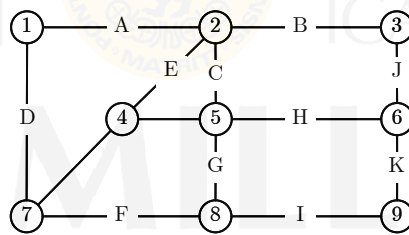


PROBLEMA: ZONA DE COPAS

El dibujo muestra el plano de una zona de copas especialmente conflictiva los fines de semana. Para controlarla, la policía dispone de un servicio de vigilancia consistente en colocar un agente en algunos de los puntos de cruce de las calles de dicha zona. Se supone que un agente controla todas las calles que se cruzan en el punto donde él está situado. El problema es que los efectivos policiales no son demasiado numerosos, por lo que el comisario se plantea el problema de reducir al mínimo los agentes que realicen dicho servicio de forma que todas las calles estén bajo observación.

Un agente puede controlar un máximo de tres calles, por lo que si en un punto coinciden más de tres calles será necesario poner dos agentes, o tres, si el número de calles que confluyeran fuera superior. Lógicamente cabe también la posibilidad de que un agente vigile hasta tres de las calles que coinciden en dicho cruce y las restantes sean vigiladas desde el otro extremo.

Desarrollar un modelo de programación lineal que permita obtener el número mínimo de agentes a colocar y dónde.



RESULTADO DEL PROBLEMA: ZONA DE COPAS

Índices

$i, j$  nudos

Parámetros

$c_{ij}$  calles de la zona

Variables

$x_i$  agentes en el nudo  $i$

$y_{ij}$  vigilancia de la calle  $ij$  por parte del agente localizado en el nudo  $i$

Función objetivo

$$\min \sum_i x_i$$

Sólo se vigila una vez

$$y_{ij} + y_{ji} = 1 \quad \forall ij / \exists c_{ij}$$

Cada vigilante sólo puede vigilar tres calles

$$\sum_{j \in c_{ij}} y_{ij} + \sum_{k \in c_{ki}} y_{ki} \leq 3x_i \quad \forall i$$

$$x_i \in \mathbb{Z}^+, y_{ij} \in \{0,1\}$$

## II.5 BIBLIOTECA DE PROBLEMAS

### PROBLEMA: ROBOTS DE SOLDADURA

La tendencia actual en las factorías de automóviles es el ensamblaje multiproducto, es decir, de varios modelos de automóviles. En particular, la factoría de Villaverde (Madrid) del grupo PSA ensambla los coches C3 y Pluriel de Citroën en una serie cuya proporción es de 3 a 1 (por cada 3 modelos C3 se fabrica 1 Pluriel).

La soldadura del chasis a la carrocería se hace de manera automática mediante robots de soldadura. Los robots deben soldar cuatro cordones principales en cada modelo partiendo de la posición de reposo antes de comenzar a soldar y volviendo a ella después de las cuatro soldaduras.

Se han medido los tiempos de movimiento desde la posición de reposo al punto de comienzo de cada cordón en cada modelo y se dan en la siguiente tabla.

|          | C3   | Pluriel |
|----------|------|---------|
| Cordón 1 | 1    | 1.2     |
| Cordón 2 | 1.5  | 1.4     |
| Cordón 3 | 2    | 1.8     |
| Cordón 4 | 0.75 | 1       |

Se han medido los tiempos de recogida desde el punto de final de cada cordón a la posición de reposo en cada modelo y se dan en la siguiente tabla.

|          | C3  | Pluriel |
|----------|-----|---------|
| Cordón 1 | 3   | 3       |
| Cordón 2 | 2   | 2.1     |
| Cordón 3 | 1.6 | 1.5     |
| Cordón 4 | 2.4 | 2.2     |

Se han medido los tiempos de movimiento del robot entre cada cordón (punto final de uno a inicial de otro) para cada modelo y se dan en las siguientes tablas

| C3       | Cordón 1 | Cordón 2 | Cordón 3 | Cordón 4 |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| Cordón 1 |          | 1.4      | 1.6      | 1.8      |
| Cordón 2 | 2.1      |          | 2.1      | 2.3      |
| Cordón 3 | 1.5      | 1.7      |          | 1.3      |
| Cordón 4 | 2.4      | 2.1      | 2.3      |          |

| Pluriel  | Cordón 1 | Cordón 2 | Cordón 3 | Cordón 4 |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| Cordón 1 |          | 1.3      | 1.7      | 1.9      |
| Cordón 2 | 2.3      |          | 2.8      | 2.2      |
| Cordón 3 | 1.2      | 1.6      |          | 1.1      |
| Cordón 4 | 2.6      | 2.5      | 2.9      |          |

Formular el problema de optimización que permita minimizar el tiempo total de soldadura para la serie en producción.

RESULTADO DEL PROBLEMA: ROBOTS DE SOLDADURA

Índices

$i, i'$  cordón

$j$  tipo de coche

Parámetros

$tc_{ij}$  tiempo desde reposo a comienzo del cordón

$tf_{ij}$  tiempo desde final del cordón a reposo

$tm_{ii'j}$  tiempo de movimiento entre final del cordón  $i$  y comienzo del cordón  $i'$  para el tipo de coche  $j$

$p_j$  proporción del tipo de coche  $j$

Variables

$x_{ii'j}$  hacer el cordón  $i$  y luego el cordón  $i'$  en el coche  $j$

$y_{ij}$  selección del cordón por el que se comienza

$z_{ij}$  selección del cordón por el que se acaba

Función objetivo

$$\min \sum_j p_j \left[ \sum_i (tc_{ij} y_{ij} + tf_{ij} z_{ij}) + \sum_{ii'} tm_{ii'j} x_{ii'j} \right]$$

Del reposo se sale una vez en cada coche

$$\sum_i y_{ij} = 1 \quad \forall j$$

Al reposo se llega una vez en cada coche

$$\sum_i z_{ij} = 1 \quad \forall j$$

De cada cordón se sale una vez en cada coche

$$\sum_{i'} (x_{ii'j} + y_{ij}) = 1 \quad \forall ij$$

A cada cordón se llega una vez en cada coche

$$\sum_{i'} (x_{i'ij} + z_{ij}) = 1 \quad \forall ij$$

$$x_{ii'j}, y_{ij}, z_{ij} \in \{0, 1\}$$