

### 1. Reemplazo de equipo

RentCar está desarrollando un plan de reposición de su flota de automóviles para un horizonte de planeación de 4 años, que comienza el 1 de enero de 2001 y termina el 31 de diciembre de 2004. Al iniciar cada año se toma la decisión de si un auto debe mantenerse en operación o se debe sustituir. Un automóvil debe estar en servicio durante un año como mínimo, y 3 años como máximo. La tabla siguiente muestra el costo de reposición en función del año de adquisición del vehículo y los años que tiene en funcionamiento.

Equipo adquirido al comenzar	Costo de reposición (\$) para los años en operación		
	1	2	3
2001	4000	5400	9800
2002	4300	6200	8700
2003	4800	7100	-
2004	4900	-	-

El problema se puede formular como una red, en el que los nodos 1 a 5 representan el inicio de los años 2001 a 2005. Los arcos del nodo 1 (año 2001) sólo pueden alcanzar los nodos 2, 3 y 4, porque un vehículo debe estar en funcionamiento entre 1 y 3 años. Los arcos en los otros nodos se pueden interpretar en forma similar. La longitud de cada arco es igual al costo de reposición. La solución al problema equivale a determinar la ruta más corta entre los nodos 1 y 5.

### 2. Ruta más segura

I.Q. Smart conduce diariamente hacia su trabajo. Como acaba de terminar un curso de análisis de redes, puede determinar la ruta más corta. Desafortunadamente, la ruta seleccionada está muy patrullada por la policía, y debido a las multas por manejar a alta velocidad, podría ser que la ruta más corta no sea la mejor elección. Smart decide entonces escoger una ruta que maximice la probabilidad de no ser detenido por la policía.

La red muestra las rutas posibles para ir y regresar del trabajo, y las probabilidades correspondientes de no ser detenido en cada segmento. La probabilidad de no ser detenido en el trayecto hacia el trabajo es el producto de las probabilidades relacionadas con los segmentos sucesivos de la ruta seleccionada. El objetivo de Smart es seleccionar la ruta que maximice la probabilidad de no ser multado.

### 3. Aceleración de etapas de un proyecto

La compañía Quick ha averiguado que un competidor planea lanzar un nuevo tipo de producto con ventas potenciales muy grandes. Quick ha trabajado en un producto similar programado para salir dentro de 20 meses. Sin embargo, la investigación está casi terminada y ahora la administración quiere lanzar el producto más rápidamente para hacer frente a la competencia.

Se deben lograr cuatro etapas independientes que incluyen lo que falta de la investigación que por el momento se lleva a cabo a paso normal. No obstante, cada etapa se puede realizar en un nivel de prioridad o de quiebre para acelerar la terminación y estos son los únicos niveles considerados en las últimas tres etapas. Los tiempos requeridos para cada nivel se muestran en la siguiente tabla. (Los tiempos entre paréntesis en el nivel normal se han eliminado por ser muy largos)

Nivel	Tiempo			
	Investigación restante	Desarrollo	Diseño del sistema de manufactura	Inicio de producción y distribución
Normal	5 meses	(4 meses)	(7 meses)	(4 meses)
Prioridad	4 meses	3 meses	5 meses	2 meses
Quiebre	2 meses	2 meses	3 meses	1 meses

Se dispone de \$30 millones para las cuatro etapas. El costo (en millones de dólares) para cada nivel es:

Nivel	Costo			
	Investigación restante	Desarrollo	Diseño del sistema de manufactura	Inicio de producción y distribución
Normal	3	-	-	-
Prioridad	6	6	9	3
Quiebre	9	9	12	6

La administración desea determinar el nivel al que debe realizar cada una de las cuatro etapas para minimizar el tiempo total hasta la comercialización del producto sujeto a las restricciones de presupuesto.

#### 4. Formule el problema de la ruta más corta como uno de programación lineal.

#### 5. Interconexión de nodos

Se desea conectar mediante fibra óptica ocho centros de investigación. El coste del sistema es función lineal de la longitud de la línea tendida. La tabla muestra las distancias entre los centros:

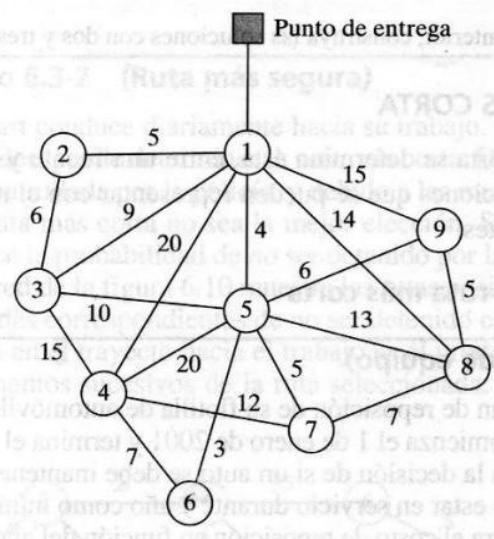
	Hasta							
Desde	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	28	26	41	30	17	19	52
2	28	-	21	17	26	31	18	40
3	26	21	-	27	21	25	26	18
4	41	17	27	-	15	52	36	61
5	30	26	21	15	-	70	81	77
6	17	31	25	52	71	-	66	69
7	19	18	26	36	81	66	-	12
8	52	40	18	61	77	69	12	-

Se desea tender la línea de modo tal que haya una conexión con cada centro, pero sin ciclos. ¿Cuál

es el tendido de línea entre los centros más económico?

### 6. Interconexión de nodos 2

En la figura se ven las distancias, en millas, de las conexiones factibles que unen nueve pozos marinos de gas natural con un punto de entrega en tierra. Como la ubicación del pozo 1 es la más cercana a la costa, tiene capacidad de bombeo y de almacenamiento suficiente para bombear la producción de los ocho pozos restantes hasta el punto de entrega. Determine la red mínima de tubería que una las bocas de pozo con el punto de entrega.



### 7. Interconexión de nodos 2 (continuación)

En el problema anterior, suponga que los pozos se pueden dividir en dos grupos, dependiendo de la presión del gas: un grupo de alta presión, que comprende los pozos 2, 3, 4 y 6, y un grupo de baja presión, que comprende los pozos 5, 7, 8 y 9. Debido a la diferencia de presiones, no se pueden enlazar pozos de grupo diferente. Al mismo tiempo, ambos grupos se deben conectar con el punto de entrega pasando por el pozo 1. Determine la red mínima de tubería para este caso.

### 8. Flujo máximo en la industria del petróleo

La Texago Co. Tiene cuatro campos de petróleo, cuatro refinerías y cuatro centros de distribución. Una fuerte huelga en la industria del transporte ha reducido mucho la capacidad de Texago para enviar petróleo de sus campos a las refinerías y para enviar productos derivados del petróleo de las refinerías a los centros de distribución. Use unidades en miles de barriles de petróleo crudo (y su equivalente en productos refinados); las tablas siguientes muestran el número máximo de unidades que puede enviar al día de cada campo a cada refinería y de éstas a cada centro de distribución.

Campo	Refinería			
	New Orleans	Charleston	Seattle	St. Louis
Texas	11	7	2	8
California	5	4	8	7
Alaska	7	3	12	6
Medio Este	8	9	4	15

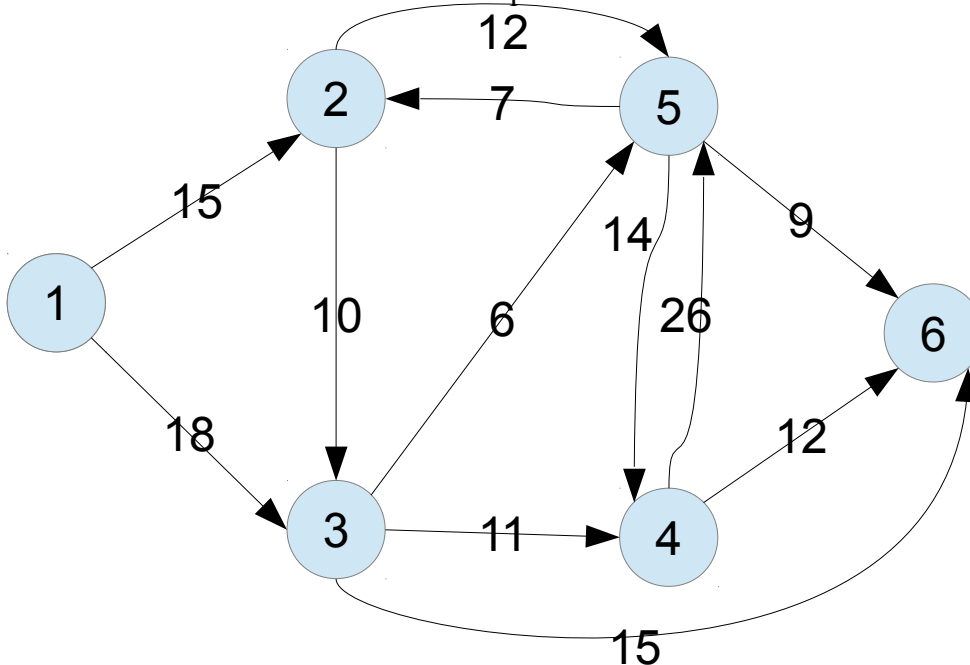
Refinería	Centro de distribución			
	Pittsburgh	Atlanta	Kansas City	San Francisco
New Orleans	5	9	6	4
Charleston	8	7	9	5
Seattle	4	6	7	8
St. Louis	12	11	9	7

La administración de la Texago desea determinar un plan de cuántas unidades enviar de cada campo petrolero a cada refinería y de cada refinería a cada centro de distribución de manera que se

maximice el número total de unidades que llegan a los centros de distribución.

### 9. Flujo máximo en transferencia de información

La siguiente red de comunicaciones transfiere información entre los distintos nodos. Los números sobre los arcos de la red indican las capacidades máximas de transferencia de cada línea



Se desea determinar el flujo máximo de información del nodo 1 al 6.

### 10. Formule el problema de flujo máximo como un problema de programación lineal.

### 11. Flujo de costo mínimo 1

Makonsel es una compañía integrada por completo que produce bienes y los vende en sus propias tiendas. Después de la producción los bienes se colocan en dos almacenes hasta que las tiendas los necesitan. Se usan camiones para transportar los bienes a los almacenes y luego a las tres tiendas. Utilice una carga completa de camión como unidad; la siguiente tabla muestra la producción mensual de cada planta, su costo de transporte por carga enviada a cada almacén, y la cantidad máxima que se puede enviar al mes a cada uno.

De	A	Costo unitario de envío		Capacidad de envío		Producción
		Almacén 1	Almacén 2	Almacén 1	Almacén 2	
Planta 1		425	560	125	150	200
Plana 2		510	600	175	200	300

Para cada tienda (T) la siguiente tabla contiene su demanda mensual, el costo de transporte por carga desde cada almacén y la cantidad máxima que se puede enviar al mes desde cada uno.

De	A	Costo unitario de envío			Capacidad de envío		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
Almacén 1		470	505	490	100	150	100

Almacén 2	390	410	440	125	150	75
Demanda	150	200	150	150	200	150

La administración desea determinar un plan de distribución de modo que se minimice el costo total de transporte.

### 12. Flujo de costo mínimo 2

La compañía Audiofile produce bafles. Sin embargo, la administración ha decidido subcontratar la producción de las bocinas necesarias para los bafles. Existen tres proveedores. Sus precios por cada embarque de 1000 bocinas se muestran en la siguiente tabla.

Proveedor	Precio
1	\$22 500
2	\$22 700
3	\$22 300

Además cada proveedor cobrará un costo de envío. Cada embarque llegará a uno de los dos almacenes de la compañía. Cada proveedor tiene su propia fórmula para calcular este costo según las millas recorridas hasta el almacén. Estas fórmulas y los datos de las millas se muestran en seguida.

Proveedor	Cargo por envío
1	$\$300 + \$0.40/\text{milla}$
2	$\$200 + \$0.50/\text{milla}$
3	$\$500 + \$0.20/\text{milla}$

Proveedor	Almacén 1	Almacén 2
1	1 600 millas	400 millas
2	500 millas	600 millas
3	2 000 millas	1000 millas

Cuando una de las dos fábricas requiere un embarque de bocinas para ensamblar los bafles, contrata un camión para traerlo desde los almacenes. El costo por embarque está dado en la siguiente columna, junto con el número de embarques por mes que requiere cada planta.

	Costo unitario de envío	
	Fábrica 1	Fábrica 2
Almacén 1	\$200	\$700
Almacén 2	\$400	\$500
Demanda mensual	10	6

Cada proveedor puede surtir hasta 10 embarques por mes; pero debido a las limitaciones de transporte, cada uno puede enviar un máximo de sólo 6 embarques por mes a cada almacén. De manera similar, cada almacén puede enviar hasta 6 embarques por mes a cada fábrica.

La administración desea desarrollar un plan mensual de cuántos embarques (si los hay) ordenar a cada proveedor, cuántos de ellos deben ir a cada almacén y cuántos embarques debe enviar cada almacén a cada fábrica. El objetivo es minimizar la suma de los costos de compra (que incluyen los de envío) y los costos de envío desde los almacenes a las fábricas.