
Contents

1 Conjuntos y Parámetros

E	=	Conjunto de escuelas
N_e	=	Conjunto de usuarios (alumnos, estudiantes) que asisten a la escuela e . $\forall e \in E$
U	=	Conjunto de usuarios ($U = \bigcup_{e \in E} N_e$)
N	=	Conjunto de nodos ($N = U \cup E \cup \{0, n + k + 1\}$). Si n es el número de estudiantes o usuarios y k el número de escuelas, entonces $U = \{1, 2, \dots, n\}$, $E = \{n + 1, n + 2, \dots, n + k\}$ y $N = \{0, 1, \dots, n, n + 1, \dots, n + k, n + k + 1\}$
Q	=	Es la capacidad del furgón escolar
0	=	Es el nodo origen ficticio
$n + k + 1$	=	Es el nodo destino ficticio
S_j	=	Tiempo de servicio en el nodo j
TE_e	=	Tiempo de entrada de los alumnos a la escuela e
d_j	=	Demanda de usuarios en el nodo j

2 Variables de decisión

x_{ij}	=	$\begin{cases} 1 & \text{Si el furgón viaja del nodo } i \text{ al nodo } j \\ 0 & \text{Si no} \end{cases}$
t_j	=	Tiempo en que el furgón escolar llega al nodo j
r_j	=	Número de usuarios que están en el furgón escolar cuando éste abandona el nodo j

3 Modelo

$$\text{Min } Z = \sum_{j \in E} t_j \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j \in U} x_{0j} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{i=0: i \neq j}^{n+k} x_{ij} = 1 \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{i=1: i \neq j}^{n+k} x_{ij} = 1 \quad \forall j = n + 1, \dots, n + k \quad (4)$$

$$\sum_{i=n+1}^{n+k} x_{i, n+k+1} = 1 \quad (5)$$

$$\sum_{j=1: i \neq j}^{n+k} x_{ij} = 1 \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (6)$$

$$\sum_{j=1: i \neq j}^{n+k+1} x_{ij} = 1 \quad \forall i = n + 1, \dots, n + k \quad (7)$$

$$t_j \geq t_i + (T_{ij} + S_j)x_{ij} + M(x_{ij} - 1) \quad \forall i = 1, \dots, n + k; j = 1, \dots, n + k : i \neq j \quad (8)$$

$$r_j \geq r_i + d_j x_{ij} + Q(x_{ij} - 1) \quad \forall i = 1, \dots, n + k; j = 1, \dots, n : i \neq j \quad (9)$$

$$r_j \geq r_i - d_j x_{ij} + Q(x_{ij} - 1) \quad \forall i = 1, \dots, n + k; j = n + 1, \dots, n + k : i \neq j \quad (10)$$

$$TE_e \leq t_e \qquad \qquad \qquad \forall e \in E \qquad (11)$$

$$r_e \leq Q \qquad \qquad \qquad \forall e \in E \qquad (12)$$

$$r_0 = 0 \qquad \qquad \qquad (13)$$

$$t_i \leq t_e \qquad \qquad \qquad \forall e \in E, i \in N_e \qquad (14)$$

$$x_{0h}, x_{ij}, x_{e,n+k+1} \qquad \qquad \qquad \forall i, j \in \{1, \dots, n+k\} : i \neq j; h = 1, \dots, n; e \in E \qquad (15)$$

$$t_i, r_i \geq 0 \qquad \qquad \qquad \forall i = 0, \dots, n+k \qquad (16)$$