

1. Una empresa consumidora de energía eléctrica puede auto-producirla o comprarla en el mercado mayorista de la electricidad. Las demandas eléctricas de la empresa para las dos próximas horas son 8 y 10 respectivamente. Los precios de la energía en el mercado de esas dos horas son 6 y 8 respectivamente. El grupo auto-productor de la empresa, sí funciona, ha de hacerlo con una producción entre 2 y 6, y no puede variar su producción en dos horas consecutivas más de 4. El coste de producción de este grupo auto-productor es 7, y está produciendo 7 unidades de energía previamente a las dos horas de análisis. Determínese el nivel óptimo de auto-producción y de compra en el mercado para las dos horas consideradas.
2. El mantenimiento predictivo de una determinada planta industrial requiere llevar a cabo 4 tareas sucesivas. La compañía que lleva a cabo este mantenimiento cuenta con 6 trabajadores especializados. El tiempo que necesita cada trabajador para llevar a cabo cada tarea se muestra en la tabla siguiente.

	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4
Trabajador 1	65	73	63	57
Trabajador 2	67	70	65	58
Trabajador 3	68	72	69	55
Trabajador 4	67	75	70	59
Trabajador 5	71	69	75	57
Trabajador 6	69	71	66	59

Suponiendo que cada trabajador sólo puede hacerse cargo de una tarea de mantenimiento, fórmese un Problema Entero para determinar qué trabajador ha de llevar a cabo cada tarea, de tal manera que se minimice el tiempo total que requiere el proceso de mantenimiento. Este problema es un ejemplo del problema general de asignación de tareas.

3. Una empresa fabrica dos productos, cada uno de los cuales requiere tiempo en cuatro máquinas diferentes. Sólo se pueden fabricar cantidades enteras de cada uno. La empresa quiere encontrar la mezcla de producción que maximice los beneficios totales, dadas las especificaciones que se muestran en la siguiente tabla:

Horas totales disponibles	Máquina	Horas máquina (por unidad)	
		Producto 1	Producto 2
3400	A	200	500
1450	B	100	200
3000	C	400	300
2400	D	400	100
Beneficio/unidad (\$1000)		6	6

4. Una empresa de generación eólica debe realizar el mantenimiento anual de sus tres parques eólicos. La empresa dispone de tres equipos de mantenimiento para realizar este trabajo. Cada equipo de mantenimiento debe asignarse exactamente a un parque eólico y cada parque eólico debe tener asignado exactamente un equipo de mantenimiento. La tabla muestra los costes de asignación de los tres equipos de mantenimiento a cada parque eólico. La empresa desea determinar las asignaciones para minimizar sus costes totales de mantenimiento.

	Granja Eólica 1	Granja Eólica 2	Granja Eólica 3
Equipo de Mantenimiento 1	10	12	14
Equipo de Mantenimiento 2	9	8	15
Equipo de Mantenimiento 3	10	5	15

5. Para dar servicio a los propietarios de vehículos eléctricos (VE) en cuatro barrios, una ciudad necesita identificar cuál (si alguna) de las tres posibles estaciones de recarga de VE debe construir. El objetivo de la ciudad es minimizar el coste total de la construcción de las estaciones y, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades de recarga de los cuatro barrios. La tabla 1 resume a cuál de los cuatro barrios puede dar servicio cada una de las tres posibles estaciones de recarga de VE. Una entrada de 1 en la tabla significa que el barrio puede ser atendido por una estación en esa ubicación, mientras que una entrada de 0 significa que no puede serlo. La tabla 2 resume los costes de construcción de cada una de las tres posibles estaciones de recarga.

Table 1: Barrios que pueden utilizar cada posible ubicación de estación de recarga de VE en el Problema de la Estación de Recarga

	Ubicación 1	Ubicación 2	Ubicación 3
Barrio 1	1	0	1
Barrio 2	0	1	0
Barrio 3	1	1	0
Barrio 4	0	0	1

Table 2: Coste de construcción de estaciones de recarga de VE en el problema de las estaciones de recarga

	Costo [\$ millones]
Ubicación 1	10
Ubicación 2	12
Ubicación 3	13

Este problema se puede ver como de tipo binario, donde las variables x 's son

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{Si la estación de carga } i \text{ es construida} \\ 0, & \text{Si la estación de carga } i \text{ no es construida.} \end{cases}$$

Para las restricciones se deben considerar aspectos como, que estaciones sirven a cada barrios, por ejemplo para el Barrio 1, sabemos que solo puede tener servicio si se construye en la Ubicación 1 o en la 3, así

$$1x_1 + 0x_2 + 1x_3 \geq 1.$$

Considerar lo anterior para construir las demas restricciones.

0.1 Procedimiento

1. Plantear el conjunto de ecuaciones del problema de optimización: función objetivo, restricciones y límites de las variables. Describir las razones por las cuales se escribe cada ecuación.
2. Realizar el procedimiento de Branch and Bound al menos para el primer nodo, y calcular el lower bound y el upper bound.
3. Encontrar la solución al problema de optimización por medio de una librería (scipy, pyomo, gurobi, Python-MIP, Pulp, entre otros) o con código propio.
4. Escribir en cada paso anterior el análisis realizado.