siguiente figura, en la que cada enlace contiene el par de valores (coste marginal en K€, capacidad en Gb/s)



Plantear el modelo matemático MILP orientado a enlace (con expresiones genéricas tipo sumatorio) y programarlo en GMPL para resolver los diferentes apartados. El nodo 1 es el origen, mientras que el nodo 7 es el destino. **En todos los casos indicar claramente el significado de las variables de decisión, de las restricciones y de la función objetivo que defináis**. **Proporcionar la formulación matemática y el código del programa (en ficheros)**. Comentar los resultados del modelo en cada apartado. Utilizar la herramienta GUSEK o GLPK.

a. MILP para calcular el camino de menor consumo de energía (medido con el número de enlaces activos) desde el nodo origen hasta el nodo destino. Comparar el resultado si el objetivo es minimizar el coste total (suponiendo para este apartado que el coste marginal en un enlace es el coste de usar este enlace).

b. MILP para calcular el camino más corto desde el origen al destino para transmitir 20 unidades de tráfico cuyo coste total no supere los 7 K€.

c. MILP para calcular caminos de coste mínimo para transmitir simultáneamente 3 flujos con los siguientes datos (origen, destino, demanda): (1, 7, 10), (1, 7, 5), (1, 7, 12).

d. Extender el modelo MILP del apartado anterior para que los caminos de las diferentes demandas sean disjuntos en enlaces.

e. MILP para calcular k-caminos disjuntos (para cada flujo) en enlaces para que el consumo global de energía sea mínimo (medido con el número de enlaces activos). Considerar 2 flujos con los datos (origen, destino, demanda) = (1, 7, 5) y (3, 7, 5). Determinar cuál es el valor máximo de k (a partir del cual el problema no tiene solución).

P4 (2 puntos). Disponemos de un conjunto de ubicaciones posibles para instalaciones de red I = {1, …, m} en las que algunos operadores tienen oficinas o edificios, y un conjunto de ubicaciones de clientes J = {1, …, n} con una concentración significativa de potenciales usuarios.

Cuando se satisface la demanda de un cliente “j” desde la ubicación “i”, se obtiene una ganancia, c_{ij}. Por otro lado, configurar un nuevo nodo en la ubicación “i” requiere cierta inversión por parte del operador, f_i.

El sistema queda modelado con la siguiente formulación:

$$
\begin{aligned}
\text{maximize} \quad & \sum_{\forall i \in I} \sum_{\forall j \in J} c_{ij} \cdot x_{ij} - \sum_{i \in I} f_i \cdot y_i \\
\text{such as:} \quad & \sum_{\forall i \in I} x_{ij} = 1 && \forall j \in J \\
& x_{ij} \leq y_i && \forall i \in I,\ \forall j \in J \\
& x_{ij},\ y_i \text{ binary} && \forall i \in I,\ \forall j \in J.
\end{aligned}
$$

a. Detallad el significado de la función objetivo y de las diferentes restricciones. Especificad cuáles son las variables de diseño y cuál es su significado, así como cuáles deben ser los parámetros de entrada.

b. Programar el modelo en GMPL, considerando los siguientes datos de entrada. Comentar la solución, analizando el valor resultante de todas las variables y de la función objetivo. Proporcionar el código del programa.

```
set J:= 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10;

param: I: f:=
1 45.197
2 134.958
3 11.179
4 294.689
;

param c := [*,*]: 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10:=
1  381.68  171.82  210.08  311.53  136.24  892.86  153.85  130.55  136.43  275.48
2  144.72  510.20  109.29  135.50  216.45  140.45  917.43  526.32  303.95  101.21
3  315.46  377.36  168.92  259.74  195.31  348.43  306.75  216.92  215.05  168.07
4  125.79  294.12  169.20  115.47  3030.30  138.12  239.81  348.43  714.29  133.51
;
```

Recursos

Para la realización de esta PEC es necesario el uso de los recursos:

- Material docente de estudio (módulo 2)
- Software de resolución de problemas LP (Gusek, GLPK).

Criterios de valoración

Todas las preguntas planteadas tienen la misma puntuación máxima. Esta PEC tiene un valor del 30% de la EC.

Formato y fecha de entrega

Fecha límite de entrega: 5 de abril de 2020

Se debe entregar la PEC y los programas (todo comprimido en un .zip) antes de las 24:00h de esta fecha y en el buzón de “Entrega de actividades” del aula.

Poned el **nombre dentro, en la cabecera del documento.**